

厚生労働科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

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
(20LA1005)

令和3年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 浅見 真理

令和4（2022）年3月

研究報告書 目次

I. 総括研究報告

| | | |
|-------------------------------------|-------|---|
| 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 | ----- | 1 |
| 浅見 真理・伊藤 禎彦・増田 貴則・牛島 健・小熊 久美子・中西 智宏 | | |

II. 分担研究報告

| | | |
|---|-------|-------|
| 1. 地方自治体における水道法の適用を受けない「小規模な水道」の実態把握状況に関する検討 | ----- | 1-1 |
| 浅見 真理・沢田 牧子 | | |
| (別紙1) 水道法の適用を受けない小規模な水道の実態把握状況に関する調査【A調査(概要調査)】 | | |
| (別紙2) 水道法の適用を受けない小規模な水道の実態把握状況に関する調査【B調査(詳細調査)】 | | |
| (別紙3) B調査(設問21) その他、本調査に関する意見、要望 | | |
| 2. 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2 | ----- | 2-1 |
| 浅見 真理・伊藤 禎彦・木村 昌弘 | | |
| (別添) 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2 | ----- | 2-1-1 |
| 3. 小規模水供給施設の管理実態と課題 | ----- | 3-1 |
| 伊藤 禎彦・曾 潔 | | |
| 4. 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保法 | ----- | 4-1 |
| 伊藤 禎彦・中西 智宏・曾 潔 | | |
| 5. 表流水取水装置および管内環境制御からみた浄水処理方法 | ----- | 5-1 |
| 伊藤 禎彦・中西 智宏 | | |
| 6. 小型紫外線消毒装置の基礎的知見の収集と実際への適用に関する研究 | ----- | 6-1 |
| 小熊 久美子 | | |
| 7. 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および民間団体との連携・支援に関する意向調査 | ----- | 7-1 |
| 増田 貴則・堤 晴彩 | | |
| 8. 地域のプレイヤーが自律的に管理する小規模水供給システムのケーススタディおよび実践的取り組みを通じた支援体制の検討 | ----- | 8-1 |
| 牛島 健・長谷川 祥樹 | | |

III. 研究成果の刊行に関する一覧表

| | |
|-------|-----|
| ----- | 9-1 |
|-------|-----|

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

研究代表者 浅見 真理 国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官
研究分担者 伊藤 禎彦 京都大学大学院工学研究科 教授
増田 貴則 国立保健医療科学院 統括研究官
牛島 健 北海道立総合研究機構北方建築総合研究所 研究主幹
小熊 久美子 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 准教授
中西 智宏 京都大学大学院工学研究科 助教

研究要旨：

高齢化及び人口減少等により、給水人口が数万人以下の比較的小規模な上水道、計画給水人口5,000人以下の簡易水道及び同100人以下の飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）を維持することが困難となりつつある。そのような水供給維持困難地域を含む地域において衛生的な水を持続的に供給可能とするための具体的方策を提案すべく、様々な分野において検討を行った。

このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制づくりに寄与することを目的として、小規模水供給システム等の水道法の適用を受けない「小規模な水道」の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）を対象に「小規模な水道」の実態把握状況や指導體制等についてのアンケート調査を実施した。調査結果を基に、全国の「小規模な水道」に係る衛生確保対策の実態を把握し、これからの水供給の安全性確保や持続的な維持管理のための課題を整理し、今後の方策を検討する研究を行った。

調査結果からは、小規模な水道であっても都道府県条例部分は手上げ方式での移譲を行っているため、同一の都道府県内でも一部の市に対してのみ移譲しており、他の市においては条例対象施設のみ都道府県が事務を行っていること等、小規模な水道に係る権限が細分化され都道府県ごとに非常に複雑な状況であるとの意見が複数寄せられ、飲用井戸等が多数あることは認識されているが、届出等の義務がないため、都道府県だけでなく市町村であっても全数を把握することは困難な状況であるとのことが明らかとなった。これらのことから、小規模水供給システムに係る集約的な相談体制や厚生労働省や地方自治体、研究機関との間で共通する情報の共有化や情報提供体制の確立が重要であると考えられた。

また、過疎化地域においては、最も基本的な社会基盤となる小規模水道の問題がさらに重要性を増している。そのため、過疎化地域等での小規模水道に焦点を当て、モデル地区での将来の経営シミュレーション等を行うとともに今後の最適な給水形態等を評価する一般的な手法を検討した。

長野県松本市および愛知県豊根村・東栄町・設楽町を対象として、担当行政部局へのヒアリング並びに施設への訪問調査を実施した。また、可能な場合には、水道利用者に対する対面調査を実施した。松本市入山辺地区飲料水供給施設においては、高齢化に伴って維持管理上の困難さが増してきており、市に上水道接続を要望しているが、市単独で整備を行うことは現実的ではなく、地域への人的支援や維持修繕に対する補助金交付が現実的な施策であると考えられた。愛知県設楽町における未普及地域では、住民の理解により個別井戸の新設が受け入れられており、水供給形態が持続可能な形で成立している好例とみることができ、その要因について考察を行った。小規模水供給施設に設置された膜ろ過装置について、その維持管理費の高さが負担になっている事業体は少なくない。豊根村において、膜ろ過から井戸へ変更することを検討している事例を示した。

小規模水供給施設を調査対象として、原水の微生物リスクを推定したうえで、必要な浄水処理レベルについて考察を行った。さらに、限定的な情報の下で、微生物的な安全性を確保するためのアプローチ方法を提示した。さらに、より精緻なリスク評価を可能とするために、次世代シーケンサー(NGS)を用いて病原細菌を一斉検出することを試みた。対象施設から計22属37種が病原細菌として抽出された。検出された全病原種を対象としたリスク評価を行い、浄水処理に要求される除去・不活化能について考察した。

取水設備は、多孔構造を有する集水管を、沢水や渓流水の流水中に横たえただけのものであることも数多く、この場合、取水口の閉塞が発生し、住民の維持管理上の負担となっている。そのような背景とニーズから生み出された小規模水供給施設向け表流水取水装置の事例と、過去の経験を踏まえて技術的に適切な設計がなされた施設例を示した。一方、浄水処理で十分に濁質を除去できない場合、浄水中に残存する懸濁物質が配水管内に蓄積することで、管内環境の悪化が懸念される。そこで、除濁処理として砂ろ過と膜ろ過に着目し、ろ材や膜孔径を変化させながら濁質除去能を定量的に評価することで小規模水供給システムにおいて望ましい除濁処理について考察した。

小規模水供給システムに適した小型消毒装置の候補として、紫外発光ダイオード(UV-LED)を光源とする流水殺菌装置を検討している。本年度は、前年度に開始した飲料水供給施設(給水18戸50名未満)での装置実証試験を継続し、長期的な性能を追跡した。装置前後の試料を毎月概ね2回採水し、大腸菌、大腸菌群、一般細菌、従属栄養細菌の変化を調べた。2020年8月の試験開始以降、二度にわたり濁水による試験中断を余儀なくされたものの、これら中断期間を除く累計の採水回数は27回に上った。また、連続運転に伴う性能の経時的な低下は現在まで認められず、原水を前処理なくUV-LED装置で処理する方式でも微生物制御に有効であることが示された。本研究により、小規模分散型の水処理技術としてのUV-LED装置の有効性と長期的な安定性が示された。

給水人口100人以下の水供給システムを利用・管理している集落を対象に、集落役員が点検や清掃などの管理作業に対して感じている負担感や作業負担の重い項目について整理し、実作業量を把握することを目的とした質問紙調査を行った。加えて、集落外の団体との維持管理作業における連携・協力状況、民間団体からの支援に関する利用意向を把握することを目的とした質問紙調査を行った。回答結果より、集落外の団体と連携・協力をして維持管理作業を行っている集落は20%弱にすぎず、施設の維持管理に負担感を抱えていることが把握できた。また、維持管理において負担の重い作業項目・作業頻度や作業に要する時間、外部団体からの支援に対するニーズや集落が支援を利用したいと思う価格帯について把握することができた。

民間組織や水道事業体等と連携・協働した小規模水供給システム維持管理手法についてケーススタディの蓄積を行うとともに、地域と需要者に根ざした自律的で持続性の高い水道の一つのモデルを提示し、実践を通じてその有効性を検討した。

ケーススタディについては、令和2年度の成果に2つのケースを追加し、多様な運営形態、行政との役割分担の仕方を整理した。これまで「地域住民らが管理する水道」を「地域自律管理型水道」と呼んできたが、実際には、市町村経営との中間的な地域自律管理の形や、NPOへの委託を含めた多様な「地域自律管理型モデル」が存在することがわかった。今回確認された「中間的」な地域自律管理型を含む広義の地域自律管理型モデルは、今後水道運営の再編が必要となる地域に対し、それぞれの状況に合わせた多様な選択肢を提供することにつながると思われる。

自律的な水供給システムのモデルについては、北海道富良野市をフィールドとし、水道利用組合等による地域自律管理を前提に、地元高校生による運営支援体制の検証を継続した。本年度は、例年通りの活動を継続しつつ、活動報告の場を広げ、札幌の大学生や海外の高校生および若者との交流の機会を兼ねて実施した。高校生らの積極的な参加が見られ、参加の様子は地元新聞に取り上げられた。市民の意識啓発とともに高校生のモチベーション向上につながる流れを作ることができた。

A. 研究目的

高齢化及び人口減少等により、給水人口が数万人以下の比較的小規模な上水道、計画給水人口5,000人以下の簡易水道及び同100人以下の飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）を維持することが困難となりつつある。そのような水供給維持困難地域を含む地域において衛生的な水を持続的に供給可能とするための具体的検討を実施すべく、その技術上及び支援体制等を含めた維持管理体制強化方策等について統合的方法を提案する。

具体的には、小規模水供給システムを対象に、

- 1) 水源や人口、地理状況等を踏まえた小規模水供給システムの維持管理手法に関する検討
- 2) 取水・送水・給水における取水方法、管路の維持管理方法に関する検討
- 3) 簡便なる過設備及びその維持管理方法に関する検討
- 4) 小型紫外線消毒装置の国内小規模水供給システムへの適用
- 5) 効率的な水質管理・水質検査のあり方に関する研究
- 6) 住民・民間等との連携による水供給システムの維持管理手法に関する検討
- 7) 小規模水供給システムの持続的な管理・支援体制に関する検討
- 8) 効果的な情報収集・共有のあり方に関する検討を実施し、施設・技術（ハード）を維持管理・支援（ソフト）の仕組みで支える水供給システムを強化する維持管理体制強化方策等の統合的方法を提案する。

B. 研究方法

1. 地方自治体における水道法の適用を受けない「小規模な水道」の実態把握状況に関する検討

水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制づくりに寄与することを目的として、小規模水供給システム等の水道法の適用を受けない「小規模な水道」の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）を対象に「小規模な水道」の実態把握状況や指導體制等についてのアンケート調査を実施した。調査結果を基に、全国の「小規模な水道」に係る衛生確保対策の実態を把握し、これからの水供給の安全性確保や持続的な維持管理のための課題を整理し、今後の方策を検討する研究を行った。

2. 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2

特に経営環境が厳しい人口5千人未満の過疎町村にある簡易水道事業を選定し、近接した3集

落の独立した小規模水道を対象に、施設統合や運搬給水など様々なシステムや多様な給水形態を導入した場合について、今後60年間の経営シミュレーション等を行った。これらの結果を基に一人一月当たりの平均費用負担額を評価基準として、今後の給水システムについて施設統合や自立分散型、運搬給水や非飲用水給水の導入などの優位性を評価し、今後これらの地区で導入すべき最適なシステムについて検討した。

さらに、こうした評価手法が他の多くの小規模水道の今後の最適なシステムや給水形態についての検討に利用できるよう、簡易で汎用的な評価手法を検討した。

3. 小規模水供給施設の管理実態と課題

行政部局並びに水道管理者等へのヒアリング並びに訪問調査を実施した。

3.1 長野県松本市保健所および上下水道局に対し、松本市における飲料水供給施設および簡易給水施設についてのヒアリングを行った。

3.2 松本市入山辺（いりやまべ）地区において地元管理されている3か所の飲料水供給施設（大和合東村（おおわごうひがしむら）飲料水供給施設、大和合中央飲料水供給施設、大仏（おおぼとけ）飲料水供給施設）への訪問調査を行い直接管理する方からヒアリングを行った。

3.3 愛知県の三河山間地域とよばれる愛知県豊根（とよね）村・東栄（とうえい）町・設楽（したら）町各役場におけるヒアリングを行った。

3.4 愛知県豊根村・東栄町・設楽町簡易水道施設および水供給施設への訪問調査を行った。対象施設は、浄水場とその原水取水点、簡易給水施設、配水区域における減圧水槽および減圧弁等とした。また、設楽町の未普及地区である沖駒地区において各戸設置型深井戸の訪問調査を行い、利用者から直接ヒアリングを行った。

4. 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保法

4.1 滋賀県長浜市寺院並びに、京都帝釋天の水供給施設への訪問調査を行った。また、京都市内の水供給施設（トロッコ保津峡駅北側、南側の2箇所）における原水調査を行った。

4.2 トロッコ保津峡駅の北側施設と南側施設で採取した水試料に対して、最新型シーケンサーを用いて水中の細菌群を種レベルまでの高い解像度で分類し、病原細菌の網羅的検出を行った。

4.3 病原細菌群の網羅的検出により得られたデータを用いて定量的微生物リスク評価（QMRA）を行い、当該地域に必要とされる病原細菌の除去・不活化能を推定した。

5. 表流水取水装置および管内環境制御からみた浄水処理方法

5.1 静岡市由比(ゆい)地区、愛知県東栄町、滋賀県長浜市寺院(大吉寺(だいきちじ))への訪問調査、並びに、民営簡易水道施設と飲料水供給施設を所掌する静岡市保健所や施設の管理を行う東栄町事業課からヒアリングも行った。また、施設的设计・設置企業に対しても資料収集やヒアリングを実施した。

5.2 複数のろ材を用いた砂ろ過・膜ろ過による濁質除去能の定量比較を行った。砂ろ材として、ケイ砂、均等化ケイ砂、アンスラサイト、ガーネット、膜ろ材としてMF膜、大孔径膜(孔径1 μ m、2 μ m)、セラミック基材(孔径約13 μ m)を選定し、濁質除去実験を行った。原水は桂川由来の河川水(京都市内の浄水場から採水)とし、凝集剤(PAC)を注入率0.16mg-Al/Lでインライン注入しながら直接ろ過を行った。ろ過水濁度を時間的に測定し、濁度-微粒子濃度の回帰直線からろ過水中の濁質濃度を推定し、log除去能で評価した。

6. 小型紫外線消毒装置の基礎的知見の収集と実際への適用に関する研究

実証試験の場として、国内の飲料水供給施設を選定した(給水人口18戸50名未満、原水は山間の表流水(沢水))。実証試験では、実際に住民に供給される浄水プロセスの原水を分岐し、実験装置に導水するフローとした。UV-LED装置の単独での性能評価に特化するため、また、一般に小規模施設ではできるだけシンプルなプロセスが望ましいため、実証試験ではあえてろ過等の前処理をせずに原水を直接UV-LED装置に導水するフローとした。集落規模で利用可能なUV-LED装置の候補として、設計処理流量50L/minの流水殺菌装置(DWM1、日機装技研)を選定した。ただし、試験地の原水流量の制約から、30L/minを設定流量として実証試験を実施した。

試験は2020年8月末から開始し、概ね毎月2回(隔週)の頻度で採水した。試料はUV-LED装置前(原水)、UV-LED点灯で装置を通過した水(処理水)、UV-LED消灯で装置を通過した水(対照試料)の3つの試料を採水し、微生物測定項目並びに物理化学的水質項目の分析を行った。ただし、2021年1月から5月および2022年2月から3月現在まで、濁水に伴う原水流量の低下を受けて試験を中断している。

7. 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および民間団体との連携・支援に関する意向調査

7.1 維持管理および作業負担に関する調査方法

西日本(岐阜県、京都府、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、徳島県、高知県、佐賀県、大分県)において、行政がWEB開示している情報をもとに飲料水供給施設等の水供

給システムを管理し使用している集落を特定し、水供給システムの維持管理や断水等トラブル発生の実態を把握するとともに、実際に管理している集落役員が水供給システムに対して感じている不満や、点検・清掃などに対して感じている負担感、行政や他集落との連携状況について実態を把握するための質問紙調査を行った。集計結果については大部分を既報にて報告済みであるが、既報では報告をしていない実作業負荷や水供給施設を敷設する際の金銭的負担・水道料金体系について焦点をあて集計並びに分析を行った。

7.2 外部団体との連携状況と連携意向に関する調査

7.1の調査において継続調査への協力意向を示した集落(岐阜県、京都府、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、高知県、佐賀県、大分県)を対象に、集落外部の団体との連携状況を把握するための質問紙調査を行った。調査では、近年の外部団体との連携・協力の状況を明らかにするために、平成27年以降の状況について聞いた上で、八つの架空の支援策A~Hのそれぞれについて利用するかどうか、有償の場合いくら支払うかを質問した。また、支援を利用したいと思う価格を調査するため、簡便な価格調査手法として知られるPSM分析(価格感度分析、Price Sensitivity Measurement)の手法を用いることとした。

8. 地域のプレイヤーが自律的に管理する小規模水供給システムのケーススタディおよび実践的取り組みを通じた支援体制の検討

8.1 小規模水供給施設の運営に関与している民間組織等へのヒアリング調査

以前、北海道の全179市町村を対象とした調査では、地域住民らが管理する「地域自律管理型水道」は少なくとも64市町村に計237か所存在することが確認されている。令和2年度は「地域自律管理型水道」が数多く確認されている5市町村を対象に、役所または役場の水道部局担当者に聞き取り調査を行った。本年度はこれに加え、2町に対して、役場の担当者に聞き取り調査を行った。各町が確認している地域自律管理型水道の概要、市役所及び町役場の役割、運営状況および運営にかかる情報の入手方法、当該水道の抱える課題などを話題とし、半構造化インタビューによって適宜話題を掘り下げながら聞き取りを行った。なお、今後も他市町村に対する同様の調査を実施予定であるが、本報告では現時点で得られている結果に基づいて考察する。

8.2 富良野市における自律型モデルの実践的とりくみ

北海道富良野市では、市内に少なくとも19か

所確認されている地域自律管理型水道について、その持続性を高めるための支援体制づくりが進められており、これまで水質検査費用や大規模改修費用の半額補助を行う制度を活用しながら、地域自律管理型水道の運営実態把握に努め、維持管理支援が行われてきた。平成 29 年からは、研究分担者らも参画し、地域ぐるみの水道維持管理支援体制づくりの実践を通じたアクションリサーチ的研究に取り組んでおり、この取り組みの一つの特徴として、地元高校(北海道富良野高等学校)と連携し、そこをハブとした支援体制づくりを進めている点がある。

本年度は、これまでと同様に、2つの地域自律管理型水道を対象に水質調査、管路地図の GIS 化および報告会を実施した。また、地元高校生らのモチベーションを高めるとともに、外部支援者を巻き込む試みとして、札幌国際大学と連携し、地元高校生と札幌の大学生が地域の水について議論するワークショップを 2 回開催した。例年開催している水道利用組合向けの報告会は、同ワークショップの 2 回目と合同開催とした。さらに、海外の高校生らと交流するイベントにも参加し、これまでの活動の報告を行った。

令和 2 年度に、試験的に GIS システム導入を行った市内の水道利用組合については、導入・運用の支援を継続した。

(倫理面への配慮)

本研究は医学研究関連の倫理指針に関する研究は含まれていない。実地調査等においては、各機関の規定を順守し、個人情報の保護及び調査に関係する対象者を含む安全性に配慮し実施した。実験作業における安全性については各機関の規定に従い実施した。

C. 研究結果及び D. 考察

1. 地方自治体における水道法の適用を受けない「小規模な水道」の実態把握状況に関する検討

1.1 アンケート調査の実施及び回答

水道法の適用を受けない小規模水供給システム等の衛生確保対策を行う全国の地方自治体(都道府県、市、特別区)計 772 件(A 調査、B 調査併せて送信)に対してメールにて調査を依頼した(うちメールエラー件数 106 件)。2 種類の調査(A 調査、B 調査)を実施し、A 調査(概要調査)は都道府県から 47 都道府県中 42 件(Web 回答 26 件、Excel ファイル回答 16 件の回答)、B 調査(詳細調査)は都道府県・市及び特別区から 623 件(Web 回答 405 件、Excel ファイル回答 195 件、該当施設なしの回答(メール等) 23 件)の回答

を得た。また、調査回答の件数には、管内に該当する施設等がない「該当なし」といった回答も含むこととした。

なお、回収率は A 調査で 89.4%、B 調査については、都道府県(本庁)から都道府県(出先機関)に対して周知し、都道府県(出先機関)から直接回答があったものも含むため、回収率は考慮しないものとした。

A 調査並びに B 調査の全ての調査回答の集約を行い、回答のあった項目について、集計及び分析を行った。

1.2 A 調査(概要調査)結果について

(1) 都道府県(本庁)における小規模な水道に対する衛生確保対策業務の状況

「都道府県(本庁)として直接所管する区域はない」(35 件)との結果となり、多くの都道府県において都道府県(本庁)では直接所管する区域・業務はなく、都道府県(出先機関)や市が所管する区域毎に業務を行っていることが明らかとなった。都道府県(本庁)に直接相談等のあった場合は、都道府県(本庁)が対応する場合もあるようだが、基本的には所管する都道府県(出先機関)や市等が主な対応を行っている。また、中には町村の区域も含めて都道府県から町村へ事務委任を行い、都道府県(本庁・出先機関共に)として該当する事務は行っていないといった回答が 3 件あった。

(2) 水道行政を行う都道府県の出先機関の状況

水道行政を行う都道府県(出先機関)の設置数は、2~23 箇所であった。(都道府県が設置する施設のみ計上。市が設置する保健所等は含まない。)都道府県の面積、人口等によるが、保健所等の都道府県出先機関数が減少した中で、小規模な水道に係る業務を積極的に行うには負担が生じている。さらに、現在コロナ禍であることから保健所等における感染対策等の業務が膨大になっており、感染症対策の専門外の職員であっても、保健所等における従来業務を行うための時間、員数が限られてきているものと想定される。

都道府県(出先機関)において小規模な水道に係る業務を所管する部署としては、ほとんどが保健所、保健福祉センターや保健福祉事務所、健康福祉事務所等といった衛生分野が所管しており(約 9 割)、生命維持や生活に必要な不可欠な飲料水に係る業務は公衆衛生の観点から取り組むべき業務の一つと考えられたことが要因であると考えられる。衛生部局以外の分野では、水質については環境部局、それ以外については政策部局が担当しているといった、専門性の高い役割分担を行っている都道府県もあり、今後小規模な水道を持続させていくためには、分担だけではなく他分

野との連携・協力も今後は考えていく必要があると考えている。

また、都道府県内における水道法の適用を受けない小規模な水道に対する衛生確保対策業務の状況としては、管内に該当施設がある場合は出先機関が業務を行う場合がほとんどであり、地域の状況が分かりやすい体制が取られていることが分かった

1.3 小規模な水道に関する意見等

A 調査（概要調査）に伴い、本調査や小規模な水道等に関する事について、都道府県（本庁）所管部署に意見を求めたところ様々な意見が寄せられた。特に、小規模な水道に対する業務について、市への移譲と共に一部町村への事務移譲が行われていること、小規模な水道であっても都道府県条例部分は手上げ方式での移譲を行っているため、同一の都道府県内でも一部の市に対してのみ移譲しており、他の市においては条例対象施設のみ都道府県が事務を行っていること等、小規模な水道に係る権限が細分化され都道府県ごとに非常に複雑な状況となっていることについての意見が複数寄せられた。飲用井戸等が多数あることは認識されているが、届出等の義務がないため、都道府県だけでなく市町村であっても全数を把握することは困難な状況であるとのことであった。また、都道府県における水質検査については、都道府県の管轄範囲の広さの問題もあり、水道法第20条の検査機関による検査の方が利便性及び経済性において優位であることから、都道府県の機関に検査依頼はないとの意見もあった。

1.4 A 調査（概要調査）の結果について

平成25年4月1日以降、実務執行体制の整備や移譲先の市との情報共有や連携等が課題であると考えられたが、権限移譲から約9年経過し、都道府県（本庁、出先機関）と市の間での業務分担や連絡体制といった一定の関係性は整っているものと感じられた。権限移譲を機に、小規模な水道に係る業務を現場の状況が把握しやすい町村へも事務委任している都道府県も複数あり、各地域の実態に基づく体制整備がより進められているケースがあることが分かった。また、これらの改正に伴い都道府県から新たに事務を移譲された市における個々の課題については、B 調査（詳細調査）において確認することができた。

1.5 B 調査（詳細調査）結果について

B 調査では、地方自治体における小規模な水道に係る状況、小規模な水道における水質検査の状況、自治体としての対応等についての質問を行った。

(1) 区域内（管内）の小規模な水道の把握状況

回答のあったもののうち441件（約75%）の

自治体で「小規模な水道がある」と把握していた。

「小規模な水道がない」と把握している自治体は49件（約8%）あり、「小規模な水道がある」と把握していたものを合わせると、回答のあったもののうち約85%の自治体で小規模な水道の状況が把握されており、法規制が定められていない施設であるにも関わらず、かなりの割合で自治体での把握状況が明らかとなった。調査回答数から考えると、全国で約半数の自治体において小規模な水道について把握がなされていた。

施設数の把握は各自治体により異なっており、施設の探知にあってはこれまでの届出や相談、過去からの記録により把握しているものや国が行う調査等の際に把握しているものが多くみられた。ただ、特に一般用飲用井戸に関しては、管内に施設があると把握しているものの件数までは把握していないものが多く、個人所有の施設であるため把握自体が困難であるとの回答があった。

(2) 小規模な水道の台帳等の有無

小規模な水道のリスト、台帳の有無といった情報の把握状況について質問をしたところ、378件（約70%）が台帳やリスト・一覧表など施設についての何らかの情報を把握していると回答があった。回答の中には、「把握する施設の台帳がある（代表者、施設の位置図、図面等を含む）」と回答のあった自治体が79件（15%）あり、これは一定規模の施設であって飲料水供給施設または条例等で定める施設についての情報であると推測するが、水道法適用外の小規模な水道であっても明確な施設台帳が存在する施設があることが分かった。

(3) 水質検査の指導

管内に該当施設があるもののうち、「問題があれば水質検査を実施するよう求めている」といった回答が198件と一番多く、続いて「定期的な水質検査の実施を求めている」との回答が161件と続いた。その他水質検査実施を求めるものとしては、「試料の持ち込みを求める」としたものが27件、「定期的な水質検査の実施及び結果の提出を求めるもの」が78件と、何らかの形で水質検査の実施を求めている結果をまとめると計464件となった。反対に、管内に施設があっても水質検査の実施については「指導していない」といった回答が104件あり、水質検査の実施は安全性確保の観点から重要であると認識されていても法的に規制されている部分ではないため、水道法適用外の小規模な水道に対する水質検査実施の指導は難しい問題であることが伺える。

その他の意見として、行政が定期的に検査を実施している自治体や、水質検査に対する補助制度の周知、ホームページ上で水質検査についての周

知、相談時に水質検査結果の内容説明や水質検査機関の紹介等を行っているといった意見もあった。

(4) 実施する水質検査項目

水質検査項目を把握しているもののうち、「飲用井戸等衛生対策要領で示されている 11 項目」が 137 件と最も多く、次いで「水道法に定められている 51 項目」が 96 件であった。実施している水質検査項目は小規模な水道の規模(飲用井戸から飲料水供給施設)によって異なると想定される。その他として、2 項目(一般細菌、大腸菌)、水道法施行規則第 15 条第 1 項第 3 号イに掲げる 9 項目、食品衛生法(食品製造用水)に基づく 26 項目、原水の水質基準項目検査(水質基準項目から消毒副生成物、味を除いた 39 項目)、条例等で定める項目を実施しているものもあった。また、水源周辺の土壌によっては追加で有機リン、鉄、マンガン、カルシウム・マグネシウム等(硬度)、蒸発残留物、アンモニア態窒素、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンを追加している場合もあった。

(5) 自治体としての対応(協力・支援等)

小規模な水道に対して、概ね 3 年以内に自治体として協力・支援等の対応をしたことがあるかどうか質問したところ、回答結果から、管内に施設のある自治体の半数程度では、小規模な水道に対して何らかの対応をとっている状況が明らかとなった。主な対応としては「相談等対応(電話相談等も含む)」が 195 件、「現地調査等」が 150 件、「事故や相談対応」が 101 件といった結果であった。反対に、「管内に施設があるが対応したことがない」が 171 件あった。小規模な水道の規模にもよるが、多数ある飲用井戸等では能動的な対応は難しく、比較的規模の大きい飲料水供給施設等に対しては定期的な監視・調査や自治体への相談体制等が一定整備されているものからこの結果となったのではないかと推測される。

小規模な水道への対応は自治体の規模や方針によって様々であるが、事故時や災害時には管内の施設に対して対応できる体制づくりや連絡体制の整備について平時から準備を進めておくべきと思われた。

1.6 小規模な水道に関する要望や本調査に関する意見

B 調査に関する意見や今後に関する要望等を質問したところ多くの自治体から様々な意見が寄せられた。小規模な水道に関する要望については、自治体が抱える問題は様々あるが、国や都道府県に対して小規模な水道への統一した規制の制定や指導方法を明確にして欲しいといったものや小規模な水道に関する実態等の情報開示を

求めるもの、指導する側の知識を情報共有したいとの意見があった。また、市への権限移譲に際して抱える問題として、専門知識や専門職員の確保が難しいこと、小規模な水道に関する相談先が無いことが挙げられていた。

本調査に関する意見として、研究の目的の「小規模な水道」の持続可能性について、国が水道事業との統合を進めている施策との関係性に関するものや、なぜ小規模な水道を持続させる必要があるのかといった意見もあった。

本調査においては、生活の場が水道給水区域外にあり、また水道との接続が物理的・経済的に難しい地域にある水供給維持困難地域において、飲み水を含む生活用水として衛生的な水を供給できる体制づくりに寄与することを目的としている。調査においては分かりやすく「小規模な水道」という用語を用いたが、種々の選択肢の中から衛生的な水の供給を必要な場所に持続的に供給できる方策を検討するための調査である。本調査のフィードバック時も含めて、本研究並びに調査の結果を活用していきたい。

2. 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション 2

2.1 モデル地区での検討

今回対象としたモデル 3 地区(e, f, g)の施設統合効果や今後の望ましい給水形態等を検討するために以下のケースについて検討した。

- 1) 供給システム：現状分散型(I)、3 地区統合型(II)、自立分散型(III)の 3 種
- 2) 給水形態：通常飲用水供給ケース①、簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配するケース②、無処理水を供給し非飲用生活用水は各戸浄水装置で処理、飲用水は宅配するケース③、送配水管路を敷設せず飲用水を各戸に運搬給水するケース④の 4 種
- 3) 管路パターン：耐用年数 60 年と 30 年の 2 種
- 4) 補助金等：ある場合、ない場合の 2 種

また、今回の経営シミュレーションでは、モデル地区の給水人口の推移や管路状況を踏まえて、一人一月当たりの平均費用負担額を算定した。各費用の算定は、前年度と同じく厚生労働省報告、一人当たりの給水量は、K1 村の給水実績、将来人口は国立社会保障・人口問題研究所の推計値を基に設定した。

2.2 モデル地区でのシミュレーション結果のまとめ

(1) 現状の給水システムを統合型(II)や自立分散型(III)に移行することにより費用負担は減少する。

(2) これらの地区においては、補助金がなく管路の耐用年数 30 年のパターン A では、当初は自立

分散型(Ⅲ) ケース①cで整備し、35年以降は統合型(Ⅱ) 運搬給水ケース④cへ移行することが最適なシステムとなった。ただし、この管路パターンAでは60年間の一人一月平均負担額は9.1千円となり、当初の負担額の倍近くになると想定される。

(3) 管路の耐用年数が60年のパターンBの場合には、最適なシステムは、当初は同じく自立分散型(Ⅲ) ケース①cで整備し、35年以降はe, f地区では同じ自立分散型(Ⅲ) で通常給水ケース①cを継続することとなるが、給水人口が少ないg地区では自立分散型(Ⅲ) で非飲用水を給水し飲用水は宅配するケース②となった。

(4) 補助金がある場合には、すべての期間で3地区を統合する統合型(Ⅱ) で簡易な浄水装置を用いる通常給水ケース①cが費用的に望ましい結果となった。

2.3 シミュレーションの一般化へ向けた検討

(1) シミュレーションの簡便化手法

これまで厚労省報告で用いられた手法を基に、2町村5地区で経営シミュレーションを実施してきたが、これらを一般化するために、より簡便で汎用的な手法について検討した。

簡便化では、将来人口推計モデルの設定、安価な浄水装置への絞り込み、費用関数の設定、運搬給水の多様化、一人当たりの給水量の基準化等を行った。

運搬給水は、地理的地形的条件を加味して、これまでの4tタンク車で各戸に運搬給水するケース④c①に加え、より小型の2tタンク車で各戸に給水するケース④c2、及び4tタンク車で配水池まで運搬給水するケース⑤cを追加した。

(2) 今後30年間の一人一月平均費用負担額の評価結果について

1) 給水人口が100人の場合は単位配管延長が10m/人では、通常給水ケース①cが2.4千円人/月と最も費用負担が少なく、これが100m/人になると運搬給水ケース④c1が7.1千円人/月と最も少なくなった。

2) 総管路延長を5.0kmとすると、給水人口が運搬給水ケース④c1では95人、ケース④c2では65人より少ない場合に、通常給水ケース①cより有利となった。

3) 通常給水ケース①より非飲用ケース②が有利となる条件は給水人口が24人以下の場合で、非飲用ケース②より非飲用ケース③が有利となる条件は給水人口が2人以下となった。

4) 各戸に運搬給水するケース④c1.2が、すべて管路で給水するケース①②③より有利となる境界は、給水人口と送・配水管路延長で判断できる。初期給水人口が100人の場合は、ケース④c1で

は送配水管延長が約4.6kmより短いと、通常給水ケース①cが有利であるが、それ以上長くなると運搬給水が有利となる。

2tタンク車を用いるケース④c2では、この境界は約6.7kmとなる。これは4t車に比べ運搬の回数が増え、人件費等が増加するためである。

5) 配水池まで運搬給水するケース⑤cが運搬給水以外のケースより有利となる境界は、給水人口と送水管路延長で判断できる。初期給水人口が100人では、送水管延長が約3.6km以上となるとこの運搬給水が優位となる。

地区周辺に水源がなく、遠方から送水管で配水池まで給水する必要がある場合に、この運搬給水方式は優位になる可能性がある。

6) 30年間の個人の平均負担額が1万円/人/月を超える条件は、運搬給水ケース④c1では、給水人口が30人の場合に送配水管延長が1.9km(総管路延長では2.2km)、ケース④c2では、2.8km(総管路延長では2.2km)、ケース⑤cでは、送水管延長が0.8km(総管路延長で7.2km)より長い場合となる。

2.4 今後の課題と考察

今回の検討で、小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでなく、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効となることが明らかとなった。また、今後の望ましいシステムの汎用的な評価手法についても検討したが、今回の検討では金利や人件費などの維持管理費は考慮しておらず、これらが評価結果に及ぼす影響の検討を行う必要がある。さらに、支払い限度額などを設定し、適正な費用負担額となるよう制度面や技術面での対応案を検討していく必要がある。

3. 小規模水供給施設の管理実態と課題

長野県松本市および愛知県豊根村・東栄町・設楽町を対象として、ヒアリング並びに施設への訪問調査を実施した。

3.1 松本市保健所および上下水道局とのヒアリング

小規模水道地域における水供給については、中核市移行に伴い令和3年度から市保健所が引き継いだ。市の水道普及率は約99.6%。5か所の飲料水供給施設、1か所の簡易給水施設及び1か所の簡易水道を有する。いずれも民間で管理されている。そのほか、上記水道組合に組み入れられていない数人規模の個人水道施設、および個人の飲用井戸が存在する。訪問対象となった大和合東村飲料水供給施設、大和合中央飲料水供給施設は、良く管理されている方の施設であった。

入山辺地区では、平成9年に市長に対して水道

整備の陳情があったが、地区全体での合意には至らず、住民による管理を継続したが、平成21年に水道整備が再度陳情された。平成29年、市は住民に対する説明会を開催し、整備案を提示しつつ、市としては、地元負担を含む、地区全体での合意が得られれば整備が可能との立場を表明した。地元が上水道整備を希望する理由としては、高齢化に伴い維持管理が困難になってきていること、飲用水としての水質安全性が担保されていないこと、布設管の位置も詳細は不明であり漏水等事故時対応が容易ではないこと、などがある。上下水道局としては、これまで水道整備に関する調査を行い、住民に提示してきた。整備には数億円（あるいはそれ以上）が必要であり、コストがかかりすぎる。入山辺地区は給水区域外であるが、給水区域内であっても個人水道や個人飲用井戸のままとなっている箇所もあり、そのバランスも考慮する必要があり、上下水道局としての整備は難しい。整備へ向けた現実的な案は①松本市として整備したのち、上下水道局に寄附採納してもらう。②地元自ら開発・整備を行う、の2つだろうと考える。技術的に見て、市としては、市上水道から水をポンプ圧送する方式が適切と考えているが、一方で地元が管理する水供給施設として存続させる道もあると考える。また、一般に、全国の各水道事業体がそれぞれ補助制度を設けている。これに対して、国や県としての補助制度が必要であると考え。小規模水供給施設を含む水道事業の存続という観点から、必須と考えるが、これがなかなか提示されない。水質安全性確保の観点からは、県が水質検査のための公社などを設立し、人的支援等を行うことが望ましい。

3.2 入山辺地区飲料水供給施設への訪問調査

大和合東村飲料水供給施設、大和合中央飲料水供給施設、大仏飲料水供給施設への訪問調査を実施し、現地で管理を行う方々から、水道施設の現況や施設管理状況、管理体制やそれぞれの課題、要望等について聞き取りを行った。現在、維持管理の困難さ等から、すべての地区において市に対して上水道整備の要望がされている状況である。

3.3 豊根村・東栄町・設楽町でのヒアリング並びに簡易水道施設・水供給施設への訪問調査の実施

豊根村生活課、東栄町事業課、設楽町生活課において、各町村内の水道施設の概況、普及率や管理状況、将来展望と課題等についてヒアリングを行った。その中で、設楽町未普及地域における施策として、様々な検討の結果、上水道接続や運搬給水ではなく、補助金を交付しつつ各戸井戸を新設する方針を選択したのものがある。平成21年に「設楽町飲料水安定確保対策事業補助金交付要綱」を策定（補助額上限は300万円。）し、深井

戸掘削のための費用として交付されている。この費用には、給水開始前に行う水質検査費（初回に限る）も含まれている。原水試験は40項目検査を行うのが一般的であるが、ここでは、食品衛生法が定める29項目検査が行われており、この結果、水質検査費は5万円で済んでいる。これは、不適切では決してないものの、水質判定を行う際には、食品衛生法「食品製造用水」基準を参照するのではなく、水道水質基準値を参照するのが望ましいといえる（水道水質基準値の方が厳しい値である項目がいくつか含まれるため）。

各町村の浄水場等の訪問調査を行い、施設の状況や管理状況についての状況を把握した。設楽町では、平成21年以降に町補助によって個別井戸の新設が行われた個人宅を訪問し、施設の状況を調査した。ここでは塩素注入器があり当初は塩素を注入していたが、塩素がなくなった後は注入しておらず、井戸水をそのまま飲用している。従来から塩素を注入する習慣がなく、区域内で塩素を注入している家庭はないとみられる。また、水質検査も行っていない。したがって、ランニングコストは電気代だけであった。将来ポンプ設備等が故障した場合も役場の補助によって修繕・交換が可能であり、現在困りごとや要望は特にないとのことであった。

4. 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保法

4.1 滋賀県長浜市寺院への訪問調査

寺院における水供給施設の経緯並びに施設や管理の状況について調査を行った。定期的な水質検査は実施しておらず、降雨時に濁りが生じることもあるが、健康被害等は発生していない。また、長浜市内には10の寺院があるが、他寺院には水道が普及しており、独自施設をもつのは大吉寺だけである。水道普及地域から大吉寺までは距離があり、配水管を敷設することはできないため、寺独自の施設となっている。長浜市市民生活部環境保全課生活衛生係へのヒアリングを実施ところ、専用水道の使用開始時に手続きを行うほかは、未普及地域に対する施策や改善方策等をもっているわけではなく、長浜市としての課題や県・国に対する要望事項も特にない。なお、当該地域の上水道事業、簡易水道事業は長浜水道企業団が行っており、ヒアリングしたが、未普及地域については関与していない。

4.2 京都帝釋天水供給施設の調査

水供給施設の概要並びに施設や管理の状況について調査を行った。水源は、奥の院礼拝所近くにある湧き水であるが、原水としては表流水とみなされる。原水受水槽（柵）で受けた後、境内に供給され、飲み水としても利用されている。地元

管理の施設であり、市との関わりはなく、水質検査も実施していない状況であった。

4.3 原水調査の結果

大吉寺、京都帝釋天、トロッコ保津峡駅施設（北側、南側）で採水した試料について、これまでの水質検査結果のとりまとめ並びに登録検査機関へ依頼し40項目の原水水質検査を実施した。

4.4 原水中の病原細菌群の網羅的検出

次世代シーケンサーを用いて病原細菌を一斉検出した結果、合計で22属37種の病原細菌が検出された。頻繁に検出された病原細菌として、*Legionella pneumophila* や *Legionella hackeliae* などの *Legionella* 属、*Coxiella burnetii*、*Aeromonas salmonicida* や *Aeromonas hydrophila* 等の *Aeromonas* 属が挙げられる。*Legionella* や *Aeromonas* は水環境や土壌中の常在菌として知られており、免疫の低い人々に感染性を示す日和見感染菌として一般的なものである。一方、*Coxiella* は家畜哺乳類や爬虫類、ダニなど多くの動物を宿主としており、対象地域ではこれらの動物を排出源とする細菌汚染が発生していることが分かる。他にも、*Klebsiella* や *Enterococcus*、*Acinetobacter* など糞便由来の細菌として有名なものが散発的に検出されており、やはり僅かながら糞便由来の細菌によって水が汚染されていることが分かった。

4.5 QMRA 手法による細菌の要求除去・不活化能の推定

トロッコ保津峡駅施設（北側、南側）の原水について推算した必要除去不活化 log 数を病原細菌種ごとに示した。感染経路がエアロゾル吸入の病原種に対しては概ね1~2 log 程度の除去・不活化 log 数となったのに対して、経口感染を仮定した病原種の要求処理能は5~7 log 程度と高く推算された。これより、経口感染の細菌を十分に除去・不活化できればエアロゾル感染の細菌リスクも制御できるため、対象地域における必要除去・不活化能としては5~7 log 程度であることが推察された。なお、感染経路による要求処理能の違いが出た理由として、エアロゾル吸入を介した曝露量が飲水による曝露よりも大幅に小さいことに起因する。

4.6 微生物的安全確保へ向けたアプローチ方法

地元管理されている水供給施設を含めた小規模水道施設において、特定の病原微生物（カンピロバクター、ロタウイルス、クリプトスポリジウム、ジアルジアなど）の原水中の濃度が把握されていることは皆無であると想定され、浄水処理や消毒が不十分である場合も少なくない。そのような施設において、微生物的な安全性を確保しようとする場合、どのようなアプローチ方法をとれば

よいか検討を行い、そのための枠組みを示した。
4.7 一般細菌数を用いた必要除去・不活化能の試算

測定数が多い京都帝釋天施設およびトロッコ保津峡駅施設の測定結果に基づいて試算を行った。今回の原水試験結果はあるが、ここではまず、一般細菌のみ検出され大腸菌が検出さなかった場合を考えた。文献に見られる比率等のまとめを参照して比率等を設定し、病原性生菌数の算定式は以下の通りである。

病原性生菌数

$$= \text{一般細菌数} \div 0.075\% \times 3\% \times 50.6\%$$

この病原性生菌はすべて日和見菌等であるとみなす。用量-反応モデルとしては、日和見菌のうち指数モデルの γ が最小である *Staphylococcus aureus* のモデル ($\gamma = 7.64E-08$) を適用した。また、測定した一般細菌数をもとに、病原細菌による感染確率 10⁻⁴/人/年以下を満たすのに必要な除去・不活化 log 数を算定し、必要除去・不活化能の試算結果を示した。

4.8 大腸菌数を用いた必要除去・不活化能の試算

一般細菌に加えて大腸菌が検出された場合を想定する。大腸菌については、水質検査機関による検査結果の報告は、「不検出」または「検出」の定性的結果のみであり、検査結果が「検出」であった場合、濃度は独自に測定する必要がある。各試料水の大腸菌濃度測定値に基づいて、各種病原微生物に対する必要除去・不活化能を試算した。このような、細菌、ウイルス、原虫を対象としてリスク評価を行った場合、カンピロバクターに対する必要除去・不活化能がもっとも大きい結果となる場合が多い。また、本例のように大腸菌や嫌気性芽胞菌が検出された場合、クリプトスポリジウムに対する除去・不活化能として、例えば3 log 程度以上の処理能が必要とされてしまう場合が多いが、試算では1.2~1.4 log でよいと見積られている。このように、簡単なQMRAを行うだけで、過剰処理を回避し、必要十分な浄水処理プロセスを提示することができる。

4.9 不確実性分析

Staphylococcus aureus の用量-反応モデル ($\gamma = 7.64E-08$) を適用した場合をベースケースとして、トロッコ保津峡駅北側施設を対象とした場合の不確実性分析を行った。ベースケースにおける4.8 log に対して必要除去・不活化能の差が1 log を超える項目を朱書した。これらはリスク評価において不確実性が高い項目であるということが出来る。このように、不確実性分析を行うことによって、今後重点的に調査や知見の集積を行うべき項目を抽出することができる。今後は調査データを集積しつつ、微生物的安全確保へ向けたアプ

ローチ方法の枠組みを構築していくこととする。
4.10 原水中の病原細菌群の網羅的検出結果に基づいた要求処理能

4.7~4.9 で示した内容は、原水中の微生物濃度として一般細菌や大腸菌のみが利用できる場合のリスク評価結果である。一方、本研究では次世代シーケンサーによる病原細菌の網羅的検出結果も用いてリスク評価を行い、必要除去・不活化 log 数を推定した。その結果、トロッコ保津峡施設で検出された 22 属 37 種の病原種のうち、感染経路がエアロゾル吸入とした病原種については概ね 1~2 log 程度、経口感染を仮定した病原種に対しては 5~7 log 程度という除去・不活化能が推定された。特に後者の値は算定値よりも大きいことが多く、今回の検討範囲では、一斉検出によってリスク評価の対象菌種を限定したとしても、必ずしも必要な除去・不活化能が小さくなるということにはなかった。

病原種の一斉検出からリスク評価に至る一連の分析・解析手法には、改善の余地が多く残されており、解決すべき具体的な課題として、1) 一斉検出された病原種の分類群や原水中濃度の妥当性の検証、2) 水系感染を引き起こす病原種だけに絞った評価を行うこと、3) 曝露シナリオや用量-反応関係が明らかでない細菌種に対する適切な評価手法の立案、が挙げられる。今後も引き続きこれらの項目に取り組み、微生物的安全確保へ向けたアプローチ方法における「追加調査ができる場合」のリスク評価手順も整備する予定である。

5. 表流水取水装置および管内環境制御からみた浄水処理方法

5.1 静岡市由比地区における調査

静岡市では、平成 8 年度以降、民営簡易水道施設と飲料水供給施設は衛生部局（保健所）が所掌している。2017 年に市内に存在する民営簡易水道施設と飲料水供給施設に関する実態調査を行い、施設整備補助の対象となる施設数等の把握を行った。その結果、民営簡易水道施設が 6 施設（給水戸数 280 戸、給水人口 747 人）、飲料水供給施設が 168 施設（給水戸数 1576 戸、給水人口 3805 人）であった（現在は前者 4 施設、後者 146 施設）。

これらの施設のうち、特に困りごとがあったとした施設は 25 施設あり、困りごととしては「水質」、「日頃の管理」、「高齢化」、「台風・大雨」、「負担額」、「老朽化」が上位にリストアップされた。これらの諸課題は、静岡市だけではなく、各地の小規模水供給施設に共通すると言ってよい。静岡市保健所では、この結果を受けて、安定水源の確保、メンテナンスフリーの取水・浄水処理装置の設置、確実な消毒の実施などにより、将来にわたって持続可能な水道施設とすることを目標とする施策

を精力的に進めており、特に、住民の代表的な困りごとになっている①取水口閉塞、②濁り、③日常の水質管理（消毒）を解消するための施設整備を目指している。また、様々な困りごとの解決のために、施設統合を重要施策として推進しようとしている。

これらの背景とニーズから、小規模水供給施設向けの表流水を取水するためのスクリーンを備えた装置（ウォータースクリーン）が開発された。静岡市由比地区の飲料水供給施設において、取水口閉塞対策として、目開き約 1 mm の表流水取水装置（ウォータースクリーン）を設置した結果、詰まりが解消され、非常に優れていると高く評価されている。

5.2 愛知県東栄町における調査

浄水場とその水源地（原水；渓流水）を訪問した。浄水場水源地には 10 年程度前からステンレス製スクリーン（ウォータースクリーン）が堰に埋め込まれて設置されている。静岡市のものとは異なり、取水装置内部の側面から取水する構造となっており、導水管は埋設されている。施設は役場によって管理されているが、取水地点の維持管理がきわめて容易になったと評価されている。

5.3 滋賀県長浜市寺院への訪問調査

大吉寺には、以前は砂ろ過施設が設置されており、その後クリプトスポリジウム対策の意味もあって膜ろ過装置が設置されたが、度々トラブルが生じたため、3~4 年前に膜ろ過装置を撤去し、現有設備に変更された。現在は、渓流水面にスクリーン（スクリーンの目開きは数 mm）が設置されており、この下部に集水管が設置されている。原水は、原水槽（柵）に導入され、水槽中の水位は渓流水の水位と一致している。これは沈砂池の役割を有している。実際、設置後 3~4 年が経過し、砂が堆積しており、流入管および流出管がほぼ埋まっている状態である。槽内に目開き数 mm のストレーナを備えた集水管（流出管）あり。流出管は、溪流岸の石の下に埋設され、渓流水面に沿って下流へと延伸されている。居住者（ご住職）によるメンテナンスは特に行われておらず、費用も不要であるが、原水槽には砂が堆積しているので、数年に一度程度の頻度で除去・清掃を行う必要があるとみられる。

5.4 複数のろ材を用いた砂ろ過・膜ろ過による濁質除去能の定量比較

各ろ材からのろ過水濁度の変化の一例から、PAC 注入率 0.16 mg-Al/L の条件では、砂ろ過水の濁度範囲が 0.1~0.6 度程度であったのに対して、膜ろ過水の濁度は 0~0.005 度と極めて低かった。砂ろ過材の中では、有効径の最も大きいアンストライトでのろ過水濁度が最も高く、次い

でケイ砂、均等化ケイ砂、ガーネットの順番で濁度が大きかった。一方、膜ろ過材の中では、最も孔径が大きいセラミック基材で0.008~0.039度と他の膜ろ材(0.005度未満)よりもやや濁度が高いものの、他の孔径のろ材間では顕著な違いは見られなかった。各ろ材による濁質除去log数を3回分の実験結果から推定した結果、砂ろ材と膜ろ過材の間には約1logほどの除去能の違いが見られた。また、砂ろ過材の中ではアンストラサイトとガーネットの間のみ統計的な有意差が見られたものの、他の砂ろ材や膜ろ過材の間では有意差は見られなかった。

5.5 表流水取水装置について

取水設備は、多孔構造を有する集水管を沢水や渓流水の流水中に横たえただけのものであることも数多く、この場合、落葉などによって取水口が閉塞することがしばしば起き、その都度住民の方が清掃する必要がある。これが水供給システム上の主な困りごとの一つとなっている。ここで取り上げた小規模水供給施設向け表流水取水装置は、そのような背景とニーズから生み出された取水装置である。長浜市寺院の事例は、過去の経験を踏まえて技術的に適切な設計がなされたものであり、スクリーン機能と沈砂池機能を備えつつ、安定した取水を可能にした施設の好例とみることができる。

5.6 管内環境制御からみた浄水処理方法について

濁質の除去log数で見た場合は統計的な有意差は見られなかったが、各試行回でのろ過水濁度はガーネットが最も低く、通常のケイ砂よりも高い濁質除去能を持つ可能性が示された。大孔径膜は通常のMF膜に比べてエネルギー消費量が小さく時間当たりの処理水量が大きいという利点があり、小規模水供給システムに適している可能性がある反面、膜孔径が大きいために処理水質が悪く管内環境管理の観点からは望ましくない可能性が考えられた。しかしながら、本実験では膜孔径を0.1~約13 μm と大きく変化させたにも関わらず除去能に顕著な差は見られなかった。すなわち、少量でも凝集剤を注入すれば、大孔径膜でも良好な処理水質が得られる可能性が示された。

6. 小型紫外線消毒装置の基礎的知見の収集と実際への適用に関する研究

小型紫外線消毒装置の実証試験結果は、以下のとおりとなった。

6.1 原水水質

実証試験原水の物理化学的水質項目(濁度、色度、硬度、鉄、マンガン、水温、pH、電気伝導率)の測定を行った(2020年8月~2022年1月、うち2021年1月~5月および2022年2月~3月に

中断、累計試料数n=27)。その間、原水の紫外線(280nm)透過率の幾何平均値は96.1%、中央値は95.7%であった。濁度・色度の最大値(順に3.1度、3.0度)を示したのは2020年10月20日の採水試料であるが、当該試料の紫外線透過率(280nm)は98.6%であり、紫外線処理の効率に影響を及ぼすほどの透過率低下は発生しなかった。一方、紫外線透過率の最小値(91.3%)を記録したのは2021年9月28日であるが、当該試料の濁度と色度は順に1.1度、1.5度であった。紫外線消毒の性能は、紫外線がどれだけ水中の微生物に到達するか、すなわち紫外線透過率に依存するが、濁度など電氣的に常時監視が容易な水質指標だけでは紫外線透過率を推定しがたい可能性が示された。

今後は、他の水質項目を含めた重回帰分析などにより、紫外線透過率を推定する方法を検討する予定である。また、紫外線透過率最小値91.3%を記録した2021年9月28日のUV-LED装置による微生物不活化率(大腸菌で1.4log以上、大腸菌群で2.6log、一般細菌で1.8log、従属栄養細菌で0.9log)は、他の採水日の試料に比べて遜色なく、紫外線処理の効果を損なうほどの透過率低下ではなかった。

6.2 UV-LED処理による微生物濃度の変化

原水、UV-LED点灯で装置を通過した水(UV-LED処理水)、UV-LED消灯で装置を通過した水(対照試料)において微生物測定項目(大腸菌、大腸菌群、一般細菌、従属栄養細菌)の微生物濃度測定を行った。原水について、採水回数n=27のうち19回で大腸菌を検出した(陽性率70%)。また、一般細菌と従属栄養細菌は全ての原水中に検出され、原水の一般細菌は常に水道水質基準値(100cfu/mL)を下回ったものの、従属栄養細菌は暫定水質管理目標値(2000CFU/mL以下)を7回超過した(超過率26%)。すなわち、未処理の原水は微生物学的安全性の観点から常時飲用には不適であり、消毒処理が必要と判断された。試験期間を通じて、12月から1月に原水中の大腸菌不検出が連続し、また大腸菌群数も同時期にごく低濃度で推移したことから、季節的な影響(気温・水温の低下による微生物活性の低下、野生動物の活動低下など)が示唆された。原水中の一般細菌と従属栄養細菌の濃度変化に明確な季節性は見られなかった。

いずれの微生物項目でも、UV-LED消灯で装置内を通水した対照試料は原水とほぼ同等の微生物濃度を示した。よって、UV-LED点灯試料(処理水)で見られた濃度低下は、装置内への吸着等によるものではなく、紫外線による不活化の効果であることが裏付けられた。UV-LED処理水では、

いずれの微生物項目も濃度が低下し、大腸菌はUV-LED 処理水の全てで 100mL 中に不検出となった。また、一般細菌の水道水質基準値(100cfu/mL)および従属栄養細菌の暫定水質管理目標値(2000cfu/mL)を全ての試料で継続的に下回った。

本研究で採用したUV-LED 装置による不活化率(いずれも n=27)は、最大値として大腸菌は1.5log以上、大腸菌群は3.2log以上であった(処理後不検出のため不活化率は初期濃度に依存)。一方、一般細菌の不活化率は最大値 2.8log、中央値 1.4log、最小値 0.5log であり、従属栄養細菌の不活化率は最大値 2.2log、中央値 1.3log、最小値 0.2log であった。なお、不活化率と物理化学的水質項目の関連性について、今後相関分析を予定している。

本実証試験では、ろ過等の前処理を経ずに原水を直接UV-LED 装置に通水した。これは、UV-LED 装置単独での性能を評価するため、また、人的資源や資金に制約がある小規模施設ではできるだけシンプルなプロセスが望ましいと判断したため、設定した処理フローである。これまでの結果から、仮にろ過設備なくUV-LED 装置を単独で導入した場合でも、水の微生物学的な安全性を有意に向上できることが示された。一方、実装に向けては、紫外線消毒には残留効果がないことを十分に考慮した給水システムの構築と、利用者への周知が必須である。一案として、できるだけ給水末端に近い位置に紫外線装置を設置すること、給水栓から得た水は長期保管せずできるだけ速やかに消費するよう周知すること、などが挙げられる。あるいは、微量の塩素を併用することで、給水システム内の再増殖・再汚染リスクを抑制することも現実的な選択肢と考えられる。これらの方策を具体的に示し、紫外線消毒の有効性だけでなく課題や対策も併せて示すことを、本研究の最終目標としたい。

7. 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および民間団体との連携・支援に関する意向調査

7.1 維持管理および作業負担に関する調査

(1) 質問紙の回収数

計 564 の集落に発送し、253 の集落より回答を得た。白紙回答や戸別給水の集落からの回答を無効回答とし、有効回答数は 241、有効回収率は 42.7%であった。このうち上水道や簡易水道との併用、数年前に上水道や簡易水道への切り替えの実施や今後切り替えの予定とする集落等が複数あるが、これらの集落を含めて集計し、分析を行った。

(2) 水源別の塩素消毒施設の有無・水質検査項目使用する水源の種類は、地下水・井戸水を使用

していると回答した集落が最も多く 83 集落(総集落の約 34%)で、次いで表流水(渓流水) 58 集落(約 24%)、湧水 50 集落(約 21%)であった。

塩素消毒施設の有無については、表流水(渓流水)を水源とする集落では、塩素消毒施設ありは 18 集落(対象集落の 31%)、塩素消毒施設なしは 38 集落(約 66%)となり、半数以上の集落で塩素消毒施設がないことがわかった。地下水・井戸水を水源とする集落では、塩素消毒施設ありは 51 集落(対象集落の約 61%)、塩素消毒施設なしは 29 集落(約 35%)であった。

ろ過の種類は、ろ過施設ありと回答した集落は 86 集落(総集落の約 36%)、わからないは 54 集落(約 22%)、無回答が 101 集落(約 42%)であった。水質検査項目について複数回答ありで質問した結果、一般細菌・大腸菌とした回答が最も多く 84 件、次いで塩素消毒と濁りが 50 件、色が 42 件であった。水質検査頻度は、年 1 回検査が 50 件、年 4 回との回答が 14 件、月に 1 回との回答が 13 件であった。

(3) 維持管理の負担感・実作業時間

水供給施設の管理を組合や役員等で行うことに対する負担感は、とても負担に感じていると少し負担に感じている、を合わせて 102 集落(総集落の約 42%)の回答があった。

また、少しでも負担に感じていると回答した集落に対し、作業負担が重いと感じている作業項目、作業頻度、および作業人数について尋ねたところ、作業負担が重い項目として、取水設備の管理(点検、清掃、増水後の堆積物除去)と回答した集落が最も多く 42 集落であった。

負担に感じる作業項目ごとの具体的な作業人数と作業時間、作業頻度について、1 回あたりの作業負荷(人数×時間)と 1 年あたりの作業負荷(人数×時間)の平均値と中央値を計算した。平均値を見るとデータ件数が少なく、極端な回答の影響を受けていることから、中央値で解釈する方が妥当であると判断した。1 回あたりの作業負荷については、停電・断水・水圧低下対応や作業場所への移動、漏水・管路破損・更新対応、ろ過池清掃やタンク清掃が大きくなっており、1 年あたりの作業負荷については、検針やろ過池作業、タンク清掃、取水設備管理などが大きいことがわかった。負担が重いと感じている作業の頻度について分類した結果、1 年に 1 回程とした回答が最も多く 37 件(総回答数の約 22%)、ついで 1 年に 2 回~3 回が 28 件(約 17%)、月に 1 回程が 22 件(約 13%)であった。また、作業頻度ごとの 1 回あたりの作業負荷と 1 年あたりの作業負荷の平均値と中央値を計算した。負担が重いと感じてい

る作業の作業人数ごとに分類をし、さらに参考として、各作業項目の1回あたりの作業人数と作業時間、および、1年あたりの作業頻度を集計した結果を示した。

(4) 水供給施設を敷設する際の金銭的負担

水供給システム敷設当初の財源は、個人負担(集落負担)と回答した集落が最も多く50集落(総集落の約21%)、次いで補助金と個人負担の併用45集落(約19%)、行政設置・行政補償31集落(約13%)、補助金17集落(約7%)であった。少しでも個人負担(集落負担)のあった集落は99集落となり全体の約4割に及んだ。管理・運営における収支の記録状況は、記録ありが129集落(総集落の約54%)であり、半数以上の集落で収支の記録を有していることがわかった。収支の記録の保管年数については、10年以下との回答が38集落(対象集落の約29%)、15~20年が26集落(約20%)であった。

(5) 水道料金体系

利用に関する料金体系については、定額制と回答した集落は94集落(総集落の約39%)、メーター制は42集落(約17%)、定額制とメーター制の併用は31集落(約13%)、無料と回答した集落は40集落(約17%)確認できた。

水道料金について尋ねた結果、定額制の1か月分の水道料金は無料である40集落を除いたうえで、1世帯当たり500円以下との回答が33件(定額制のみと回答した集落の約38%)、500~1000円以下との回答が27件(約31%)であった。また、メーターの従量料金は、20円/m³以下との回答が14件(メーター制および定額制とメーター制を併用している集落の約19%)、20~50円/m³以下との回答が25件あり、50円/m³以下が約53%を占めた。

7.2 集落外部の団体との連携状況と連携意向に関する質問紙調査

(1) 質問紙の回収数

計146の集落に発送し、113の集落より回答を得た。上水道への移行、簡易水道として市が管理とした回答は無効とし、有効回答数は111、有効回収率は約76%であった。集落自らが管理する水供給システムに加えて簡易水道を併用していると回答した集落があったが集落の現状を把握するためにこれらも含めた状態で集計、分析を行った。

(2) 外部団体との連携・協力の状況

平成27年以降に水供給システムの維持管理の作業を外部団体と連携・協力して行ったことがあるか質問したところ、維持管理の作業を連携・協力したことがある集落は23集落(総集落の約21%)、したことがない集落は87集落(約78%)

であった。連携・協力したことがある23集落はどのような経緯で連携・協力することになったのか、複数回答ありで質問をし、最も回答が多かったのは“自分たちの手ではできない専門性の高い技術の必要性があったため”であった。次いで多く回答があったのは“行政が主体となり声をかけてくれたから”と“水供給システムの老朽化のため”であった。

外部団体と連携・協力して行った維持管理の作業内容について、複数の作業内容を提示し質問した結果、回答した23集落より89件の回答があり、作業内容は多岐にわたっていた。最も回答数が多かった作業内容は水質検査の11件(総回答数の約12%)で、次いで多いのが消毒剤の交換・補填の8件(約9%)、機器の修理・部品交換の7件(約8%)であった。また、連携・協力した外部団体は、行政との回答が最も多く11集落であった。次いで民間企業が7集落、NPO法人が3集落であった。外部団体と連携・協力する機会は、平時と回答した集落が最も多く15集落、次いで一時的との回答が6集落、非常時との回答が6集落であった。外部団体と連携・協力して行った作業内容として最も多かった水質検査は行政やNPO法人と、平時および緊急時に連携・協力しており、消毒剤の交換・補填は行政や民間企業と平時に連携・協力をしていることわかった。

また、連携・協力を行っていない集落(87集落)に対して、行っていない理由を複数回答ありで質問したところ168件の回答を得た。結果は、“自分たちが使っている水道は自分たちで管理するべきだと考えているから”とした回答が最も多く69件(総回答数の約41%)、次いで“維持管理に負担を感じておらずその必要性を感じていないから”とした回答が29件(約17%)であった。

(3) 外部団体からの支援の利用意向について

維持管理に関しての外部団体からのA~Hの架空の支援策について、それぞれ該当する施設を有する集落に対して、有償での支援の利用有無、また支援を利用しないと回答した集落に対しては、無償の場合の支援の利用有無を質問した。

- ・支援A(消毒剤の点検・補充代行支援)
- ・支援B(ろ過槽の点検・清掃)
- ・支援C(水源の点検・清掃)
- ・支援D(維持管理に関する講習会や研修会)
- ・支援E(管路の漏水点検・診断)
- ・支援F(断水、水圧低下トラブル対応)
- ・支援G(応急給水)
- ・支援H(施設の改修・更新に向けての料金コンサルティング)

各支援(支援A~支援H)の利用意向としては、

有償の場合は、それぞれ、約 34%、37%、33%、32%、36%、38%、24%、9%であり、無償の場合も含めると（無償の場合を質問していない支援 E を除き）、約 47%、60%、54%、51%、60%、59%、28%であった。八つの架空の支援策のうち、有償の場合には支援 B と支援 E に加え支援 F、無償も含めれば支援 B と支援 F に加え支援 G の利用意向が相対的に高く、ろ過槽の点検・清掃や管路の漏水点検・診断といった平時の対応に加え、断水や水質異常といったトラブル・緊急時の対応に関する支援を求めている集落が多いと言える。断水等の給水停止トラブルを経験してきた集落やろ過槽の点検・清掃に重い負担を感じている集落が多く、小規模な集落ではそれらの対応に苦慮していることが理由と考えられる。

(4) PSM 分析

支援 A から H の支援に対して“利用すると思う”、“おそらく利用すると思う”と回答した集落に対して“あまりに安すぎて支援内容に不安を感じ始める”、“支援内容に不安はないが安いと感じ始める”、“支援を受ける価値はあるが高いと感じ始める”、“あまりにも高いので支援を受ける価値がないと感じる”という 4 段階の価格を尋ねた。また、価格分析手法として PSM 分析を用いて分析を行った。

支援 A～H の支援策の受容価格帯と適正価格帯（最適価格と妥協価格に挟まれる価格帯）について PSM 分析を行った結果、仮に D～H の支援が年に 1 回の頻度だとすると、設定基準となる価格帯が最も高額であったのは、支援 C 水源の点検・清掃（水源が地下水以外の集落対象）で 22,000 から 28,000（円/1 年・1 集落あたり）、最も低額の価格帯は支援 D 維持管理に関する講習会や研修会の 3,600 から 3,700（円/1 回・1 集落あたり）であった。また、設定基準となる価格帯が最も広いのは支援 H 施設の改修・更新に向けての水道料金コンサルタントであり、他方、支援 G 応急給水は、適正価格帯の上下限となる最適価格と妥協価格がどちらも同じ価格 9,900 円となり、適正価格が 1 点に決まってしまう幅がない結果となった。

7.3 維持管理および作業負担について

総集落の約 34%が地下水・井戸水を水源として使用しており、そのうち塩素消毒施設を有している集落は 6 割、何らかの検査を行っている集落は 8 割を超える一方で、ろ過施設を有している集落は約 14%と少ないことが分かった。表流水（渓流水）を使用している集落（総集落の約 24%）では、塩素消毒施設を有する集落は 3 割、何らかの検査を行っている集落は 4 割であるのに対し、ろ過施設を有している集落は約 69%と多く、地下水・井戸水を使用している集落との違いが明らか

かとなった。

維持管理で負担が重い作業項目としては、取水設備の管理、ろ過池作業、タンク清掃、薬液補充、断水時や水圧低下時の対応、管路破損事故の対応、検針、集金、（施設までの）移動が挙げられた。負担に感じる作業項目ごとに 1 回あたりの作業負担と 1 年あたりの作業負担について分析した結果、取水設備管理は 1 回あたりの作業時間は短いものの多くの集落が負担の重い作業として回答し、停電や漏水といったトラブル対応や施設などへの移動に多くの時間がかかっていることが把握できた。また負担の重い作業が、作業頻度としては高くないものの 1 年に 1 回あるいは 2-3 回起こり、半数以上のケースで 1 人以上 3 人未満という少人数で対応していることもわかった。

また、水供給システムの管理に少しでも負担を感じている集落は約半数あり、支援団体に協力して欲しい作業として 264 件の回答を得たが、その中でろ過槽の清掃作業と断水時のトラブル対応を挙げた集落が多かった。外部団体からの連携・支援策に関する調査でも、支援策 B「ろ過槽の清掃作業」と支援策 F「断水時のトラブル対応の支援策」を利用すると回答した集落が各支援策の中で最も多く確認できており、それらを裏付ける結果となった。

水供給システム敷設時の集落住民の金銭的負担については、集落や個人負担と回答した集落が最も多く確認できた。また、収支の記録については、半数以上の集落で収支の記録を有していることが確認でき、点検や事故・修繕結果の記録状況に比べ多くの集落で記録を有していることが明らかとなった。水道料金については、2 割弱の集落が無料としていた他、約 4 割の集落が定額制と回答し、そのうち約 7 割の集落で 1 世帯当たり 1000 円/月以下の料金であることも把握できた。

7.4 外部団体との連携、支援策について

回答のあった約 8 割の集落が、平成 27 年以降に外部団体と連携・協力したことがないと回答し、大半の集落が自分たちで使っている水道は自分たちで管理すべきと考えていることがわかった。各支援策についても、無償であっても支援を利用しないと回答した集落は、自分たちの手で管理できており支援の必要性を感じないからと回答した集落が多かった。一方で、外部団体と連携・協力したことがないとしながらも、連携してみたいと思ったが外部団体の情報を知らない、何らかの理由でできなかった、とした回答も確認できた。

連携・協力したことがあると回答した集落においては、約 65%の集落が外部団体と平常の時から継続的に連携・協力している作業があると回答しており、非常時においても 2 割を超える集落が

外部団体と連携・協力していることが把握できた。

外部団体からの支援の利用可能性については、全ての支援策に対して有償、無償の場合においても支援を利用すると回答した集落があり、外部団体からの支援のニーズがあることが明らかとなった。最も多く利用すると回答があったのは、B ろ過槽の点検・清掃と、F 断水、水圧低下トラブル対応（ともに対象集落の約 60%）であった。有償の場合、集落側の利用する際の支払金額の価格帯は 3,600 円から 28,000 円であり、この価格帯であるならば外部団体からの支援を利用すると考えられる。

8. 地域のプレイヤーが自律的に管理する小規模水供給システムのケーススタディおよび実践的取り組みを通じた支援体制の検討

8.1 小規模水供給施設の運営に関与している民間組織等へのヒアリング調査

市町村の担当者へのヒアリング調査の結果を、令和 2 年度の調査結果と合わせて整理した。

(1) アセットの帰属

A 町、B 町、C 町の一部、D 町、E 市の水道では、地域自律管理型水道のアセットは市町に帰属しており、維持管理を地元の水道利用組合に委託する形式をとっていた。いずれのケースも無償での委託であり、一部のケースでは市町と水道利用組合の間で覚書等を交わして実施していた。一方、C 町の一部、F 市、G 市の水道では、アセットも水道利用組合に属しており、修繕、施設更新もすべて水道利用組合によって行われていた。

(2) 行政の担当部署と情報収集体制

A 町、B 町、C 町では、水道担当部署が地域自律管理型水道の担当となっていたのに対し、D 町、E 町では営農飲雑用水であるという理由で産業担当部署が地域自律管理型水道の担当となっていた。

自治体がアセットを所有し、水道利用組合への管理委託の形をとっている A 町、B 町、C 町の一部、D 町、E 市では、年に 1 回の報告を水道利用組合に求めており、運営実績や役員の連絡先などの運営情報が蓄積されていた。F 市と G 市では、アセットは各水道利用組合に帰属するため、地域自律管理型水道の情報を管理する担当部署は存在しないが、両市とも大規模修繕および水質検査の補助金申請窓口は水道担当部署が担っており、インタビューを申し込んだ際も、対応は水道担当者であった。

(3) その他（地域運営 NPO への管理委託）

B 町では、1 つの簡易水道の管理が地域運営 NPO に委託されている。当該簡易水道の地区は、本市街地から約 13km（車で 15 分程度）の場所にあり、役場にとって維持管理の負担は大きく、以

前は当該地区の一般住民を臨時採用職員として雇用し、簡易水道の管理に当てていた。この形式は、広い意味でとらえれば地域自律管理型に近いものと言える。ただ、その住民が高齢となり、作業の継続が難しくなったため、ちょうど当該地区において地域維持にかかる「よろず屋」的な活動を行う NPO が設立されたのに合わせて、同 NPO への委託に切り替えられた。

8.2 富良野市における自律型モデルの実践的とりくみ

(1) 富良野高校のフィールドでの活動

北海道富良野高校科学部と連携した地域自律管理型水道の支援策として、採水分析（8/2, 8/3 の全 2 回）と管路地図の GIS 化（8/4～部活動の中で継続的に実施）に取り組んだ。本年度は、富良野盆地の中でも芦別岳側の森林に水源を持つ 2 つの水供給システムの水質分析と管路図作成を行った。

(2) 富良野高校の報告会

活動報告の機会として、2 度の高大連携イベント（うち 1 回は例年の活動報告会を兼ねて実施）と、国際交流イベント「Sani-Camp」の計 3 回を設けた。

1) 高大連携イベント「ふらのの水と観光プロジェクト」

札幌国際大学観光学部の学生 16 名と富良野高校科学部員 11 名が参加し、ふらのの水と観光について意見交換をしながら交流を図るイベントで、道総研、富良野高校、札幌国際大の共同開催であった。

2) 国際交流イベント「Sani-camp」

インドネシアの SMAN16 高校、ザンビアのジコランガ（おもに地域の衛生改善の課題に取り組む若者らと子どもたちが参加する活動グループ）、富良野高校科学部の 3 者をオンラインでつなぎ、専門家らの講演ののち、それぞれが水・衛生に関する活動の報告を行い、意見交換を行った。

3) 「ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりを考える」

高大連携イベント「ふらのの水と観光プロジェクト」に続く第 2 弾として、札幌国際大学観光学部の大学院生 4 名（うち 1 名はオンライン参加）と富良野高校科学部員 10 名が参加し、ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりについて意見交換をしながら交流を図った。本イベントは、例年実施している富良野高校科学部の報告会（富良野のおいしい水を守る活動報告会）を兼ねて開催された。主催は、道総研（厚生労働科研チーム）、富良野高校、札幌国際大の共同開催であった。

(3) 水道利用組合における GIS 活用の試行

令和 2 年度の報告会ののち、フリーソフトを用

いた GIS 管路図の試験利用を開始した水道利用組合に対し、自らデータ追加を行えるよう、ソフトの使用説明資料提供と、操作方法のレクチャーを行った。新型コロナ感染拡大の影響で、頻回の活用支援が難しい状況が続いているが、引き続き、支援を継続しながら活用に向けた働きかけを続ける。

8.3 小規模水供給施設の運営に関与している民間組織等へのヒアリング調査

令和 2～3 年度に実施した調査の対象は、数的に限られたものではあったが、市町村と地域自律管理型水道の関係に多様なパターンが存在することが分かった。今回確認できた事例の中には、ほぼ 100%地域住民らが自力で管理している地域自律管理型水道もあれば、行政がアセットを保有したり、修繕まですべて行政が行ったりとかなり行政の関与が濃いものもあった。これは、それぞれの地域の事情や条件に合わせて、行政と住民の間の作業と責任のバランスをとった結果であり、裏を返せば、ほかの市町村にとっては、この中間的な運営体制のバリエーションの中から、自らの市町村や地域の状況に近いものを参考にすることができるといことになる。今後、引き続き調査を展開して、多様な関係性のパターンを把握、整理することが地域水インフラの持続性を高めることにつながるものと思われる。

なお、本調査の対象となった地域自律管理型水道の多くは、給水人口 100 人以下であり、水道法の対象とならないものであった。市町村条例によって一定の自由度を持った運営が可能である点も、行政との役割分担を柔軟に考える上では有利な点と言える。

また、B 町で確認された地域運営 NPO への管理委託は、新たな地域インフラ維持のモデルになると考えられる。人口減少の進む地域では、店舗や生活サービス等が単独では成り立たなくなっており、それを補完する「よろず屋」的な事業に取り組む「地域運営組織」が各地ででき始めている。ただし、こうした組織は B 町の NPO 同様、地域の極小規模の事業を組み合わせるため、1 人工に満たない仕事も引き受けられる一方で、経営はどうしても不安定になりがちである。そうした中で、水道管理を市町村から受託することは、1 つの安定財源を得られることになる。

8.4 富良野市における自律型モデルの実践的とりくみ

本年度は、例年通りの活動を継続しつつ、活動報告の場を広げ、札幌の大学生や海外の高校生および若者との交流の機会を兼ねて実施した。一連の報告・交流の機会が高校生に与えたインパクトを定量的に評価することは難しいが、少なくとも

いずれのイベントにおいても高校生らは積極的に参加している様子が確認された。また、Sani-Camp のフォローアップ活動として撮影された一言コメント動画では、「良い機会になった」「またやりたい」とのコメントが寄せられた。

また、これらの一連の活動がいずれも新聞記事として掲載されたことが一つの成果と言える。これは、一般市民に対する意識啓発に加え、参加した高校生らのモチベーション向上にもつながる可能性がある。

富良野高校科学部による一連の活動は、本年度までで 5 年間継続しており、活動に参加した高校生も、順次、卒業し大学に進学するなどしている。今後はこうした卒業生に対するインタビュー等を行い、本活動の効果や課題について検証することも進めたい。

E. 結論

高齢化及び人口減少等により、全国において水道及び飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）を維持することが困難となりつつある。このような水供給維持困難地域を含む小規模水供給システムにおける衛生的な水の持続的供給を目的として、技術的な検討、住民・民間等との連携、行政への支援体制等の検討を実施し、施設・技術（ハード）を維持管理・支援（ソフト）の仕組みで支える水供給システムを強化する維持管理体制強化方策等の統合的方法を提案するため、様々な実験や調査、検討を行い、以下のことをとりまとめた。

1. 小規模水供給システム等の水道法の適用を受けない「小規模な水道」の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）を対象として実施したアンケート調査結果を基に、全国の「小規模な水道」に係る衛生確保対策の実態を把握し、これからの水供給の安全性確保や持続的な維持管理のための課題を整理し、今後の方策を検討する研究を行った。アンケート調査を実施した結果、小規模水供給システムに係る集約的な相談体制や厚生労働省や地方自治体、研究機関との間で共通する情報の共有化や情報提供体制の確立が重要であると考えられた。

2. 小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでなく、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効である場合があることが明らかとなった。小規模水道が多く存在する過疎地域は、国土の保全や健全な水循環の形成に重要な役割を担っており、人口減少や高齢化の先行地域であるこれらの集落の抱える水道等の問題に対して積極的に対処していく

必要がある。

3. 松本市入山辺地区飲料水供給施設の現況と課題について整理した。3地区とも、原水が良好であるため浄水処理施設が導入されておらず、維持管理上の困難さを緩和することに寄与しているとみられるが、ハード整備が困難であるまま、今後とも維持管理の困難さは増大していく。地元に対する人的支援のほか、維持修繕に対する補助金交付が現実的な施策であると考えられる。また、市が単独で上水道整備を行うのは現実的ではない。現在のところ、市側および住民側の双方に強い方針や牽引力があるわけではなく、進展は容易ではないとみられる。

愛知県三河山間地域の現況と課題について整理をした。設楽町における未普及地域の実態は注目される。住民は、上水道に接続する場合、事業費が高額になること、および配水過程での滞留時間が長いことによる水質劣化の可能性を理解し、個別井戸の新設を受け入れている。また、将来、設備が故障した場合には役場が対応してくれるので安心感があり、将来に対する不安感や、役場に対する要望も特にない。これは、他地域において、住民による水源地や浄水処理装置の維持管理を伴う水供給システムの継続が困難あるいは限界に達して役場等による管理を要望している、または上水道接続を要望している事例があるのとは対照的である。設楽町未普及地域の事例も、水供給形態が持続可能な形で成立している好例とみることができ、その条件は以下ようになる。

①住民は上水道接続が現実的でないことを理解し、個別井戸の新設を受け入れていること。②水源地や浄水処理装置の維持管理といった住民自ら行うべき作業がなく、水利用の継続性に懸念要素がないこと。③町は、個別井戸の新設を補助するとともに将来の修繕等にも対応するとしており、住民は安心できていること。一方、消毒が行われていないことには課題が残っているとみえるが、住民による継続的な塩素注入を期待するのは現実的ではない。代替法としては、紫外線照射装置の設置が考えられる。ただし、これも必須とまではいえない。飲用水としての微生物的安全確保法としては、實際上、細菌学的水質検査を行って微生物による汚染がないことを確認しつつ飲用を継続することも選択肢といえるだろう。この際、飲用井戸等衛生対策要領が指定する11項目をすべて検査する必要は必ずしもなく、定期検査としては一般細菌と大腸菌だけでも不十分ではないとみられる。

小規模水供給施設に設置された膜ろ過装置について、その維持管理費の高さが負担になっている事業体は少なくない。豊根村猪古里浄水場の場合、配水先が5戸10人であることから負担感が特に大きいとみられる。この先、いかなる条件、いかなる時期に別の供給形態への移行が意思決定されるのか、興味あるところである。供給形態と

しては井戸の設置が検討されている。この場合、安定水源が見い出されるなら、配水管は敷設されているので、個別井戸ではなく共同井戸を設置するのが好都合といえる。もちろん、安定水源が、既設配水管に接続できる場所に存在することなどが条件となる。

普及率は豊根村が99.71%であるのをはじめとして、おしなべて高普及率となっている。豊根村では、村内に集落は点在しているものの、各集落は比較的まとまっており、水道施設を普及させやすかったことが考えられる。この高普及率は、例えば、依然として60%台である自治体が国内に存在することを考えると驚異的であるともいえる。奈良県十津川村では、居住地域のコンパクト化を施策として進めており、水道インフラとしては、10戸程度(10~15人程度)が集まればろ過装置の設置が可能になるという。(ただし、コンパクト化のインセンティブは社会インフラ維持管理の効率性ではなく、災害リスクの回避。)この見方が正しいなら、豊根村をはじめとする本地域では、コンパクトな集落が、緩やかにかつ自然に形成されてきたといえるかもしれない。

4. 小規模水道においては、まずは微生物的な安全確保が優先されることから、定量的微生物リスク管理(Quantitative Microbial Risk Assessment; QMRA)手法によって、原水の微生物リスクを定量したうえで、必要な浄水処理レベルについて考察を行った。

滋賀県長浜市寺院、京都府南丹市寺院、および京都市西京区における水供給施設を調査対象として、原水の微生物リスクを推定したうえで、必要な浄水処理レベルについて考察を行った。また、限定的な情報の下で、微生物的な安全性を確保するためのアプローチ方法を提示した。

上記の小規模水供給施設の原水を対象に、NGSを用いて種レベルまでの分類解像度を持たせた細菌の一斉検出に取り組んだ。その結果、合計で22属37種の病原細菌が検出された。検出された全ての病原種を対象としたリスク評価を行い、浄水処理に要求される除去・不活化能について考察した。

5. 住民の維持管理上の負担とならない小規模水供給施設向け表流水取水装置の事例、および過去の経験を踏まえて技術的に適切に設計された施設例を見出し、普及が望まれると指摘した。

砂ろ過と膜ろ過を含む種々の除濁処理法による濁質除去能を比較し、この結果、配水管内環境管理からみた必要十分な除濁処理プロセスを選択可能とした。

6. 山間の集落規模の飲料水供給施設を対象に実証試験を実施し、2020年8月から現在まで累計27回にわたる採水・分析を実施した結果、主に以下の結論を得た。

1) 原水では、散発的ながら大腸菌陽性の場合(27回中19回、陽性率70%)や従属栄養細菌が水道水質管理目標値(暫定値として2000CFU/mL)を超過する場合(27回中7回、超過率26%)があったこ

とから、常時飲用には消毒を要することが示された。

2) 処理流量30L/minのUV-LED装置による処理水では、調査したすべての微生物項目（大腸菌、大腸菌群、一般細菌、従属栄養細菌）で濃度が低下し、特に大腸菌は試験期間を通じて100mL中に不検出を維持した。

3) 本研究で採用したUV-LED装置による不活化率は、最大値として大腸菌は1.5log以上、大腸菌群は3.2log以上であった。一方、一般細菌の不活化率は最大値2.8log、中央値1.4log、最小値0.5log、また従属栄養細菌の不活化率は最大値2.2log、中央値1.3log、最小値0.2logであった。

4) UV-LED処理水は、水道水質基準の定める大腸菌数（100mL中に不検出）、一般細菌数（1mL中に100CFU以下）および水質管理目標として示された従属栄養細菌数の暫定目標値（1mL中に2000CFU以下）の全ての項目について試験期間を通じて継続的に満たした。

本研究により、小規模施設で利用可能な消毒技術としてUV-LED装置の有効性と長期的な安定性が示された。今後は、引き続き集落規模での実証試験を継続し、季節変動や性能の経時劣化を追跡する。また、実証試験終了後に装置内の汚損等を調査し、実装時のメンテナンスに資する知見の獲得を目指す。さらに、紫外線消毒の有効性だけでなく実装を見据えた課題や対策も併せて示すことを、本研究の最終目標とする。

7. 西日本（岐阜県、京都府、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、徳島県、高知県、佐賀県、大分県）において飲料水供給施設等の小規模水供給システムを管理し使用している集落を対象に、集落外の団体との維持管理作業における連携・協力状況、および、集落役員が点検や清掃などの管理作業に感じている負担感や作業負担の重い項目、外部団体からの支援についての集落側の意向、支援を利用する場合の価格帯について整理することを目的とした質問紙調査を行った。

質問紙調査の結果からは、集落にとって負担が重いと感じられている維持管理作業は設備の点検・清掃、薬液補充、検針・集金などの作業であることが確認できた。また、頻度は多くないものの停電や漏水といったトラブル対応に多くの時間がかかっていることが明らかとなった。また、塩素消毒施設の有無や水質検査についての水源による違いや、水道料金体系について把握することができた。外部団体との連携状況については、連携協力していない集落が約8割となったが、連携してみたいと思ったが情報を知らず行動できなかったあるいは会計に余裕がないからと回答した集落を確認できた。すでに連携協力している集落の約6割が平常の時から継続的に、行政や民間団体・NPO法人と連携協力しており作業内容は多

岐にわたっていることが把握できた。支援策に対しては、有償の場合約2割から4割、無償の場合概ね4割から6割の集落が支援を利用する意向を持っていることと、支援ごとの適正価格帯を把握できた。

今後は、本調査による結果を基礎資料とし、集落住民の負担軽減と維持管理の持続を達成する方策を検討したい。例えば、本研究で把握された支援に対するニーズや価格帯を活用して、支援を行う側であるNPO法人や民間企業へのヒアリングを行うなど、技術面及び運営面の課題や実現可能性を検討することを試みたい。

8. 民間組織や水道事業体等と連携・協働した小規模水供給システム維持管理手法についてケーススタディの蓄積を行うとともに、地域と需要者に根ざした自律的で持続性の高い水道の一つのモデルを提示し、実践を通じてその有効性を検討した。

ケーススタディについては、令和2年度の成果に2つのケースを追加し、多様な運営形態、行政との役割分担の仕方を整理した。研究分担者らはこれまで「地域住民らが管理する水道」を「地域自律管理型水道」と呼んできたが、実際には、市町村経営との中間的な地域自律管理の形や、NPOへの委託を含めた多様な「地域自律管理型モデル」が存在することがわかった。行政の人員、財源とともに縮小されていく中、地域にとっても行政にとっても無理のない、身の丈に合ったインフラ管理の役割分担が、いま求められている。今回確認された「中間的」な地域自律管理型を含む広義の地域自律管理型モデルは、今後水道運営の再編が必要となる地域に対し、それぞれの状況に合わせた多様な選択肢を提供することにつながると思われる。

「自律的な水供給システム」のモデルについては、北海道富良野市をフィールドとし、水道利用組合等による地域自律管理を前提に、地元高校生による運営支援体制の検証を継続した。本年度は、例年通りの活動を継続しつつ、活動報告の場を広げ、札幌の大学生や海外の高校生および若者との交流の機会を兼ねて実施した。高校生らの積極的な参加が見られ、参加の様子は地元新聞に取り上げられた。市民の意識啓発とともに高校生のモチベーション向上につながる流れを作ることができた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

(1) 論文発表 (査読付き)

渡邊真也, 小熊久美子. 紫外線照射が緑膿菌のバイオフィルム形成に及ぼす影響. 土木学会論文集 G (環境), Vol. 77, No. 7, III_93-102. 2021

Oguma K, Rattanakul S. UV inactivation of viruses in water. its potential to mitigate current and future threats of viral infectious diseases, Japanese Journal of Applied Physics, 60, 11, 110502, 2021 <https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac2b4f>

伊藤禎彦, 堀さやか. 水道料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析, 土木学会論文集 G, Vol. 77, No. 4, 132-143. 2021.

中西智宏, 亀子雄大, 周心怡, 小坂浩司, 伊藤禎彦, 藤井宏明. 配水管網における水道水の着色ポテンシャルからみた浄水中微粒子濃度の制御目標, 土木学会論文集 G(環境) (環境工学研究論文集 第 58 巻), Vol. 77, No. 7, III_311-III_319, 2021.

増田貴則, 堤晴彩, 浅見真理. 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および外部団体との連携・支援に関する調査, 土木学会論文集 G(環境), Vol. 77, No. 7, pp. III_51-III_59, 2021.

2. 学会発表

浅見真理, 山口岳夫, 今城麗. 小規模水道・水供給システムの類型化と水質管理の最適化に関する検討. 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会). pp. 100-101, 2022

上島功裕, 澤田知之, 峯村篤, 安達吉夫, 島崎大, 浅見真理. 上向流式緩速ろ過の濁度及び大腸菌除去特性に関する研究. 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会). pp. 294-295, 2022

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 水環境学会シンポジウム. 2021. 9. 14 オンライン.

木村昌弘, 浅見真理, 伊藤禎彦. 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021. 12

畷田泰彦, 須田康司, 下岡隆, 三宮豊, 市川学, 川瀬優治, 大瀧雅寛, 伊藤禎彦. 将来を見据えたスマートな浄水システムに向けた浄水場の課題解決技術・手法の調査-A-Dreams プロジェクトの取組-, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021. 12

伊藤禎彦, 中山信希. 料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021. 12

Zeng J, Nakanishi T, Itoh S. Estimation of

Required Reduction of Pathogenic Bacteria Using QMRA in Small-scale Water Supply Systems, Water and Environment Technology Conference, WET2021-online PROGRAM AND ABSTRACT, p. 12, 2021. 8

曾潔, 原彩斗, 久保拓也, 中西智宏, 伊藤禎彦. 病原細菌種の網羅的検出に基づいた小規模水供給施設における定量的微生物リスク評価, 第 56 回日本水環境学会年会講演集, p. 119, 2022. 3.

中西智宏, 曾潔, 久保拓也, 原彩斗, 伊藤禎彦. 水道原水中の病原細菌種の一斉検出を目的とした DNA メタバーコーディング手法の確立, 第 56 回日本水環境学会年会講演集, p. 122, 2022. 3.

周心怡, 中西智宏, 越後信哉, 伊藤禎彦. A scenario analysis of controlling manganese accumulation in chlorinated drinking water distribution systems, 第 55 回日本水環境学会年会講演集, p. 27, 2021. 3

桂美月, 中西智宏, 越後信哉, 伊藤禎彦. 配水管内環境の制御を目的とした砂ろ過と膜ろ過の濁質除去能とその多様化に関する基礎研究, 第 55 回日本水環境学会年会講演集, p. 172, 2021. 3

小熊久美子, 紫外線処理に関する最新の動向と小規模施設への適用について, 神奈川県央地域及び県西地域「水道事業の広域化等に関する検討会」, 2022. 1. 19. (招待講演)

Oguma K. Application of UV-LEDs for sustainable water treatment and supply. Pacific Chemistry (Pacifichem) 2021, オンライン, 2021. 12. 20. (招待講演)

小熊久美子, 遠隔地でも持続可能な小規模分散型水処理の提案と実証, 東大水フォーラム公開シンポジウム「持続可能な社会と水」, オンライン, 2021. 12. 8 (招待講演)

渡邊真也, 小熊久美子, 紫外線照射が緑膿菌のバイオフィルム形成に及ぼす影響, 第 58 回環境工学研究フォーラム, オンライン, 2021. 11. 16.

小熊久美子, 分散型水処理としての紫外線消毒の実証, 第 24 回日本水環境学会シンポジウム, オンライン, 2021. 9. 14. (招待講演)

小熊久美子, 紫外 LED による消毒技術の動向と展望, 日本防菌防黴学会第 48 回年次大会, オンライン, 2021. 9. 8. (招待講演)

Oguma K. UV disinfection for decentralized water supply systems in remote areas and communities, Canada and Japan Joint Research Meeting on Small Water Supply

- Systems, 2021. 6. 23.
- 小熊久美子, UV-LED を利用した水処理技術, 第 1 回フotonテクノロジー技術部会 Web 講演会, 2021. 6. 21. (招待講演)
- 小熊久美子, 紫外 LED による水の消毒, 電気学会パワー光源システム技術動向調査専門委員会, オンライン, 2021. 4. 28. (招待講演)
- Oguma K. UV-LEDs for water disinfection. The forefront of research and applications, The International Conference on UV LED Technologies & Applications (ICULTA) 2021, オンライン, 2021. 4. 19. (招待講演)
- 堤晴彩, 増田貴則, 浅見真理, 小規模集落が維持管理する水供給システムの持続可能なあり方—外部団体からの支援の実現可能性に関する調査研究—, 令和 3 年度全国会議(水道研究発表会)講演集. pp.104-105, 2022.
- 牛島健(2021) 北海道に見られる地域自律管理型水道の持続可能性, 第 24 回日本水環境学会シンポジウム, 2021.09.14, Online.
- ### 3. その他
- #### (1) 著書
- 伊藤禎彦. 上水道の仕組みと展望, 水環境の事典(朝倉書店)(共著), 第 II 部 水環境を巡る知と技術の進化と展望 II-4-1 水質保全の仕組み, pp. 240-243, 公益社団法人 日本水環境学会 編集, 2021.
- 伊藤禎彦. 下水処理水の飲用再利用とリスク管理の考え方, 水環境の事典(朝倉書店)(共著), 第 III 部 広がる水環境の知と技術 III-4 持続可能な都市代謝系としての水システム, pp. 412-415, 公益社団法人 日本水環境学会 編集, 2021.
- #### (2) 総説・解説
- Miyoshi T, Miura T, Asami M. Recent contributions of the National Institute of Public Health to drinking water quality management in Japan. Journal of the National Institute of Public Health, 2022;71(1). 55-65.
- 浅見真理. 専用水道の衛生管理. 公衆衛生情報. 2022;52(4):16-19.
- 伊藤禎彦. 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保, 小規模水供給シリーズ~実状と課題, 今後の展望について~, 水道, Vol. 66, No. 4, pp.10-19, 2021. 7
- 伊藤禎彦. 緊急用浄水装置に求められるコンセプトづくり, 水道人エッセイ集「それぞれの 3. 11、あの日から私は」, 名古屋大学 NUSS 教育研究ファールサービス共有(PDF), 2021. 3. 11
- 伊藤禎彦. 巻頭言 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション, 水道, p. 3, 2021. 5
- #### (3) 講演等
- 浅見真理. 水道・環境のリスク管理. 水質検査精度管理研修会. 2021. 5. 21
- 浅見真理. 日本の小規模水道の現状と今後の展望. わくわくネット. 2021. 7. 11
- 浅見真理. 簡易水道協会ヒアリング参加. 2021. 8. 30
- 浅見真理. 水道における健康危機管理. 神奈川県立医療福祉大学. 2021. 9. 23
- 浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取り組み. 九州ブロック水道事業実務担当者専門研修会. 2022. 9. 29 オンライン(熊本県)
- 浅見真理. 「塩素消毒百年」の意義と安全を支える日本の水道水質管理. 水道産業新聞. 2021. 10. 22
- 浅見真理. 原点に立ち返る水質管理. 日本水道新聞. 2021. 10. 22
- 浅見真理. 小規模水供給システムの現状と今後の展望. 日本水環境学会産官学協力委員会・水環境懇話会. 2022. 11. 24.
- 浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取り組み. 長野県水道研修会. 2021. 12. 16
- 浅見真理. 新興感染症パンデミック時の保健医療と環境衛生管理のかかわり. 第 80 回日本公衆衛生学会市民公開シンポジウム「プラスチックのガバナンス. 感染症制御のための衛生環境管理と資源循環」. 2021. 12. 23
- 浅見真理. 基調講演 水道と公衆衛生と COVID-19 の関係性について. 第 14 回日本-カンボジア上下水道セミナー. 2022. 1. 27 北九州市国際会議場・オンライン
- 浅見真理. 専用水道の安全管理と水道事業者の留意点. 課題を追うチェンジ上下水道. 水道産業新聞. Vol. 71. 2022. 2. 21
- 伊藤禎彦. 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, ダクタイル鉄管協会セミナー, 一般社団法人日本ダクタイル鉄管協会主催, 松本商工会議所(長野県松本市), 2021. 11. 1
- 伊藤禎彦. 上水道をめぐる諸課題と研究ニーズ, 土木学会第 58 回環境工学研究フォーラム 水供給システム招待講演, オンライン開催, 2021. 11. 16
- 伊藤禎彦. 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, 名古屋市上下水道局 経営に関する研修会, 名古屋市役所西庁舎, 2022. 1. 11
- 中西智宏. 高解像度の遺伝子解析手法を用いた琵琶湖・淀川水系における病原細菌の一斉検出,

(公財)琵琶湖・淀川水質保全機構 令和3年度
水質保全研究助成成果報告会、Zoom 開催、
2022.3.4

増田貴則, 水道未普及地域の小規模水供給システム
の維持管理 ―集落外との連携協働の可能性
について―, 水道、67(1), p. p. 22-33, 2022.

牛島健. 北海道における住民と連携した地域水道
維持管理体制づくり (小規模水供給シリーズ～
実情と課題、今後の展望について～), 機関誌
『水道』, 2021;66(3):5-12

牛島健. 農村地域の生活を支える小規模水インフ
ラの実態と支援方策, (センターゼミナール
Part1), センターレポート (北海道建築指導セ
ンター), 2021;51(1):2-5

牛島健. 北海道に見られる地域自律管理型水道の
持続可能性, 第24回日本水環境学会シンポジ
ウム, 2021.9.14. Online.

「富良野の水 ブランド化を 高校科学部員ら

多彩なアイデア」, 北海道新聞(富良野版),
2022年3月1日(記事掲載)

「「水」から考える富良野観光 高校生、札幌国際
大生らアイデア発表」, 北海道新聞(富良野
版), 2021. 12. 23. (記事掲載)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定も含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
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（20LA1005）
分担研究報告書

地方自治体における水道法の適用を受けない「小規模な水道」の実態把握状況に関する検討

研究代表者 浅見 真理 国立保健医療科学院 生活環境研究部 上席主任研究官
研究協力者 沢田 牧子 国立保健医療科学院 生活環境研究部

高齢化及び人口減少、老朽化等により、小規模な上水道や簡易水道では水道事業の維持が大きな課題の一つである。上水道や簡易水道等の水道との接続や事業統合が難しい状況にある給水人口が100人以下の飲料水供給施設や小規模な集落水道、飲用井戸等（以下、小規模水供給システム）にあっては、この影響が特に大きく、飲料水を含む生活用水を供給する「小規模な水道」に関する施設・財政・維持管理・衛生確保といった様々な面で多くの問題を抱え、「小規模な水道」の維持が困難となりつつある。

このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制づくりに寄与することを目的として、小規模水供給システム等の水道法の適用を受けない「小規模な水道」の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）を対象に「小規模な水道」の実態把握状況や指導體制等についてのアンケート調査を実施した。調査結果を基に、全国の「小規模な水道」に係る衛生確保対策の実態を把握し、これからの水供給の安全性確保や持続的な維持管理のための課題を整理し、今後の方策を検討する研究を行った。

小規模な水道であっても都道府県条例部分は手上げ方式での移譲を行っているため、同一の都道府県内でも一部の市に対してのみ移譲しており、他の市においては条例対象施設のみ都道府県が事務を行っていること等、小規模な水道に係る権限が細分化され都道府県ごとに非常に複雑な状況となっていることについての意見が複数寄せられた。飲用井戸等が多数あることは認識されているが、届出等の義務がないため、都道府県だけでなく市町村であっても全数を把握することは困難な状況であるとのことであった。

アンケート調査を実施した結果、小規模な水道を持続させるために他機関からの協力（相談、助言等も含む）を得るとすれば、どのような内容が望ましいか質問したところ、「都道府県や近隣自治体と連携、事例紹介や相談体制を構築したい」が198件と近隣自治体との関係を持ちたいとする意見が最も多く、次いで「オンラインで講習会や勉強会、相談会があれば受けてみたい」が88件あった。他にも「地域で講習会や勉強会、相談会を実施して欲しい（60件）」「専門家に相談したい、アドバイスを受けたい（79件）」「現地で活動できる人に来てほしい（60件）」と現地での活動を希望する声も多くあり、現地調査や講演・相談会の必要性がよく分かった。小規模な水道を持続させるために他機関からの協力（相談、助言

等も含む) を得たいと思うかの質問に対しては、「協力を得たいかどうかわからない(判断がつかない)」が 240 件と最も多く、次いで「都道府県や近隣市町村と協力したい」157 件、「国からの情報を得たい」107 件、「同一自治体の他部署と協力したい」95 件となった。その他として、水道事業との統合(水道管接続や一元管理)の希望、水道管接続や自然災害等の被災時には財政支援を行って欲しいといった意見があった。

小規模水供給システムに係る集約的な相談体制や厚生労働省・地方自治体、研究機関との間で共通する情報の共有化や情報提供体制の確立が重要であると考えられた。

A. 研究目的

昭和 32 年の水道法制定後、水道の普及に伴い、水道法で規制されている水道(水道事業者や専用水道設置者)により水の供給を受けているものは、全国で約 98%の水道普及率を達成しているが、一方で、水道法適用外の小規模な集落水道や飲用井戸等により生活用水を確保している水道未普及地域等が存在している。

高齢化及び人口減少等により、全国的に過疎が進んでおり(図 1)、飲料水を含む生活用水を供給する水道では、施設・財政・維持管理・衛生確保の様々な面で多くの問題を抱え、水道の維持に影響を及ぼしている。規模の小さい上水道や簡易水道でも水道事業の維持が大きな課題である。

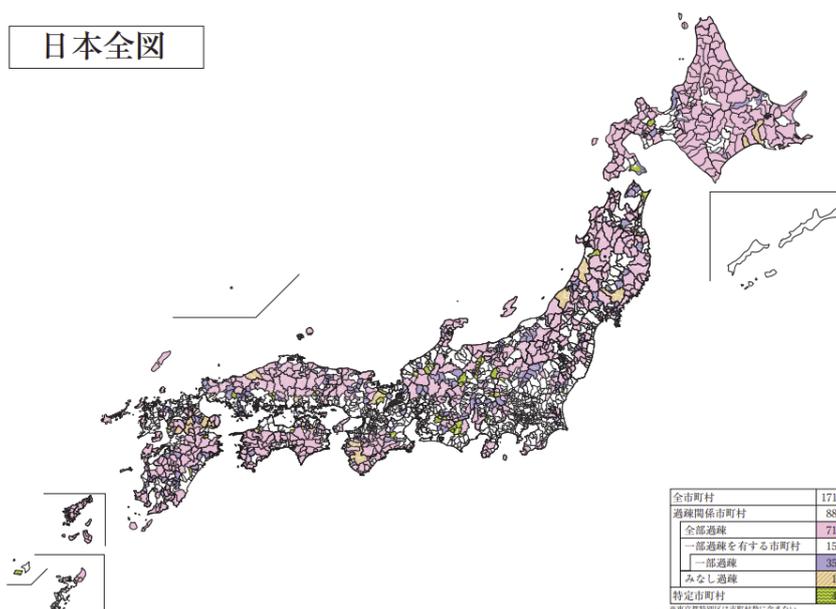


図 1 全国の過疎の状況(総務省資料、令和 4 年 4 月 1 日現在)

分類要件は総務省の定義による。

参考 : https://www.soumu.go.jp/main_content/000807380.pdf

簡易水道(給水人口 101 人から 5000 人)では、事業の統合が進み、図 2 に示すように、簡易水道、中でも非公営の簡易水道水道事業が大幅に減少を示している。厚生労働省は簡易

水道の統合政策を平成 19(2007)年度から開始し、1) 水道施設の管理体制の効率化・強化、2) 公営企業会計適用による経営状況の明確化(見える化)、3) 水道料金体系の統一による料金負担の均てん化、4) 会計一元化による会計事務処理の効率化、5) 浄水場・配水池等の統廃合による効率化、6) 緊急時体制の強化、水源の多元化によるバックアップ体制の強化が進められた。

簡易水道については過疎対策事業債が長く適用されている一方で、令和 2(2020)年度からは国庫補助制度が変更になったことや、簡易水道を含む公営企業について、下水道・下水道(集落排水・浄化槽)、介護サービス等と共に公営企業会計方式の適用が拡大されたことなど、大きな転機を迎えつつある*1。

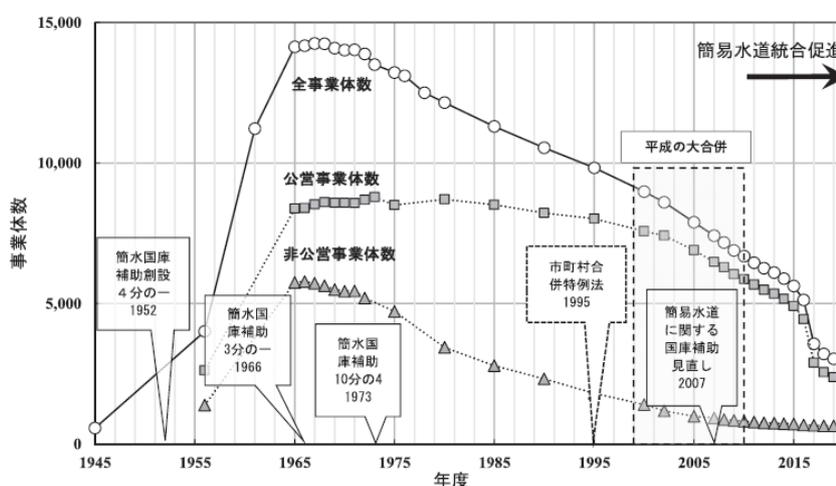


図2 簡易水道事業体数の経年変化*1

*1 余湖典昭. 簡易水道事業の現状と統合後の課題. 北海学園大学工学部研究報告(49):1-52. 2022. 1. 14.

水道未普及地域にあって、上水道や簡易水道等の水道との接続や事業統合が難しい状況にある給水人口が 100 人以下の飲料水供給施設や集落水道、飲用井戸等(以下、小規模水供給システム、図3の枠で囲まれた部分)では、一層条件が厳しいところが多く、飲料水を含む生活用水を供給するために多くの問題を抱え、維持が困難となりつつある。

水供給維持困難地域を含む地域にある小規模水供給システムであっても、衛生的な水を持続的に供給するための技術的な検討、住民・民間等との連携、行政への支援体制等の検討を実施し、維持管理体制強化方策等の統合的方法を提案していきたいと考え、小規模水供給システムにおいても衛生的な水を持続的に供給できる体制づくりに寄与することを目的として、全国の小規模な水道の実態や衛生確保対策の状況を把握するためアンケート調査を実施し、「小規模な水道」のあり方を検討することとした。



図3 各種水道と今回の調査範囲（太枠内）
（※簡易専用水道、貯水槽水道は除く。一部飲用井戸含む）

B. 研究方法

1. アンケート調査の実施

（1）アンケート調査について

水道法の適用を受けない小規模水供給システム等の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）を対象として、小規模水供給システム等の実態把握等の状況、衛生確保対策業務の内容や今後必要とされる支援や情報提供項目等についてのインターネットを活用したアンケート調査を実施した。なお、アンケート調査実施時には、より馴染みやすい用語として、小規模水供給システム等を「小規模な水道」と表記した。

アンケート調査は、都道府県水道行政・衛生行政の全体的な状況を調査する「A 調査（概要調査）」（調査対象；都道府県（本庁）で水道・衛生行政を主に行う所管課）と、「小規模な水道」に係る衛生確保対策の業務に対して具体的な把握状況や今後必要とされる支援内容等を調査する「B 調査（詳細調査）」（調査対象；「小規模な水道」に関する業務を直接所管している都道府県、市、特別区の所管部署）の二つの調査を行った。また、アンケート調査はインターネットを活用した Web 調査の形式で行い、インターネットを活用した調査への参加が難しい場合は、調査ページに掲載する調査様式（エクセルファイル）をダウンロードしメールにて回答を求めることとした。

（2）調査方法

今回のインターネットを活用した調査手順は、Web 上に調査ページを作成し、関係書類（依頼文、調査概要・補足資料、調査様式（Excel））の掲載、並びに Web 調査の各調査入口を設けた。調査依頼は、水道行政を所管する全都道府県の関係部署、並びに飲用井戸等の業務を所管する関係部署に対して国立保健医療科学院からメールにて直接依頼を行った。回答方法としては、Web 上から各設問に回答を入力しインターネット上で回答を送信する回答方式と、調査ページ上にあるエクセルファイルをダウンロードしてメールでファイルを送付する回答方式と二つの回答方法を準備した。

なお、都道府県の出先機関については個別の照会先が不明であったため、都道府県（本庁）の所管部署に併せて依頼を行い、都道府県（出先機関）に対してアンケート調査の周知等についての協力をお願いした。

（3）調査対象の施設

国内にある飲用井戸や飲料水供給施設、小規模な集落水道等といった水道法の適用を受

けない小規模な水道施設を対象とした。

なお、飲用井戸等については、「飲用井戸等衛生対策要領の実施について（令和元年10月17日一部改正）」（昭和62年1月29日付衛水第12号生活衛生局長通知）において定義される「一般飲用井戸」及び「業務用飲用井戸」（以下「飲用井戸」という。）を対象とし、小規模貯水槽水道は対象外とした。

（倫理面への配慮）

本調査は各自治体の業務内容に関する調査であり、医学研究関連の倫理指針に関する事項、個人情報に含まれなかった。

C. 研究結果及びD. 考察

1. アンケート調査の実施及び回答

（1）調査回答数について

水道法の適用を受けない小規模水供給システム等の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）計772件（A調査、B調査併せて送信）に対してメールにて調査を依頼し（うちメールエラー件数106件）、A調査（概要調査）は都道府県から47都道府県中42件（Web回答26件、Excelファイル回答16件の回答）、B調査（詳細調査）は都道府県・市及び特別区から623件（Web回答405件、Excelファイル回答195件、該当施設なしの回答（メール等）23件）の回答を得た。また、調査回答の件数には、管内に該当する施設等がない「該当なし」といった回答も含むこととした（表1）。

なお、回収率はA調査で89.4%、B調査については、都道府県（本庁）から都道府県（出先機関）に対して周知し、都道府県（出先機関）から直接回答があったものも含むため、回収率は考慮しないものとした。

A調査並びにB調査の全ての調査回答の集約を行い、回答のあった項目について、集計及び分析を行った。

表1 各調査の回答割合

| A調査（概要調査）回答割合 | | B調査（詳細調査）回答割合 | |
|---------------|----|---------------|-----|
| Excelファイル提出 | 16 | Excelファイル提出 | 195 |
| web回答 | 26 | web回答 | 405 |
| 計 | 42 | 該当なし（メール） | 23 |
| | | 計 | 623 |

（2）専用水道等に係る業務の権限移譲の経緯と課題

従来、専用水道及び簡易専用水道に係る権限は都道府県が担っていたが（保健所設置市及

び特別区は除く)、平成 22 年 6 月 22 日に閣議決定された地域主権戦略大綱を踏まえ、地域の自主性及び自立性を高めるための改革を、総合的かつ計画的に推進することを目的として定められた「地域の自主性及び自立性を高めるための改革の推進を図るための関係法律の整備に関する法律」(平成 23 年法律第 105 号。以下「整備法」という。)の施行により、水道法の一部が改正され、平成 25 年 4 月 1 日より専用水道及び簡易専用水道に係る権限がすべての市に移譲されることとなった。

また、水道法の一部改正による専用水道及び簡易専用水道の権限移譲を踏まえて、飲用井戸等の衛生確保についても都道府県、すべての市又は特別区が実施することが望ましいことから、平成 25 年 4 月 1 日から、「飲用井戸等衛生対策要領」(昭和 62 年 1 月 29 日衛水第 12 号厚生省生活衛生局長通知)の「実施主体」として、都道府県、市又は特別区(以下「都道府県等」という。)が管下町村の協力を得て実施するものと改正された。

この権限移譲により、保健所設置市以外の市も主体的に衛生確保対策を行うこととなり、移譲の際には都道府県等からの情報提供や研修会の開催、連絡体制の整備等が行われたが、約 9 年経過し、当初の体制が継続されている状況は少ないと考えられる。権限移譲による業務範囲の拡大だけでなく、知識を得た職員の異動や人員の減少、コロナ禍における多大な業務といった新たな問題を多く抱えることで、小規模な水道等の衛生確保業務にあたる職員数が不足し、かつ経験や専門知識を有する職員も不足するといった状況があると考えられる。地方自治体ではこのような状況下で、専門知識を有する職員の確保や衛生確保対策業務を行うための知識を得るために専門機関での受講といった時間の確保は難しく、加えて都道府県と市、近隣自治体間での連携も大きな課題であると考えられる。

2. A 調査(概要調査)結果について

(1) A 調査(概要調査)結果について

調査回答を集約し別紙のとおり集計を行った。(別紙 1) A 調査(概要調査)は都道府県から 47 都道府県中 42 件から回答があり、回答方法は Web 回答が 26 件、Excel ファイル回答が 16 件であった。

なお、A 調査は水道法の適用を受けない「小規模な水道」(飲用井戸や飲料水供給施設、小規模集落水道等)に関する業務を実施しているかの有無によらず、都道府県としての都道府県の方針・計画や業務分掌等の視点から回答を求める概要調査として実施した。

(2) 都道府県(本庁)における小規模な水道に対する衛生確保対策業務等について

① 都道府県(本庁)における小規模な水道に対する衛生確保対策業務の状況

「都道府県(本庁)として直接所管する区域はない」(35 件)との結果となり、多くの都道府県において都道府県(本庁)では直接所管する区域・業務はなく、都道府県(出先機関)や市が所管する区域毎に業務を行っていることが明らかとなった。都道府県(本庁)に直接相談等のあった場合は、都道府県(本庁)が対応する場合もあるようだが、基本的には所管する都道府県(出先機関)や市等が主な対応を行っている。

また、中には町村の区域も含めて都道府県から町村へ事務委任を行い、都道府県（本庁・出先機関共に）として該当する事務は行っていないといった回答が3件あった。

②水道行政を行う都道府県の出先機関の状況

調査結果から、水道行政を行う都道府県（出先機関）の設置数は、2～23箇所であった。（都道府県が設置する施設のみ計上。市が設置する保健所等は含まない。）都道府県の面積、人口等によるが、保健所等の都道府県出先機関数が減少した中で、小規模な水道に係る業務を積極的に行うには負担が生じている。さらに、現在コロナ禍であることから保健所等における感染対策等の業務が膨大になっており、感染症対策の専門外の職員であっても、保健所等における従来業務を行うための時間、員数が限られてきているものと想定される。

都道府県（出先機関）において小規模な水道に係る業務を所管する部署としては、図4のとおりほとんどが保健所、保健福祉センターや保健福祉事務所、健康福祉事務所等といった衛生分野が所管しており（約9割）、生命維持や生活に必要な飲料水に係る業務は公衆衛生の観点から取り組むべき業務の一つと考えられたことが要因であると考えられる。衛生部局以外の分野では、水質については環境部局、それ以外については政策部局が担当しているといった、専門性の高い役割分担を行っている都道府県もあり、今後小規模な水道を持続させていくためには、分担だけではなく他分野との連携・協力も今後は考えていく必要がある。

また、都道府県内における水道法の適用を受けない小規模な水道に対する衛生確保対策業務の状況としては、管内に該当施設がある場合は出先機関が業務を行う場合がほとんどであり、地域の状況が分かりやすい体制が取られていることが分かった（図5，6）。

都道府県（本庁）における小規模な水道に対する衛生確保対策業務の所管状況

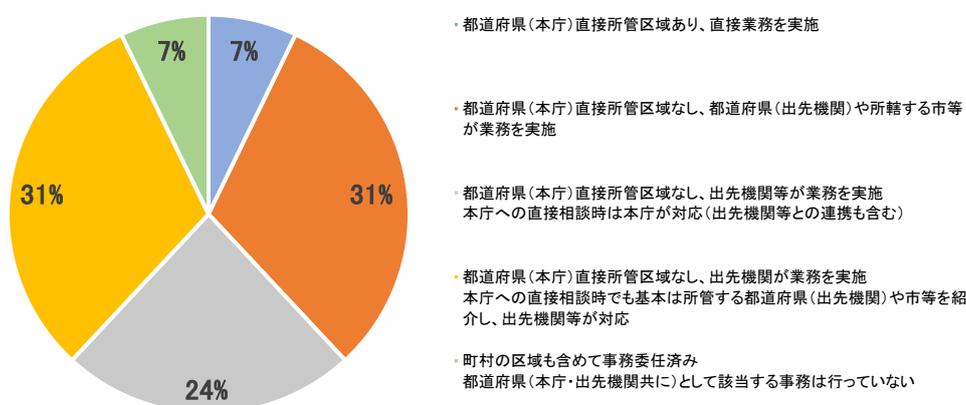
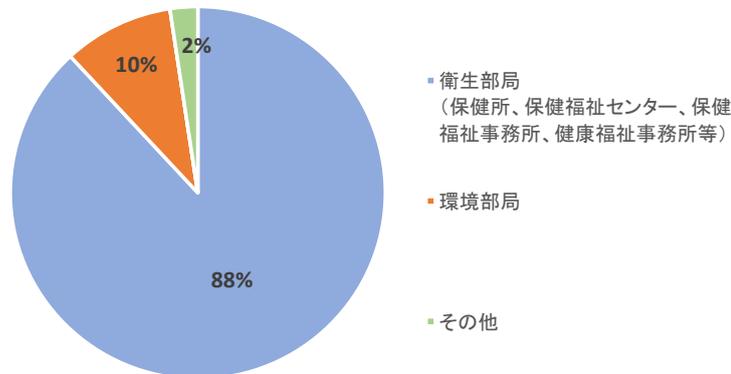


図4 都道府県（本庁）における小規模な水道に対する衛生確保対策業務の状況（問2）

水道行政を所管する都道府県(出先機関)の部署



| | |
|---|----|
| 衛生部局 (保健所、保健福祉センター、保健福祉事務所、健康福祉事務所等) | 37 |
| 環境部局 | 4 |
| 土木部局 | 0 |
| 政策部局 | 0 |
| その他 | 1 |
| 計 | 42 |

※その他：水質については環境部局、それ以外については政策部局が担当。

図5 水道行政を所管する都道府県(出先機関)の部署(分野)(問4)

都道府県(出先機関)における小規模な水道に対する衛生確保対策業務の所管状況

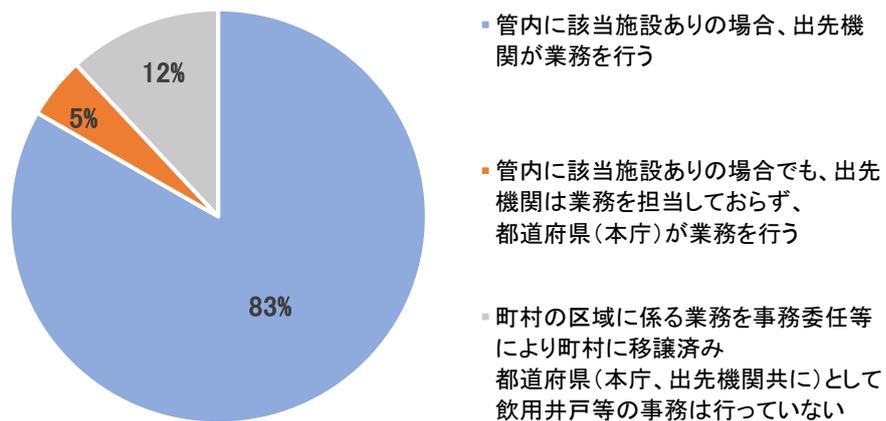


図6 都道府県出先機関における衛生確保対策の所管状況(問5)

③小規模な水道を所管する部署同士の連絡体制

水道法の適用を受けない小規模な水道を所管する部署同士の主な連絡体制については、業務を行う上で通常時、緊急時含めて様々なケースがあると想定されるが、都道府県とし

て主に用いる連絡体制はどのような形をとっているのかを質問した。その結果として、市への権限移譲後の連絡体制として、通常時はおおむね④の形となると想定していたが、回答は都道府県ごとに様々で分散した結果となった。その他の回答から、情報周知や調査等の内容によって複数の連絡体制をとっている場合もあった。これらのことから、都道府県ごとにこれまでの体制や関係性に準じた最適な方法を模索し、運用しているものと思われ、都道府県と区、市町村との関係性、都道府県（出先機関）との関係性等はさまざまな地域性があることが分かった（図7）。

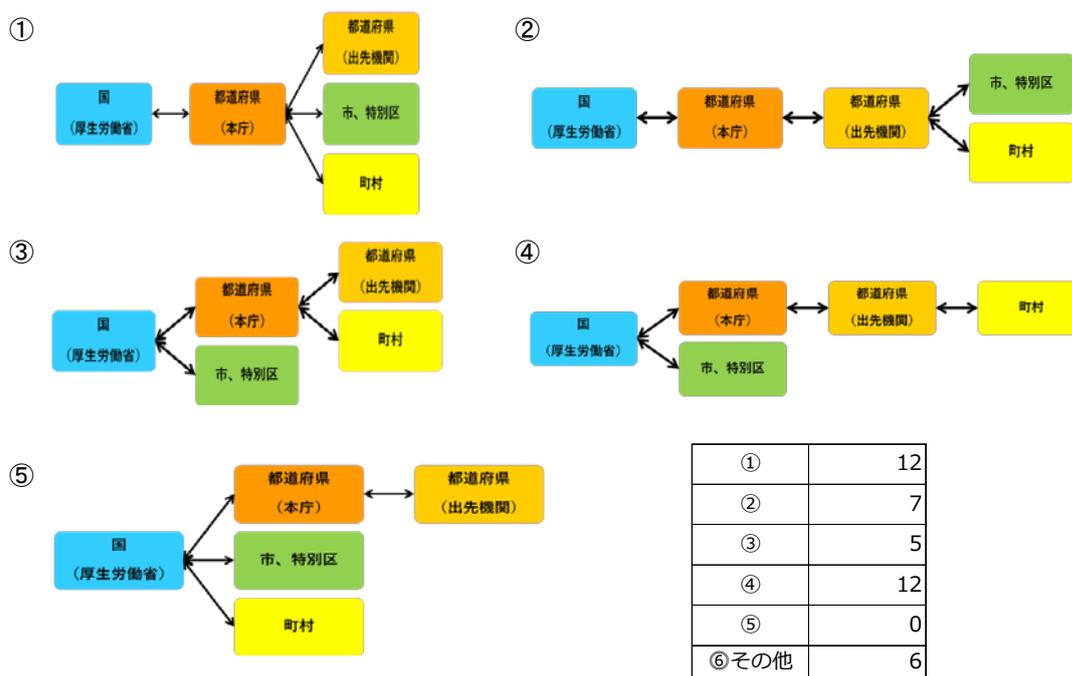


図7 小規模な水道に関する業務を行う部署同士の主な連絡体制(問6)

④小規模な水道施設の実態把握状況

水道法の適用を受けない小規模な水道施設の実態把握状況としては、施設情報の内容や集約状況、把握先等は様々であるが、多くの都道府県（本庁または出先機関）において小規模な水道についての何らかの施設実態を把握していることが分かった（図8）。

小規模な水道の実態把握状況

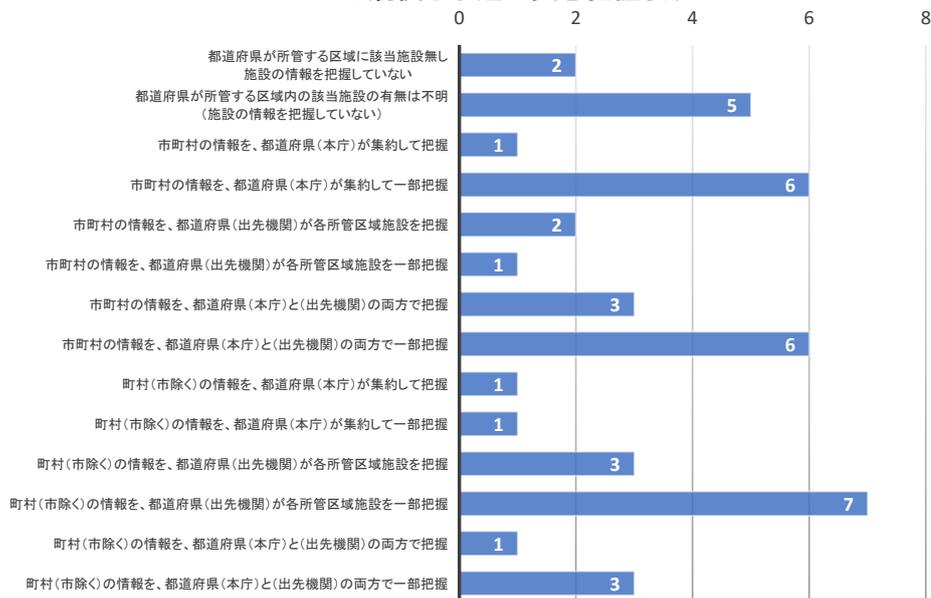


図8 都道府県（本庁、出先機関）における小規模な水道の実態把握状況（問7）

⑤都道府県独自に定められた条例、規則、要綱等について

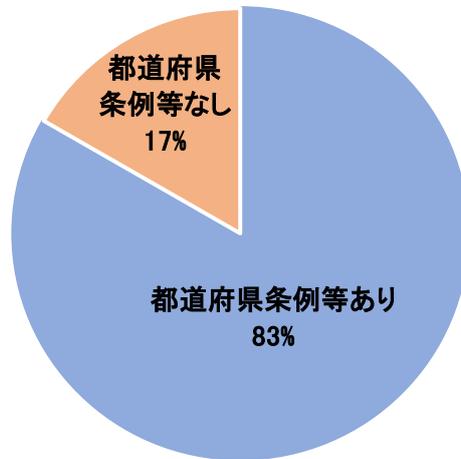
水道法の適用を受けない小規模な水道に対して、都道府県独自の条例や規則、要綱等を定めているか質問したところ、8割以上の都道府県で都道府県独自の条例・規則・要綱等（以下、条例等という。）が定められており（図9）、水道法の適用を受けない小規模な水道であっても一定の基準が設けられていることが分かった。そのうち半数以上で水の供給を受ける人数で条例等への該当の有無を判断しており、その人数は20～51人との回答があったが、概ね50人程度を基準としているものがほとんどであった。

また、条例等に該当する施設に対して届出等を義務づけている都道府県は6割程度であり、全ての小規模な水道についての情報を網羅することは非常に困難であると考えられる。把握している状況についても、現在把握している施設に対して、または、新たに開発される地域における業務が大半となると想定され、これまでの知見に基づき、監視や相談等実施されていると考えられる。

条例等のない都道府県も含めると半数の都道府県では、国が定める飲用井戸等衛生対策要領のみが小規模な水道に対する規定となっている状況であるが、条例等の制定や義務化、周知徹底を図るよりも、このような小規模な水道において問題が生じた際の探知方法や相談窓口の周知、他の部署（水道部局や過疎地等の対策を行う部局等）との連携が出来る体制があることが望ましいと考える。

なお、独自の条例等を定めている34都道府県のうち32件で該当する施設に対して水質検査の実施を求めており、飲料水の安全確保のため水質検査が重要なものと認識されていることが明らかとなった。

都道府県独自の条例・規則・要綱等の策定状況



問8-2)ウェブサイトで条例等公表状況

| | |
|---------|----|
| 公表している | 27 |
| 公表していない | 6 |

問8-3)条例等における水の供給を受ける人数規定

| | |
|---------|----|
| 人数の規定あり | 19 |
| 人数の規定なし | 16 |

問8-3)人数の規定がある場合の人数

| | |
|-----|-----|
| 回答数 | 18 |
| 最大値 | 51人 |
| 最小値 | 20人 |
| 中央値 | 50人 |
| 平均値 | 44人 |

問8-4)条例等での届出等の義務

| | |
|----------|----|
| 届出等を義務あり | 20 |
| 届出等を義務なし | 15 |

図9 都道府県独自の条例や規則、要綱等の策定状況(問8)

(3) 都道府県における水質検査体制等について

都道府県における水質検査体制については、回答のあった42の都道府県のうち、34の都道府県が都道府県の出先機関（衛生研究所や保健所検査室等）として水質検査機関を1つ以上有していることが分かった。これらのうち半数以上の19件は行政検査のみの実施であり、住民からの依頼検査は行うことはできないが、都道府県として行政主導の検査が必要になった際には、都道府県の出先機関（検査機関）において水の検査が可能であることが分かった。都道府県の中には複数の検査機関を有している都道府県もあり、保健所等の検査室においても検査可能な体制を有している都道府県もあった。また、反対に、都道府県として検査機関を有しているが、都道府県の水質検査機関は環境分析が主であり、飲用水の検査は実施していないとの意見もあった（図10、11）。

なお、飲用井戸等衛生対策要領で定められている11項目の検査が可能な機関は34機関中23機関であった。これらの11項目の検査料金については、検査可能機関のうち15機関から回答があり、5,720～31,700円/11項目、中央値9,940円、平均値13,060円であった。

水質検査を実施する都道府県の出先機関
（衛生研究所や保健所検査室等）

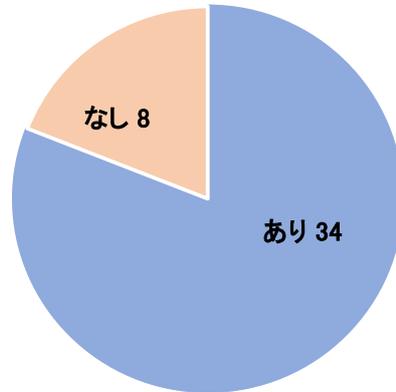


図 10 都道府県における水質検査体制(問 9)
水質検査を実施する都道府県の出先機関（衛生研究所や保健所検査室等）の有無

都道府県（出先機関）における依頼検査の実施状況

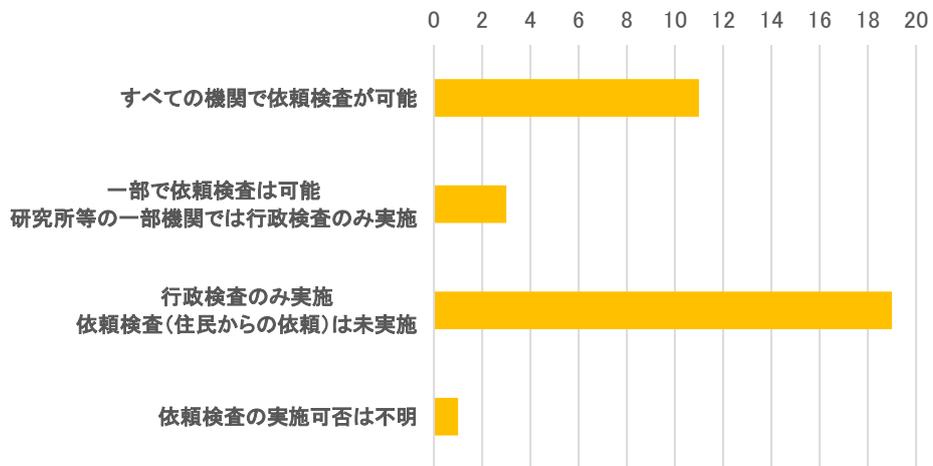


図 11 都道府県（出先機関）における依頼検査（住民からの依頼で行う検査）の実施状況有無(問 9-1)

都道府県(出先機関)の検査機関における
 飲用井戸等衛生対策要領の11項目の検査可否

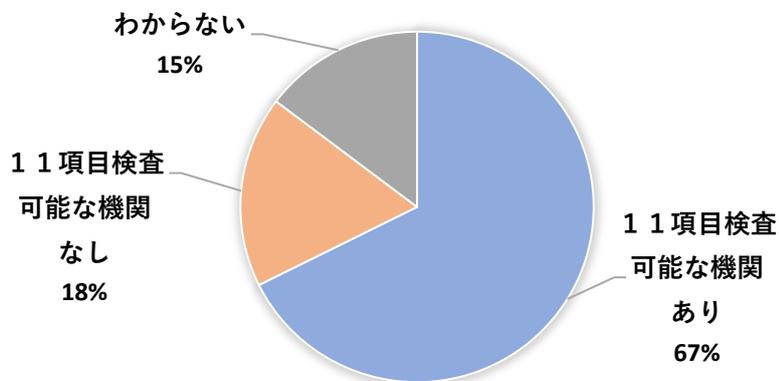


図 12 飲用井戸等衛生対策要領で示される「定期の水質検査」11項目の検査可否
 (問 9-2)

条例等で定める飲用井戸等衛生対策要領で示される
 「定期の水質検査」11項目の検査料金

| | |
|-----|---------|
| 回答数 | 15 |
| 最大値 | 31,700円 |
| 最小値 | 5,720円 |
| 中央値 | 9,940円 |
| 平均値 | 13,060円 |

図 13 11項目の水質検査料金

(4) 小規模な水道に関する意見等

今回の概要調査に伴い、本調査や小規模な水道等に関する事について、都道府県(本庁)所管部署に意見を求めたところ様々な意見が寄せられた。

特に、小規模な水道に対する業務について、市への移譲と共に一部町村への事務移譲が行われていること、小規模な水道であっても都道府県条例部分は 手上げ方式での移譲を行っているため、同一の都道府県内でも一部の市に対してのみ移譲しており、他の市においては条例対象施設のみ都道府県が事務を行っている こと等、小規模な水道に係る権限が細分化され都道府県ごとに非常に複雑な状況となっている ことについての意見が複数寄せられた。飲用井戸等が多数あることは認識されているが、届出等の義務がないため、都道府県だけでなく市町村であっても全数を把握することは困難な状況 であるとのことであった。また、都道府県における水質検査については、都道府県の管轄範囲の広さの問題もあり、水道法第

20 条の検査機関による検査の方が利便性及び経済性において優位であることから、都道府県の機関に検査依頼はないとの意見もあった。

このように、市への権限移譲がなされた平成 25 年以降、都道府県（本庁・出先機関）と市及び町村との体制や関係性は以前よりも複雑で多様なものに変化したことが今回の調査で明らかとなった。元々都道府県内の本庁と出先機関の体制も都道府県ごとに異なっていた上に、市への権限移譲に際して関連する業務の移譲有無や都道府県条例適用の有無、町村域へのより地域性に鑑みた移譲の有無等様々な状況があり、連絡体制一つにしても一元的ではない状況である。業務を行う上で、都道府県ごとの地域性や関係性に鑑みた体制が取られていることは良い面もあり、決してそれだけで問題があるわけではない。しかしながら、小規模な水道の衛生確保対策を行う上で、それぞれの地域性を重要視しながらも集約的な情報提供や情報をフィードバックする方法も模索する必要があると考える。

災害時の対応に苦慮している都道府県もあり、実態把握が十分でない小規模な水道では、災害時の断水状況等の被害情報の探知が困難となる場合が多い。これまでの実態把握状況や衛生管理対策結果を活用しながらも、これまでとは違う実態把握の方法や情報窓口の設置・周知、他部署との連携をはじめとした地域に根付いた効率的な情報収集体制や支援の在り方を検討していく必要があると考える。

加えて、小規模な水道にあっては多くが住民管理の施設のため、人口減少や施設の老朽化によって更新や維持管理が困難になりつつあるといった課題を都道府県としても抱えていた。特に、代替の飲料水を得ることが困難な地域にある住民所有・管理の小規模な水道にあっては大きな問題であり、これは地域的な問題ではあるが、全国的な課題であると考えられ、水道関係者だけではなく、地域振興等を課題とする他部署との連携によって改善方法を検討していく必要があると考えられる。

（5）A 調査（概要調査）の結果について

平成 25 年 4 月 1 日以降、実務執行体制の整備や移譲先の市との情報共有や連携等が課題であると考えられたが、権限移譲から約 9 年経過し、都道府県（本庁、出先機関）と市の間での業務分担や連絡体制といった一定の関係性は整っているものと感じられた。権限移譲を機に、小規模な水道に係る業務を現場の状況が把握しやすい町村へも事務委任している都道府県も複数あり、各地域の実態に基づく体制整備がより進められているケースがあることが分かった。また、これらの改正に伴い都道府県から新たに事務を移譲された市における個々の課題については、B 調査（詳細調査）において確認することができた。

3. B 調査（詳細調査）結果について

(1) B 調査（詳細調査）結果について

調査回答を集約し別紙のとおり集計を行った（別紙2）。B 調査（詳細調査）は全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）から 623 件の回答があり、回答方法は Web 回答が 405 件、Excel ファイル回答が 195 件、該当無しの回答が 23 件であった。

自治体に対しての調査を行う上で、Web 調査の形式を用いて調査を行う機会が少ないため、調査回答の方法として Web 回答を選択することは少ないことと想定していたが、結果として、調査回答者のうち約 65%が Web 回答による回答手法を選択しており、自治体に対する調査を行う上で Web 調査も有効な調査手法となることが明らかとなった。また、Web 調査の作成にあっては、各自治体の業務の負荷をなるべく軽減させるため、回答途中に保存できる機能や入力後確認・決裁を行うための印刷機能が備わっていることに重点を置き、調査様式等の製作を行うこととした。

なお、水道法の適用を受けない「小規模な水道」（飲用井戸や飲料水供給施設、小規模集落水道等）に関する業務を直接実施している所管機関に対して、施設の実態把握の状況や衛生確保対策業務の内容、今後必要とされる支援や情報提供内容等について調査を行った。

(2) 地方自治体における小規模な水道に係る状況について

①水道法の適用を受けない小規模な水道の名称

水道法の適用を受けない小規模な水道の名称としては、多くは国の要綱にある（一般用、業務用）飲用井戸として把握しており、規模によっては飲料水供給施設の名称を用いているようであった。その他の名称としては、都道府県条例に基づく特設水道や〇〇水道組合、〇〇（地区）小規模水道、〇〇給水施設、簡易給水施設、小規模専用水道、井戸等自己水施設といった様々な名称が用いられていた。市への権限移譲前には都道府県によって小規模な水道の把握、指導等がなされていたこともあり、都道府県（本庁、出先機関）も市も、名称は都道府県ごとで同様の名称を用いている場合が多数であった。

表2 自治体で用いる小規模な水道の名称(問2)

| | N | % |
|---------------|-----|-------|
| 飲用井戸（一般用、業務用） | 415 | 47.76 |
| 飲料水供給施設 | 154 | 17.72 |
| 〇〇集落水道 | 36 | 4.14 |
| その他 | 264 | 30.38 |
| 計 | 869 | - |

②区域内（管内）の小規模な水道の把握状況

回答のあったもののうち 441 件（約 75%）の自治体で「小規模な水道がある」と把握していた。「小規模な水道がない」と把握している自治体は 49 件（約 8%）あり、「小規

模な水道がある」と把握していたものを合わせると、回答のあったもののうち約 85%の自治体で小規模な水道の状況が把握されており、法規制が定められていない施設であるにも関わらず、かなりの割合で自治体での把握状況が明らかとなった。調査回答数から考えると、全国で約半数の自治体において小規模な水道について把握がなされていた。

施設数の把握は各自治体により異なっており、施設の探知にあつてはこれまでの届出や相談、過去からの記録により把握しているものや国が行う調査等の際に把握しているものが多くみられた。ただ、特に一般用飲用井戸に関しては、管内に施設があると把握しているものの件数までは把握していないものが多く、個人所有の施設であるため把握自体が困難であるとの回答があつた。

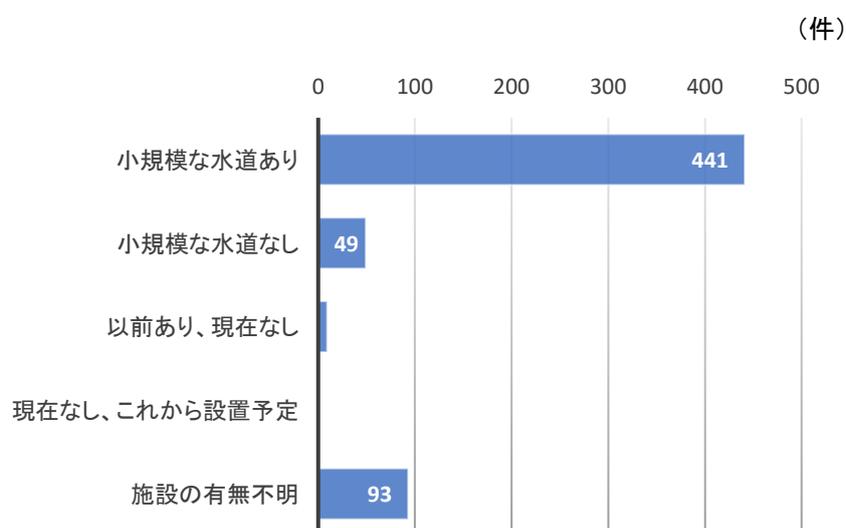


図 14 自治体の管内における小規模な水道の有無(問 3)

表 3 件数を把握している小規模な水道(問 4)

| | N | % | 飲用井戸 (一般・業務用) | 飲料水 供給施設 | 〇〇集落 水道 | その他 |
|----------------|-----|-------|------------------|-------------|------------|------|
| 飲用井戸 (一般用、業務用) | 216 | 31.67 | | | | |
| 飲料水供給施設 | 142 | 20.82 | | | | |
| 〇〇集落水道 | 36 | 5.28 | | | | |
| その他 | 214 | 31.38 | | | | |
| 管内に施設がない | 74 | 10.85 | | | | |
| 計 | 682 | - | | | | |
| 回答者数 | | | 169 | 149 | 35 | 217 |
| 最大値 | | | 22136 | 7125 | 87 | 2774 |
| 最小値 | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 中央値 | | | 85 | 6 | 3 | 8 |
| 平均値 | | | 571 | 65 | 11 | 48 |

表4 件数を把握しているその他の小規模な水道の名称(問4)

| その他(小規模な水道の名称) | | | | |
|----------------|-----------|-----------|----------|-------------------|
| 非公営水道 | 小規模水道 | 小規模水道組合 | 飲用専用井戸 | 小規模水道施設 |
| 組合営簡易水道 | 簡易小規模水道 | 水道組合 | 飲用等井戸 | 〇〇地区給水施設 |
| 組合水道 | 小水道 | 簡易水道組合 | 個人用等井戸 | その他の供給施設 |
| 条例水道 | 許可制小水道 | 水道利用組合 | 事業用等井戸 | 飲料水施設 |
| 県条例水道 | 届出制小水道 | 水利組合 | 井戸等自己水施設 | 給水施設 |
| 特設水道 | 専用小水道 | 飲用水共同組合 | 〇〇地区共同井戸 | 小規模給水施設 |
| 共同水道 | 小規模専用水道 | 飲料水供給施設組合 | 災害時緊急用井戸 | 簡易給水施設 |
| △人未満水道 | 小規模簡易専用水道 | | 井戸水提供の家 | 共同給水施設 |
| 自家用水道 | | | 地域の非常に | 自家用給水施設 |
| 専用自家水道 | | | 小規模な共同井戸 | 生活用水供給施設 |
| 純簡易専用水道 | | | | 個別給水 |
| 小簡易専用水道 | | | | 営農飲雑用水施設 |
| 自衛隊専用水道 | | | | 組合が管理する 飲雑用水施設 |

③小規模な水道の台帳等の有無

小規模な水道のリスト、台帳の有無といった情報の把握状況について質問をしたところ、378件(約70%)が台帳やリスト・一覧表など施設についての何らかの情報を把握していると回答があった。回答の中には、「把握する施設の台帳がある(代表者、施設的位置図、図面等を含む)」と回答のあった自治体が79件(15%)あり、これは一定規模の施設であって飲料水供給施設または条例等で定める施設についての情報であると推測するが、水道法適用外の小規模な水道であっても明確な施設台帳が存在する施設があることが分かった。

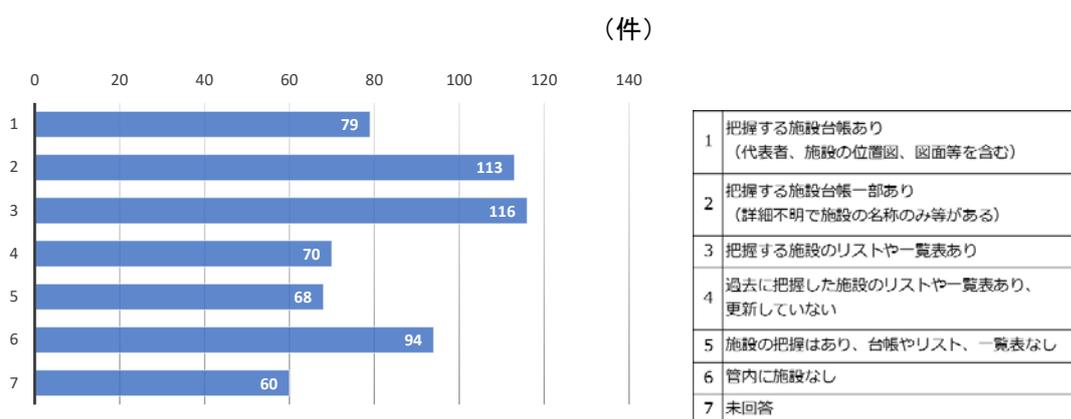


図15 小規模な水道におけるリストや台帳等の把握状況(問5)

④把握する情報の内容及び情報の把握方法

小規模な水道の状況について、把握している項目を質問したところ、409件/520件

(78%) で何らかの項目を把握していることが分かった。把握している内容や把握状況については表5のとおりである。また、管内施設の情報把握の方法については、「定期的に（またはある時）現地で調査している」が100件、「定期的に（またはある時）郵送、電話等で調査し把握している」が46件あり、このような能動的に把握しているといった件数が146件（28%）もあり、積極的な衛生確保対策が行われている面もあった。

その他の把握方法については、自治体独自の補助制度（水質検査や施設改修に対する補助）活用時に把握、給水契約時の水道部局からの情報提供、旅館・公衆浴場担当及び食品衛生担当部署からの情報提供、保健所等での水質検査依頼時に把握といった他部署からの情報提供等によって把握しているケースもあった。

表5 把握情報の有無（問6）

| 問6)把握情報の有無 | | |
|-----------------------|-----|-------|
| | N | % |
| 管内に該当施設無し、把握している情報はない | 111 | 21.35 |
| 把握している項目がある | 409 | 78.65 |
| 小計 | 520 | - |
| 未回答 | 80 | - |
| 合計 | 600 | - |

問6-1)最近の稼働状況

| | N | % |
|----------|-----|-------|
| 把握している | 103 | 22.99 |
| 一部把握している | 197 | 43.97 |
| 把握していない | 80 | 17.86 |
| わからない | 68 | 15.18 |
| 小計 | 448 | - |
| 未回答 | 152 | - |
| 合計 | 600 | - |

問6-2)経営種別(把握しているものを全て選択)

| | N | % |
|--------------|-----|-------|
| 公営 | 128 | 18.88 |
| 民営 | 134 | 19.76 |
| 組合営 | 117 | 17.26 |
| 地元管理 | 137 | 20.21 |
| 非公営 | 20 | 2.95 |
| 民間委託 | 7 | 1.03 |
| 経営種別は把握していない | 135 | 19.91 |
| 計 | 678 | - |
| 未回答 | 160 | - |

問6-3)原水種別(把握しているものを全て選択)

| | N | % |
|-----------|-----|-------|
| 表流水(河川水) | 100 | 11.26 |
| 沢水 | 49 | 5.52 |
| 湧水 | 153 | 17.23 |
| 地下水(浅井戸) | 127 | 14.30 |
| 地下水(深井戸) | 166 | 18.69 |
| 地下水(詳細不明) | 150 | 16.89 |
| 雨水 | 3 | 0.34 |
| その他 | 34 | 3.83 |
| 把握していない | 106 | 11.94 |
| 計 | 888 | - |
| 未回答 | 154 | - |

問6-4)処理方法(把握しているものを全て選択)

| | N | % |
|----------|-----|-------|
| 消毒のみ | 217 | 28.74 |
| 簡易ろ過 | 49 | 6.49 |
| 緩速ろ過 | 58 | 7.68 |
| 急速ろ過 | 73 | 9.67 |
| 除マンガン・除鉄 | 60 | 7.95 |
| 膜ろ過 | 49 | 6.49 |
| 紫外線処理 | 7 | 0.93 |
| その他 | 46 | 6.09 |
| 把握していない | 196 | 25.96 |
| 計 | 755 | - |
| 未回答 | 157 | - |

その他(処理方法)

| | | | |
|----------------|----------------|---------|-----------------|
| 砂ろ過 | 海水淡水化 | 沈殿槽のみ | 消毒のみ |
| 触媒ろ過 | 陰イオン交換樹脂 | 沈砂処理 | 滅菌(手法不明) |
| 木炭ろ過 | 活性炭 | 練水式除砂装置 | 滅菌装置のみ |
| 上向流式生物接触ろ過 | pH調整 | 凝集沈殿 | 消毒なし |
| フィルターろ過 | フッ素除去処理 | | 未処理 |
| 浄水器による膜ろ過等 | ホウ素除去塔(キレート樹脂) | | 井水をそのまま飲用 |
| 種別不明(ろ過) | 窒素除去装置 | | 浄水施設なし(生活用水のため) |
| 塩素処理しフィルターで軟水化 | 亜硝酸態窒素除去後に塩素滅菌 | | 処理方法一部未把握 |

問6-5)施設能力(処理能力や給水量)

| | N | % |
|----------|-----|-------|
| 把握している | 74 | 16.63 |
| 一部把握している | 164 | 36.85 |
| 把握していない | 207 | 46.52 |
| 小計 | 445 | - |
| 未回答 | 155 | - |
| 合計 | 600 | - |

問6-6)使用する世帯数(人口)

| | N | % |
|----------|-----|-------|
| 把握している | 114 | 25.73 |
| 一部把握している | 167 | 37.70 |
| 把握していない | 162 | 36.57 |
| 小計 | 443 | - |
| 未回答 | 157 | - |
| 合計 | 600 | - |

| 問6-7)管理者の状況 | | |
|--------------|-----|-------|
| | N | % |
| 連絡先を把握している | 151 | 34.01 |
| 連絡先を一部把握している | 192 | 43.24 |
| 連絡先は把握していない | 101 | 22.75 |
| 小計 | 444 | - |
| 未回答 | 156 | - |
| 合計 | 600 | - |

| 問6-8)料金体系 | | |
|-----------|-----|-------|
| | N | % |
| 従量制 | 29 | 6.53 |
| 定額制 | 15 | 3.38 |
| 実費 | 3 | 0.68 |
| その他 | 46 | 10.36 |
| 把握していない | 351 | 79.05 |
| 小計 | 444 | - |
| 未回答 | 156 | - |
| 合計 | 444 | - |

問6-9)施設の維持管理状況(把握情報を全て選択)

| | N | % |
|--------------|-----|-------|
| 施設点検の頻度 | 97 | 12.58 |
| 水質検査の実施状況や頻度 | 190 | 24.64 |
| 水質検査の結果 | 204 | 26.46 |
| 困りごとの有無 | 73 | 9.47 |
| その他 | 17 | 2.20 |
| 把握しているものはない | 190 | 24.64 |
| 計 | 771 | - |
| 未回答 | 158 | - |

| その他(施設の維持管理状況) |
|----------------|
| 井戸の主な用途 |
| 水道施設改修に関する工事 |
| 施設点検状況 |
| 貯水槽の清掃実施状況 |
| 従事者の健康診断 |
| 水質検査機関 |

表6 小規模な水道の各種把握状況(問7)

| 問7)情報の把握方法 | | |
|--------------------------------|-----|-------|
| | N | % |
| 定期的に現地で調査 (能動的に把握) | 100 | 19.08 |
| 定期的に郵送、電話等で調査し把握 (能動的に把握) | 46 | 8.78 |
| 変更の届出等がある場合に把握 (受動的に把握) | 77 | 14.69 |
| 他自治体等からの情報提供により 把握 | 55 | 10.50 |
| 昔から情報があつたため、 把握に至った状況はわからない | 85 | 16.22 |
| 管内に施設なし、 情報を把握していない | 61 | 11.64 |
| その他 | 100 | 19.08 |
| 小計 | 524 | - |
| 未回答 | 76 | - |
| 合計 | 600 | - |

表7 小規模な水道に係る情報の把握方法（自由記載）（問7）

| その他（情報の把握方法） | |
|--------------|--|
| 調査等の実施 | 定期的な現地調査（能動的把握）、変更の届出等により把握（受動的把握）の両方で把握している （複数選択出来ないため「その他」を選択） |
| | 公営の小規模水道は定期的に現地調査、組合営の小規模水道は郵送・電話等による調査、その他は受動的な把握 公営水道のみ立入検査を毎年実施している |
| | 現地調査、郵送調査 |
| | 年1度の現地・文書調査のほか、毎月の水質検査・変更届出の提出指導等を実施 |
| | 飲供と船給については、現地立入及び年1回郵送による調査で把握している |
| | 小規模水道については毎年現地調査により把握 |
| | 井戸以外は、地元組合と定期的に会議を行い情報把握を行っている |
| | 聞き取り調査を実施（令和元年） |
| | 水道給水エリア外地区に個別訪問し、聞き取りを行った |
| | 井戸水提供の家として登録された井戸は、水質検査のため3年に1度通知を送って確認している 自家用水道のみ定期的に郵送で調査し、また変更届時にも把握している 井戸設置に係る届出等がある場合に把握している（受動的に把握） 土壌汚染対策法に該当するエリア指定があった場合のみ調査を実施する 施設により把握状況が異なる（定期的及び届出等） |
| 補助金関係 | 飲料水施設の設置（修繕を含む）に対して補助金を交付しているため、補助金を活用した施設の補助金申請時の情報はわかる 施設改善に補助制度があるので利用した場合に把握 |
| | 修繕・整備の補助金申請により把握 |
| | 飲用水供給施設については、補助金手続き等において把握 |
| | 水質検査の補助金助成を行っており、世帯数、検査結果等の報告を受けている。 補助金申請の際に代表者の確認を行っている。 |
| 他の自治体・部署関係 | 下水道使用料賦課に関するもののみ届出受 |
| | 給水申込み等があった際、水道事業者より報告がある。 |
| | 水道事業者からの情報提供 |
| | 年に一度、管内の自治体から報告を受けている |
| | 県の担当部局からの情報提供 |
| | 市町村から定期的な報告により、飲用井戸の施設数だけ把握している |
| | 飲用井戸の情報は他の機関から情報を得ている |
| | 他の自治体からの情報提供により把握 |
| | 必要に応じて市関係機関から情報提供を受けている |
| | 営業施設の新規申請時（旅館・公衆浴場及び食品衛生関係） 食品衛生法による営業許可新規更新時に把握 所管業務の申請書類や他部署からの情報提供により把握 専用水道を所管する部署であるため、専用水道の検討を行う際に把握した 指定管理業務報告で把握している。 |
| 調査関係 | 全都道府県的に実施する調査や水道地図 各年度市町村別水道普及表作成時に把握 年1回ある水道統計調査の際に（一部）把握している 毎年都道府県から市町村へ設置状況の調査を実施している |
| | 水道水質関連調査（市町からの報告） |
| | 保健所等に水質検査依頼があったものを把握している 一部の井戸について水質検査を実施している 飲供については、水質検査を市で実施することで状況を把握している。 使用開始前の水質検査結果報告により把握する 地元協定の関係で水質調査を実施している井戸のみ把握している |
| | 小規模受水槽検査結果報告書により把握 水質検査機関から情報提供があった場合 貯水槽を設置する飲用井戸について、貯水槽清掃報告書が自主的に提出されたものについては、施設一覧がある |
| 相談等 | 市民や設置者等からの相談により把握 |
| | 問題発生時の相談で把握 |
| | 賃貸借契約 自己申告により把握している 年に1回程度、井戸水を使用している住民から相談あり。 自治体は把握していないが、設置管理者が自主的に管理状況を公表している 広報等により周知し、管理者から連絡をもらう |
| | 過去、都道府県内の地下水からヒ素及び総水銀が基準値を超えて検出されたという新聞報道を受け、自治会の協力を得て市内の井戸・湧泉の情報を収集したことがある（その後、更新していない状況） 認可施設のみ把握 |
| その他 | 平成24年に都道府県から権限移譲された井戸台帳を保管しているのみ 中核市に移行する際に飲用井戸の把握について実施しており、その後更新していない 公営及び地元管理以外の情報を把握していない 市営以外の施設については条例等で定めていないため、情報を把握することを必要としていない 昔から情報を収集したことがなく、把握していない 地元管理は把握していない 把握する手段がない |

⑤自治体独自で定める条例・規則・要綱等

飲用井戸等の小規模な水道においては、国が発出した「飲用井戸等衛生対策要領」が衛生対策等にかかる指針であるが、これ以外に自治体独自で条例・規則・要綱等定めているものがあるか準用しているものも含めて尋ねたところ、311件/585件（53%）の自治体で自治体独自の条例・規則・要綱等を定めていることが分かった（表8、9）。

表8 自治体独自の条例・規則・要綱等の設置状況（準用を含む）（問8）

| | N | % |
|-----|-----|-------|
| 有 | 311 | 53.16 |
| 無 | 274 | 46.84 |
| 小計 | 585 | - |
| 未回答 | 15 | - |
| 合計 | 600 | - |

表9 自治体独自の条例・規則・要綱等の一覧（例）

| |
|--|
| <p>1. 条例</p> <p>飲料水供給施設条例、特設水道条例、小規模水道条例、給水施設等条例、小水道条例、自家用水道条例、生活用水供給施設条例、安全で衛生的な飲料水の確保に関する条例、飲料水供給施設設置条例、小規模水道規制条例、簡易給水施設等の規制に関する条例、環境保全条例、水道法施行等条例、飲料水供給事業使用条例、地下水採取規制条例</p> |
| <p>2. 規則</p> <p>各種条例施行規則、飲雑用水施設に関する規則、共同給水施設補助金交付規則</p> |
| <p>3. 要綱</p> <p>飲料水健康危機管理対策要綱、飲用井戸等小規模給水施設の衛生管理指導要綱、小規模簡易給水施設指導要綱、小規模水道指導管理実施要綱、小規模水道維持管理指導要綱、給排水設備の構造と維持管理に関する基準及び指導要綱、飲用井戸及び自家用受水槽水道の管理要綱、地下水保全要綱</p> |
| <p>4. その他</p> <p>〇〇（自治体）飲用井戸等衛生対策要領、湧水施設衛生対策要領、上水道未設置地区等における飲料水の衛生対策要領、井戸等事故水施設衛生対策要領、水道施設等維持管理要領、建築物給水施設維持管理要領、水道施設等に関する取扱要領、飲料水危機管理に係る情報連絡実施要領、飲用井戸等衛生管理指導要領、小規模水道指導要領、小規模給水施設の衛生管理に係る指導要領、専用水道施設等維持管理指導要領、小規模水道の衛生管理に関する規程、小規模水道施設の巡回指導方針</p> |

⑥小規模な水道に対する対応

「定期的に対応している」は134件（20.5%）、「相談があった場合対応している」257件（39.4%）と「近年問題や相談等何もなく対応をしたことがないが相談等あれば対応する予定」の121件（18.6%）を合わせると、約8割の自治体で小規模な水道に対しての衛生確保業務の実施・準備体制が整っていることが分かった。また、定期的に対応している自治体のうちどの程度の頻度で実施しているのか聞いたところ、「1回/1年」が大半であった。このことから監視計画等を立てる際には、水道事業に係る施設と同程度の頻度で検討している自治体が多いとみられた（表10）。

表10 小規模な水道に対する対応（問9）

| 問9)小規模な水道に対する対応 | | |
|--|-----|-------|
| | N | % |
| 1. 定期的に対応 (見回り、通知等の連絡、講習会開催等の能動的な対応) | 134 | 20.55 |
| 2. 所有者・管理者・使用者等から相談時等に対応 (受動的な対応) | 257 | 39.42 |
| 3. 近年問題や相談等なく対応をしたことがない、 相談等あれば対応する予定 | 121 | 18.56 |
| 4. 管内に該当する施設はあるが、対応する予定はない | 30 | 4.60 |
| 5. 管内に該当する施設がないため対応したことがないが、 施設を把握した場合は定期的に対応する予定 | 22 | 3.37 |
| 6. 管内に該当する施設がないため対応したことがないが、 施設を把握した場合でも定期的に対応する予定はない | 38 | 5.83 |
| 7. わからない | 50 | 7.67 |
| 計 | 652 | - |
| 未回答 | 18 | - |

(3) 小規模な水道における水質検査について

①水質検査の指導

管内に該当施設があるもののうち、「問題があれば水質検査を実施するよう求めている」といった回答が198件と一番多く、続いて「定期的な水質検査の実施を求めている」との回答が161件と続いた。その他水質検査実施を求めるものとしては、「試料の持ち込みを求める」としたものが27件、「定期的な水質検査の実施及び結果の提出を求めるもの」が78件と、何らかの形で水質検査の実施を求めている結果をまとめると計464件となった。反対に、管内に施設があっても水質検査の実施については「指導していない」といった回答が104件あり、水質検査の実施は安全性確保の観点から重要であると認識されていても法的に規制されている部分ではないため、水道法適用外の小規模な水道に対する水質

検査実施の指導は難しい問題であることが伺える。

管内に該当する施設がない場合であっても施設を把握した場合どうするかとの質問に対しても、「定期的な水質検査の実施を求める」が 22 件、「問題や相談があれば水質検査の実施を求める」が 34 件の計 56 件で、対して「水質検査の実施を求めない」といった回答が 30 件と、該当施設の有無に関わらず、検査実施を求めるという意見と実施を求めないという意見の割合には同様の傾向が見られた（表 11）。

その他の意見として、行政が定期的に検査を実施している自治体や、水質検査に対する補助制度の周知、ホームページ上で水質検査についての周知、相談時に水質検査結果の内容説明や水質検査機関の紹介等を行っているといった意見もあった。

表 11 小規模な水道に対する水質検査の指導状況（問 10）

| 問10)小規模な水道に対する水質検査の指導状況 | | |
|---|-----|-------|
| | N | % |
| 1. 定期的に水質検査を行う機関に試料を持ち込むよう求めている | 27 | 3.55 |
| 2. 定期的に水質検査の実施、結果の提出を求めている | 78 | 10.26 |
| 3. 定期的に水質検査を実施するよう求めている | 161 | 21.18 |
| 4. 問題や相談等があれば水質検査を実施するよう求めている | 198 | 26.05 |
| 5. 管内に施設はあるが、特段水質検査の実施については指導していない | 104 | 13.68 |
| 6. 管内に施設がないため、水質検査の実施指導をしていないが、施設があれば定期的に水質検査の実施を求める予定 | 22 | 2.89 |
| 7. 管内に施設がないため、水質検査の実施指導をしていないが、施設があり問題や相談等があれば水質検査の実施を求める予定 | 34 | 4.47 |
| 8. 管内に施設がないため、水質検査の実施指導をしていないが、施設があっても特段水質検査の実施を指導する予定はない | 30 | 3.95 |
| 9. その他 | 106 | 13.95 |
| 計 | 760 | - |
| 未回答 | 30 | - |

②水質検査料金の把握有無

水質検査料金の把握有無に関する質問では、「水質検査料金については把握していない」との回答が 398 件で一番多い回答となった。料金を把握しているものにあつては、公的機関で行う行政検査や、地方公共団体の機関で検査を行い手数料条例等で料金が明らかであるものによって料金を把握しているようであった。また、その他水質検査料金を助成する際や指定管理を行っているものは業務報告書等での確認、行政として関わりがある一部登録検査機関の水質検査料金を把握しているといった意見もあった。

通常時では、民間の登録検査機関で水質検査を実施した場合、検査実施の有無や検査料金、検査項目数の把握については、自治体が把握することは非常に難しいということが明らかとなった。

表 12 小規模な水道が行う水質検査料金の把握状況（問 11）

| 問11)水質検査料金の把握状況 | | |
|--|-----|-------|
| | N | % |
| 1. 公的機関で行政検査を実施しており、 料金は行政で拋出している | 38 | 6.45 |
| 2. 検査報告のあったものについては知っている (水道局や保健所等の地方公共団体の機関での検査実施も含む) | 46 | 7.81 |
| 3. 検査報告うちの一部分について知っている (水道局や保健所等の地方公共団体の機関での検査実施も含む) | 26 | 4.41 |
| 4. 調査や相談の際に聞いたことがある | 38 | 6.45 |
| 5. 水質検査料金については把握していない | 398 | 67.57 |
| 6. その他 | 43 | 7.30 |
| 計 | 589 | - |
| 未回答 | 36 | - |

③実施する水質検査項目

水質検査項目を把握しているもののうち、「飲用井戸等衛生対策要領で示されている 11 項目」が 137 件と最も多く、次いで「水道法に定められている 51 項目」が 96 件であった。実施している水質検査項目は小規模な水道の規模（飲用井戸から飲料水供給施設）によって異なると想定される。

その他として、2 項目（一般細菌、大腸菌）、水道法施行規則第 15 条第 1 項第 3 号イに掲げる 9 項目、食品衛生法（食品製造用水）に基づく 26 項目、原水の水質基準項目検査（水質基準項目から消毒副生成物、味を除いた 39 項目）、条例等で定める項目を実施しているものもあった。また、水源周辺の土壌によっては追加で有機リン、鉄、マンガン、カルシウム・マグネシウム等（硬度）、蒸発残留物、アンモニア態窒素、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンを追加している場合もあった。

表 13 小規模な水道が行う水質検査項目の把握状況（問 12）

| 問12)水質検査項目の把握状況 | | |
|--|-----|-------|
| | N | % |
| 1. 飲用井戸等衛生対策要領で示されている 11 項目 | 137 | 19.03 |
| 2. 飲用井戸等衛生対策要領の 11 項目から亜硝酸態窒素を除いた 10 項目（平成 26 年改正前の項目） | 20 | 2.78 |
| 3. 11 項目+その土地に必要な項目 | 65 | 9.03 |
| 4. クリプトスポリジウム等関連項目（指標菌検査等） | 53 | 7.36 |
| 5. 水道法に定められている 51 項目 | 96 | 13.33 |
| 6. 管内に施設があるが、水質検査項目は把握していない | 184 | 25.56 |
| 7. 管内に施設がないため、水質検査項目は把握していない | 83 | 11.53 |
| 8. その他 | 82 | 11.39 |
| 計 | 720 | - |
| 未回答 | 43 | - |

④把握している水質検査料金と実施可能な水質検査料金

水質検査料金を把握している 133 件（24%）において把握されている料金は、11 項目で 1,000～140,800 円、51 項目で 8,800～290,000 円、クリプトスポリジウム等指標菌検査で 3,000～56,100 円であった。

前述の水質検査料金の把握有無に関する質問で分かったように、水質検査料金の把握はほとんどされておらず、料金を把握しているものにあつては、多くが公的機関で行う行政検査や、地方公共団体の機関での検査であるため料金が把握されており、登録検査機関で実施される水質検査料金はほとんど含まれていないものと想定される。

どの程度の金額であれば検査の実施が可能か（1 施設／年あたりの費用）の問いには、飲用井戸等衛生対策要領に基づき、11 項目の水質検査を 1 年以内ごとに 1 回行う場合は、「わからない」とした意見が 336 件（58%）で、次いで「金額に関わらず検査が必要」とした意見が 86 件（15%）であった。望ましい金額としては 10,000 円/年以下が 61 件、5,000 円/年以下が 32 件、3,000 円/年以下が 21 件となるべく低い金額が望ましいものの、水質検査には一定以上の金額がかかることも理解されている結果であった。また、水道法で定められている 51 項目の水質検査を行う場合は、こちらも「わからない」とした意見が 382 件（67%）で、次いで「金額に関わらず検査が必要」とした意見が 70 件（12%）と 11 項目検査料金と同様の結果となった。また、その他の意見として、「施設により規模、人数等の条件が異なるため、金額の想定は困難」、「小規模な施設の規模による」といった意見があり、小規模な水道といっても飲用井戸から簡易水道と同等規模の飲料水供給施設まで範囲としていることから回答に苦慮された面があつた。

なお、11 項目、51 項目共に、「金額に関わらず水質検査の実施は難しい」との回答が 11 項目で 16 件、51 項目で 23 件あつた。水道法適用外の小規模な水道に対して水質検査の実施を指導する難しさ、検査未実施の施設での検査実施に向けてのハードルの高さ等様々な課題がある。水質検査の費用が高額であり、小規模の施設での実施の徹底には困難があるが、特に水源水質が汚染の影響を受けやすい場合や変動の可能性がある場合に水質検査の必要性が高いため、優先して実施する仕組みの構築や水質検査への理解を広げる広報等も重要である。

表 14 小規模な水道が実施する水質検査料金の把握状況（問 13）

| 問13)水質検査料金の把握状況 | | |
|-----------------|-----|-------|
| | N | % |
| 把握している | 133 | 53.16 |
| わからない | 418 | 46.84 |
| 小計 | 551 | - |
| 未回答 | 49 | - |
| 合計 | 600 | - |

表 15 小規模な水道が実施する水質検査料金の把握状況（検査料金）（問 13）

| 問13)検査料金_11項目 | | 問13)検査料金_51項目 | | 問13)検査料金_クリプト等指標菌 | |
|---------------|---------|---------------|---------|-------------------|--------|
| 回答者数 | 120 | 回答者数 | 58 | 回答者数 | 36 |
| 最大値 | 140,800 | 最大値 | 290,000 | 最大値 | 56,100 |
| 最小値 | 1,000 | 最小値 | 8,800 | 最小値 | 3,000 |

表 16 小規模な水道が実施する水質検査料金の把握状況（検査料金）（問 14）

| 問14-1)実施可能な水質検査料金（11項目） | | | 問14-2)実施可能な水質検査料金（51項目） | | |
|-------------------------|-----|-------|-------------------------|-----|-------|
| | N | % | | N | % |
| 3,000円/年以下 | 21 | 3.65 | 5,000円/年以下 | 15 | 2.62 |
| 5,000円/年以下 | 32 | 5.57 | 10,000円/年以下 | 10 | 1.75 |
| 10,000円/年以下 | 61 | 10.61 | 20,000円/年以下 | 12 | 2.09 |
| 20,000円/年以下 | 12 | 2.09 | 30,000円/年以下 | 9 | 1.57 |
| 30,000円/年以上でも実施可能 | 2 | 0.35 | 40,000円/年以下 | 0 | 0.00 |
| 金額に関わらず検査が必要 | 84 | 14.61 | 50,000円/年以下 | 24 | 4.19 |
| 行政機関が費用負担して実施することが望ましい | 2 | 0.35 | 50,000円/年以上でも実施可能 | 7 | 1.22 |
| 金額に関わらず水質検査の実施は難しい | 16 | 2.78 | 金額に関わらず検査が必要 | 70 | 12.22 |
| わからない | 336 | 58.43 | 行政機関が費用負担して実施することが望ましい | 4 | 0.70 |
| その他 | 9 | 1.57 | 金額に関わらず水質検査の実施は難しい | 23 | 4.01 |
| 小計 | 575 | - | わからない | 382 | 66.67 |
| 未回答 | 25 | - | その他 | 17 | 2.97 |
| 合計 | 600 | - | 小計 | 573 | - |
| | | | 未回答 | 27 | - |
| | | | 合計 | 600 | - |

（４）自治体としての対応等

①自治体としての対応（協力・支援等）

小規模な水道に対して、概ね3年以内に自治体として協力・支援等の対応をしたことがあるかどうか質問したところ、回答結果から、管内に施設のある自治体の半数程度では、小規模な水道に対して何らかの対応をとっている状況が明らかとなった。主な対応としては「相談等対応（電話相談等も含む）」が195件、「現地調査等」が150件、「事故や相談対応」が101件といった結果であった。反対に、「管内に施設があるが対応したことがない」が171件あった。小規模な水道の規模にもよるが、多数ある飲用井戸等では能動的な対応は難しく、比較的規模の大きい飲料水供給施設等に対しては定期的な監視・調査や自治体への相談体制等が一定整備されているものからこの結果となったのではないかと推測される。

小規模な水道への対応は自治体の規模や方針によって様々であるが、事故時や災害時には管内の施設に対して対応できる体制づくりや連絡体制の整備について平時から準備を進めておくべきと思われた。

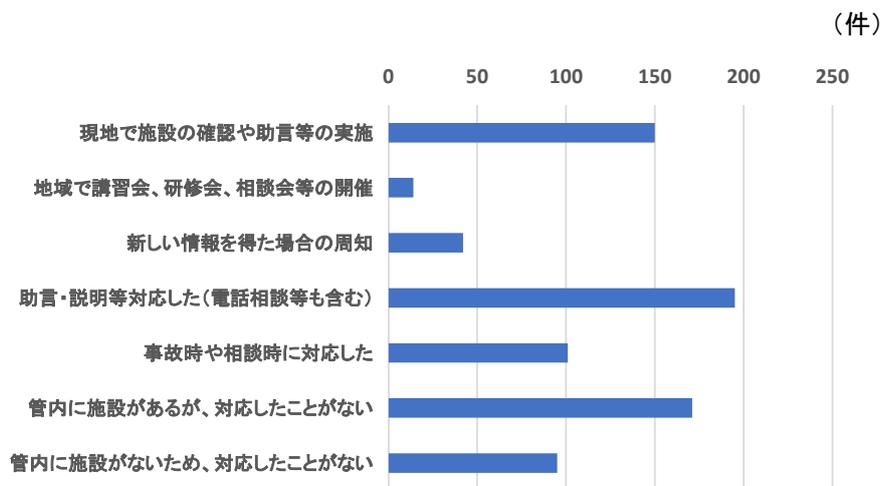


図 16 自治体として行った協力・支援等の対応（概ね3年以内）（問 15）

②小規模な水道を持続させるための他機関からの協力の必要性

小規模な水道を持続させるために他機関からの協力（相談、助言等も含む）を得たいと思うかの質問に対しては、「協力を得たいかどうかわからない（判断がつかない）」が240件と最も多く、次いで「都道府県や近隣市町村と協力したい」157件、「国からの情報を得たい」107件、「同一自治体の他部署と協力したい」95件となった。その他として、水道事業との統合（水道管接続や一元管理）の希望、水道管接続や自然災害等の被災時には財政支援を行って欲しいといった意見があった。また、「他からの協力は必要ない」といった意見も30件あった。

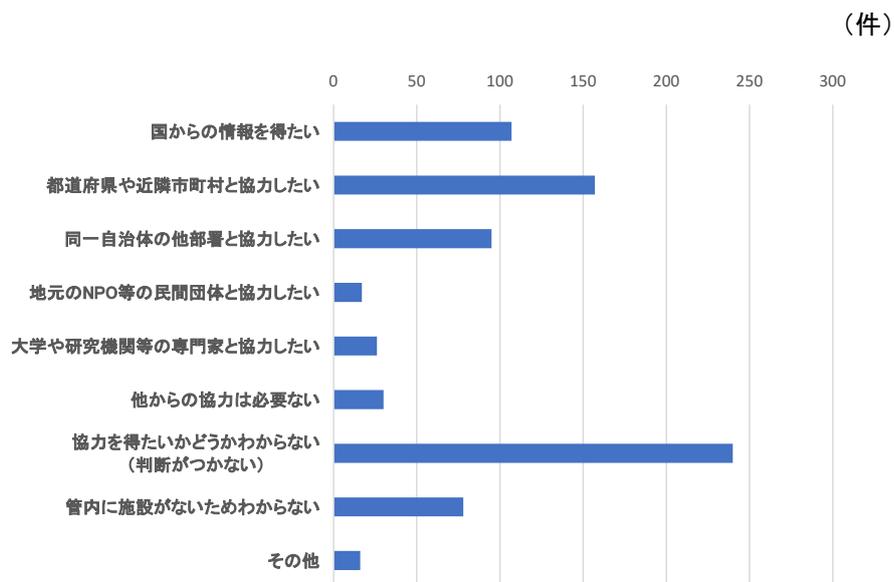


図 17 小規模な水道を持続させるために得たい他機関からの協力（相談、助言等も含む）（問 16）

(図 17 付表)

| 問16)小規模な水道を持続させるために得たい他機関からの協力 (相談、助言等も含む) | | |
|---|-----|-------|
| | N | % |
| 国からの情報を得たい | 107 | 13.97 |
| 都道府県や近隣市町村と協力したい | 157 | 20.50 |
| 同一自治体の他部署と協力したい | 95 | 12.40 |
| 地元のNPO等の民間団体と協力したい | 17 | 2.22 |
| 大学や研究機関等の専門家と協力したい | 26 | 3.39 |
| 他からの協力は必要ない | 30 | 3.92 |
| 協力を得たいかどうかわからない(判断がつかない) | 240 | 31.33 |
| 管内に施設がないためわからない | 78 | 10.18 |
| その他 | 16 | 2.09 |
| 計 | 766 | - |
| 未回答 | 25 | - |

③小規模な水道に関する困りごと

選択肢の中では「施設が老朽化している」が158件と最も多く、次いで「維持管理をする人が足りない」118件、「予算がない」104件となった。また、「水質が悪い(95件)」「雨が降ると濁りが発生する(90件)」、「水量が足りない(72件)」、「水源がつまりやすい(24件)」といった水質・水量に関しての困りごとも多くあり、小規模な水道の大元となる水に関しても多くの困りごとを抱えていることが分かった。

他には、「市町村等の水道から水を引きたい(99件)」、「近くの小規模な水道と管理等を一緒にしたい(9件)」、「近くの小規模な水道と施設を統合したい(9件)」との意見もあり、小規模な水道をそのまま維持し続けるのではなく、その地域で暮らし続けるために新たな形を模索している状況もあった。これについては、近隣の水道事業や小規模な水道と協議していると思われるが、経済的な問題や、地理的な問題、地域としての同意等の課題があり、自治体だけでなく自治体の他部署や都道府県等様々な関係者の関与が解決の手がかりの一つになるのではないかと考えられる。その他に得られた意見は図18のとおりであった。

(件)

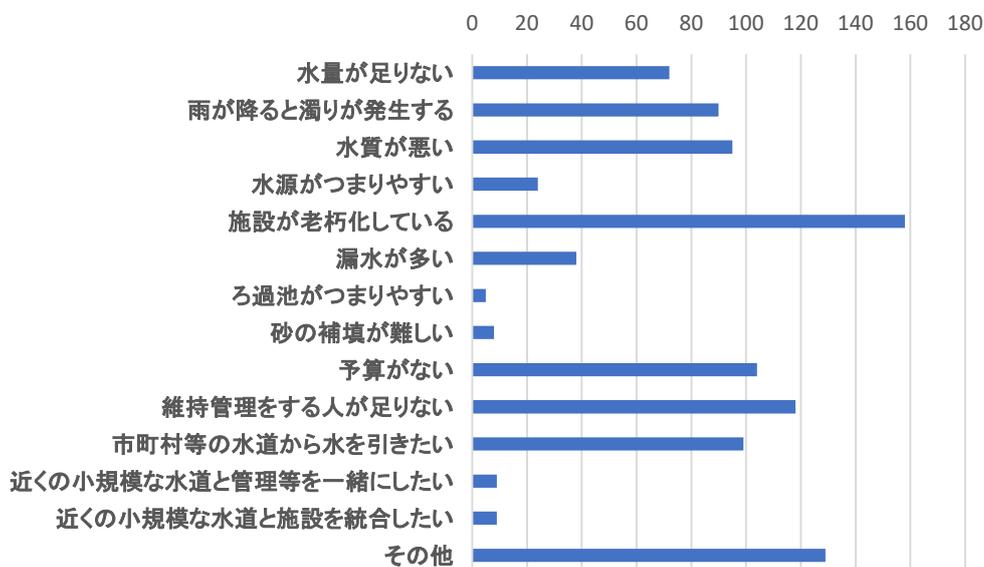


図 18 小規模な水道での困りごと (問 17)

(図 18 付表「その他意見」)

| | |
|---|--|
| 【水質関係】 <ul style="list-style-type: none">・水質検査料が高い・水質検査不適水の飲用による健康影響 (ヒ素等の地質由来と推測されるもの)・水が濁る・地下水の汚染・検査の実施方法、実施場所 | 【施設等が抱える問題】 <ul style="list-style-type: none">・定住者の減少・新型コロナウイルスの関係による設備更新の遅れ・井戸配管図を役所で保管していないかの相談・維持管理者の高齢化による将来不安・老朽化施設改修への市補助金助成の相談 |
| 【手続き、要望関係】 <ul style="list-style-type: none">・条例に基づく手続き方法・井戸の深度に関する他法令への影響・上水道として市に移管したい要望・小規模な水道の公営化希望 | 【災害関係】 <ul style="list-style-type: none">・災害時の対応 |

④他機関からの協力（相談、助言等も含む）として望ましい事項

小規模な水道を持続させるために他機関からの協力（相談、助言等も含む）を得るとすれば、どのような内容が望ましいか質問したところ、「都道府県や近隣自治体と連携、事例紹介や相談体制を構築したい」が 198 件と近隣自治体との関係を持ちたいとする意見が最も多く、次いで「オンラインで講習会や勉強会、相談会があれば受けてみたい」が 88 件あった。他にも「地域で講習会や勉強会、相談会を実施して欲しい (60 件)」「専門家に相談したい、アドバイスを受けたい (79 件)」「現地で活動できる人に来てほしい (60 件)」

と現地での活動を希望する声も多くあり、現地調査や講演・相談会の必要性がよく分かった。

また、反対に、「協力や情報は必要ない (40 件)」やその他に協力を得たいかどうかわからない (判断がつかないといった意見もあった。その他に得られた意見は図 19 のとおりであった。



問18)小規模な水道の持続のため得たい他機関からの協力内容
(相談、助言等も含む)

| | N | % |
|-------------------------------|-----|-------|
| 都道府県や近隣自治体と連携、事例紹介や相談体制を構築したい | 198 | 27.62 |
| 地域で講習会や勉強会、相談会の実施 | 60 | 8.37 |
| オンラインで講習会や勉強会、相談会の実施 | 88 | 12.27 |
| 機材のレンタル、共同委託などの方法が知りたい | 38 | 5.30 |
| 専門家に相談したい、アドバイスを受けたい | 79 | 11.02 |
| 現地で活動できる人に来てほしい | 60 | 8.37 |
| 管内に該当する施設がないため、わからない | 82 | 11.44 |
| 協力や情報は必要ない | 40 | 10.04 |
| その他 | 40 | 5.58 |
| 計 | 717 | - |
| 未回答 | 74 | - |

(未回答を除く%)

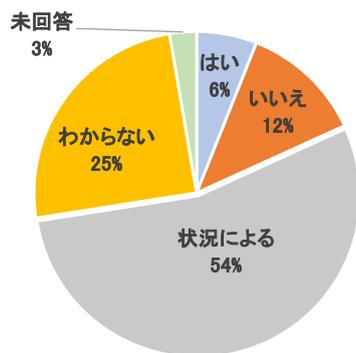
図 19 小規模な水道の持続のため得たい他機関からの協力内容(問 18)

表 17 小規模な水道の持続のため得たい他機関からの協力内容（その他意見）（問 18）

| |
|---|
| <p>【規制、指導、助言】</p> <ul style="list-style-type: none">・未規制とせず、管理指針や法整備が必要・技術的な知識がないため、支援や助言に限界がある・事例を紹介してほしい・他都道府県にある小規模水道の施設や管理について知りたい・小規模な水道の解消に向けた相談窓口（所有者・管理者・使用者等）が欲しい <p>【補助金、財政負担】</p> <ul style="list-style-type: none">・国庫、県費による補助金の制度の確立 （施設修繕費用、維持管理費用、水質検査費用に対する助成）・自然災害時の財政支援 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none">・地元自治体が引き取らない限り持続可能な水道の維持が困難・市地下水審議会への参画・水質検査の実施・現在問題等はないが、問題が生じた際の助言を希望・協力を得たいかどうかわからない（判断がつかない）・現在は、特に相談等がないため協力は必要ない・助言を求めることは考えていない・事業者が公営のため、協力等は必要ないと思われる |
|---|

⑤現地調査やオンライン調査への協力

今後、研究の一環として管内の該当施設に対して現地調査やオンライン調査を実施する場合の協力可否について質問したところ、「状況による」が 326 件、「わからない」が 149 件と大半を占め、「はい（協力できる）」との回答は 36 件であった。この結果は、自治体の抱える施設状況や課題が様々であること、また調査内容や負担によって自治体の判断が異なることが要因であると考えられる。今後は調査内容をより明確にした上で、自治体へのメリットのある調査や情報を提示し、自治体への協力を得る必要があると考える。



問19)今後研究の一環、現地調査やオンライン調査を実施する場合の協力可否

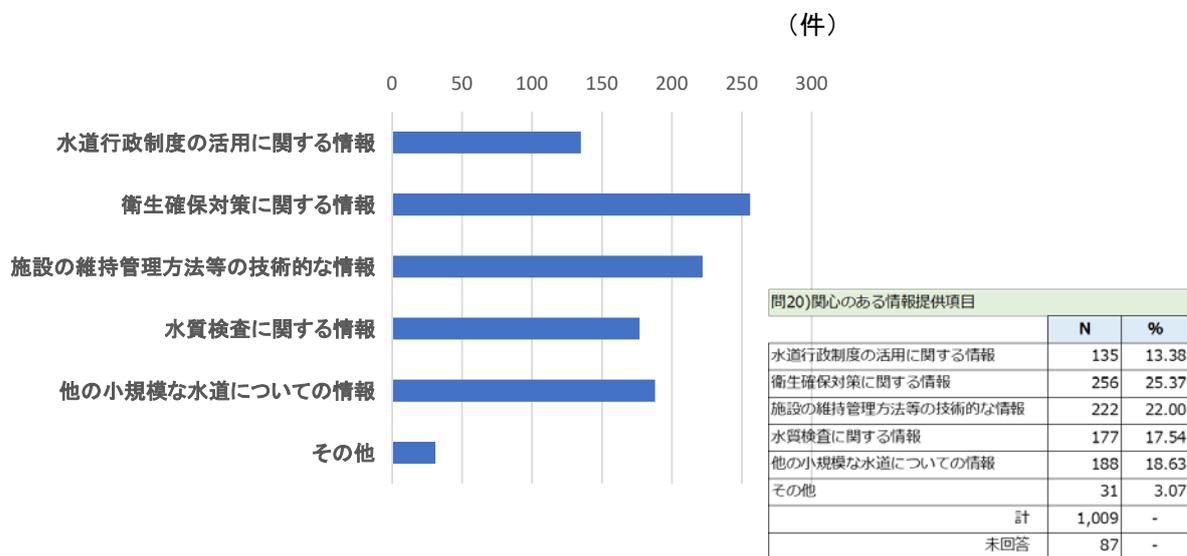
| | N | % |
|-------|-----|-------|
| はい | 36 | 6.16 |
| いいえ | 73 | 12.50 |
| 状況による | 326 | 55.82 |
| わからない | 149 | 25.51 |
| 小計 | 584 | - |
| 未回答 | 16 | - |
| 合計 | 584 | - |

(未回答を除く%)

図 20 研究の一環、現地調査やオンライン調査を実施する場合の協力可否(問 19)

⑥情報提供項目について

今後、情報提供を受けるのであれば、どのような内容に関心があるか質問したところ、「衛生確保対策に関する情報 (256 件)」が最も多く、次いで「施設の維持管理方法等の技術的な情報 (222 件)」であったが、他の選択肢も同程度の選択があり、自治体では何かに特化した情報ではなく小規模な水道に係る全般的な情報が求められている。その他に得られた意見は図 21 のとおりであった。



問20)関心のある情報提供項目

| | N | % |
|-------------------|-------|-------|
| 水道行政制度の活用に関する情報 | 135 | 13.38 |
| 衛生確保対策に関する情報 | 256 | 25.37 |
| 施設の維持管理方法等の技術的な情報 | 222 | 22.00 |
| 水質検査に関する情報 | 177 | 17.54 |
| 他の小規模な水道についての情報 | 188 | 18.63 |
| その他 | 31 | 3.07 |
| 計 | 1,009 | - |
| 未回答 | 87 | - |

(未回答を除く%)

図 21 情報提供を受ける場合、関心のある情報提供項目

表 18 関心のある情報提供項目（その他意見）

| |
|--|
| <p>【他自治体の情報】</p> <ul style="list-style-type: none">・各自治体における小規模水道関係の所管部署・他自治体の対応方法 <p>【財政制度】</p> <ul style="list-style-type: none">・補助事業の有無・行政の水質検査費用等の補助制度・独立採算制や施設の持続に関すること <p>【小規模な水道に関する情報】</p> <ul style="list-style-type: none">・実在する小規模水道の概要・飲用井戸を使用することのリスク・問題があったときの対処方法 <p>【その他】</p> <ul style="list-style-type: none">・水道接続を指導しており、施設設置はないと思われる・情報提供不要・わからない |
|--|

⑦小規模な水道に関する要望や本調査についての意見

本調査に関する意見や今後に関する要望等を質問したところ多くの自治体から別紙のとおり様々な意見が寄せられた（別紙3）。

小規模な水道に関する要望については、自治体が抱える問題は様々あるが、国や都道府県に対して小規模な水道への統一した規制の制定や指導方法を明確にして欲しいといったものや小規模な水道に関する実態等の情報開示を求めるもの、指導する側の知識を情報共有したいとの意見があった。また、市への権限移譲に際して抱える問題として、専門知識や専門職員の確保が難しいこと、小規模な水道に関する相談先が無いことが挙げられていた。

本調査についての意見として、研究の目的の「小規模な水道」の持続可能性について、国が水道事業との統合を進めている施策との関係性に関するものや、なぜ小規模な水道を持続させる必要があるのかといった意見もあった。

本調査においては、生活の場が水道給水区域外にあり、また水道との接続が物理的・経済的に難しい地域にある水供給維持困難地域において、飲み水を含む生活用水として衛生的な水を供給できる体制づくりに寄与することを目的としている。調査においては分かりやすく「小規模な水道」という用語を用いたが、種々の選択肢の中から衛生的な水の供給を必要な場所に持続的に供給できる方策を検討するための調査である。本調査のフィードバック時も含めて、本研究並びに調査の結果を活用していきたい。

E. 結論

高齢化及び人口減少、老朽化等により、小規模な上水道や簡易水道では水道事業の維持が大きな課題の一つである。上水道や簡易水道等の水道との接続や事業統合が難しい状況にある給水人口が 100 人以下の飲料水供給施設や小規模な集落水道、飲用井戸等（以下、小規模水供給システム）にあっては、この影響が特に大きく、飲料水を含む生活用水を供給する「小規模な水道」に関する施設・財政・維持管理・衛生確保といった様々な面で多くの問題を抱え、「小規模な水道」の維持が困難となりつつある。

このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制づくりに寄与することを目的として、小規模水供給システム等の水道法の適用を受けない「小規模な水道」の衛生確保対策を行う全国の地方自治体（都道府県、市、特別区）を対象に「小規模な水道」の実態把握状況や指導体制等についてのアンケート調査を実施した。

調査結果を基に、全国の「小規模な水道」に係る衛生確保対策の実態を把握し、これからの水供給の安全性確保や持続的な維持管理のための課題を整理し、今後の方策を検討する研究を行った。

アンケート調査を実施した結果、小規模水供給システムに係る集約的な相談体制や厚生労働省・地方自治体、研究機関との間で共通する情報の共有化や情報提供体制の確立が重要であると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

浅見真理, 山口岳夫, 今城麗. 小規模水道・水供給システムの類型化と水質管理の最適化に関する検討. 令和 3 年度全国会議（水道研究発表会）. pp. 100-101, 2022

上島功裕, 澤田知之, 峯村篤, 安達吉夫, 島崎大, 浅見真理. 上向流式緩速ろ過の濁度及び大腸菌除去特性に関する研究. 令和 3 年度全国会議（水道研究発表会）. pp. 294-295, 2022

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 水環境学会シンポジウム. 2021. 9. 14 オンライン.

3. その他

(1) 総説・解説

Miyoshi T, Miura T, Asami M. Recent contributions of the National Institute of Public Health to drinking water quality management in Japan. Journal of the National Institute of Public Health, 2022;71(1):55-65.

浅見真理. 専用水道の衛生管理. 公衆衛生情報. 2022;52(4):16-19.

(2) 講演等

- 浅見真理. 水道・環境のリスク管理. 水質検査精度管理研修会. 2021. 5. 21
- 浅見真理. 日本の小規模水道の現状と今後の展望. わくわくネット. 2021. 7. 11
- 浅見真理. 簡易水道協会ヒアリング参加. 2021. 8. 30
- 浅見真理. 水道における健康危機管理. 神奈川県立医療福祉大学. 2021. 9. 23
- 浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 九州ブロック水道事業実務担当者専門研修会. 2022. 9. 29 オンライン (熊本県)
- 浅見真理. 「塩素消毒百年」の意義と安全を支える日本の水道水質管理. 水道産業新聞. 2021. 10. 22
- 浅見真理. 原点に立ち返る水質管理. 日本水道新聞. 2021. 10. 22
- 浅見真理. 小規模水供給システムの現状と今後の展望. 日本水環境学会産官学協力委員会・水環境懇話会. 2022. 11. 24.
- 浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 長野県水道研修会. 2021. 12. 1
- 浅見真理. 新興感染症パンデミック時の保健医療と環境衛生管理のかかわり. 第 80 回日本公衆衛生学会市民公開シンポジウム「プラスチックのガバナンス: 感染症制御のための衛生環境管理と資源循環」. 2021. 12. 23
- 浅見真理. 基調講演 水道と公衆衛生と COVID-19 の関係性について. 第 14 回日本-カンボジア上下水道セミナー. 2022. 1. 27 北九州市国際会議場・オンライン
- 浅見真理. 専用水道の安全管理と水道事業者の留意点. 課題を追うチェンジ上下水道. 水道産業新聞. Vol. 71. 2022. 2. 21

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

1. ご回答者について（必ずご入力ください）

| | | |
|-----|-------------|----|
| 回答数 | Excelファイル提出 | 16 |
| | web回答 | 26 |
| | 計 | 42 |

2. 都道府県（本庁）における水道法の適用を受けない小規模な水道（飲用井戸や飲料水供給施設、小規模集落水道等）に対する衛生確保対策業務を教えてください。

※業務の実施有無によらず、業務分掌や都道府県の方針・計画等の視点から選択してください。

| | N | % |
|--|----|-------|
| 本庁が直接所管する区域があり、業務を行っている | 3 | 7.14 |
| 本庁として直接所管する区域はなく、都道府県（出先機関）や所轄する市等が業務を行っている | 13 | 30.95 |
| 本庁として直接所管する区域はなく、出先機関等が業務を行っているが、直接本庁に相談があった場合は、本庁が対応している（出先機関等との連携も含む） | 10 | 23.81 |
| 本庁として直接所管する区域はなく、出先機関が業務を行っているため、直接本庁に相談があった場合でも、基本は所管する都道府県（出先機関）や市等を紹介し、出先機関等が対応している | 13 | 30.95 |
| 町村の区域も含めて事務委任しており、都道府県（本庁・出先機関共に）として該当する事務は行っていない | 3 | 7.14 |
| 合計 | 42 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

3. 都道府県の出先機関の状況を教えてください。都道府県として水道行政を行う都道府県（出先機関）の設置数はいくつありますか。

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 42 |
| 最大値 | 23 |
| 最小値 | 2 |
| 中央値 | 7 |
| 平均値 | 7.761905 |
| 標準偏差 | 3.784741 |

4. 水道行政を所管する都道府県（出先機関）の部署の分野を教えてください。

| | N | % |
|---|----|-------|
| 衛生部局 (保健所、保健福祉センター、保健福祉事務所、健康福祉事務所等) | 37 | 85.71 |
| 環境部局 | 4 | 9.52 |
| 土木部局 | 0 | 0.00 |
| 政策部局 | 0 | 0.00 |
| その他 | 1 | 4.76 |
| 合計 | 42 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

問4その他詳細

5. 都道府県（出先機関）における水道法の適用を受けない小規模な水道に対する衛生確保対策業務の状況について教えてください。

| | N | % |
|---|----|-------|
| 都道府県（出先機関）が所管する区域内に該当する施設があれば、出先機関が業務を行う | 35 | 83.33 |
| 都道府県（出先機関）が所管する区域内に該当する施設があっても、出先機関は業務を担当しておらず、都道府県（本庁）が業務を行う | 2 | 4.76 |
| 町村の区域の小規模な水道に係る業務は、事務委任等により町村に任せており、都道府県（本庁、出先機関共に）として飲用井戸等の事務は行っていない | 5 | 11.90 |
| 都道府県（出先機関）の業務分掌等を把握しておらず、業務を所管しているかどうかわからない | 0 | 0.00 |
| 合計 | 42 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

6. 水道法の適用を受けない小規模な水道（飲用井戸や飲料水供給施設、小規模集落水道等）を所管する部署同士の主な連絡体制について教えてください。

| | N | % |
|---------------------------------|----|-------|
| ① 国⇔都道府県（本庁）⇔都道府県（出先機関）⇔市町村、特別区 | 12 | 28.57 |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

| | | |
|----------------------------------|----|-------|
| ② 国⇔都道府県（本庁）⇔都道府県（出先機関）⇔市町村、特別区 | 7 | 16.67 |
| ③ 国⇔都道府県（本庁）⇔都道府県（出先機関）⇔町村⇔市、特別区 | 5 | 11.90 |
| ④ 国⇔都道府県（本庁）⇔都道府県（出先機関）⇔町村⇔市、特別区 | 12 | 28.57 |
| ⑤ 国⇔都道府県（本庁）⇔都道府県（出先機関）⇔市、特別区⇔町村 | 0 | 0.00 |
| ⑥ その他 | 6 | 14.29 |
| 合計 | 42 | - |

[問6その他シート参照](#)

7. 都道府県（本庁、出先機関）では、水道法の適用を受けない小規模な水道の施設の実態を把握していますか？

| | N | % |
|---|----|-------|
| 都道府県が所管する区域に該当する施設はないため、施設の情報を把握していない | 2 | 4.76 |
| 都道府県が所管する区域に該当する施設があるかどうかわからない（施設の情報を把握していない） | 5 | 11.90 |
| 市町村にある施設の情報を、本庁が集約して把握している | 1 | 2.38 |
| 市町村にある施設の情報を、本庁が集約して一部把握している | 6 | 14.29 |
| 市町村にある施設の情報を、出先機関がそれぞれの所管区域の施設を把握している | 2 | 4.76 |
| 市町村にある施設の情報を、出先機関がそれぞれの所管区域の施設を一部把握している | 1 | 2.38 |
| 市町村にある施設の情報を、本庁と出先機関の両方で把握している | 3 | 7.14 |
| 市町村にある施設の情報を、本庁と出先機関の両方で一部把握している | 6 | 14.29 |
| 町村（市除く）にある施設の情報を、本庁が集約して把握している | 1 | 2.38 |
| 町村（市除く）にある施設の情報を、本庁が集約して一部把握している | 1 | 2.38 |
| 町村（市除く）にある施設の情報を、出先機関がそれぞれの所管区域の施設を把握している | 3 | 7.14 |
| 町村（市除く）にある施設の情報を、出先機関がそれぞれの所管区域の施設を一部把握している | 7 | 16.67 |
| 町村（市除く）にある施設の情報を、本庁と出先機関の両方で把握している | 1 | 2.38 |
| 町村（市除く）にある施設の情報を、本庁と出先機関の両方で一部把握している | 3 | 7.14 |
| 合計 | 42 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

8. 水道法の適用を受けない小規模な水道に対して、都道府県独自の条例や規則、要綱等を定めていますか？

| | N | % |
|----|----|-------|
| ある | 35 | 83.33 |
| ない | 7 | 16.67 |
| 合計 | 42 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

ある場合

1) 条例等の名称を記載してください

[問8条例等の名称シート参照](#)

2) ウェブサイトで条例等を公表されている場合はURLを記載してください

| | N | % |
|---------|----|-------|
| 公表している | 27 | 81.82 |
| 公表していない | 6 | 18.18 |
| 合計 | 33 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 2 |
|-----|---|

3) 条例等 条例等では、水の供給を受ける人数で該当の有無を判断していますか？

| | N | % |
|----------|----|-------|
| 人数の規定がある | 19 | 54.29 |
| 人数の規定はない | 16 | 45.71 |
| 合計 | 35 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 0 |
|-----|---|

人数の規定がある場合の人数

| | |
|------|------------|
| 回答者数 | 18 |
| 最大値 | 51 |
| 最小値 | 20 |
| 中央値 | 50 |
| 平均値 | 43.9444444 |
| 標準偏差 | 10.113095 |

4) 条例等 条例等に該当する施設に対して届出等を義務づけていますか？

| | N | % |
|--------------|----|-------|
| 届出等を義務づけている | 20 | 57.14 |
| 届出等は義務づけていない | 15 | 42.86 |
| 合計 | 35 | - |

未回答 0

5) 条例等 条例等の中で、該当する施設に対して水質検査の実施を求めていますか？

| | N | % |
|-------------------------------|----|-------|
| 条例等で、定期的に水質検査を実施することを求めている | 33 | 97.06 |
| 条例等では、問題が生じた際に水質検査することを求めていない | 1 | 2.94 |
| 条例等では、水質検査の実施は求めていない | 0 | 0.00 |
| 合計 | 34 | - |

未回答 1

9. 都道府県における水質検査体制について、お分かりになる範囲でお教えてください。

都道府県の出先機関（衛生研究所や保健所検査室等）での水質検査の実施状況について教えてください。

水質検査を実施する都道府県の出先機関はありますか？

| | N | % |
|-----------|----|-------|
| 水質検査機関 ある | 34 | 80.95 |
| 水質検査機関 ない | 8 | 19.05 |
| 合計 | 42 | - |

未回答 0

箇所数

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 34 |
| 最大値 | 10 |
| 最小値 | 1 |
| 中央値 | 1 |
| 平均値 | 1.970588 |
| 標準偏差 | 1.962671 |

水質検査機関がある場合

1) 水質検査を実施する都道府県の出先機関では依頼検査（住民からの依頼で行う検査）は実施していますか？

| | N | % |
|-------------------------------------|----|-------|
| すべての機関において依頼検査が可能である | 11 | 32.35 |
| 依頼検査は可能だが、研究所等の一部機関では行政検査のみ実施する | 3 | 8.82 |
| 行政検査のみ実施しており、住民からの依頼で水質検査を行うことはできない | 19 | 55.88 |
| 依頼検査の実施可否についてはわからない | 1 | 2.94 |
| 合計 | 34 | - |

未回答 0

2) 水質検査を実施する都道府県の出先機関のうち、飲用井戸等衛生対策要領で示される「定期的水質検査」11項目の検査を行うことのできる機関はありますか？

| | N | % |
|----------------|----|-------|
| 11項目検査可能な機関 あり | 23 | 67.65 |
| 11項目検査可能な機関 なし | 6 | 17.65 |
| わからない | 5 | 14.71 |
| 合計 | 34 | - |

未回答 0

箇所数

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 23 |
| 最大値 | 7 |
| 最小値 | 1 |
| 中央値 | 1 |
| 平均値 | 2 |
| 標準偏差 | 1.744557 |

3) 条例等で定める飲用井戸等衛生対策要領で示される「定期的水質検査」11項目の検査料金はいくらですか？

| | N | % |
|----------|----|-------|
| 〇〇円/11項目 | 15 | 55.56 |
| わからない | 12 | 44.44 |
| 合計 | 27 | - |

| | |
|-----|---|
| 未回答 | 7 |
|-----|---|

検査料金

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 15 |
| 最大値 | 31,700 |
| 最小値 | 5,720 |
| 中央値 | 9,940 |
| 平均値 | 13,060 |
| 標準偏差 | 7107.551 |

10. 本調査もしくは小規模な水道等に関するご意見等ありましたらご記入ください。

[問10ご意見シート参照](#)

1. ご回答者について

| B調査（詳細調査）回答割合 | |
|---------------|-----|
| Excelファイル提出 | 195 |
| web回答 | 405 |
| 該当なし（メール） | 23 |
| 計 | 623 |

2. 水道法の適用を受けない小規模な水道は、飲用井戸、飲料水供給施設、集落水道等様々な呼ばれ方をしていますが、貴自治体ではどのような名称で管理されていますか？（貴所で用いるもの全て選択してください）

| | N | % | 未回答 | |
|---------------|-----|-------|-----|----|
| 飲用井戸（一般用、業務用） | 415 | 47.76 | | 13 |
| 飲料水供給施設 | 154 | 17.72 | | |
| 〇〇集落水道 | 36 | 4.14 | | |
| その他 | 264 | 30.38 | | |
| 合計 | 869 | - | | |

問2その他シート参照

3. 貴自治体が所管する区域内（管内）の小規模な水道についての把握状況についてお伺いします。

昨年度末時点（令和3年3月31日時点）管内に小規模な水道はありますか？

| | N | % | 未回答 | |
|------------------------|-----|-------|-----|---|
| 小規模な水道がある | 441 | 74.49 | | 8 |
| 小規模な水道はない | 49 | 8.28 | | |
| 以前はあったが、現在ははない | 9 | 1.52 | | |
| 現在ははないが、これから設置される予定である | 0 | 0.00 | | |
| 施設の有無は、わからない | 93 | 15.71 | | |
| 合計 | 592 | - | | |

4. 水道法の適用を受けない飲用井戸、飲料水供給施設、集落水道等の件数は把握していますか？

| | N | % | 未回答 | |
|---------------|-----|-------|-----|----|
| 飲用井戸（一般用、業務用） | 216 | 31.67 | | 86 |
| 飲料水供給施設 | 142 | 20.82 | | |
| 〇〇集落水道 | 36 | 5.28 | | |
| その他 | 214 | 31.38 | | |
| 管内に施設がない | 74 | 10.85 | | |
| 合計 | 682 | - | | |

飲用井戸（一般用、業務用）

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 169 |
| 最大値 | 22136 |
| 最小値 | 0 |
| 中央値 | 85 |
| 平均値 | 570.5976 |
| 標準偏差 | 1873.853 |

飲料水供給施設

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 149 |
| 最大値 | 7125 |
| 最小値 | 0 |
| 中央値 | 6 |
| 平均値 | 65.14094 |
| 標準偏差 | 582.4801 |

〇〇集落水道

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 35 |
| 最大値 | 87 |
| 最小値 | 0 |
| 中央値 | 3 |
| 平均値 | 10.54286 |
| 標準偏差 | 18.41326 |

その他

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 217 |
| 最大値 | 2774 |
| 最小値 | 0 |
| 中央値 | 8 |
| 平均値 | 47.67281 |
| 標準偏差 | 203.3951 |

問4その他シート参照

5. 小規模な水道の情報について、リスト、台帳はありますか？

| | N | % | 未回答 | |
|---|-----|-------|-----|----|
| 把握する施設の台帳がある（代表者、施設の位置図、図面等を含む） | 79 | 14.63 | | 60 |
| 把握する施設の台帳が一部ある（詳細不明で施設の名称しかわからないもの等がある） | 113 | 20.93 | | |
| 把握する施設のリストや一覧表がある | 116 | 21.48 | | |
| 過去に把握した施設のリストや一覧表があるが、更新していない | 70 | 12.96 | | |
| 施設は把握しているが、台帳やリスト、一覧表はない | 68 | 12.59 | | |
| 管内に施設がない | 94 | 17.41 | | |
| 合計 | 540 | - | | |

公開されている施設のリストがあれば、URL等を記載してください。

[問5URLシート参照](#)

6. 小規模な水道の状況について、把握しているものはありますか？

| | N | % | | |
|--------------------------|-----|-------|-----|----|
| 管内に該当施設が無いため、把握している情報はない | 111 | 21.35 | 未回答 | 80 |
| 把握している項目がある | 409 | 78.65 | | |
| 合計 | 520 | - | | |

1) 管内の小規模な水道の最近の稼働状況

| | N | % | | |
|----------|-----|-------|-----|-----|
| 把握している | 103 | 22.99 | 未回答 | 152 |
| 一部把握している | 197 | 43.97 | | |
| 把握していない | 80 | 17.86 | | |
| わからない | 68 | 15.18 | | |
| 合計 | 448 | - | | |

2) 経営種別（把握しているものを全て選択してください）

| | N | % | | |
|--------------|-----|-------|-----|-----|
| 公営 | 128 | 18.88 | 未回答 | 160 |
| 民営 | 134 | 19.76 | | |
| 組合営 | 117 | 17.26 | | |
| 地元管理 | 137 | 20.21 | | |
| 非公営 | 20 | 2.95 | | |
| 民間委託 | 7 | 1.03 | | |
| 経営種別は把握していない | 135 | 19.91 | | |
| 合計 | 678 | - | | |

3) 原水種別（把握しているものがあれば全て選択してください）

| | N | % | | |
|---------------|-----|-------|-----|-----|
| 表流水（河川水） | 100 | 11.26 | 未回答 | 154 |
| 沢水 | 49 | 5.52 | | |
| 湧水 | 153 | 17.23 | | |
| 地下水（浅井戸） | 127 | 14.30 | | |
| 地下水（深井戸） | 166 | 18.69 | | |
| 地下水（井戸の詳細は不明） | 150 | 16.89 | | |
| 雨水 | 3 | 0.34 | | |
| その他 | 34 | 3.83 | | |
| 原水種別は把握していない | 106 | 11.94 | | |
| 合計 | 888 | - | | |

[問6.3\) その他シート参照](#)

4) 処理方法（把握しているものがあれば全て選択してください）

| | N | % | | |
|--------------|-----|-------|-----|-----|
| 消毒のみ | 217 | 28.74 | 未回答 | 157 |
| 簡易ろ過 | 49 | 6.49 | | |
| 緩速ろ過 | 58 | 7.68 | | |
| 急速ろ過 | 73 | 9.67 | | |
| 除マンガン・除鉄 | 60 | 7.95 | | |
| 膜ろ過 | 49 | 6.49 | | |
| 紫外線処理 | 7 | 0.93 | | |
| その他 | 46 | 6.09 | | |
| 処理方法は把握していない | 196 | 25.96 | | |
| 合計 | 755 | - | | |

[問6.4\) その他シート参照](#)

5) 施設能力（処理能力や給水量）

| | N | % | | |
|----------|-----|-------|-----|-----|
| 把握している | 74 | 16.63 | 未回答 | 155 |
| 一部把握している | 164 | 36.85 | | |
| 把握していない | 207 | 46.52 | | |
| 合計 | 445 | - | | |

6) 小規模な水道を使用している世帯数（人口）

| | N | % | | |
|------------------|-----|-------|-----|-----|
| 世帯数（人口）を把握している | 114 | 25.73 | 未回答 | 157 |
| 世帯数（人口）を一部把握している | 167 | 37.70 | | |

| | | |
|-----------------|-----|-------|
| 世帯数（人口）は把握していない | 162 | 36.57 |
| 合計 | 443 | - |

7) 管理者の状況

| | N | % |
|----------------------|-----|-------|
| 代表者や管理者の連絡先を把握している | 151 | 34.01 |
| 代表者や管理者の連絡先を一部把握している | 192 | 43.24 |
| 代表者や管理者の連絡先は把握していない | 101 | 22.75 |
| 合計 | 444 | - |

| | |
|-----|-----|
| 未回答 | 156 |
|-----|-----|

8) 料金体系

| | N | % |
|--------------|-----|-------|
| 従量制 | 29 | 6.53 |
| 定額制 | 15 | 3.38 |
| 実費 | 3 | 0.68 |
| その他 | 46 | 10.36 |
| 料金体系は把握していない | 351 | 79.05 |
| 合計 | 444 | - |

| | |
|-----|-----|
| 未回答 | 156 |
|-----|-----|

問6 8) その他シート参照

9) 施設の維持管理状況（一部でも把握しているものがあれば全て選択してください）

| | N | % |
|--------------|-----|-------|
| 施設点検の頻度 | 97 | 12.58 |
| 水質検査の実施状況や頻度 | 190 | 24.64 |
| 水質検査の結果 | 204 | 26.46 |
| 困りごとの有無 | 73 | 9.47 |
| その他 | 17 | 2.20 |
| 把握しているものはない | 190 | 24.64 |
| 合計 | 771 | - |

| | |
|-----|-----|
| 未回答 | 158 |
|-----|-----|

問6 9) その他シート参照

7. 管内の小規模な水道の情報をどのように把握していますか？

| | N | % |
|--|-----|-------|
| 定期的に（またはある時）現地調査している （能動的に把握） | 100 | 19.08 |
| 定期的に（またはある時）郵送、電話等で調査し把握 している（能動的に把握） | 46 | 8.78 |
| 変更の届出等がある場合把握している （受動的に把握） | 77 | 14.69 |
| 他自治体等からの情報提供により把握した （権限移譲に伴う情報提供も含む） | 55 | 10.50 |
| 昔から情報があったため、把握に至った状況はわから ない | 85 | 16.22 |
| 管内に施設がないため情報を把握していない | 61 | 11.64 |
| その他 | 100 | 19.08 |
| 合計 | 524 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 76 |
|-----|----|

問7その他シート参照

8. 飲用井戸等の小規模な水道には「飲用井戸等衛生対策要領」が国から発出、衛生対策等にかかる指針となる通知が発出されて
いますが、これ以外に、自治体独自で条例・規則・要綱等定めているものはありますか？（準用しているものも含む）

| | N | % |
|----|-----|-------|
| 有 | 311 | 53.16 |
| 無 | 274 | 46.84 |
| 合計 | 585 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 15 |
|-----|----|

問8名称シート参照

問8公表URLシート参照

9. 飲用井戸、小規模な水道に対してどのように対応していますか？

| | N | % |
|---|-----|-------|
| 定期的に対応している（見回りに行く、通知等の連絡 をしている、講習会を開く等能動的な対応を実施） | 134 | 20.55 |
| 所有者、管理者、使用者等から問題発生や相談があっ た場合に対応している（受動的な対応を実施） | 257 | 39.42 |
| 近年問題や相談等何もなかったが、対応をしたことがないが、 相談等あれば対応する予定 | 121 | 18.56 |
| 管内に該当する施設はあるが、対応する予定はない | 30 | 4.60 |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 18 |
|-----|----|

| | | |
|-------------------------|-----|------|
| 管内に該当する施設がないため対応したことがない | 22 | 3.37 |
| 管内に該当する施設がないため対応したことがない | 38 | 5.83 |
| わからない | 50 | 7.67 |
| 合計 | 652 | - |

問9おおよその頻度シート参照

10. 小規模な水道に対して水質検査の実施を指導していますか？（把握しているものがあれば全て選択してください）

| | N | % |
|--|-----|-------|
| 定期的に水質検査を行う機関に試料を持ち込むよう求めている | 27 | 3.55 |
| 定期的に水質検査の実施、結果の提出を求めている | 78 | 10.26 |
| 定期的に水質検査を実施するよう求めている | 161 | 21.18 |
| 問題や相談等があれば水質検査を実施するよう求めている | 198 | 26.05 |
| 管内に施設はあるが、特段水質検査の実施については指導していない | 104 | 13.68 |
| 管内に施設がないため、水質検査の実施について指導していないが、施設があれば定期的に水質検査の実施を求める予定である | 22 | 2.89 |
| 管内に施設がないため、水質検査の実施について指導していないが、施設があれば問題や相談等があれば水質検査を実施するよう求める予定である | 34 | 4.47 |
| 管内に施設がないため、水質検査の実施について指導していないが、施設があっても特段水質検査の実施については指導する予定はない | 30 | 3.95 |
| その他 | 106 | 13.95 |
| 合計 | 760 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 30 |
|-----|----|

問10その他シート参照

問10おおよその頻度シート参照

11. 小規模な水道が行う水質検査の料金を把握していますか？（把握しているものがあれば全て選択してください）

| | N | % |
|--|-----|-------|
| 公的機関で行政検査を実施しており、料金は行政で拠出している | 38 | 6.45 |
| 検査報告のあったものについては知っている（水道局や保健所等の地方公共団体の機関での検査実施により明らかであるものも含む） | 46 | 7.81 |
| 検査報告のあったものの一部について知っている（水道局や保健所等の地方公共団体の機関での検査実施により明らかであるものも含む） | 26 | 4.41 |
| 調査や相談の際に聞いたことがある | 38 | 6.45 |
| 水質検査料金については把握していない | 398 | 67.57 |
| その他 | 43 | 7.30 |
| 合計 | 589 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 36 |
|-----|----|

問11その他シート参照

12. 小規模な水道が実施している水質検査の項目数は把握していますか？（把握しているものがあれば全て選択してください）

| | N | % |
|---|-----|-------|
| 飲用井戸等衛生対策要領で示されている11項目 | 137 | 19.03 |
| 飲用井戸等衛生対策要領で示されている11項目から亜硝酸態窒素を除いた10項目（平成26年改正前の項目） | 20 | 2.78 |
| 11項目+その土地に必要な項目 | 65 | 9.03 |
| クリプトスポリジウム等関連項目（指標菌検査等） | 53 | 7.36 |
| 水道法に定められている51項目 | 96 | 13.33 |
| 管内に施設があるが、水質検査項目について把握していない | 184 | 25.56 |
| 管内に施設がないため、水質検査項目について把握していない | 83 | 11.53 |
| その他 | 82 | 11.39 |
| 合計 | 720 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 43 |
|-----|----|

問12その他シート参照

13. 把握している料金について教えてください（知り得た当時の金額、おおよその金額で構いません。）

| | N | % |
|--------|-----|-------|
| 把握している | 133 | 24.14 |
| わからない | 418 | 75.86 |
| 合計 | 551 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 49 |
|-----|----|

11項目 (左)

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 117 |
| 最大値 | 140800 |
| 最小値 | 1000 |
| 中央値 | 9000 |
| 平均値 | 10810.62 |
| 標準偏差 | 12919.29 |

11項目 (右)

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 34 |
| 最大値 | 140800 |
| 最小値 | 3000 |
| 中央値 | 9200 |
| 平均値 | 14558.53 |
| 標準偏差 | 22477.83 |

[問13_11項目](#)
[問13_11項目詳細](#)

51項目の場合 (左)

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 56 |
| 最大値 | 289000 |
| 最小値 | 8800 |
| 中央値 | 150000 |
| 平均値 | 148486.1 |
| 標準偏差 | 61124.97 |

51項目の場合 (右)

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 13 |
| 最大値 | 290000 |
| 最小値 | 73150 |
| 中央値 | 149890 |
| 平均値 | 162404.9 |
| 標準偏差 | 59427.64 |

[問13_51項目](#)
[問13_51項目詳細](#)

クリプトスポリジウム等指標菌検査 (左)

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 33 |
| 最大値 | 56100 |
| 最小値 | 3000 |
| 中央値 | 7300 |
| 平均値 | 15170 |
| 標準偏差 | 17106.92 |

クリプトスポリジウム等指標菌検査 (右)

| | |
|------|----------|
| 回答者数 | 8 |
| 最大値 | 40200 |
| 最小値 | 5000 |
| 中央値 | 17070 |
| 平均値 | 17945 |
| 標準偏差 | 11125.04 |

[問13_クリプトスポリジウム](#)
[問13_クリプトスポリジウム詳細](#)

14. 小規模な水道が水質検査を行う場合、どの程度の金額であれば実施可能と思いますか。(1施設/年あたりの費用)

1) 飲用井戸等衛生対策要領に基づき、11項目の水質検査を1年以内ごとに1回行う場合

| | N | % |
|------------------------|-----|-------|
| 3,000円/年以下 | 21 | 3.65 |
| 5,000円/年以下 | 32 | 5.57 |
| 10,000円/年以下 | 61 | 10.61 |
| 20,000円/年以下 | 12 | 2.09 |
| 30,000円/年以上でも実施可能 | 2 | 0.35 |
| 金額に関わらず検査が必要 | 84 | 14.61 |
| 行政機関が費用負担して実施することが望ましい | 2 | 0.35 |
| 金額に関わらず水質検査の実施は難しい | 16 | 2.78 |
| わからない | 336 | 58.43 |
| その他 | 9 | 1.57 |
| 合計 | 575 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 25 |
|-----|----|

[問14_1その他シート参照](#)

2) 水道法で定められている51項目の水質検査を行う場合

| | N | % |
|------------------------|-----|-------|
| 5,000円/年以下 | 15 | 2.62 |
| 10,000円/年以下 | 10 | 1.75 |
| 20,000円/年以下 | 12 | 2.09 |
| 30,000円/年以下 | 9 | 1.57 |
| 40,000円/年以下 | 0 | 0.00 |
| 50,000円/年以下 | 24 | 4.19 |
| 50,000円/年以上でも実施可能 | 7 | 1.22 |
| 金額に関わらず検査が必要 | 70 | 12.22 |
| 行政機関が費用負担して実施することが望ましい | 4 | 0.70 |
| 金額に関わらず水質検査の実施は難しい | 23 | 4.01 |
| わからない | 382 | 66.67 |
| その他 | 17 | 2.97 |
| 合計 | 573 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 27 |
|-----|----|

[問14_2その他シート参照](#)

15. 小規模な水道に対して、概ね3年以内に自治体として協力・支援等の対応をしたことがありますか？(複数選択可)

| | N | % |
|-------------------------------|-----|-------|
| 施設のある現地に行って現地の確認や助言等を行ったことがある | 150 | 19.53 |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 40 |
|-----|----|

| | | |
|--|-----|-------|
| 地域で講習会、研修会、相談会等を開催したことがある | 14 | 1.82 |
| 新しい情報を得た場合に周知したことがある (国等からの通知についての連絡、水質検査実施や感染症予防等の啓発などのお知らせ) | 42 | 5.47 |
| 相談等があり助言や説明などの対応したことがある | 195 | 25.39 |
| 事故や相談があったときに対応したことがある | 101 | 13.15 |
| 管内に施設があるが、対応したことがない | 171 | 22.27 |
| 管内に施設がないため、対応したことがない | 95 | 12.37 |
| 合計 | 768 | - |

16. 小規模な水道を持続させるために他機関からの協力（相談、助言等も含む）を得たいと思いますか？（複数選択可）

| | N | % |
|--------------------------|-----|-------|
| 国からの情報を得たい | 107 | 13.97 |
| 都道府県や近隣市町村と協力したい | 157 | 20.50 |
| 同一自治体の他部署と協力したい | 95 | 12.40 |
| 地元のNPO等の民間団体と協力したい | 17 | 2.22 |
| 大学や研究機関等の専門家と協力したい | 26 | 3.39 |
| 他からの協力は必要ない | 30 | 3.92 |
| 協力を得たいかどうかわからない（判断がつかない） | 240 | 31.33 |
| 管内に施設がないためわからない | 78 | 10.18 |
| その他 | 16 | 2.09 |
| 合計 | 766 | - |

未回答 25

17. 小規模な水道に関する事項で以下のような困りごとを聞いたことはありますか？

| | N | % |
|----------------------|-----|-------|
| 水量が足りない | 72 | 7.52 |
| 雨が降ると濁りが発生する | 90 | 9.39 |
| 水質が悪い | 95 | 9.92 |
| 水源がつまりやすい | 24 | 2.51 |
| 施設が老朽化している | 158 | 16.49 |
| 漏水が多い | 38 | 3.97 |
| ろ過池がつまりやすい | 5 | 0.52 |
| 砂の補填が難しい | 8 | 0.84 |
| 予算がない | 104 | 10.86 |
| 維持管理をする人が足りない | 118 | 12.32 |
| 市町村等の水道から水を引きたい | 99 | 10.33 |
| 近くの小規模な水道と管理等を一緒にしたい | 9 | 0.94 |
| 近くの小規模な水道と施設を統合したい | 9 | 0.94 |
| その他 | 129 | 13.47 |
| 合計 | 958 | - |

未回答 189

問17その他シート参照

18. 小規模な水道を持続させるために他機関からの協力（相談、助言等も含む）を得るとすれば、どのような内容が望ましいですか？

| | N | % |
|-------------------------------|-----|-------|
| 都道府県や近隣自治体と連携、事例紹介や相談体制を構築したい | 198 | 27.62 |
| 地域で講習会や勉強会、相談会を実施して欲しい | 60 | 8.37 |
| オンラインで講習会や勉強会、相談会があれば受けたい | 88 | 12.27 |
| 機材のレンタル、共同委託などの方法があれば知りたい | 38 | 5.30 |
| 専門家に相談したい、アドバイスを受けたい | 79 | 11.02 |
| 現地で活動できる人に来てほしい | 60 | 8.37 |
| 管内に該当する施設がないため、わからない | 82 | 11.44 |
| 協力や情報は必要ない | 72 | 10.04 |
| その他ご希望があればご記入ください | 40 | 5.58 |
| 合計 | 717 | - |

未回答 74

問18その他シート参照

19. 今後研究の一環として、管内の該当施設に対して、現地調査やオンライン調査を実施する場合、ご協力いただけますか？

| | N | % |
|-------|-----|-------|
| はい | 36 | 6.16 |
| いいえ | 73 | 12.50 |
| 状況による | 326 | 55.82 |
| わからない | 149 | 25.51 |
| 合計 | 584 | - |

未回答 16

20. 情報提供を受けるのであれば、どのような内容に関心がありますか？

| | N | % |
|-------------------|-------|-------|
| 水道行政制度の活用に関する情報 | 135 | 13.38 |
| 衛生確保対策に関する情報 | 256 | 25.37 |
| 施設の維持管理方法等の技術的な情報 | 222 | 22.00 |
| 水質検査に関する情報 | 177 | 17.54 |
| 他の小規模な水道についての情報 | 188 | 18.63 |
| その他 | 31 | 3.07 |
| 合計 | 1,009 | - |

| | |
|-----|----|
| 未回答 | 87 |
|-----|----|

[問20その他シート参照](#)

21. その他、本調査に関するご意見、今後に関するご要望等あればご記入ください。

1. 小規模な水道について、ご要望等があればご記入ください。

[問21小規模シート参照](#)

2. 本調査に関するご意見があればご記入ください。

[問21ご意見シート参照](#)

| 問20その他 | |
|--------------|--------------------------|
| 他自治体の情報 | 各自治体における小規模水道関係の所管部署 |
| | 他自治体の対応方法 |
| 財政制度 | 補助事業の有無 |
| | 行政の水質検査費用等の補助制度 |
| | 独立採算制や施設の持続に関すること |
| 小規模な水道に関する情報 | 実在する小規模水道の概要 |
| | 飲用井戸を使用することのリスク |
| | 問題があったときの対処方法 |
| その他 | 水道接続を指導しており、施設設置はないと思われる |
| | 情報提供不要 |
| | わからない |

| 小規模な水道についての意見、要望等 | |
|----------------------------|---|
| 小規模な水道に関する情報 | 小規模水道の施設規模（設備、給水量、給水戸数など）の実態を知りたい |
| | 井戸所有者（管理者）による水質検査の実施頻度の実態を知りたい |
| | 高齢化や人口減少による水道未普及地域の実態把握は非常に困難であり、先進地事例等の取り組みを知りたい |
| 他の自治体の情報 | 他自治体における小規模な水道の把握状況について知りたい |
| | 他自治体での事例等をとりまとめ周知して欲しい |
| | 各都道府県及び市町村の、小規模な水道への対応について聞きたい |
| 技術的な情報 | 漏水調査のノウハウを学べる機会が欲しい （業者委託では委託料が高額であるため、可能な範囲で組合員で実施することが望ましい） |
| | 水道施設の市への移管に関する手続等についての情報 |
| 国や都道府県への要望 （制度・情報共有・広報） | 施設規模に応じた規制や指導内容について、国として統一した規定の整備を行い、周知啓発して欲しい |
| | 小規模な飲用井戸については、法的な位置付けについて検討して欲しい |
| | 小規模な水道、特に井戸を把握する法的な制度が必要 |
| | 受水槽の有効容量が10立方メートル以下の施設に対しても、国が維持管理に関する規制を図ってほしい |
| | 水道事業へ取り込まれるため（給水区域内への統合）や単独で施設管理を委託しやすくなるための制度や支援を要望する |
| | 専門的、高度化した住民ニーズに対応するためには、国や都道府県の情報共有を進めることによって様々な知識や解決策などを持ち、より柔軟な行政運営が求められる |
| | 小規模水道は低料金であることが多く、水道事業の水道料金に納得してもらおうことが難しいため、小規模水道利用者に、一般的な水道料金に対する理解が広まってほしい |
| 給水義務と自己責任、過疎対策の整理をしてほしい | |
| 国や都道府県への要望 （補助金等の財政的負担） | 経済的負担制度の確立を求める |
| | 小規模な水道は自治体からの財政的支援を受けにくく、限られた集落で自主的に運営せざるを得ない状況であるため、地方創生の取り組みの一環として、限られた集落の少人数のためではあっても、ライフラインという特性を最大限考慮した財政支援が望ましい |
| | 施設修繕には条件を付けて補助金を交付しているが、水道行政としては水道料金の徴収をしていないため補助を拡充することは困難であり、このような修繕や水質管理等に補助できる制度が欲しい |
| | 補助制度を作るのであれば、地域の実態にあった内容で工事を行うために、地元の入札による精算方式の補助制度を作って欲しい |
| 権限移譲に伴う困 | 「第2次一括法」により県から権限移譲されたが、専門知識を有する職員がおらず、また専門性を持った職員（技術職）の設置も困難であるため、対応に苦慮する場面が多い |

| | |
|----------------------------|---|
| <p>りごとや意見</p> | <p>市としては当該事務を所管してからの年月が浅く、これまでの事例も少ないため判断に窮することが多々ある</p> <p>権限移譲により各市町村による裁量が大きい、人の生活衛生に直結するため、都道府県単位での統一した管理・運用が望ましい</p> |
| <p>小規模な水道施設における問題</p> | <p>人口減少、高齢化により、小規模な水道を地域で管理、運営していくことが困難となっている</p> <p>施設の老朽化が進み、水質の保全に不安がある</p> <p>飲料水供給施設については、現在地元管理で維持しているが、今後住民の高齢化により維持できない施設が出てくるものと予想される</p> |
| <p>水質検査</p> | <p>個人使用井戸には、普段飲用には使用していないものが多いが、災害等で上水道が使えない場合に使用することがあるため、その観点からも定期的な水質検査が重要と考える</p> |
| <p>相談対応や行政担当部署としての困りごと</p> | <p>住民からの小規模な水道に係る相談の際、具体的な内容について相談する先がなく、実務的に困ることがある</p> <p>一戸の住宅に給水する飲用井戸について、どの程度まで関わるべきか苦慮している (広報による啓発のみか、施設を把握し積極的な衛生指導を行うか)</p> <p>小規模水道を利用している人たちの高齢化や施設の老朽化が急激に進んでいて、持続が難しくなっているが、今後市がどこまで関与していくべきかがはっきりしない</p> <p>上水道の水源不足のため給水区域が拡大できず、上水道給水区域外に小規模水道施設が多数点在している状況で、このため市独自の補助金制度により施設整備などに補助を行っているが、財源が厳しい昨今、補助内容の見直しの検討を行っている。何か良い方策があれば教えて欲しい</p> <p>施設の老朽化等による補修工事が増えており、県にある小規模給水事業の補助制度を使いたいが、非常に難しい</p> <p>行政で状況把握できていない施設がほとんどである</p> |
| <p>指導方針、対応事例</p> | <p>一定規模の小規模な水道が水道事業の給水区域内に存在する場合には、上水への切り替えを強く指導することとしたい</p> <p>飲用井戸等、衛生面の維持管理が難しい施設は、水道への切り替えを第一選択とすべきと考える</p> <p>条例規制の対象外の施設についても、市によっては協議会に入れて定期的な講習会や検査のあっせん等を行っている自治体がある</p> <p>小規模水道や井戸等の使用を一部確認しているが、関連する条例・規則・要綱等を定めていないため、使用に当たっては飲用は避けるように、また、飲用する際は、自己で水質検査を実施した上で判断するよう指導をしている</p> |
| <p>その他</p> | <p>水道行政の方向性として、小規模な水道を持続させるのか？解消に努めるのではないのか？</p> |

| 本調査に関する意見等 | |
|-------------------------------|---|
| 調査趣旨に対する 問題提起、意見 | 水道普及率向上を目指してきたが、小規模水道を持続させることに重点を置く理由を知りたい (災害対策、エネルギー(資源)の地産地消、持続可能な社会の実現、といったことか) |
| | 本市では、高度経済成長期時代から地盤沈下が顕著で、市内の大部分が海拔0m以下地帯となっており、水害があったら市内の多くが浸水する地理的状況で、井戸の水没も予想され「小規模な水道の持続」自体必要かどうか疑問がある |
| | 「小規模な水道」には、生活の場が水道給水区域外にあるため「小規模な水道」を設けざるを得ない場合もあれば、水道給水区域内であるにも拘わらず単に高額な水道料金の支払い回避、水道への接続に要する経費(引き込み工事費又は加入金)の負担回避のために設けられる場合もある。目的とされている“「小規模な水道」の持続可能性の研究”が、生活上不可欠な前者を適切な衛生状態を維持したまま存続させるために必要な方策を探ることであればともかく、上水道へ接続し廃止させる方策を公衆衛生向上の観点からは求められる後者についても持続可能性の研究対象であるとすれば、その研究の意義は行政の観点からは理解することが出来ない。本アンケートはその点を明確にしないまま実施されており、アンケートの意義が理解できない回答者が多いと思われる。 |
| | 飲用井戸等の衛生管理が難しい施設を持続させるのではなく、解消させていく取り組みが必要であり、どうしても水道が敷設できない施設に限定して調査すべきと考える |
| | 小規模な水道に対する行政の組織体制(人員等)がどのような状況かの調査も必要と思う |
| | 調査の依頼文から、調査対象には「飲用井戸」との記載があり、「個人用飲用井戸」との違いが分からないため、その違いについて、各自治体に通知した方が良いと考える |
| 設問・回答選択肢 に対する問題点や 指摘、意見 | 本調査は各市町村にも聞いた方が充実した回答を得られる内容が多いのではないかと |
| | 一部、該当する選択肢がなかった。 |
| | 設問の設計の際には人によって認識に差が出ないようにも注意してもらえると回答しやすいと感じた |
| | 設問が抽象的すぎて分からない(特に、問9の「対応」) |
| | 複数の担当課にまたがる調査の場合、各施設の担当課から直接回答できるようにしてほしい |
| | 飲用井戸は環境部局、飲料水供給施設は水道行政担当部局等、自治体によっては担当部局が様々であり、設問を各施設の区分ごとに分けることも必要と考える |

回答時の困りごと、要望

| |
|--|
| <p>当市については、飲用井戸は環境部局、簡易専用水道以外の貯水槽水道は水道部局と管轄部署が違い、一括での回答が難しいため、今後、同様の調査がある際はそれぞれに依頼して欲しい</p> |
| <p>一つしか選べない問いがあり選択肢に苦慮した</p> |
| <p>質問対して回答選択肢が限定的であるものがあり、回答が難しいものがあった。</p> |
| <p>設問により対象施設の範囲が把握しづらいところがあった（個人用飲用井戸は対象外など）</p> |
| <p>管内には、小規模な水道として個人使用（もしくは、会社使用）の飲用井戸の施設が存在する程度なので、広域的な、いわゆる「水道」としては該当なしであったため、今回の調査はどこに該当させれば良いか分かりにくかった</p> |
| <p>届出制度を設けておらず相談等もないことから小規模な水道を把握できていないため、調査に協力することが難しい</p> |
| <p>当市の小規模水道は、市営、地元管理、民間等の施設があり、また把握していない水道（地区・個人施設、井戸等）も多くあるため、統一的な回答は難しい</p> |
| <p>管内に施設があっても担当部署が違うため把握できないケースがあり、設問の選択項目に把握していない」を追加してほしい</p> |
| <p>飲用井戸（一般用、業務用）の件数については、一般用飲用井戸に個人井戸も含んでいる</p> |
| <p>本調査への回答にあたっては、県で定める条例により、県の保健所が把握している町村に所在する小規模水道について回答を行う（市については、各市で条例等を定めている）</p> |
| <p>管内には件数を把握している町村と把握していない町村があるため、実際には回答件数より多いと思われる</p> |
| <p>定めた要綱は、水道法が適用されない小規模貯水槽の衛生管理を目的としており、井戸は対象としていない</p> |
| <p>簡易給水水道とは、水道事業の用に供する水道及び専用水道以外の水道であって、地下水を水源として飲料水を供給するものとしている（ただし、専ら1戸の住宅に供給するものを除く）が、施設を把握していないため回答ができない</p> |
| <p>回答入力については依頼メールを受けた当課が行ったが、内容詳細については別の部署に確認し作成した</p> |
| <p>飲料水供給施設（計画給水人口100人以下）について回答した</p> |
| <p>管内の「小規模な水道」について把握していないため、一部設問について「管内に施設がない」等の回答を選択している</p> |
| <p>飲料水供給施設については、合併した旧自治体が簡易水道と合わせて管理を続けていたため、ある程度の把握ができていますが、飲用井戸については、正確な情報がなく、本調査についても的確な回答ができない</p> |

回答の補足

| |
|--|
| 井戸についても県から「不十分な情報の井戸台帳」が移譲されたものの、個人農家住宅の使用されていないような井戸も数多くある状態で、その後加除・修正・把握もできていない |
| 水道部局で上水の契約をしていない世帯（人口）を調査することはできるが、本市ではそのような対応を行っていない |
| 本市では個人管理井戸は環境部局で対応している |
| 調査項目上、特設水道と飲用井戸を分けて回答することができないため、主に特設水道を前提に回答している |
| 業務用飲用井戸と特設水道では求める検査項目や、指導内容が異なる。 |
| 本市の場合、小規模な水道該当すると思われるものは、個人が敷地内に設置している井戸のみで、実態（使用形態）や、その数について当課では把握しておらず、調査へはその観点で回答している |
| 質問7及び12についての回答は特設水道に関するものであり、飲用井戸については届出制度がないため、以前に他部署より知り得た情報により把握している |
| 当県にある町（村はなし）の小規模水道に係る事務のうち、一部は事務移譲しており、残りは県保健所で担当していることから、B調査は県保健所及び事務移譲した町の現状を考慮した上で、本庁で回答する |
| 今回の調査の対象とならない個人用・事業用の飲用井戸に対する設問13の料金（飲用井戸等衛生対策要領の11項目+鉄、硬度：6,700円） |
| 当市に於いては、調査対象となっている「小規模な水道の衛生確保対策を直接所管する部署」は存在しない。家庭用の飲用井戸についても、個別の条例等なく、相談があった際は水質検査の案内等を行っている。今回は、所管する部署がないため、専用水道・簡易専用及を所管している当課から回答を行った。 （飲料水供給組合について専用水道の該当性を確認した際に、市内の飲料水供給組合の概要把握を行ったため。） |
| 本市では上水道等が整備されていない地域があり、その地域ではほとんどが飲用井戸である。本調査の趣旨や内容に合致しない回答があるかもしれないが、了承いただきたい |
| 条例・要領の所管についてはA調査で回答したとおりで、情報の把握や水質検査の指導等は給水施設に対して実施している（飲用井戸等は問題があった際などに対応） |
| 問12について、水質検査項目は給水施設で10項目、飲用井戸等で11項目としている |
| 条例の対象となる施設については把握しているが、各家庭で利用しているようなごく小規模な飲用井戸については把握していない |
| 飲用井戸の件数は平成25年に県から権限移譲を受けた時に引き継いだ平成元年度調査の数字を参考に推計したものであり、実際の個人が設置した飲用井戸の件数等の情報は把握していない |

| | |
|------------------|--|
| 把握していない施設についての情報 | 本市では、施設はあるが把握ができていない状況 (市から補助金等を出したものについては、一部情報がある程度) |
| | 件数及び所在地(市町村まで)のみを把握しており、施設名等は把握していない |
| | 飲用井戸(一般用井戸、業務用井戸)については、届出等の制度はなく、県が管轄する区域についての状況は把握していない |
| | 50から100人は県条例の対象であり把握しているが、50人未満は把握していない |
| | 担当しているのは飲用井戸だけで、個々の情報の把握はしていない |
| | 民間の管理のため把握していない |
| | 一般飲用井戸については把握していない |
| | 一般用飲用井戸等の情報は把握していない |
| 小規模な水道への対策 | 小規模な水道は限界集落に位置することが多く、技術的助言を得る以前に、物理的な維持管理方法(人員、費用)の確保が急務と考える |
| | 行政からの技術的支援があっても、飲料水供給施設の実際の管理は組合員であるため、管理体制への支援も必要になってくると思われる |
| | 飲用井戸は個人・企業の所有であるため管理を続けることは難しくないが、飲料水供給施設(組合営水道など)では、管理者の確保が難しくなっている |
| 水道への接続 | 地下水の汚染等により水質が変化しやすいため、上水道への加入が望ましいと考えている |
| | 井戸水の飲用を推奨しておらず、水道敷設を指導している |
| 指導方針等 | 管内では井戸を設置している区民宅があるが、地下水の汚染等により水質が変化しやすいため、飲用をすすめておらず、水撒きなど飲用以外の用途に使用するよう、設置者に指導している |
| | 保健所が実施する井戸水の水質検査は、過去に地下水汚染があった地域の汚染実態の追跡を目的として行っており、飲用適の確認を目的としていない |
| 権限移譲に伴う困りごと | 平成25年度の権限移譲で市町村の事務とされているが、当市水道事業は広域化され、水道等に対する技術的知見を有する職員がいないため、事例発生時や検査等の対応に苦慮している |
| 調査後の要望 | 今後、他都市の状況等を参考としたいので、本調査成果について提供していただきたい |
| | 住民自治を進めていく上では、地域の小規模水道運営に関する問題は緊急の課題となるため、このアンケートを通して、自治体職員の問題意識の向上やアンケート結果の公表により、行政と民間企業が一体となって解決できればと考える |
| | 調査、研究から判明する課題を国(厚生労働省)に伝えて、小規模水道の施策に役立てて欲しい |

B 調査(設問 21)その他、本調査に関するご意見、今後に関するご要望等あればご記入ください。

①小規模な水道についての意見、要望等

【小規模な水道に関する情報】

- ・小規模水道の施設規模(設備、給水量、給水戸数など)の実態を知りたい
- ・井戸所有者(管理者)による水質検査の実施頻度の実態を知りたい
- ・高齢化や人口減少による水道未普及地域の実態把握は非常に困難であり、先進地事例等の取り組みを知りたい

【他の自治体の情報】

- ・他自治体における小規模な水道の把握状況について知りたい
- ・他自治体での事例等をとりまとめ周知して欲しい
- ・各都道府県及び市町村の、小規模な水道への対応について聞きたい

【技術的な情報】

- ・漏水調査のノウハウを学べる機会が欲しい
(業者委託では委託料が高額であるため、可能な範囲で組合員で実施することが望ましい)
- ・水道施設の市への移管に関する手続等についての情報

【国や都道府県への要望(制度・情報共有・広報)】

- ・施設規模に応じた規制や指導内容について、国として統一した規定の整備を行い、周知啓発して欲しい
- ・小規模な飲用井戸については、法的な位置付けについて検討して欲しい
- ・小規模な水道、特に井戸を把握する法的な制度が必要
- ・受水槽の有効容量が10立方メートル以下の施設に対しても、国が維持管理に関する規制を図ってほしい
- ・水道事業へ取り込まれるため(給水区域内への統合)や単独で施設管理を委託しやすくなるための制度や支援を要望する
- ・専門的、高度化した住民ニーズに対応するためには、国や都道府県の情報共有を進めることによって様々な知識や解決策などをもち、より柔軟な行政運営が求められる
- ・小規模水道は低料金であることが多く、水道事業の水道料金に納得してもらうことが難しいため、小規模水道利用者に、一般的な水道料金に対する理解が広まってほしい
- ・給水義務と自己責任、過疎対策の整理をしてほしい

【国や都道府県への要望(補助金等の財政的負担)】

- ・経済的負担制度の確立を求める
- ・小規模な水道は自治体からの財政的支援を受けにくく、限られた集落で自主的に運営せざるを得ない状況であるため、地方創生の取り組みの一環として、限られた集落の少人数のためではあっても、ライフラインという特性を最大限考慮した財政支援が望ましい
- ・施設修繕には条件を付けて補助金を交付しているが、水道行政としては水道料金の徴収をしていないため補助を拡充することは困難であり、このような修繕や水質管理等に補助できる制度が欲しい

- ・補助制度を作るのであれば、地域の実態にあった内容で工事を行うために、地元の入札による精算方式の補助制度を作って欲しい

【権限移譲に伴う困りごとや意見】

- ・「第2次一括法」により県から権限移譲されたが、専門知識を有する職員がおらず、また専門性を持った職員(技術職)の設置も困難であるため、対応に苦慮する場面が多い
- ・市としては当該事務を所管してからの年月が浅く、これまでの事例も少ないため判断に窮することが多々ある
- ・権限移譲により各市町村による裁量が大いだが、人の生活衛生に直結するため、都道府県単位での統一した管理・運用が望ましい

【小規模な水道施設における問題】

- ・人口減少、高齢化により、小規模な水道を地域で管理、運営していくことが困難となっている
- ・施設の老朽化が進み、水質の保全に不安がある
- ・飲料水供給施設については、現在地元管理で維持しているが、今後住民の高齢化により維持できない施設が出てくるものと予想される

【水質検査】

- ・個人使用井戸には、普段飲用には使用していないものが多くあるが、災害等で上水道が使えない場合に使用することがあるため、その観点からも定期的な水質検査が重要と考える

【相談対応や行政担当部署としての困りごと】

- ・住民からの小規模な水道に係る相談の際、具体的な内容について相談する先がなく、実務的に困ることがある
- ・一戸の住宅に給水する飲用井戸について、どの程度まで関わるべきか苦慮している
(広報による啓発のみか、施設を把握し積極的な衛生指導を行うか)
- ・小規模水道を利用している人たちの高齢化や施設の老朽化が急激に進んでいて、持続が難しくなってきたが、今後市がどこまで関与していくべきかがはっきりしない
- ・上水道の水源不足のため給水区域が拡大できず、上水道給水区域外に小規模水道施設が多数点在している状況で、このため市独自の補助金制度により施設整備などに補助を行っているが、財源が厳しい昨今、補助内容の見直しの検討を行っている。何か良い方策があれば教えて欲しい
- ・施設の老朽化等による補修工事が増えており、県にある小規模給水事業の補助制度を使いたいのが、非常に難しい
- ・行政で状況把握できていない施設がほとんどである

【指導方針、対応事例】

- ・一定規模の小規模な水道が水道事業の給水区域内に存在する場合には、上水への切り替えを強く指導することとしたい
- ・飲用井戸等、衛生面の維持管理が難しい施設は、水道への切り替えを第一選択とすべきと考える
- ・条例規制の対象外の施設についても、市によっては協議会に入れて定期的な講習会や検査の

あっせん等を行っている自治体がある

- ・小規模水道や井戸等の使用を一部確認しているが、関連する条例・規則・要綱等を定めていないため、使用に当たっては飲用は避けるように、また、飲用する際は、自己で水質検査を実施した上で判断するよう指導をしている

【その他】

- ・水道行政の方向性として、小規模な水道を持続させるのか？解消に努めるのではないのか？

②本調査に関する意見等

【調査趣旨に対する問題提起、意見】

- ・水道普及率向上を目指してきたが、小規模水道を持続させることに重点を置く理由を知りたい（災害対策、エネルギー(資源)の地産地消、持続可能な社会の実現、といったことか)
- ・本市では、高度経済成長期時代から地盤沈下が顕著で、市内の大部分が海拔0m以下地帯となっており、水害があったら市内の多くが浸水する地理的状況で、井戸の水没も予想され「小規模な水道の持続」自体必要かどうか疑問がある
- ・「小規模な水道」には、生活の場が水道給水区域外にあるため「小規模な水道」を設けざるを得ない場合もあれば、水道給水区域内であるにも拘わらず単に高額な水道料金の支払い回避、水道への接続に要する経費(引き込み工事費又は加入金)の負担回避のために設けられる場合もある。目的とされている“「小規模な水道」の持続可能性の研究”が、生活上不可欠な前者を適切な衛生状態を維持したまま存続させるために必要な方策を探ることであればともかく、上水道へ接続し廃止させる方策を公衆衛生向上の観点からは求められる後者についても持続可能性の研究対象であるとするれば、その研究の意義は行政の観点からは理解することが出来ない。本アンケートはその点を明確にしないまま実施されており、アンケートの意義が理解できない回答者が多いと思われる。
- ・飲用井戸等の衛生管理が難しい施設を持続させるのではなく、解消させていく取り組みが必要であり、どうしても水道が敷設できない施設に限定して調査すべきと考える
- ・小規模な水道に対する行政の組織体制(人員等)がどの様な状況かの調査も必要と思う

【設問・回答選択肢に対する問題点や指摘、意見】

- ・調査の依頼文から、調査対象には「飲用井戸」との記載があり、「個人用飲用井戸」との違いが分からないため、その違いについて、各自治体に通知した方が良いと考える
- ・本調査は各市町村にも聞いた方が充実した回答を得られる内容が多いのではないか
- ・一部、該当する選択肢がなかった。
- ・設問の設計の際には人によって認識に差が出ないように注意してもらえると回答しやすいと感じた
- ・設問が抽象的すぎて分からない(特に、問9の「対応」)

【回答時の困りごと、要望】

- ・複数の担当課にまたがる調査の場合、各施設の担当課から直接回答できるようにして欲しい
- ・飲用井戸は環境部局、飲料水供給施設は水道行政担当部局等、自治体によっては担当部局

が様々であり、設問を各施設の区分ごとに分けることも必要と考える

- ・当市については、飲用井戸は環境部局、簡易専用水道以外の貯水槽水道は水道部局と管轄部署が違い、一括での回答が難しいため、今後、同様の調査がある際はそれぞれに依頼して欲しい
- ・一つしか選べない問いがあり選択肢に苦慮した
- ・質問対して回答選択肢が限定的であるものがあり、回答が難しいものがあった。
- ・設問により対象施設の範囲が把握しづらいところがあった(個人用飲用井戸は対象外など)
- ・管内には、小規模な水道として個人使用(もしくは、会社使用)の飲用井戸の施設が存在する程度なので、広域的な、いわゆる「水道」としては該当なしであったため、今回の調査はどこに該当させれば良いか分かりにくかった
- ・届出制度を設けておらず相談等もないことから小規模な水道を把握できていないため、調査に協力することが難しい
- ・当市の小規模水道は、市営、地元管理、民間等の施設があり、また把握していない水道(地区・個人施設、井戸等)も多くあるため、統一的な回答は難しい
- ・管内に施設があっても担当部署が違いため把握できないケースがあり、設問の選択項目に把握していない」を追加してほしい

【回答の補足】

- ・飲用井戸(一般用、業務用)の件数については、一般用飲用井戸に個人井戸も含んでいる
- ・本調査への回答にあたっては、県で定める条例により、県の保健所が把握している町村に所在する小規模水道について回答を行う(市については、各市で条例等を定めている)
- ・管内には件数を把握している町村と把握していない町村があるため、実際には回答件数より多いと思われる
- ・定めた要綱は、水道法が適用されない小規模貯水槽の衛生管理を目的としており、井戸は対象としていない
- ・簡易給水水道とは、水道事業の用に供する水道及び専用水道以外の水道であって、地下水を水源として飲料水を供給するものとしている(ただし、専ら1戸の住宅に供給するものを除く)が、施設を把握していないため回答ができない
- ・回答入力については依頼メールを受けた当課が行ったが、内容詳細については別の部署に確認し作成した
- ・飲料水供給施設(計画給水人口100人以下)について回答した
- ・管内の「小規模な水道」について把握していないため、一部設問について「管内に施設がない」等の回答を選択している
- ・飲料水供給施設については、合併した旧自治体が簡易水道と合わせて管理を続けていたため、ある程度の把握ができているが、飲用井戸については、正確な情報がなく、本調査についても的確な回答ができない
- ・井戸についても県から「不十分な情報の井戸台帳」が移譲されたものの、個人農家住宅の使用されていないような井戸も数多くある状態で、その後加除・修正・把握もできていない

- ・水道部局で上水の契約をしていない世帯(人口)を調査することはできるが、本市ではそのような対応を行っていない
- ・本市では個人管理井戸は環境部局で対応している
- ・調査項目上、特設水道と飲用井戸を分けて回答することができないため、主に特設水道を前提に回答している
- ・業務用飲用井戸と特設水道では求める検査項目や、指導内容が異なる。
- ・本市の場合、小規模な水道該当と思われるものは、個人が敷地内に設置している井戸のみで、実態(使用形態)や、その数について当課では把握しておらず、調査へはその観点で回答している
- ・質問7及び12についての回答は特設水道に関するものであり、飲用井戸については届出制度がないため、以前に他部署より知り得た情報により把握している
- ・当県にある町(村はなし)の小規模水道に係る事務のうち、一部は事務移譲しており、残りは県保健所で担当していることから、B調査は県保健所及び事務移譲した町の現状を考慮した上で、本庁で回答する
- ・今回の調査の対象とならない個人用・事業用の飲用井戸に対する設問13の料金(飲用井戸等衛生対策要領の11項目+鉄、硬度:6,700円)
- ・当市に於いては、調査対象となっている「小規模な水道の衛生確保対策を直接所管する部署」は存在しない。家庭用の飲用井戸についても、個別の条例等なく、相談があった際は水質検査の案内等を行っている。今回は、所管する部署がないため、専用水道・簡易専用及を所管している当課から回答を行った。(飲料水供給組合について専用水道の該当性を確認した際に、市内の飲料水供給組合の概要把握を行ったため。)
- ・本市では上水道等が整備されていない地域があり、その地域ではほとんどが飲用井戸である。本調査の趣旨や内容に合致しない回答があるかもしれないが、了承いただきたい
- ・条例・要領の所管についてはA調査で回答したとおりで、情報の把握や水質検査の指導等は給水施設に対して実施している(飲用井戸等は問題があった際などに対応)
- ・問12について、水質検査項目は給水施設で10項目、飲用井戸等で11項目としている

【把握していない施設についての情報】

- ・条例の対象となる施設については把握しているが、各家庭で利用しているようなごく小規模な飲用井戸については把握していない
- ・飲用井戸の件数は平成25年に県から権限移譲を受けた時に引き継いだ平成元年度調査の数字を参考に推計したものであり、実際の個人が設置した飲用井戸の件数等の情報は把握していない
- ・本市では、施設はあるが把握ができていない状況(市から補助金等を出したのものについては、一部情報がある程度)
- ・件数及び所在地(市町村まで)のみを把握しており、施設名等は把握していない
- ・飲用井戸(一般用井戸、業務用井戸)については、届出等の制度はなく、県が管轄する区域についての状況は把握していない

- ・50から100人は県条例の対象であり把握しているが、50人未満は把握していない
- ・担当しているのは飲用井戸だけで、個々の情報の把握はしていない
- ・民間の管理のため把握していない
- ・一般飲用井戸については把握していない
- ・一般用飲用井戸等の情報は把握していない

【小規模な水道への対策】

- ・小規模な水道は限界集落に位置することが多く、技術的助言を得る以前に、物理的な維持管理方法(人員、費用)の確保が急務と考える
- ・行政からの技術的支援があっても、飲料水供給施設の実際の管理は組合員であるため、管理体制への支援も必要になってくると思われる
- ・飲用井戸は個人・企業の所有であるため管理を続けることは難しくないが、飲料水供給施設(組合営水道など)では、管理者の確保が難しくなっている

【水道への接続】

- ・地下水の汚染等により水質が変化しやすいため、上水道への加入が望ましいと考えている
- ・井戸水の飲用を推奨しておらず、水道敷設を指導している

【指導方針等】

- ・管内では井戸を設置している区民宅があるが、地下水の汚染等により水質が変化しやすいため、飲用をすすめておらず、水撒きなど飲用以外の用途に使用するよう、設置者に指導している
- ・保健所が実施する井戸水の水質検査は、過去に地下水汚染があった地域の汚染実態の追跡を目的として行っており、飲用適の確認を目的としていない

【権限移譲に伴う困りごと】

- ・平成25年度の権限移譲で市町村の事務とされているが、当市水道事業は広域化され、水道等に対する技術的知見を有する職員がいないため、事例発生時や検査等の対応に苦慮している

【調査後の要望】

- ・今後、他都市の状況等を参考としたいので、本調査成果について提供していただきたい
- ・住民自治を進めていく上では、地域の小規模水道運営に関する問題は緊急の課題となるため、このアンケートを通して、自治体職員の問題意識の向上やアンケート結果の公表により、行政と民間企業が一体となって解決できればと考える
- ・調査、研究から判明する課題を国(厚生労働省)に伝えて、小規模水道の施策に役立てて欲しい

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
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（20LA1005）
分担研究報告書

小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2

研究代表者 浅見 真理 国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官
研究分担者 伊藤 禎彦 京都大学大学院工学研究科 教授
研究協力者 木村 昌弘 国立保健医療科学院 客員研究員（元大阪府水道部理事）

研究要旨：

高齢化及び人口減少等により、小規模な上水道や簡易水道では水道事業の維持が大きな課題の一つであるが、給水人口が100人以下の飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）にあつては、影響が特に大きく、飲料水を含む生活用水を供給する水道の施設・財政・維持管理・衛生確保の様々な面で多くの問題を抱え、水道の維持が困難となりつつある。このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制作りを目的として、そのための方策を検討する研究を行った。

過疎化地域において、最も基本的な社会基盤となる小規模水道の問題がさらに重要性を増している。本報告では、過疎化地域等での小規模水道に焦点を当て、モデル地区での将来の経営シミュレーション等を行うとともに今後の最適な給水形態等を評価する一般的な手法を検討した。

A. 研究目的

昭和32年の水道法制定後、水道の普及に伴い、水道法で規制されている水道の全国普及率は約98%を達成しているが、一方で、水道法適用外の小規模水道や飲用井戸等により生活用水を確保している水道未普及地域等が存在している。

水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制作りを目的として、そのための方策を検討する研究を行った。

B. 研究方法

本研究では、特に経営環境が厳しい人口5千人未満の過疎町村にある簡易水道事業を選定し、近接した3集落の独立した小規模水道を対象に、施設統合や運搬給水など様々なシステムや多様な給水形態を導入した場合について、今後60年間の経営シミュレーション等を行った。これらの結果を基に一人一月当たりの平均費用負担額を評価基準として、今後の給水システムについて施設統合や自立分散型、運搬給水や非飲用水給水の導入などの優位性を評価し、今後これらの地区で導入すべき最適なシステムについて検討した。

さらに、こうした評価手法が他の多くの小規模水道の今後の最適なシステムや給水形態についての検討に利用できるよう、簡易で汎用的な評価手法を検討した。

C. 研究結果及びD. 考察

1. モデル地区での検討

1.1 検討ケース

今回対象としたモデル3地区 (e, f, g) の施設統合効果や今後の望ましい給水形態等を検討するために以下のケースについて検討した。

- (1) 供給システム：現状分散型 (Ⅰ)、3地区統合型 (Ⅱ)、自立分散型 (Ⅲ) の3種
- (2) 給水形態：通常飲用水供給ケース①、簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配するケース②、無処理水を供給し非飲用生活用水は各戸浄水装置で処理、飲用水は宅配するケース③、送配水管路を敷設せず飲用水を各戸に運搬給水するケース④の4種
- (3) 管路パターン：耐用年数60年と30年の2種
- (4) 補助金等：ある場合、ない場合の2種

1.2 検討条件

今回の経営シミュレーションでは、モデル地区の給水人口の推移や管路状況を踏まえて、一人一月当たりの平均費用負担額を算定した。各費用の算定は、前年度と同じく厚生労働省報告を基に実施した。

一人当たりの給水量は、K₁村の給水実績を用い、将来人口は国立社会保障・人口問題研究所の推計値を基に設定した。

1.3 モデル地区でのシミュレーション結果のまとめ

- (1) 現状の給水システムを統合型 (Ⅱ) や自立分散型 (Ⅲ) に移行することにより費用負担は減少する。
- (2) これらの地区においては、補助金がなく管路の耐用年数30年のパターンAでは、当初は自立分散型 (Ⅲ) ケース①cで整備し、35年以降は統合型 (Ⅱ) 運搬給水ケース④cへ移行することが最適なシステムとなった。ただし、この管路パターンAでは60年間の一人一月平均負担額は9.1千円となり、当初の負担額の倍近くになると想定される。
- (3) 管路の耐用年数が60年のパターンBの場合には、最適なシステムは、当初は同じく自立分散型 (Ⅲ) ケース①cで整備し、35年以降はe, f地区では同じ自立分散型 (Ⅲ) で通常給水ケース①cを継続することとなるが、給水人口が少ないg地区では自立分散型 (Ⅲ) で非飲用水を給水し飲用水は宅配するケース②となった。
- (4) 補助金がある場合には、すべての期間で3地区を統合する統合型 (Ⅱ) で簡易な浄水装置を用いる通常給水ケース①cが費用的に望ましい結果となった。

2. シミュレーションの一般化へ向けた検討

2.1 シミュレーションの簡便化手法について

本研究では、これまで厚労省報告で用いられた手法を基に、2町村5地区で経営シミュレーションを実施してきたが、これらを一般化するために、より簡便で汎用的な手法について検討した。

簡便化では、将来人口推計モデルの設定、安価な浄水装置への絞り込み、費用関数の設定、運搬給水の多様化、一人当たりの給水量の基準化等を行った。

運搬給水は、地理的地形的条件を加味して、これまでの4 tタンク車で各戸に運搬給水するケース④c①に加え、より小型の2 tタンク車で各戸に給水するケース④c2、及び4 tタンク車で配水池まで運搬給水するケース⑤cを追加した。

2.2 今後30年間の一人一月平均費用負担額の評価結果について

(1) 給水人口が100人の場合は単位配管延長が10m/人では、通常給水ケース①cが2.4千円/月と最も費用負担が少なく、これが100m/人になると運搬給水ケース④c1が7.1千円/人/月と最も少なくなった。

(2) 総管路延長を5.0kmとすると、給水人口が運搬給水ケース④c1では95人、ケース④c2では65人より少ない場合に、通常給水ケース①cより有利となった。

(3) 通常給水ケース①より非飲用ケース②が有利となる条件は給水人口が24人以下の場合で、非飲用ケース②より非飲用ケース③が有利となる条件は給水人口が2人以下となった。

(4) 各戸に運搬給水するケース④c1.2が、すべて管路で給水するケース①②③より有利となる境界は、給水人口と送・配水管路延長で判断できる。初期給水人口が100人の場合は、ケース④c1では送配水管延長が約4.6kmより短いと、通常給水ケース①cが有利であるが、それ以上長くなると運搬給水が有利となる。

2 tタンク車を用いるケース④c2では、この境界は約6.7kmとなる。これは4t車に比べ運搬の回数が増え、人件費等が増加するためである。

(5) 配水池まで運搬給水するケース⑤cが運搬給水以外のケースより有利となる境界は、給水人口と送水管路延長で判断できる。初期給水人口が100人では、送水管延長が約3.6km以上となるとこの運搬給水が優位となる。

地区周辺に水源がなく、遠方から送水管で配水池まで給水する必要がある場合に、この運搬給水方式は優位になる可能性がある。

(6) 30年間の個人の平均負担額が1万円/人/月を超える条件は、運搬給水ケース④c1では、給水人口が30人の場合に送配水管延長が1.9km（総管路延長では2.2km）、ケース④c2では、2.8km（総管路延長では2.2km）、ケース⑤cでは、送水管延長が0.8km（総管路延長で7.2km）より長い場合となる。

2.3 今後の課題と考察

今回の検討で、小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでな

く、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効となることが明らかとなった。また、今後の望ましいシステムの汎用的な評価手法についても検討したが、今回の検討では金利や人件費などの維持管理費は考慮しておらず、これらが評価結果に及ぼす影響の検討を行う必要がある。さらに、支払い限度額などを設定し、適正な費用負担額となるよう制度面や技術面での対応案を検討していく必要がある。

E. 結論

小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでなく、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効である場合があることが明らかとなった。小規模水道が多く存在する過疎地域は、国土の保全や健全な水循環の形成に重要な役割を担っており、人口減少や高齢化の先行地域であるこれらの集落の抱える水道等の問題に対して積極的に対処していく必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

木村昌弘，浅見真理、伊藤禎彦；小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション：令和3年度全国水道研究発表会。

浅見真理．国内外における小規模水道の現状と取組み．水環境学会シンポジウム．2021.9.14 オンライン．

3. その他

(1) 総説・解説

なし

(2) 講演等

浅見真理．日本の小規模水道の現状と今後の展望．わくわくネット．2021.7.11

浅見真理．国内外における小規模水道の現状と取組み．九州ブロック水道事業実務担当者専門研修会．2022.9.29 オンライン（熊本県）

浅見真理．小規模水供給システムの現状と今後の展望．日本水環境学会産官学協力委員会・水環境懇話会．2022.11.24.

浅見真理．国内外における小規模水道の現状と取組み．長野県水道研修会．2021.12.16

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<別添>

- ・小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2

<別添>

小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2

目次

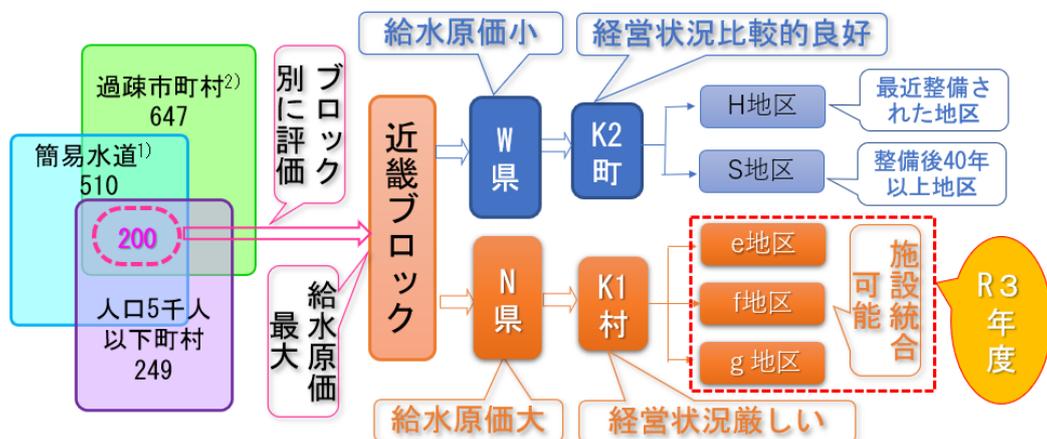
| | |
|------------------------------------|----|
| 1. モデル地区での検討 | |
| 1.1 モデル地区の選定 | 2 |
| 1.2 モデル地区の概要 | 2 |
| 1.3 モデル地区での検討ケース | 3 |
| 1.4 一人当たり費用負担額の計算フロー | 5 |
| 1.5 モデル地区でのシミュレーション結果のまとめ | 6 |
| 2. シミュレーションの一般化へ向けた検討 | |
| 2.1 シミュレーションの簡便化手法について | 11 |
| 2.2 今後30年間の一人一月平均費用負担額の評価（評価2）について | 14 |
| 2.3 評価2による各ケース別30年後の費用負担の優位性の比較 | 15 |
| 3. 今後の課題 | 18 |

<別添参考資料>

1. モデル地区での検討

1.1 モデル地区の選定

近畿ブロック 5 千以下の過疎町村の簡易水道の中でも、特に経営環境の厳しい N 県 K1 村の 3 地区を検討のモデル地区に選定した。



出典：1)H30簡易水道事業年鑑（事業単位）
2)過疎地域のデータベース（全国過疎地域自立促進連盟）

図 1.1.1 モデル地区の選定フロー

1.2 モデル地区の概要

K₁ 村の簡易水道は事業統合により現在では 1 つの簡易水道となっているが、施設統合は行われず、現在も 12 か所の地区で独自の給水が行われている。

今回、これらの中から互いに近接し統合可能な 3 地区をモデル地区として抽出した。



図 1.2.1 K₁ 村の簡易水道とモデル地区の概要

1.3 モデル地区での検討ケース

モデル3地区の施設統合効果や今後の望ましい給水形態等を検討するために3種の供給システムを設定し、4種の給水形態、2種の管路パターン別に、補助金ありなしの各場合について、2種類の評価基準で評価した。



図 1.3.1 モデル地区の検討ケース一覧図

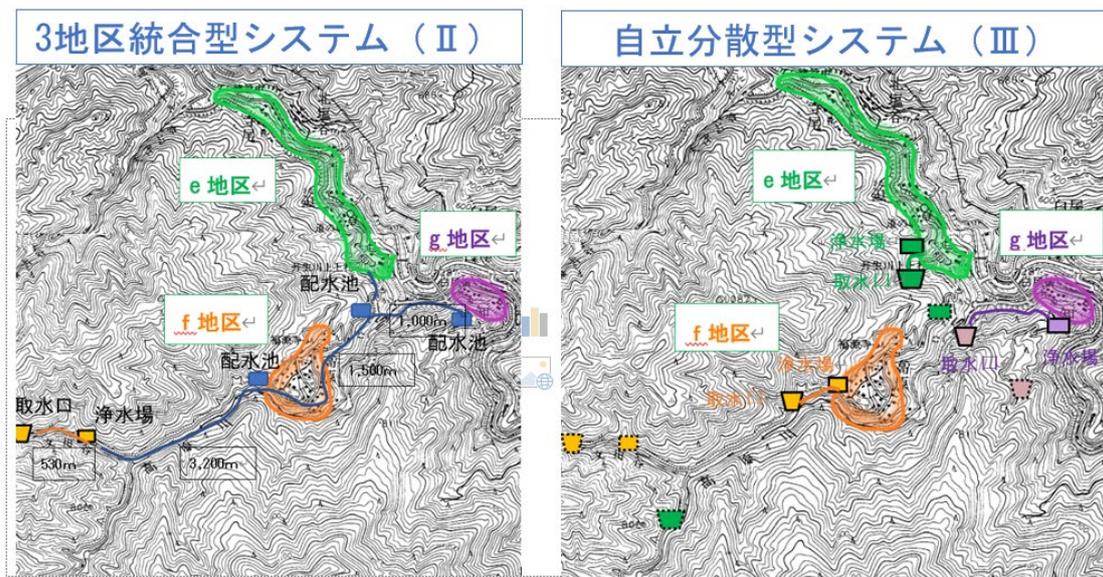


図 1.3.2 新たな供給システム

表 1.3.1 供給システムの種類

| 型 | 供給システム | システム名 |
|-----|------------------------|------------|
| I | 3地区個別に分散して供給する現状のシステム | 現状分散型（I） |
| II | 3地区の施設を統合して供給するシステム | 施設統合型（II） |
| III | 直近の水源から個別に取水して給水するシステム | 自立分散型（III） |

表 1.3.2 給水形態の種類

| ケース | 水道の給水形態 | 形態名 |
|-----|----------------------------------|----------|
| ① | 浄水処理した飲用水を供給する現在の給水形態 | （飲用水道） |
| ② | 簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配 | （非飲用水道1） |
| ③ | 無処理水を供給し非飲用生活用水は各戸浄水装置で処理、飲用水は宅配 | （非飲用水道2） |
| ④ | 送配水管路を敷設せず飲用水を各戸に運搬給水 | （運搬給水水道） |

表 1.3.3 浄水処理施設の種類の種類

| | 浄水処理施設の種類の種類 | 耐用年数 |
|---|------------------------|------|
| a | 緩速ろ過施設実績値（予備池、造成費等を含む） | 30年 |
| b | 小型浄水装置（膜ろ過）施設 | 20年 |
| c | 小型浄水装置（井戸・沢水用） | 20年 |

表 1.3.4 管路費用負担形態の種類

| | 耐用年数 | 費用負担の方法 |
|-------|------|-----------------------------|
| パターンA | 30年 | 30年間で費用（起債）償還（毎年費用の1/30を負担） |
| パターンB | 60年 | 費用償還（償却）期間30年、残期間の費用負担は0 |

表 1.3.5 補助金等の有無

| 補助金等 | 補助金等の割合 |
|---------|---------------|
| 1) 投入なし | - |
| 2) 投入あり | 更新事業（建設）費の73% |

表 1.3.6 評価基準の種類

| | 評価の種類 | 算定式 |
|-----|---------------------|---|
| 評価1 | 各期一人当たり平均負担額（円/人/月） | $C_{ia} = M_i / N_{ia}$ |
| 評価2 | 一人生涯平均負担額（円/人/月） | $C_{ipa} = \text{AVERAGE}(C_{0a} : C_{ia})$ |

i: 経過年次, N_i : i年度の人口（人）, $i \sim i+5$: 期間, N_{ia} : 各期平均人口（人）, M_i : 各期一月平均費用（円/月）

1.4 一人当たり費用負担額の計算フロー

今回の経営シミュレーションでは、モデル地区の給水人口の推移や管路状況を踏まえて、以下のフローで一人一月当たりの費用負担額を算定した。各費用の算定は、前年度と同じく厚生労働省報告を基に実施した。

一人当たりの給水量は、K₁ 村の給水実績から、最大給水量 630L/人/日、有収水量 305L/人/日とした。



16

図 1.4.1 今回の経営シミュレーションのフロー

表 1.4.1 モデル地区の管路延長と給水量

| | e 地区 | f 地区 | g 地区 | 合計 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| 管路延長(km) | 9.3 | 7.5 | 3.2 | 20.0 |
| 最大給水量(m ³ /日) | 74 | 63 | 23 | 160 |
| 有収水量(m ³ /日) | 36 | 30 | 11 | 77 |

表 1.4.2 今後の給水人口の推移と供給システム別の管路延長

| | 給水人口推移(人) | | | | | | | 管路延長(km) | | |
|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|
| | 2015 | 2025 | 2035 | 2045 | 2055 | 2065 | 2075 | I | II | III |
| e 地区 | 118 | 87 | 64 | 45 | 34 | 27 | 23 | 9.3 | | 5.7 |
| f 地区 | 100 | 74 | 54 | 38 | 29 | 23 | 20 | 7.5 | | 4.4 |
| e 地区 | 36 | 27 | 19 | 14 | 10 | 8 | 7 | 3.2 | | 2.2 |
| 3 地区計 | 254 | 188 | 137 | 97 | 73 | 58 | 50 | 20.0 | 20.0 | 12.3 |

1.5 モデル地区でのシミュレーション結果のまとめ

(1) 経過年別の最も費用負担が少ない給水形態

1) e 地区

世代の公平性を考慮した評価2による今後の最も負担の少ない給水形態は、現況分散型（Ⅰ）、自立分散型（Ⅲ）とも、補助金のない場合は、10、30年後では通常ケース①c、60年後では管路パターンAで運搬ケース④c、Bで通常ケース①cとなった（表1.5.1～2）。一方、補助金がある場合は、10、30、60年後でいずれも通常ケース①が有利となった。

また、現況から自立分散型（Ⅲ）に移行することにより、一月当たりの個人の費用負担額は、補助金なしの場合は、60年後には4.0～2.4千円減少するが、それでも管路パターンAでの負担額は、12千円/人/月と大きなものとなる。

なお、表のセルの色は、負担額最小のケースを色分けして示している。

表 1.5.1 現況分散型（Ⅰ）e 地区（評価2）（単位：千円/人/月）

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | ①a | ①b | ①c | ② | ③ | ④a | ④b | ④c |
| 補助 金 なし | 10年 | | 14.0 | 12.3 | 8.8 | 11.0 | 12.8 | 15.6 | 13.9 | 10.4 |
| | 30年 | | 19.8 | 16.3 | 12.2 | 14.2 | 15.5 | 20.1 | 16.5 | 12.4 |
| | 60年 | A | 25.9 | 24.6 | 18.9 | 20.3 | 21.3 | 23.1 | 21.7 | 16.0 |
| B | | 15.6 | 14.3 | 8.6 | 10.0 | 11.0 | 19.8 | 18.4 | 12.7 | |
| 補助 金 あり | 10年 | | 4.6 | 5.5 | 2.9 | 5.3 | 7.4 | 9.2 | 10.1 | 7.5 |
| | 30年 | | 6.5 | 6.8 | 4.0 | 6.2 | 7.9 | 11.0 | 11.4 | 8.5 |
| | 60年 | A | 8.4 | 9.7 | 6.1 | 7.9 | 9.4 | 12.7 | 14.0 | 10.4 |
| | | B | 5.6 | 6.9 | 3.3 | 5.2 | 6.6 | 11.4 | 12.8 | 9.1 |

表 1.5.2 自立分散型（Ⅲ）e 地区（評価2）（単位：千円/人/月）

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | ①a | ①b | ①c | ② | ③ | ④a | ④b | ④c |
| 補助 金 なし | 10年 | | 11.5 | 9.7 | 6.2 | 8.5 | 10.3 | 13.8 | 12.0 | 8.5 |
| | 30年 | | 16.3 | 12.7 | 8.6 | 10.6 | 11.9 | 17.5 | 14.0 | 9.9 |
| | 60年 | A | 20.1 | 18.8 | 13.1 | 14.5 | 15.5 | 19.1 | 17.7 | 12.0 |
| B | | 13.8 | 12.9 | 6.2 | 7.3 | 8.1 | 20.1 | 19.3 | 12.6 | |
| 補助 金 あり | 10年 | | 3.9 | 4.8 | 2.2 | 4.6 | 6.7 | 8.5 | 9.4 | 6.8 |
| | 30年 | | 5.5 | 5.8 | 3.0 | 5.2 | 6.9 | 10.0 | 10.4 | 7.5 |
| | 60年 | A | 6.8 | 8.2 | 4.5 | 6.4 | 7.9 | 11.1 | 12.4 | 8.8 |
| | | B | 5.1 | 6.4 | 2.8 | 4.7 | 6.1 | 10.9 | 12.3 | 8.7 |

2) f 地区

f 地区での負担の少ない給水形態は、現況分散型（Ⅰ）では、補助金のない場合は、10 年後では通常ケース①c、30 年後では運搬ケース④c、60 年後は管路パターン A では運搬ケース④c、B では通常ケース①c となった（表 1.5.3）。

自立分散型（Ⅲ）では、補助金のない場合は、10、30 年後では通常ケース①c、60 年後では管路パターン A で運搬ケース④c、B で通常ケース①c となった（表 1.5.4）。

補助金がある場合は、10、30、60 年後でいずれも通常ケース①となった。

また、現況から自立分散型（Ⅲ）に移行することにより、一人一月当たりの費用負担額は、補助金なしの場合は、60 年後には 2.9～1.1 千円減少するが、管路パターン A での負担額は、e 地区よりは少ないものの 10.7 千円/人/月と大きなものとなる。

表 1.5.3 現況分散型（Ⅰ） f 地区（評価 2）

（単位：千円/人/月）

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | ①a | ①b | ①c | ② | ③ | ④a | ④b | ④c |
| 補助 金 なし | 10 年 | | 13.5 | 11.8 | 8.2 | 10.6 | 12.3 | 13.9 | 12.2 | 8.6 |
| | 30 年 | | 19.0 | 15.3 | 11.4 | 13.6 | 14.8 | 17.5 | 13.8 | 9.8 |
| | 60 年 | A | 24.7 | 22.7 | 17.7 | 19.4 | 20.4 | 18.7 | 16.7 | 11.8 |
| | | B | 14.9 | 12.9 | 7.9 | 9.6 | 10.6 | 18.1 | 16.0 | 11.1 |
| 補助 金 あり | 10 年 | | 4.5 | 6.0 | 2.9 | 5.3 | 7.3 | 9.0 | 10.5 | 7.4 |
| | 30 年 | | 6.4 | 7.4 | 4.0 | 6.1 | 7.7 | 10.6 | 11.6 | 8.1 |
| | 60 年 | A | 8.3 | 10.4 | 6.1 | 7.8 | 9.2 | 11.9 | 14.0 | 9.7 |
| | | B | 5.7 | 7.8 | 3.5 | 5.2 | 6.6 | 11.7 | 13.8 | 9.5 |

表 1.5.4 自立分散型（Ⅲ） f 地区（評価 2）

（単位：千円/人/月）

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | ①a | ①b | ①c | ② | ③ | ④a | ④b | ④c |
| 補助 金 なし | 10 年 | | 11.3 | 8.9 | 5.9 | 8.4 | 10.3 | 13.3 | 11.0 | 8.0 |
| | 30 年 | | 15.9 | 11.5 | 8.2 | 10.5 | 11.9 | 16.8 | 12.4 | 9.0 |
| | 60 年 | A | 19.6 | 16.6 | 12.4 | 14.3 | 15.5 | 17.8 | 14.8 | 10.7 |
| | | B | 13.3 | 11.4 | 5.0 | 6.0 | 6.7 | 21.1 | 19.2 | 12.8 |
| 補助 金 あり | 10 年 | | 3.9 | 5.3 | 2.2 | 4.6 | 6.6 | 8.5 | 10.0 | 6.9 |
| | 30 年 | | 5.5 | 6.4 | 3.0 | 5.2 | 6.7 | 10.1 | 11.0 | 7.6 |
| | 60 年 | A | 6.8 | 8.9 | 4.6 | 6.2 | 7.6 | 11.3 | 13.4 | 9.1 |
| | | B | 5.2 | 7.3 | 3.0 | 4.7 | 6.1 | 11.2 | 13.3 | 9.0 |

3) g 地区

g 地区での負担の少ない給水形態は、現況分散型（Ⅰ）、自立分散型（Ⅲ）とも、補助金のあるなしいずれも、10 年後 30 年後で通常ケース① c、60 年後では管路パターン A、B とも簡易処理した非飲用を給水し、飲用水はボトル水で対応するケース②となった（表 1.5.5～6）。

また、現況から自立分散型（Ⅲ）に移行することにより、一月当たりの個人の費用負担額は、補助金なしの場合は、60 年後には 5.7～2.2 千円減少するが、管路パターン A での負担額は、e、f 地区を大幅に上回る 23.4 千円/人/月となる。

e、f 地区と g 地区とのこれらの差異は、表 1.4.2 に示す給水人口の違いによるものである。

表 1.5.5 現況分散型（Ⅰ） g 地区（評価 2） （単位：千円/人/月）

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | ①a | ① b | ① c | ② | ③ | ④a | ④ b | ④ c |
| 補助 金 なし | 10 年 | | 15.9 | 15.9 | 10.9 | 12.4 | 13.8 | 19.5 | 19.5 | 14.5 |
| | 30 年 | | 22.7 | 22.7 | 15.3 | 16.1 | 17.0 | 25.9 | 25.9 | 18.5 |
| | 60 年 | A | 30.8 | 36.9 | 24.0 | 23.4 | 24.0 | 33.3 | 39.3 | 26.4 |
| | | B | 19.3 | 25.3 | 12.5 | 11.9 | 12.4 | 26.7 | 32.7 | 19.9 |
| 補助 金 あり | 10 年 | | 6.0 | 8.8 | 4.5 | 6.0 | 7.8 | 11.8 | 14.6 | 10.3 |
| | 30 年 | | 8.6 | 12.6 | 6.3 | 7.1 | 8.4 | 14.9 | 19.0 | 12.6 |
| | 60 年 | A | 12.0 | 20.9 | 10.0 | 9.4 | 10.4 | 19.6 | 28.5 | 17.6 |
| | | B | 8.9 | 17.7 | 6.9 | 6.3 | 7.3 | 17.9 | 26.7 | 16.3 |

表 1.5.6 自立分散型（Ⅲ） g 地区 （評価 2） （単位：千円/人/月）

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | ①a | ① b | ① c | ② | ③ | ④a | ④ b | ④ c |
| 補助 金 なし | 10 年 | | 13.4 | 13.4 | 8.5 | 10.0 | 11.3 | 17.0 | 17.0 | 12.1 |
| | 30 年 | | 19.2 | 19.2 | 11.8 | 12.6 | 13.5 | 22.4 | 22.4 | 15.0 |
| | 60 年 A | | 25.1 | 31.1 | 18.3 | 17.7 | 18.2 | 27.5 | 33.6 | 20.7 |
| | B | | 17.1 | 23.2 | 10.3 | 9.7 | 10.3 | 24.6 | 30.6 | 17.7 |
| 補助 金 あり | 10 年 | | 5.3 | 8.1 | 3.8 | 5.3 | 7.1 | 11.1 | 13.9 | 9.6 |
| | 30 年 | | 7.6 | 11.6 | 5.3 | 6.1 | 7.4 | 13.9 | 17.9 | 11.6 |
| | 60 年 | A | 10.3 | 19.2 | 8.3 | 7.7 | 8.7 | 17.9 | 26.8 | 15.9 |
| | | B | 8.2 | 17.0 | 6.1 | 5.5 | 6.6 | 17.1 | 26.0 | 15.1 |

4) 3 地区統合型 (II)

3 地区を統合した場合における最も負担の少ない給水形態は、補助金のない場合は、10 年後では通常ケース① c、30 年後では、ケース④ c、60 年後では管路パターン A では、ケース④ c、B ではケース① c となった。

補助金がある場合は、10, 30, 60 年後でいずれも通常ケース① となった。

また、各システムで統合型 (II) が分散型 (III) より有利になるのは、補助金がない場合は 60 年後であるが、補助金がある場合はすべての期間であった。

表 1.5.7 統合型 (II) (評価 2)

(単位：千円/人/月)

| | 経過年数 管路パターン | | 給水形態ケース | | | | | | | |
|---------------|----------------|---|---------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | | | ①a | ① b | ① c | ② | ③ | ④a | ④ b | ④ c |
| 補助 金 なし | 10 年 | | 12.2 | 9.6 | 6.8 | 9.5 | 11.4 | 13.9 | 11.3 | 8.5 |
| | 30 年 | | 17.3 | 12.6 | 9.5 | 12.1 | 13.6 | 17.0 | 12.3 | 9.2 |
| | 60 年 | A | 21.9 | 18.3 | 14.6 | 16.9 | 18.3 | 17.2 | 12.9 | 9.9 |
| | | B | 13.4 | 9.8 | 6.0 | 8.5 | 9.9 | 17.0 | 12.6 | 9.6 |
| 補助 金 あり | 10 年 | | 3.9 | 4.6 | 2.2 | 4.9 | 7.0 | 9.3 | 10.0 | 7.5 |
| | 30 年 | | 5.6 | 5.7 | 3.0 | 5.6 | 7.3 | 10.5 | 10.6 | 7.9 |
| | 60 年 | A | 6.9 | 7.9 | 4.6 | 7.0 | 8.6 | 10.9 | 11.1 | 8.5 |
| | | B | 4.7 | 5.6 | 2.2 | 4.7 | 6.3 | 10.8 | 11.0 | 8.4 |

(2) 今後の最適なシステムを選択

今後の給水人口の減少に伴い、最適な供給システムや給水形態が変化することから、これらの手戻り等による費用増などを考慮して、最適なシステム移行を検討した(図 1.5.1~2)。

その結果、表 1.5.8 に示す通り、モデル 3 地区における費用負担面から見た最適なシステムは、補助金等が入らない場合、e 地区および f 地区においては、管路パターン A では、今後 30 年間は自立分散型 (III) で簡易な浄水装置を用いる通常給水ケース① c、それ以降は 3 地区統合型 II で運搬給水ケース④ c。パターン B では、今後 60 年間は、自立分散型 (III) で通常給水ケース① c となった。

g 地区においては、管路パターン A では、e, f 地区と同じく今後 30 年間は自立分散型 (III) ケース① c、それ以降は 3 地区統合型 (II) の運搬給水ケース④ c の費用負担が少なくなる。この場合には、統合型への移行により負担額は大きく減少するが 60 年後には、この額は 9.1 千円/人/月と大きなものとなる。一方、管路パターン B では、今後 30 年間は、自立分散型 (III) の通常給水ケース① c であるが、以降は自立分散型 (III) で非飲用水を給水し飲用水は宅配するケース② となった。また、補助金等が入った場合には、これらの地区では今後、管路パターンにかかわらず 3 地区を統合する統合型 (II) で簡易な浄水装置を用いる通常給水ケース① c が望ましいこととなった。

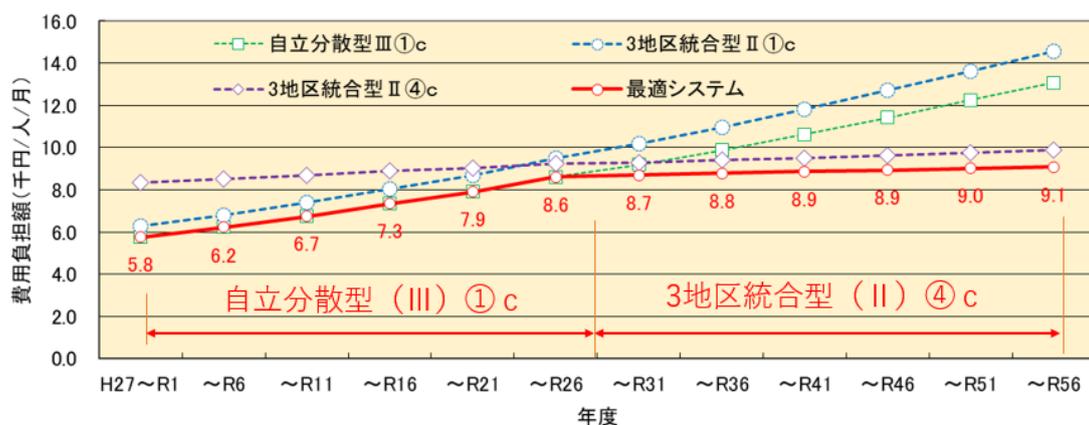


図 1.5.1 管路パターン A・補助金なしでの最適システムでの費用負担額（評価 2）の推移

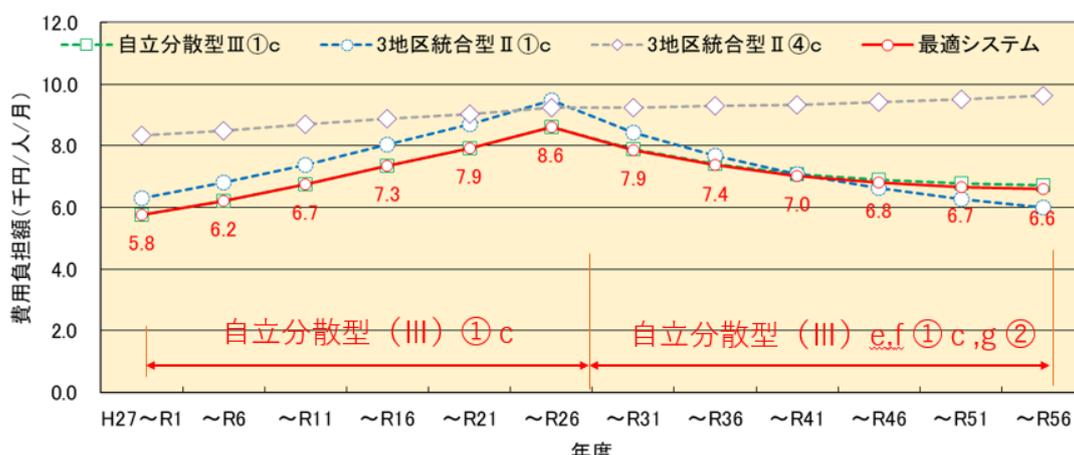


図 1.5.2 管路パターン B・補助金なしでの最適システムでの費用負担額（評価 2）の推移

表 1.5.8 地区別の最適なシステム

| 地区 | 補助金 | 管路 | 経過年数（年） | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|----------------|----|----|----|----|----|---------------|----|----|----|----|----|--|--|
| | | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | | |
| e地区 | なし | A | 自立分散型（Ⅲ）・ケース①c | | | | | | 統合型（Ⅱ）・ケース④c | | | | | | | |
| | | B | 自立分散型（Ⅲ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| | あり | A | 統合型（Ⅱ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| | | B | 統合型（Ⅱ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| f地区 | なし | A | 自立分散型（Ⅲ）・ケース①c | | | | | | 統合型（Ⅱ）・ケース④c | | | | | | | |
| | | B | 自立分散型（Ⅲ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| | あり | A | 統合型（Ⅱ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| | | B | 統合型（Ⅱ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| g地区 | なし | A | 自立分散型（Ⅲ）・ケース①c | | | | | | 統合型（Ⅱ）・ケース④c | | | | | | | |
| | | B | 自立分散型（Ⅲ）・ケース①c | | | | | | 自立分散型（Ⅲ）・ケース② | | | | | | | |
| | あり | A | 統合型（Ⅱ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |
| | | B | 統合型（Ⅱ）・ケース①c | | | | | | | | | | | | | |

2. シミュレーションの一般化へ向けた検討

2.1 シミュレーションの簡便化手法について

本研究では、これまで厚労省報告で用いられた手法を基に、2町村5地区で経営シミュレーションを実施してきたが、これらを一般化するために、より簡便で汎用的な手法について検討した。

(1) これまでの手法と簡便一般化手法との比較と検討フロー

簡便化では、図 2.1.1 のとおり安価な浄水装置への絞り込みと費用関数の設定、運搬給水の多様化、一人当たりの給水量の基準化等を行い、図 2.1.2 のフローで実施した。

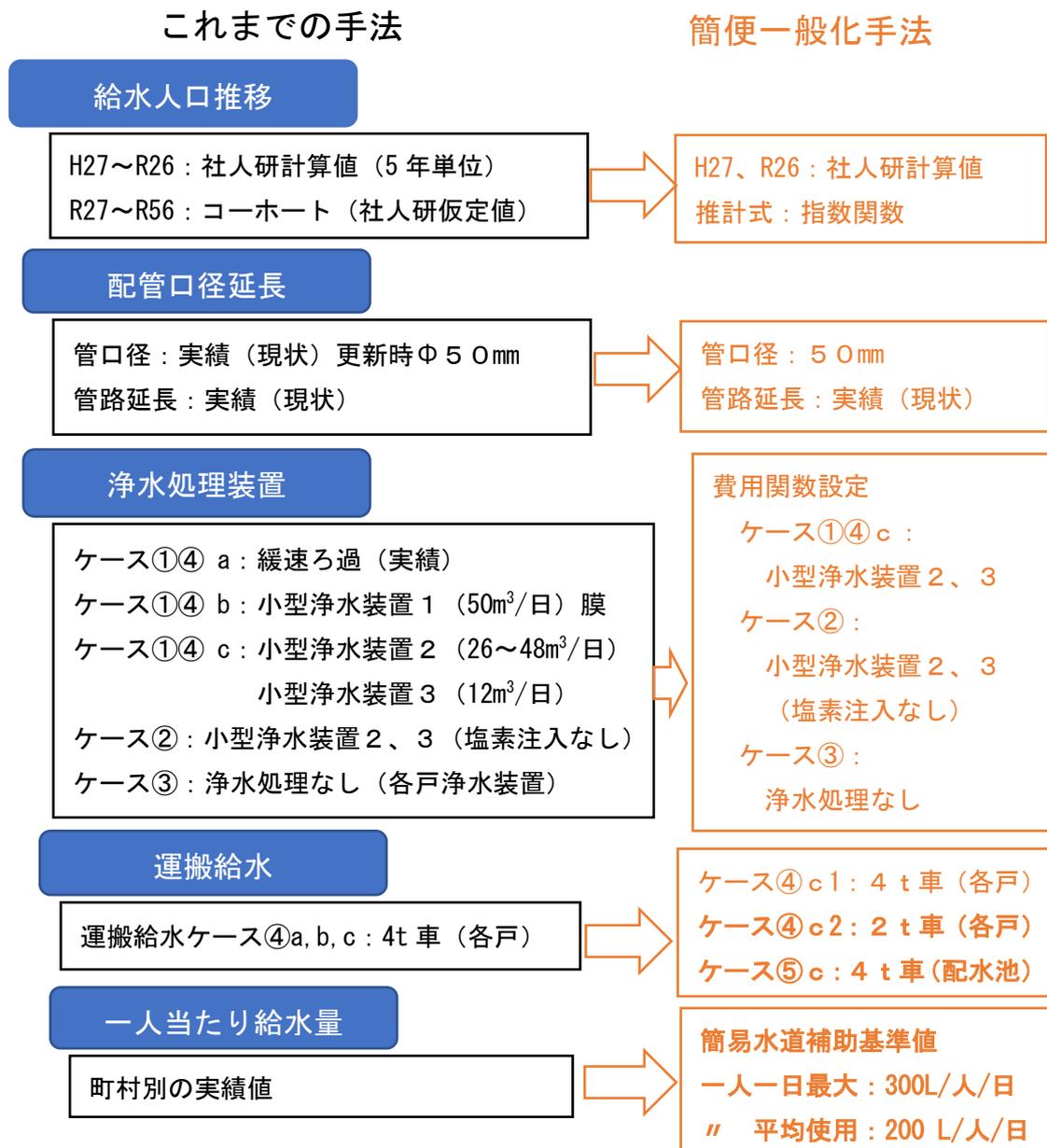


図 2.1.1 これまでの手法と簡便一般化手法の比較表

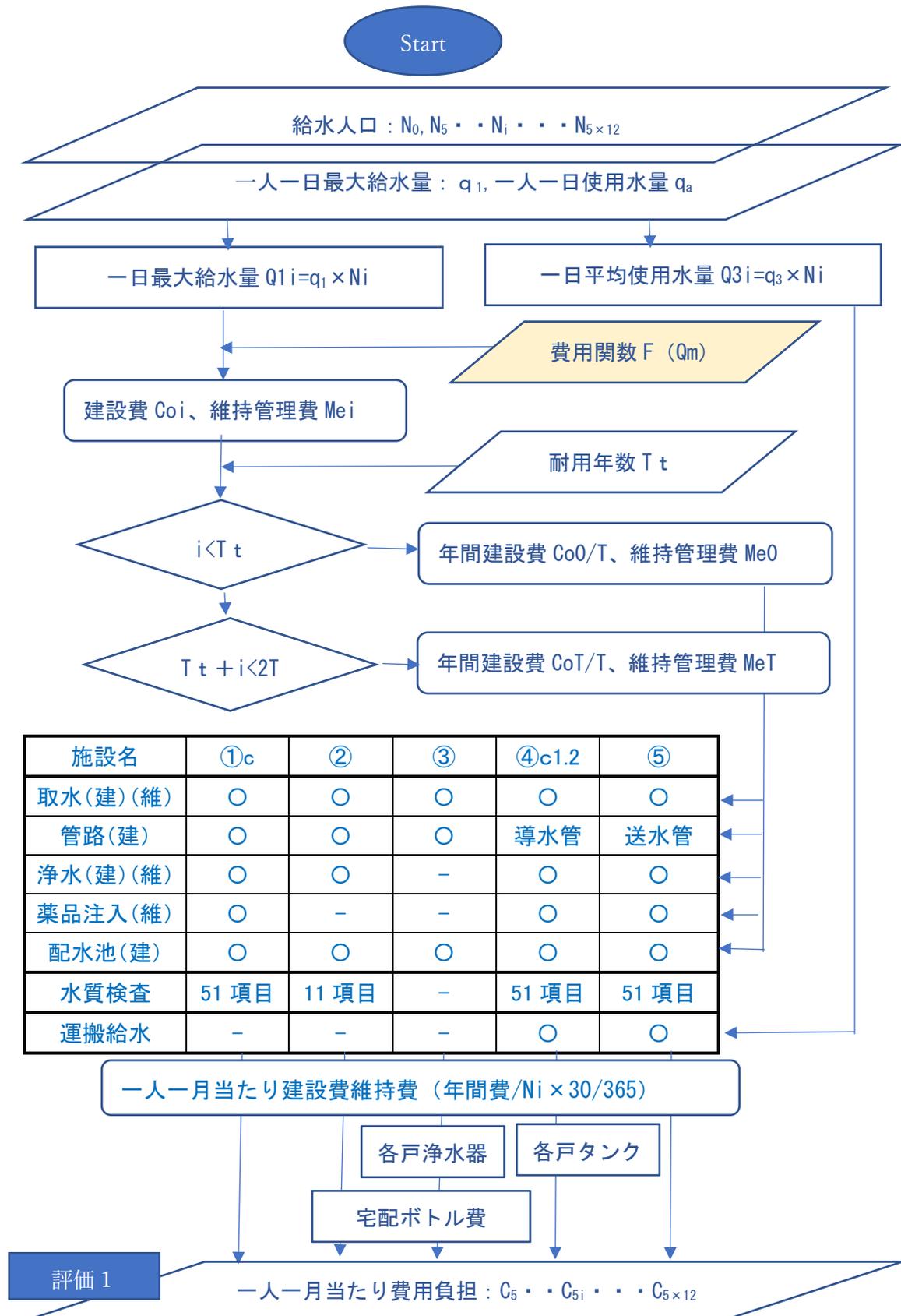


図 2.1.2 簡易一般化手法によるシミュレーションのフロー
2-1-12

(2) 簡便一般化手法の内容

評価の基本となる一人当たりの費用算定に当たっては、それぞれの変数を単純化するとともに、給水システムも図 2.1.3 に示す通りシンプル化して簡易な算定式を設定し、各条件間の比較検討を行いやすくした。

まず、今後の人口推計値は、これまでの事例を基に指数関数で近似した。また、管路口径は 50mm に、一人当たりの給水量は簡易水道の補助基準値に固定し、浄水処理も最も安価な装置 c に限定した。

一方、運搬給水はより実現性を考慮して小型のタンク車と新たな運搬方法を追加した。

なお、各ケース別の推計式と各ケースの優位性を評価する関係式の算出方法は巻末の別添参考資料に記載した。

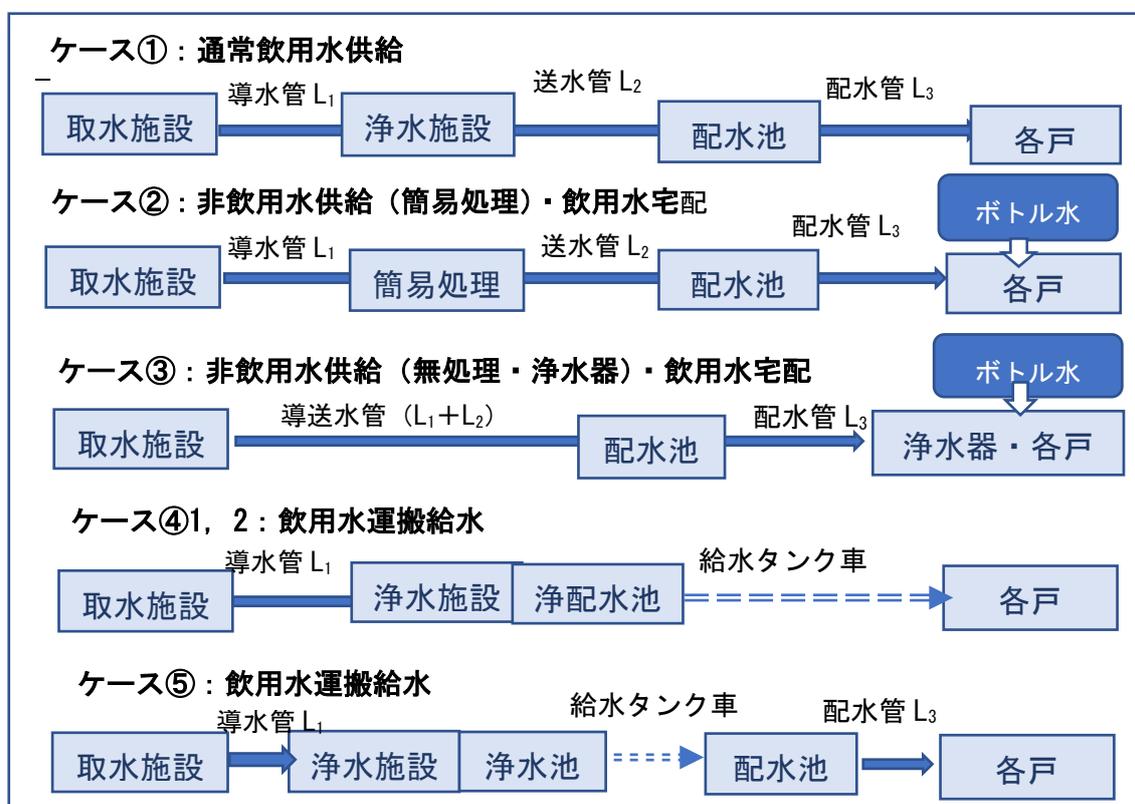


図 2.1.3 簡便化した各給水形態のケース別概要図

2.2 今後30年間の一人一月平均費用負担額の評価（評価2）について

(1) 当初人口100人の場合の今後の費用負担額（評価2）の推移

当初の給水人口が100人の場合の今後30年間の平均費用負担額（評価2）は、図2.2.1となる。この図から、単位配管延長が10m/人の場合は、ケース①cが2.4千円/人/月と最も費用負担が少なく、これが100m/人になるとケース④c1が7.1千円/人/月と最も少なくなる。また、通常ケース①cより費用的に有利となる運搬給水は、4tタンク車を用いるケース④c1では単位配管延長が50以上（管路延長5km以上）、小型の2tタンク車を用いるケース④c2では75人以上（管路延長7.5km以上）の場合となる。

なお、ここでは過疎町村簡水の実績を踏まえ導水管率を12%、送水管率を11%とした。

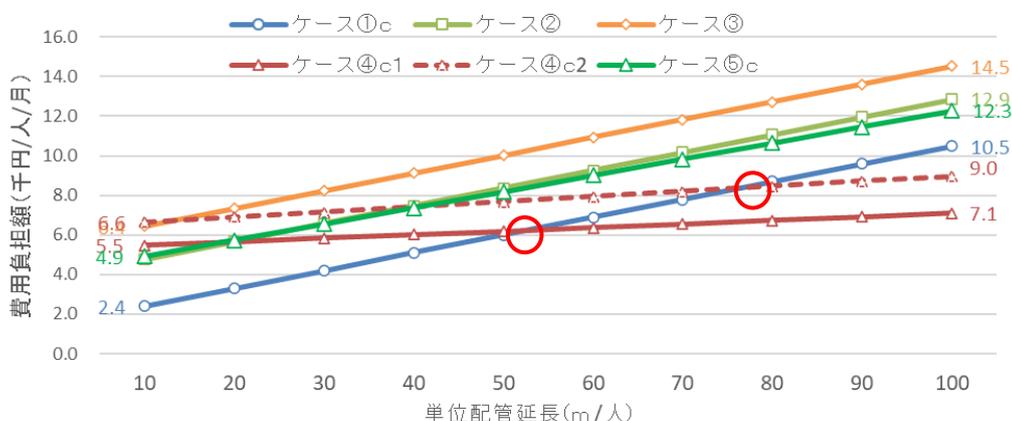


図 2.2.1 当初人口100人の場合の30年後の評価2による各ケースの負担額の比較

(2) 総管路延長が5,000mの場合

総管路延長を5.0kmとすると、給水人口がケース④c1では95人、ケース④c2では65人より少ない場合に、通常のケース①cより運搬給水が有利となる（図2.2.2）。

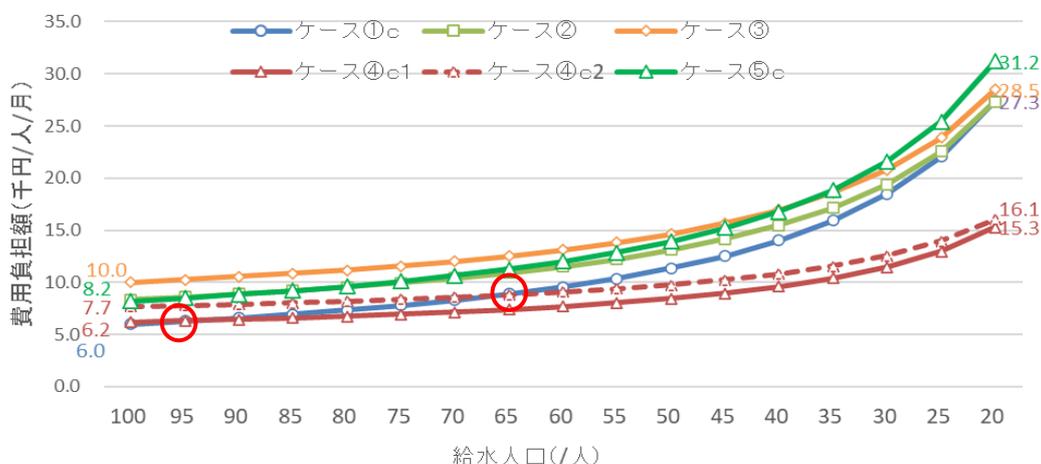


図 2.2.2 管路延長5千kmの場合の30年後の評価2による各ケースの負担額の比較

2.3 評価2による各ケース別30年後の費用負担の優位性の比較

各ケース別の費用負担額（評価2）の給水人口や管路延長による優位性は、各評価値の比較により求められ、以下の通りとなった。

（1）通常給水ケース①cと非飲用水給水ケース②、③の場合

これらのケースでは、管路の建設費は同じであるため、それらを除く費用を給水人口との関係で比較すると、図2.3.1の通り、給水人口が24人を下回ると通常供給ケース①cより簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配するケース②が優位となり、2人以下ならケース②より、無処理の水を供給し各戸浄水器と宅配水で対応するケース③が優位となる。



図 2.3.1 通常給水ケース①cと非飲用水給水ケース②、③との関係

（2）通常給水ケース①と運搬給水ケース④c1、④c2、⑤cの場合

運搬給水は管路による給水をタンク車による運搬で代替えるものであり、管路建設費が減少する一方で運搬費が増加する。このため費用的な優位性は代替える管路延長と給水人口の関係で決定されることになる。

(3) 簡便な評価手法による優位性比較のまとめ

以上の結果をまとめたのが図 3.3.2～図 3.3.3 である。

1) 4 t タンク車を用いて各戸に運搬給水する場合 (ケース④c1)

図 2.3.2 に示す運搬給水に 4t 車を用いる場合は、初期の給水人口が 100 人では、送配水管延長が約 4.6km より短いと、通常給水ケース①c が有利であるが、それ以上長くなると (右上のエリア) 運搬給水が有利となる。また、給水人口が 24 人では、送配水管延長が約 1.8km より長いと運搬給水が有利であるが、それより短いと簡易処理した非飲用水を給水し飲用水は宅配水を用いるケース②が有利となる。更に 2 人以下では、無処理水を既存管路で各戸に給水し、非飲用水は小型浄水装置で処理した水を、飲用水は宅配水を利用するケース③が有利となる。

また、図 2.3.2 の赤点線の右側は導水管路割合 α_1 を 12% と設定して、一人一月当たりの負担額がそれぞれ 10 千円、7.5 千円、5 千円を超える区域を示している。

この場合、給水人口が 30 人の場合は送配水管延長が 1.9km (総管路延長では 2.2 km) より長い場合は、個人の負担額は 1 万円/人/月を超えることになる。

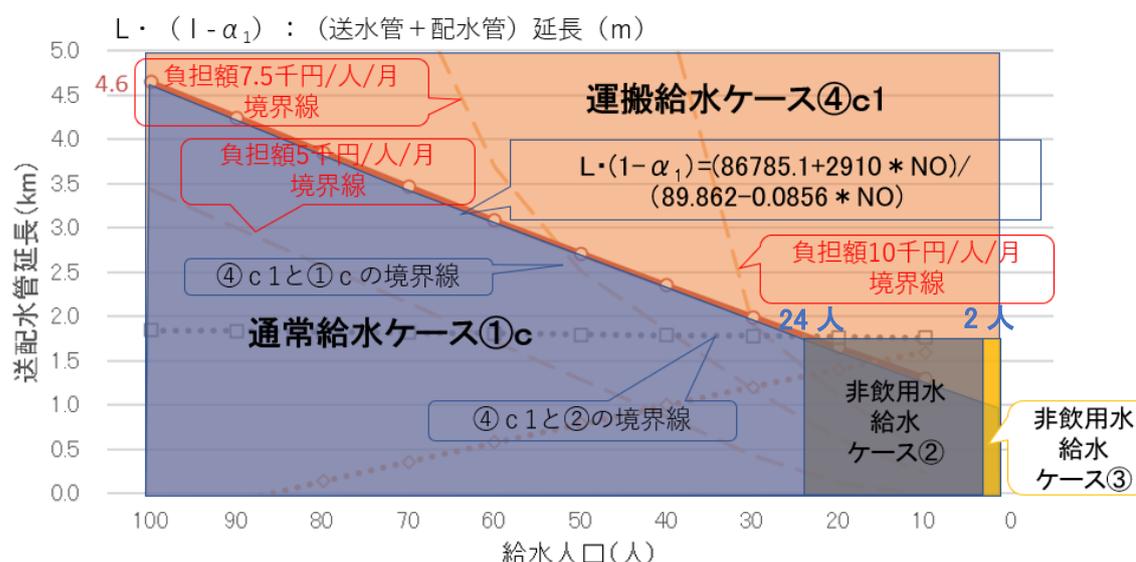


図 2.3.2 給水人口と送配水管延長 (ケース④c1) による優位な給水ケースの分類

2) 2 t タンク車を用いて各戸に運搬給水する場合 (ケース④c2)

今回のモデル地区のような中山間部等では、大きな車両では、各戸への進入路の確保が困難な場合も生じる。図 2.3.3 は、その対策としてより小型の 2 t タンク車を用いる場合である。この場合には、初期の給水人口が 100 人では、送配水管延長が約 6.7km、24 人では 2.0km となり、ケース④c1 と比べるとより送配水管延長の長いところに分岐点がある。これは 4t 車に比べ運搬の回数が増え、人件費等が増加するためである。

この場合、給水人口が 40 人の場合は送配水管延長が 2.8km (総管路延長では 3.2 km) より長い場合は、個人の負担額は 1 万円/人/月を超えることになる。

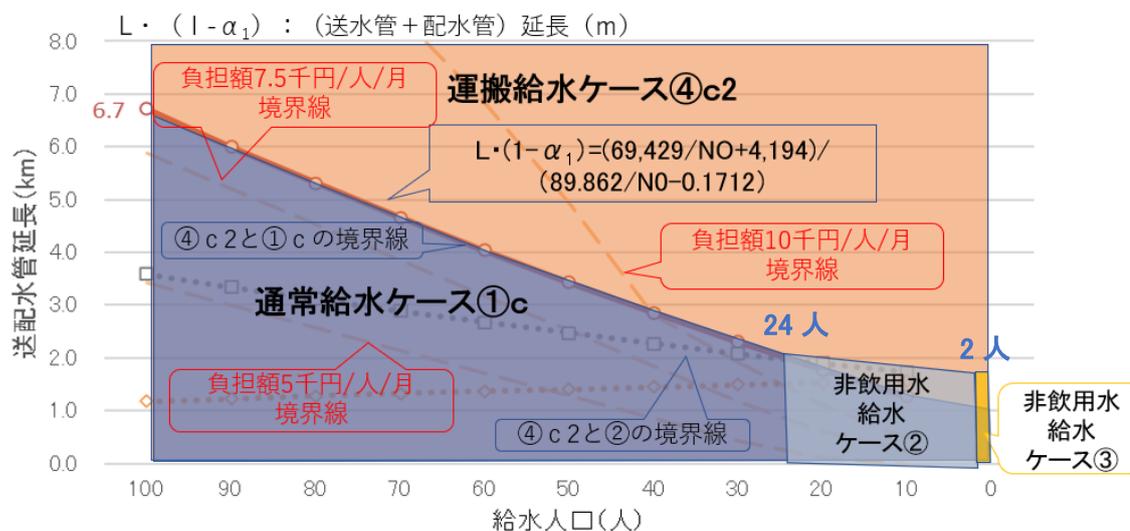


図 2.3.3 給水人口と送配水管路延長 (ケース④c2) による優位な給水ケースの分類

3) 4 t タンク車で運搬給水を配水池までとする場合 (ケース⑤c)

今回モデルとしたK村でも地形的に各戸へ直接運搬給水が困難な地域もあるが、ここでは過去に豪雨災害で破損した送水管の代替えとして給水車で配水池への給水が実施され断水が回避された実績がある。

図 2.3.4 は、こうした実態を踏まえ、浄水処理した水道水を、地区内に点在する各戸ではなく配水池に運搬給水する場合である。

この場合には、運搬給水とその他の給水形態との優位性の境界線は給水人口と送水管延長で決定され、初期の給水人口が 100 人では、送水管延長が約 3.6km、24 人では約 1.50km となる。地区周辺に水源がなく、遠方から送水管で配水池まで給水する必要がある場合に、この運搬給水方式は優位になる可能性がある。

この場合、給水人口が 100 人の場合、送水管延長が 0.8km で総管路延長が 7.2 km より長い場合は、個人の負担額は 1 万円/人/月を超えることになる。

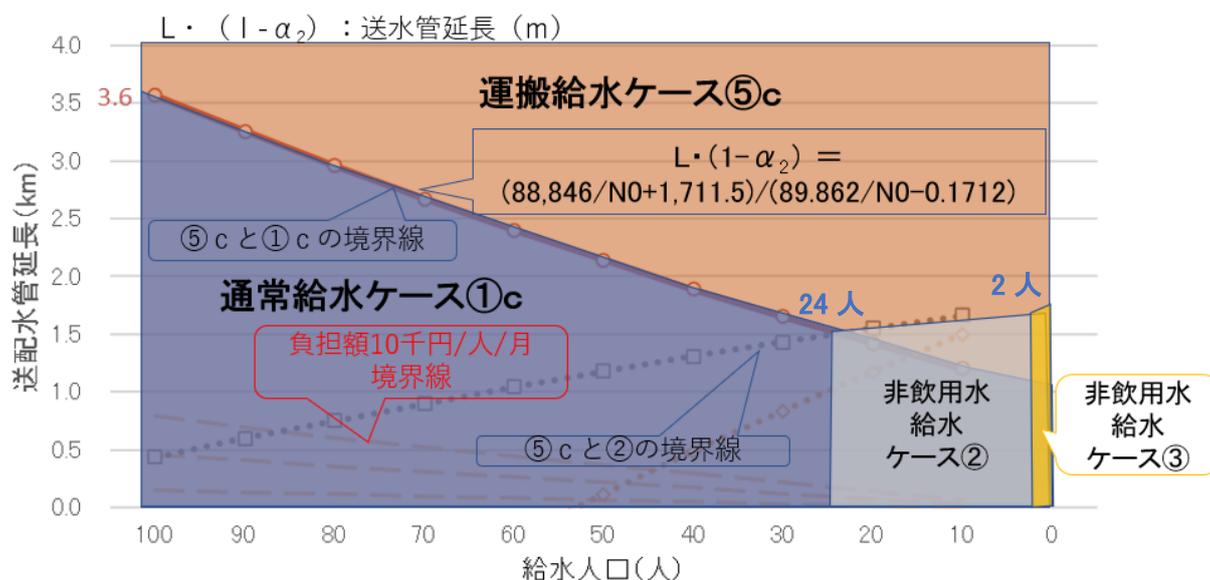


図 2.3.4 給水人口と送水管延長 (ケース⑤c) による優位な給水ケースの分類

3. 今後の課題

今回の検討で、小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでなく、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効となることが明らかとなった。また、今後の望ましいシステムの汎用的な評価手法についても検討したが、今回の検討では金利や人件費などの維持管理費は考慮しておらず、これらが評価結果に及ぼす影響の検討を行う必要がある。さらに、支払い限度額などを設定し、適正な費用負担額となるよう制度面や技術面での対応案を検討していく必要がある。

<別添参考資料>

2.1 シミュレーションの簡便化手法について

(1) 給水人口推計式

将来人口の推計は、簡便一般化を図るため、次の指数式で近似することとした。

$$y = a \cdot \exp(-b \cdot i)$$

ここに、 y : 町村人口 (人)、 i : 経過年 (年) であり、ここで

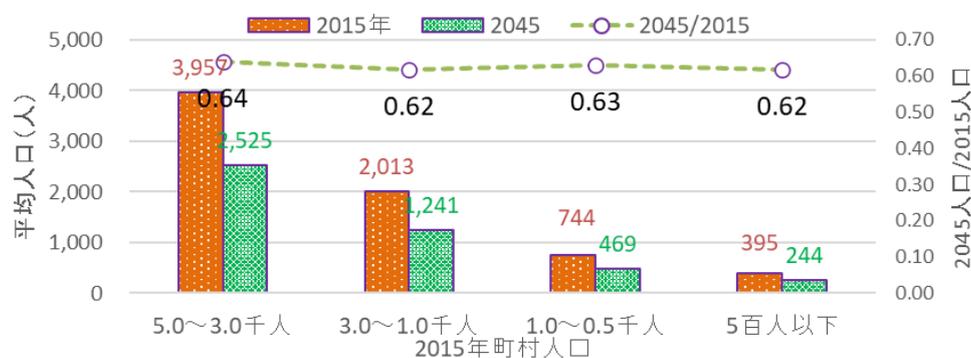
N_0 : 2015 年人口 ($x=0$)、 N_{30} : 2045 年人口 ($x=30$)、 $\Delta = N_{30}/N_0$

とすると $b = \text{Log}(30\sqrt{\Delta})$ 、 $a = N_0$ となり、簡水のある過疎町村の平均的な人口の減少比

(別添図 2.1.1) から、 Δ (2045 人口/2015 人口) を 0.63 としして次式を得た。

$$N_i = N_0 \cdot \exp(-0.01593 \cdot i)$$

これによれば、現在の給水人口が 150 人であっても、30 年後には、95 人と 100 人を下回ることになる (別添図 2.1.2)。



別添図 2.1.1 2015年から2045年の人口減少比



別添図 2.1.2 現時点の給水人口の今後の推移

(2) 一人一日当たりの水使用量

これまでのモデル地区の検討での使用水量は、実績値を用いていたが、一般化に当たっては簡易水道の補助基準等を基に、一人一日最大給水量を 300L/人/日、一人一日使用水量を 200L/人/日とした。

2.2 今後30年間の一人一月平均費用負担額の評価（評価2）について

(1) 費用関数と給水形態ケース別の費用負担の算定式

浄水装置等について処理能力と費用の関係から、別添表 2.2.1～2.2.7 の費用関数を作成し、各給水形態ケース別に費用負担額の算定式を作成した（別添表 2.2.8）。

別添表 2.2.1 建設費

| | | 費用関数 | 適用 |
|----|--------------------|--|---|
| ア) | 取水口 ²⁾ | $Y=1,147/20$ $y=4,713.7/N_i$ | Tt, Ts : 20 年 $y=Y*1000 \times 30/365/N_i$ |
| イ) | 管路 ³⁾ | $Y=(0.0415 \cdot d+22.52) \cdot L/T_s$ $y=(3.41 \cdot d \cdot x+1850.7) \cdot L/N_i/T_s$ $=67.374 \cdot L/N_i$ | Tt : 30 年, 60 年、Ts:30 年 d : 50mm |
| ウ) | 浄水施設 ³⁾ | $Y=(100.2 \cdot Q_1+411.9) / 20$ $y=(411.8 \cdot Q_1+1,693) / N_i$ | Tt, Ts : 20 年 |
| エ) | 配水池 ¹⁾ | $Y=(422.3 \cdot V_1+563.9) / 30$ $y=(1,157.1 \cdot Q_1+1,545) / N_i$ | V1:Q1 × 1 (24h分) |

Y : 年間費用 (千円/年)、y : 一人一月当たり費用 (円/人/月)、d : 管径 (mm)、L : 管路延長 (m) Q₁ : 処理能力 (m³/日)、N_i : i 年の給水人口 (人)、V₁ : 貯水容量 (m³) T_t : 耐用年数 (年)、T_s : 起債償還期間 (年)

別添表 2.2.2 維持管理費

| | | 費用関数 | |
|----|----------------------|---|---------------|
| オ) | 取水口 ²⁾ | $Y=156/5$ 、 $y=2,564/N_i$ | 5 年に 1 回取水網交換 |
| カ) | 浄水施設 ³⁾ | $Y=2.36 \cdot Q_1$ 、 $y=194 \cdot Q_1/N_i$ | |
| キ) | 薬品注入装置 ³⁾ | $Y=0.5514 \cdot Q_1+57.6$ $y=(45.3 \cdot Q_1+4,734) / N_i$ | |

Y : 年間費用 (千円/年)、y : 一人一月当たり費用 (円/人/月)、Q₁ : 処理能力 (m³/日)

別添表 2.2.3 水質検査費

| | | 費用関数 | |
|----|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| ク) | 飲用水 52 項目 ²⁾ | $Y=598$ 、 $y=49,151/N_i$ | $y = Y \cdot 1000 \cdot 30/365/N_i$ |
| ケ) | 非飲用水 11 項目 ³⁾ | $Y=9.4$ 、 $y=772.6/N_i$ | " |

Y : 年間費用 (千円/年)、y : 一人一月当たり費用 (円/人/月)、N_i : i 年の給水人口

別添表 2.2.4 その他費用

| | | 費用関数 | |
|----|------------------------|-----------------------|--|
| キ) | 各戸型膜ろ過装置 ³⁾ | $Y=48.4$ $y=1,989$ | 48,400 円/年/2 × 30/365 世帯人口 : 2 人/世帯 |
| ク) | 宅配水費 ³⁾ | $y=3,000$ | 50 円/L × 2 × 30、飲用水量 : 一人一日 2 L |
| ケ) | 各戸配水タンク ²⁾ | $y=342$ | 250,000 円/30/2 × 30/365 |

y : 一人一月当たり費用 (円/人/月)

別添表 2.2.5 運搬費ケース④c1

| ④c1 | 運搬の費用関数 | 算定式 |
|-------------------|--|--|
| 車両費 ²⁾ | $z1=65,068/N$ | $(10,000/20+10,000 \times 0.35/12) / Ni \times 30/365 \times 1000$ |
| 人件費 ³⁾ | $z2=(12.84+0.000428 \cdot L \cdot (1-\alpha_1)) \cdot q_3$ | $((0.25+0.25 \times 3+ (L_2+L_3) / 30/1000) \times 1712/4 \times q_3 \cdot Ni/1000 \times 365) / Ni \times 30/365$ |

z : 一人一月当たり運搬費用 (円/人/月)、Ni : i 年の給水人口 (人)、

L:総管路延長 (m)、L₁: 導水管延長 (m)、L₂: 送水管延長 (m)、L₃: 配水管延長 (m)、

q₃: 一人一日使用水量 (L/日)、 $\alpha_1 = L_1 / L$

4 t タンク車購入費 : 10 百万円、運転手人件費 : 1,712 円/h、一回給水件数 : 3 件

別添表 2.2.6 運搬費ケース④c2

| ④c2 | 運搬の費用関数 | 算定式 |
|-------------------|--|---|
| 車両費 ²⁾ | $z1=52,055/N$ | $(8,000/20+8,000 \times 0.35/12) / Ni \times 30/365 \times 1000$ |
| 人件費 ³⁾ | $z2=(19.26+0.000856 \cdot L \cdot (1-\alpha_1)) \cdot q_3$ | $((0.25+0.25 \times 2+ (L_2+L_3) / 30/1000) \times 1712/2 \cdot q_3 \cdot Ni/1000 \times 365) / Ni \times 30/365$ |

2 t タンク車購入費 : 8 百万円、一回給水件数 : 2 件

別添表 2.2.7 運搬費ケース⑤c

| ⑤c | 運搬の費用関数 | |
|-------------------|--|---|
| 車両費 ²⁾ | $z1=65,068/N$ | $(10000/20+10000 \times 0.35/12) / Ni \times 30/365 \times 1000$ |
| 人件費 ³⁾ | $z2=(6.42+0.000856 \cdot L_2) \cdot q_3$ | $((0.25+0.25) + L_2 \times 2/30/1000) \times 1712/4 \cdot Ni \cdot q_3/1000 \times 365) / Ni \times 30/365$ |

平均 1 回運搬距離 (m) : L₂ × 2

別添表 2.2.8 一人一月当たり費用負担額（評価1）算定式の一覧表

| ケース | i 年後の費用負担額（評価1）算定式 |
|-----|--|
| ①c | $y_{i1} = 67.374 \cdot L / Ni + (651.1 \cdot Qi(20) + 1,157.1 \cdot Qi(30)) / Ni + 64,401 / Nii$ |
| ② | $y_{i2} = 67.374 \cdot L / Ni + (605.8 \cdot Qi(20) + 1,157.1 \cdot Qi(30)) / Ni + 11,288 / Ni + 3000$ |
| ③ | $y_{i3} = 67.374 \cdot L / Ni + 1,157.1 \cdot Qi(30) / Ni + 8,822.7 / Ni + 4,989$ |
| ④c1 | $y_{i41} = 67.374 \cdot L \cdot \alpha_1 / Ni + (651.1 Qi \cdot (20) + 1157.1 \cdot Qi(30)) / Ni + 129,469 / Ni + (12.84 + 0.000428 \cdot L \cdot (1 - \alpha_1)) \cdot q_3$ |
| ④c1 | $y_{i42} = 67.374 \cdot L \cdot \alpha_1 / Ni + (651.1 \cdot Qi(20) + 1,157.1 \cdot Qi(30)) / Ni + 116,456 / Ni + 342 + (19.26 + 0.000856 \cdot L \cdot (1 - \alpha_1)) \cdot q_3$ |
| ⑤ | $y_{i5} = 67.374 \cdot L \cdot \alpha_2 / Ni + (651.1 \cdot Qi(20) + 1,157.1 \cdot Qi(30) * 2) / Ni + 131,014 / Ni + (6.42 + 0.000856 \cdot L \cdot (1 - \alpha_2)) \cdot q_3$ |

Ni: 給水人口(人), L: 総管路延長(m)

Qi(20)、Qi(30): 耐用年数 20、30 年の施設の i 年後の施設能力(m³/日)

L₁: 導水管路延長(m)、L₂: 送水管路(m)、L₃: 配水管路延長(m)、

$\alpha_1 = L_1 / L$ 、 $\alpha_2 = (L_1 + L_3) / L$,

(2) 今後 30 年間の一人一月平均費用負担額の評価 (評価 2)

今後の人口減少を考慮し、ここでは今後 30 年間の一人一月平均費用負担額 (評価 2) を評価指標として、導入すべき最適な給水形態を検討した。

1) 30 年間の平均費用負担額 (評価 2) の算定式

各ケースの今後の i 年次の費用負担額 $y_{i1} \sim y_{i5}$ (別添表 2.2.8) の式において、施設能力 $Q_i(20)$ $Q_i(30)$ に関しては、今後 30 年間で当初整備された各施設は、耐用年数経過後に更新されることから、人口推移の指数関数を用いて、

$$i: 5 \sim 20 \text{ 年 } Q_i(20) = Q_i(30) = N_0 \cdot \exp(-0.01593 \times 30) \cdot q_1/1000 = 0.2770 \cdot N_0$$

$$i: 25 \sim 30 \text{ 年 } Q_i(20) = N_0 \cdot \exp(-0.01593 \times 25) \cdot q_1/1000 = 0.20145 \cdot N_0$$

$$Q_i(30) = N_0 \cdot \exp(-0.01593 \times 30) \cdot q_1/1000 = 0.2770 \cdot N_0$$

となる。

これらの関係式を用いて各ケースの世代間の公平性を考慮した今後 30 年間の一人一月平均費用負担額の評価 (評価 2) は、5 年単位で平均して

$$\text{AVERAGE}(y(5):y(30)) = 1/6 (\sum_{i=5}^{20} y(i) + \sum_{i=25}^{30} y(i))$$

で算定される。

別添表 2.2.8 の各式に、これらの関係式を用い、 $q_1: 300 \text{ L/人/日}$ として各ケース別の評価 2 の費用負担額を求めると別添表 2.2.9 に示す式となる。

別添表 2.2.9 一人一月当たり 30 年平均費用負担額 (評価 2) 算定式一覧表

| ケース | 30 年後の費用負担額(評価 2)算定式 |
|-----|--|
| ①c | $y_{301} = 89.862 \cdot L/N_0 + 642.7 + 85,896/N_0$ |
| ② | $y_{302} = 89.862 \cdot L/N_0 + 627.7 + 15,056/N_0 + 3,000$ |
| ③ | $y_{303} = 89.862 \cdot L/N_0 + 427.5 + 11,767/N_0 + 4,989$ |
| ④c1 | $y_{3041} = 89.862 \cdot \alpha_1 \cdot L/N_0 + 172,681/N_0 + 3,552.7 + 0.0856 \cdot L \cdot (1 - \alpha_1)$ |
| ④c2 | $y_{3042} = 89.862 \cdot \alpha_1 \cdot L/N_0 + 155,325/N_0 + 4,836.7 + 0.1712 \cdot L \cdot (1 - \alpha_1)$ |
| ⑤ | $y_{305} = 89.862 \cdot \alpha_2 \cdot L/N_0 + 174,742/N_0 + 2,349.6 + 0.1712 \cdot L \cdot (1 - \alpha_2)$ |

N_0 : 初期の給水人口 (人) L : 配管延長 (m)、 $\alpha_1 = L_1/L$ 、 $\alpha_2 = (L_1 + L_3)/L$

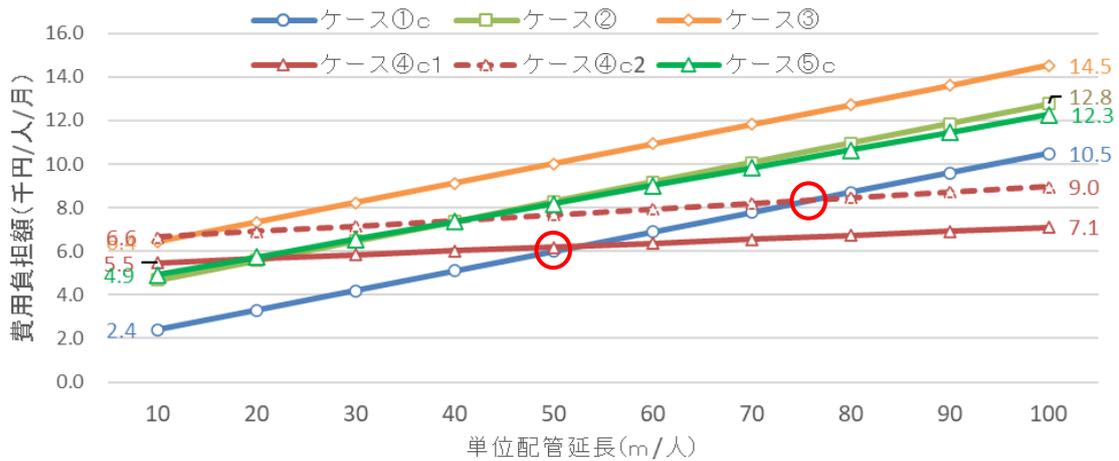
2) 当初人口 100 人の場合の今後の費用負担額 (評価 2) の推移

表 2.2.9 において、表 2.2.10 から α_1 を 12%、 α_2 を 89% とすれば、当初の給水人口が 100 人の場合の今後 30 年間の平均費用負担額 (評価 2) は、別添図 2.2.1 となる。この図から、単位配管延長が 10m/人の場合は、ケース①c が 2.4 千円/人/月と最も費用負担が少なく、これが 100m/人になるとケース④c1 が 7.1 千円/人/月と最も少なくなる。また、通常ケース①c より費用的に有利となる運搬給水は、4 t タンク車を用いるケース④c1 では単位配管延長が 50 以上 (管路延長 5 km 以上)、小型の 2 t タンク車を用いるケース④c2 では 75 人以上 (管路延長 7.5 km 以上) の場合となる。

別添表 2.2.10 全国の簡易水道の管路等の状況

| | 事業数 | 単位配管延長 (m/人) | 導水管率 (%) | 送水管率 (%) | 配水管率 (%) |
|-----------|-----|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| 過疎簡易水道 | 340 | 32.3 | 8.7% | 10.0% | 81.3% |
| 5千人以下過疎簡水 | 200 | 33.3 | 9.1% | 10.7% | 80.2% |
| 3千人以下過疎簡水 | 122 | 35.2 | 12.3% | 11.0% | 76.7% |

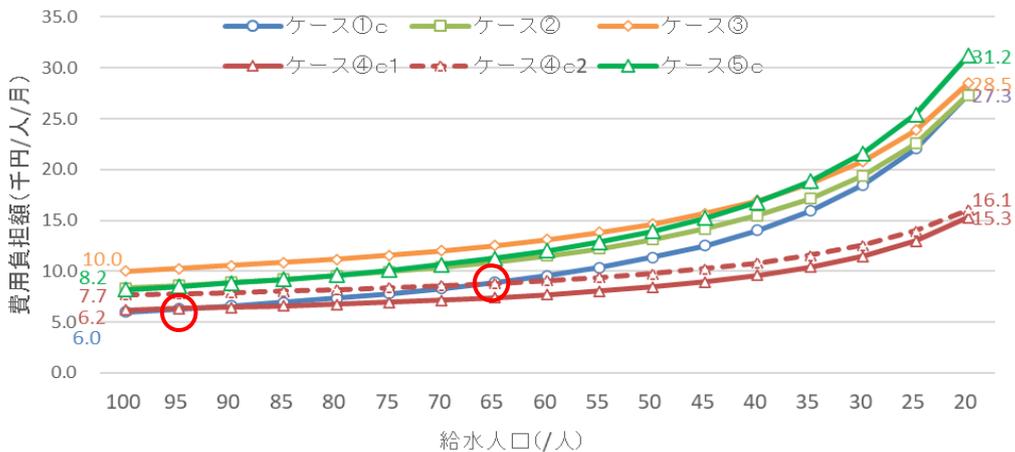
出典：簡易水道事業年鑑第42集（R2.3 総務省）



別添図 2.2.1 当初人口100人の場合の30年後の評価2による各ケースの負担額の比較

3) 総管路延長が5,000mの場合

総管路延長を5.0kmとすると、給水人口がケース④c1では95人、ケース④c2では65人より少ない場合に、通常のケース①cより運搬給水が有利となる(別添図2.2.2)。



別添図 2.2.2 管路延長5千kmの場合の30年後の評価2による各ケースの負担額の比較

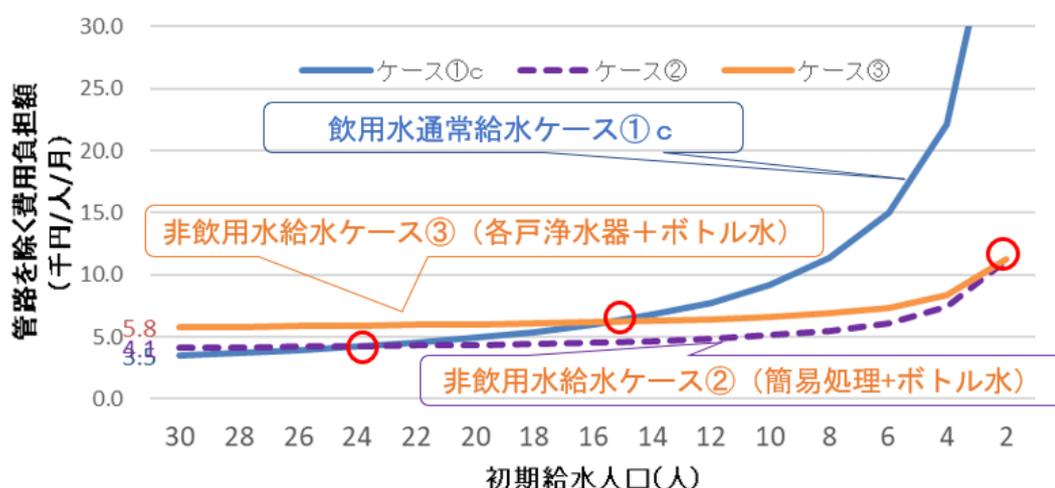
2.3 評価2による各ケース別30年後の費用負担の優位性の比較

各ケース別の費用負担額（評価2）の給水人口や管路延長による優位性は、各評価値の比較により求められ、以下の通りとなった。

（1）通常給水ケース①cと非飲用水給水ケース②、③の場合

これらのケースでは、管路の建設費は同じであるため、それらを除く費用を給水人口との関係で比較すると、別添図2.3.1の通りとなり、以下の結果が得られる。

- 1) 当初の給水人口が24人以下なら通常供給ケース①cより簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配するケース②が優位となる。
- 2) 当初の給水人口が15人以下なら通常供給ケース①cより無処理の水を供給し各戸浄水器と宅配水で対応するケース③が優位となる。
- 3) 当初の給水人口が2人以下ならケース②よりケース③が優位となる。



別添図 2.3.1 通常給水ケース①cと非飲用水給水ケース②、③との関係

（2）通常給水ケース①と運搬給水ケース④c1、④c2、⑤cの場合

運搬給水は管路による給水をタンク車による運搬で代替えるものであり、管路建設費が減少する一方で運搬費が増加する。このため費用的な優位性は代替える管路延長と給水人口の関係で決定されることになる。

- 1) 通常給水ケース①と運搬給水ケース④c1の場合は表2.2.9の y_{301} と y_{3041} の比較から

$$L \cdot (1 - \alpha_1) = (86,785 / NO + 2910) / (89.862 / NO - 0.0856)$$

が得られる。

ここで α_1 は総管路延長に対する導水管の割合であるから、 $L \times (1 - \alpha_1)$ は送水・配水管延長となる。

2) 通常給水ケース①と運搬給水ケース④c2の場合は同様に

$$L \cdot (1 - \alpha_1) = (69,429 / NO + 4,194) / (89.862 / NO - 0.1712)$$

となる。

3) 通常給水ケース①cと運搬給水ケース⑤cの場合は、同様に

$$L \cdot (1 - \alpha_2) = (1,706.9 \cdot NO + 88,846) / (89.862 - 0.1712 \cdot NO)$$

が得られる。

ここで α_2 は総管路延長に対する導水管と配水管の割合であり $L \times (1 - \alpha_2)$ は、送水管延長となる。

(3) 非飲用水給水ケース②と運搬給水ケース④c1、④c2、⑤cの場合
同様に

ケース②とこれらの境界線は

$$\text{ケース④c1: } L \cdot (1 - \alpha_1) = (157,625 / NO - 75.02) / (89.862 / NO - 0.0856)$$

$$\text{ケース④c2: } L \cdot (1 - \alpha_1) = (140,269 / NO + 1208.98) / (89.862 / NO - 0.1712)$$

$$\text{ケース⑤c: } L \cdot (1 - \alpha_2) = (159,686 / NO - 1,278) / (89.862 / NO - 0.1712)$$

となる。

(4) 非飲用水給水ケース③と運搬給水ケース④c1、④c2、⑤cの場合
同様に

ケース③とこれらの境界線は

$$\text{ケース④c1: } L \cdot (1 - \alpha_1) = (160,914 / NO - 1,864) / (89.862 / NO - 0.0856)$$

$$\text{ケース④c2: } L \cdot (1 - \alpha_1) = (143,557 / NO - 579.9) / (89.862 / NO - 0.1712)$$

$$\text{ケース⑤c: } L \cdot (1 - \alpha_2) = (162,974 / NO - 3,067) / (89.862 / NO - 0.1712)$$

となる。

(5) 費用負担額による給水人口と管路延長の関係

別添表 2.2.9 の各ケース別の評価 2 による 30 年間の平均負担額の関係式から、負担額に対して給水人口と管路延長がどのような関係にあるかを求めた。

ケース①c では、負担額が y (円/人/月) の場合の管路延長 L (m) は、初期の給水人口を N_0 (人) として

ケース①c では

$$L = (y - 642.68 - 85,896 / N_0) \cdot N_0 / 89.862$$

と表せる。

ここで、

$$L = (L_1 + L_2) / (1 - \alpha_1) = L_2 / (1 - \alpha_2)$$

から、

$$\alpha_1 : 0.12, \alpha_2 : 0.89 \text{ とすれば、}$$

ケース①c :

$$(L_1 + L_2) = (y - 642.7) \times 0.009793 \cdot N_0 - 841.2$$

$$L_2 = (y - 642.7) \times 0.001224 \cdot N_0 - 1051.5$$

となる

同様に

$$(L_1 + L_2) = (y - 3,627.7) \times 0.009793 \cdot N_0 - 147.44$$

$$L_2 = (y - 3,627.7) \times 0.001224 \cdot N_0 - 18.43$$

ケース③:

$$(L_1 + L_2) = (y - 5416.5) \times 0.009793 \cdot N_0 - 115.2$$

$$L_2 = (y - 5,416.5) \times 0.001224 \cdot N_0 - 14.4045$$

運搬給水に関しては

ケース④c1:

$$(L_1 + L_2) = (y - 172,681 / N_0 - 3,552.7) / (0.0856 + 12.254 / N_0)$$

ケース④c2:

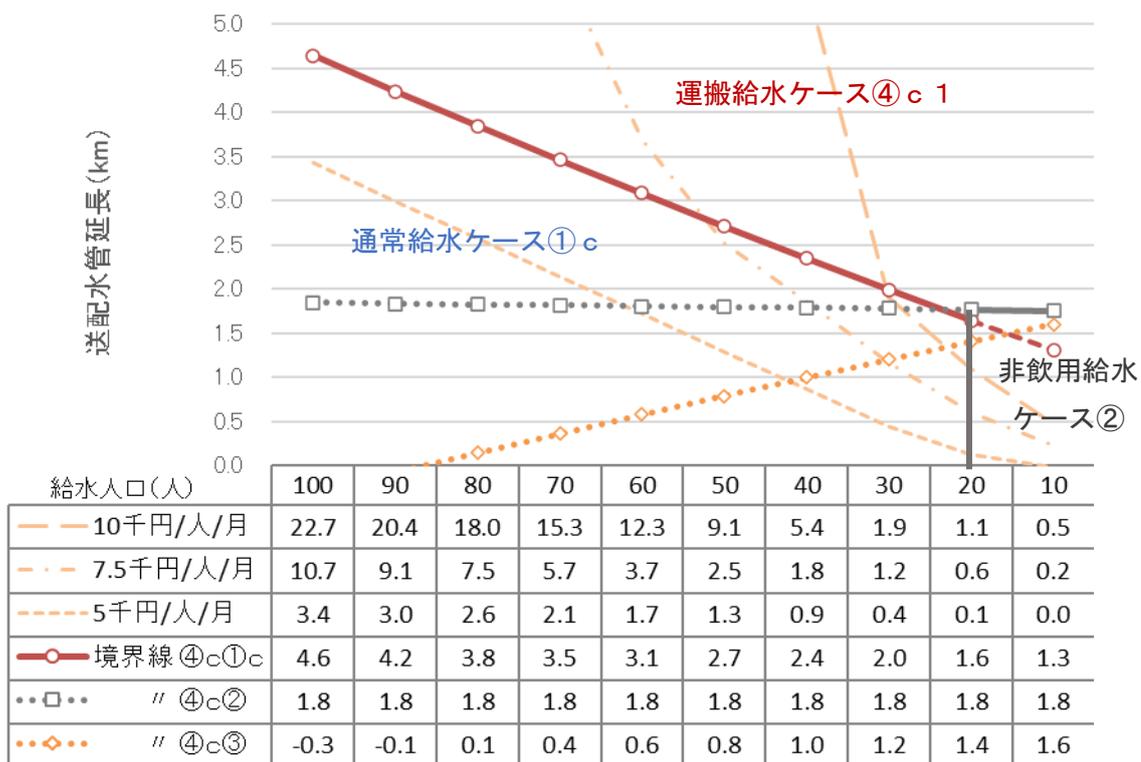
$$(L_1 + L_2) = (y - 155,325 / N_0 - 4,836.7) / (0.1712 + 12.254 / N_0)$$

ケース⑤c:

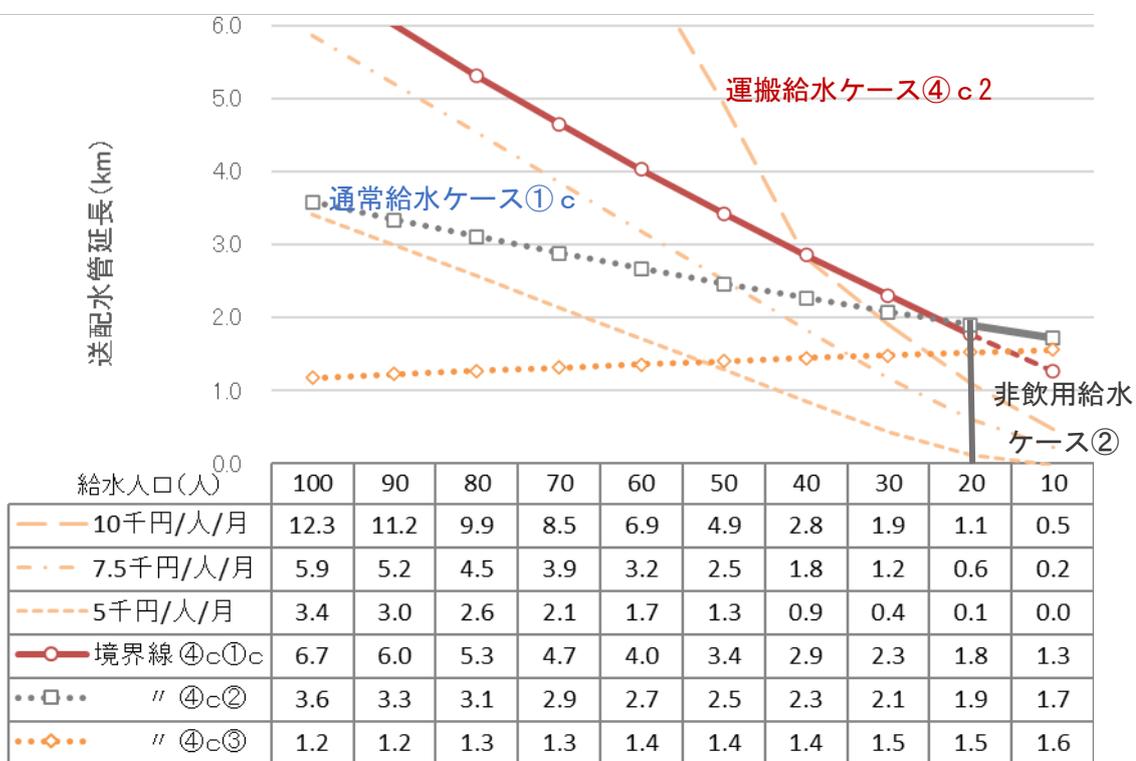
$$L_2 = (y - 174,742 / N_0 - 2,349.6) / (0.1712 + 727.07 / N_0)$$

となる。

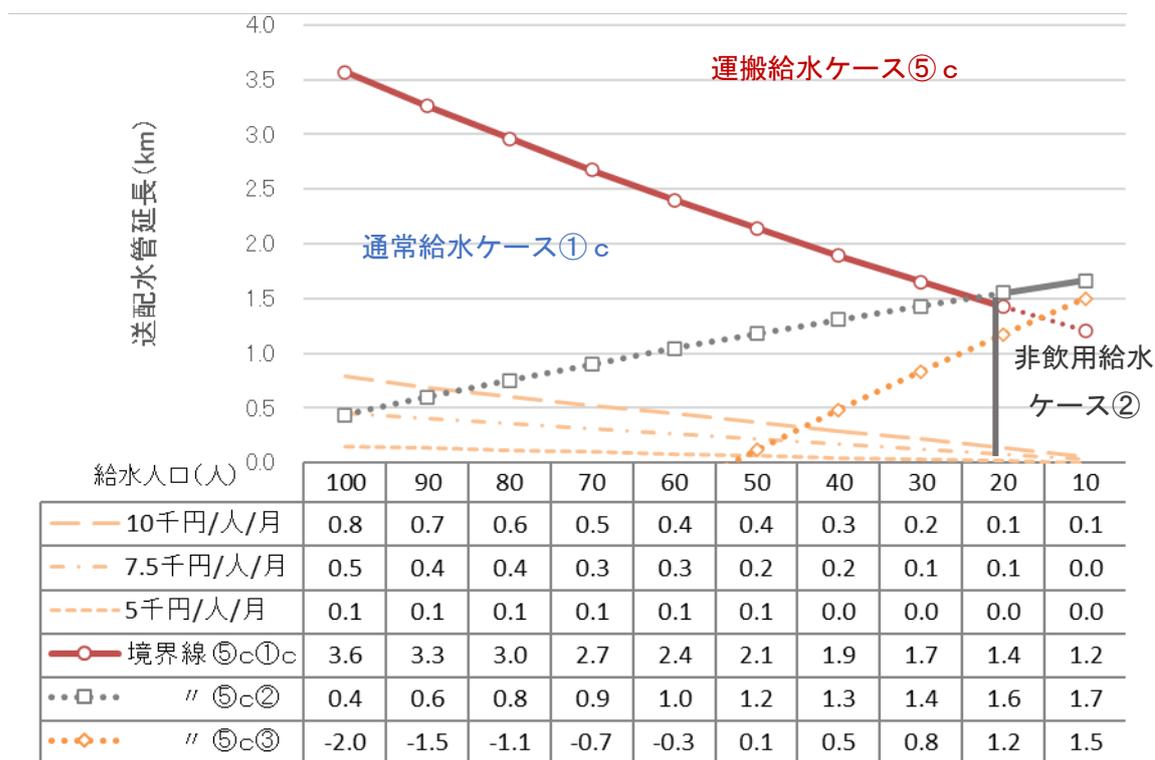
別添図 2.3.2~2.3.4 は、負担額 10 千円、7.5 千円、5 千円に対する管路延長と給水人口と関係を各給水形態ケース別の優位性の境界線とを同じグラフで示したものである。



別添図 2.3.2 送・配水管延長と給水人口に対する給水ケース④c1の境界線と負担額との関係



別添図 2.3.3 送・配水管延長と給水人口に対する給水ケース④c2の境界線と負担額との関係



別添図 2.3.4 送水管延長と給水人口に対する給水ケース⑤cの境界線と負担額との関係

<参考文献>

- 1) 厚生労働省, 小規模集落における給水手法に関する調査報告書 (H25. 2)
- 2) 厚生労働省, 人口減少地域における料金収入を踏まえた多様な給水方法に関する調査報告書 (H29. 3)
- 3) 厚生労働省, 人口減少地域における多様な給水方法の検討に関する調査 (H30. 3)
- 4) 厚生労働省, 人口減少地域における多様な給水方法の検討に関する調査 (R2. 3)

小規模水供給施設の管理実態と課題

研究分担者 伊藤禎彦 京都大学大学院工学研究科教授
研究協力者 曾 潔 京都大学大学院工学研究科博士後期課程

研究要旨：

長野県松本市および愛知県豊根村・東栄町・設楽町を対象として、担当行政部局に対しヒアリングするとともに、施設を訪問調査した。可能な場合には、水道利用者に対する対面調査を実施した。松本市入山辺地区飲料水供給施設においては、高齢化に伴って維持管理上の困難さが増してきており、市に上水道接続を要望している。これに対して、市担当部局が単独で上水道整備を行うのは現実的ではない。地元に対する人的支援のほか、維持修繕に対する補助金交付が現実的な施策であると考えられた。愛知県設楽町における未普及地域では、住民の理解により個別井戸の新設を受け入れていた。水供給形態が持続可能な形で成立している好例とみることができ、その要因について考察を行った。小規模水供給施設に設置された膜ろ過装置について、その維持管理費の高さが負担になっている事業体は少なくない。豊根村において、膜ろ過から井戸へ変更することを検討している事例を示した。

A. 研究目的

簡易水道や飲料水供給施設の中には水道事業体が管理できておらず、地元の住民組織または個人が管理している水供給施設がある。本研究課題の目的のひとつは、そのような小規模水供給システムの実態と課題を把握しつつ、その持続可能性について考察を行うことである。

ここでは長野県松本市および愛知県の三河山間地域とよばれる豊根村・東栄町・設楽町を対象として、担当行政部局に対しヒアリングするとともに、施設を訪問調査した。水道利用者に対する対面調査を実施できたケースもある。調査内容は、施設設置の経緯、管理組織の構成、規約、管理実態、水道料金設定法、行政による教育の有無、利用者としての満足度やニーズ、将来見通し等である。

B. 方法

1. 長野県松本市保健所および上下水道局とのヒアリング

松本市における飲料水供給施設および簡易給水施設について、保健所および上下水道局においてヒアリングを行った。

2. 入山辺地区飲料水供給施設への訪問調査

松本市入山辺地区において、地元管理されている3か所の飲料水供給施設（大和合 東村 飲料水供給施設、大和合中央飲料水供給施設、大仏 飲料水供給施設）への訪問調査を行った。いずれも、直接、管理されている方からヒアリングすることができた。訪問日：2021年11月2日。

3. 愛知県豊根村・東栄町・設楽町各役場におけるヒアリング

愛知県の三河山間地域とよばれる豊根村・東栄町・設楽町を訪問し、豊根村生活課、東栄町事業課、設楽町生活課においてヒアリングを行った。

4. 豊根村・東栄町・設楽町簡易水道施設および水供給施設への訪問調査

豊根村における簡易水道施設等の訪問調査を行った。対象は、猪古里^{いのしごり}浄水場とその原水取水点、とみやま^{とみやま}富山浄水場とその原水取水点、こやげ^{こやげ}小谷下簡易給水施設、牧野浄水場とその配水区域における減圧水槽および減圧弁。

東栄町における簡易水道施設等の訪問調査を行った。対象は、ふりくさ^{ふりくさ}振草浄水場とその原水取水点、くわぼら^{くわぼら}桑原浄水場とその原水取水点。

設楽町の未普及地区である沖駒地区において各戸設置型深井戸の訪問調査を行った。利用者から直接ヒアリングすることができた。

訪問日：2021年11月29日～12月1日。

(倫理面への配慮)

本調査研究の内容は、京都大学大学院工学研究科工学研究倫理委員会における審査非該当であることを確認した上で、個人情報の保護及び調査に係る対象者を含む安全性に配慮して実施した。ヒアリング調査における具体的な配慮事項は以下のとおりである。1)ヒアリングでは個人情報に関する設問を含まない、2)得られた情報は本研究実施以外の目的には使用しない、3)得られたデータに含まれる情報は適切に管理し、第三者には開示しない。また、同情報は研究担当者のみが扱い、研究終了後に適切に廃棄する。

C. 結果

1. 松本市保健所および上下水道局とのヒアリング

(1) 概況

令和3年度からの中核市移行に伴って、小規模水道地域における水供給については保健所が引き継いだ。

市の水道普及率は約99.6%。5か所の飲料水供給施設、1か所の簡易給水施設及び1か所の簡易水道を有する。いずれも民間で管理されている。

そのほか、上記水道組合に組み入れられていない数人規模の個人水道施設、および個人の飲用井戸が存在する。

訪問対象となった大和合東村飲料水供給施設、大和合中央飲料水供給施設は、良く管理されている施設である。

(2) 経緯と現況

平成9年、入山辺地区町会連合会が、市長に対して水道整備を陳情したことがある。これを受けて、市は、簡易水道事業として統合する案に関するアンケート調査を行った。これに対して、入山辺地区の一部町会からは、統合は希望しないと回答された。地区全体での合意には至らなかったものである。当時としては、自分たちの施設を保有できており、住民による管理を継続するという意思であった。その後、平成21年になって、水道整備が再度陳情された。平成29年、市は住民に対する説明会を開

催した。整備案を提示しつつ、市としては、地元負担を含む、地区全体での合意が得られれば整備が可能との立場を表明した。

（３） 施策とその考え方

地元が上水道整備を希望する理由としては、高齢化に伴い維持管理が困難になってきていること、飲用水としての水質安全性が担保されていないこと、布設管の位置も詳細は不明であり漏水等事故時対応が容易ではないこと、などがある。

上下水道局としては、担当部局であった市環境保全課からの依頼を受け、これまで、水道整備に関する調査を行い、それを住民に提示してきた。整備には数億円（あるいはそれ以上）が必要であり、コストがかかりすぎる。入山辺地区は給水区域外であるが、給水区域内であっても個人水道や個人飲用井戸のままとなっている箇所もあり、そのバランスも考慮する必要があり、上下水道局としての整備は難しい。

整備へ向けた現時的な案は次の２つと考える。①松本市として整備したのち、上下水道局に寄附採納してもらう。②地元自ら開発・整備を行う。

（４） 将来展望と課題

技術的に見て、市としては、市上水道から水をポンプ圧送する方式が適切と考えている。1～2 km程度の距離である。これに対して、水源が沢水という表流水では、水量・水質の問題が解消されない。

一方、次に例示する方法によって、地元が管理する水供給施設として存続させる道もある。①補助金を支出し、必要最小限の整備を進める。②水供給は生活用水のみとし、飲用水はボトル水を購入してもらうようにする。③共同水栓を給水区域内に設置し受水してもらうようにする。

現在のところ、一般に、全国の各水道事業者がそれぞれ補助制度を設けている。その他、小規模水供給施設を含む水道事業の存続という観点から、国や県としての補助制度が必須と考えるが未整備である。

また、水質安全性確保の観点からは、県が水質検査のための公社などを設立し、人的支援等を行うことが望ましい。

2. 入山辺地区飲料水供給施設への訪問調査

（１） 大和合東村飲料水供給施設

・水道施設の現況

設置主体は大和合東村水道組合。計画給水人口 59 人。現在給水人口 30 人、13 世帯。

水源は地区背後の山中（写真 1）。湧き水であり、集水管を貫入させてある。



写真 1 大和合東村および大和合中央飲料水供給施設の水源
大和合東村飲料水供給施設配水池から臨む

配水池は設置してから60年が経過したもの。水深3 m。塩素注入装置があるが、現在注入していない(写真2)。

・施設管理状況と課題

水量・水質ともに安定しており、水が濁ることはない。

塩素は、市に指摘され5~6年間注入していたことはある。しかし2年前から注入していない。水質上、必要とは考えていないため。

年1回、水源地と受水タンク、配水池の清掃を実施している。水源地までのアクセスが大変である(写真1参照)。集水管による集水を行っているため、落葉などで閉塞することはない。受水タンクの清掃は、砂を除去するだけなので10分程度で終了する。配水池も、水を抜き、堆積した砂を除去する。

水質検査は年に1回行っている。11項目検査であり、費用は1万円弱。配水池水の濁度(現地にて測定):0.06度。

・管理体制と課題

料金は1000円/月で、必要経費はこれで賄っている。高齢化に伴い維持管理可能な人の確保が課題である。

・要望等

市による簡易水道事業統合案を断った経緯がある。当時は、奈良井ダムを源流とした川の水であること、かつ塩素注入されていることからこれを忌避する意見があった。

現在では、維持管理の困難さから、市に対して上水道整備を要望している。

(2) 大和合中央飲料水供給施設

・水道施設の現況

設置主体は大和合中央水道組合。計画給水人口79人。現在給水人口63人、22世帯。

水源は地区背後の山中(写真1)。湧き水であり、集水管を貫入させてある。水源地までは東村よりも遠く、およそ3 kmである。往復で3時間程度要する。

・施設管理状況と課題

水量は安定している。渇水期間もあるが、水量として不足することはない。水源地と受水タンク、配水池の清掃は月1回実施しているが、冬は実施できない。

塩素は、基本的に注入されている。ただ、一般にカルキ臭に対する抵抗感がある。このため、夏季は必ず注入しているが、冬季は注入しないこともある。

水質検査は年に1回行っている。11項目検査であり、費用は1万円弱。水質は、東村と同程度で、良好であると評価されている。

・管理体制と課題

月1回の水源地と受水タンク、配水池の清掃は、若い人に実施してもらうようにしている。日当として3000円/日を支払っている。2人ペアで行うので、6000円/日が必要。この措置は、高齢化に伴うもので、5年前から。

組合内の当番表が存在する。令和7年度まで、毎月の当番が作成されている。月ごとに4名の氏名が記載されており、このうち2名が清掃を担当する。なお、年1回は総出で清掃を行っている。

受水タンクー配水池までの導水管の破損が懸念されるため、点検を毎月行っている。破損箇所が



写真2 大和合東村飲料水供給施設 配水池内の塩素注入装置

発見された場合、その修繕は自分たちで行っている。このため、過去には、接着不十分といった施工不良もあった。

- ・要望等

市に対して上水道整備を要望してきた。市からの補助金は期待できず、住民自ら整備する必要があるとされている。この場合、費用は、2000万円/戸程度を要する可能性もあり、現実的ではない。

(3) 大仏飲料水供給施設

- ・水道施設の現況

設置主体は大仏水道組合。計画給水人口 79 人。現在給水人口 55 人、20 世帯。給水人口が減少したため、平成 11 年に、簡易水道から飲料水供給施設へ変更された。

水源は地区の山中。配水池は 3 つあり、接続されている。1 か所目は沈砂池の役割を果たす。3 つ目の配水池（写真 3）は設置後 80 年以上経過しており、老朽化が進んでいるため、危機管理の観点から 2 つ目の配水池を設置した。地区内の業者が施工。3 つ目の配水池において塩素が注入されている。



写真 3 大仏飲料水供給施設
3 つ目最古の配水池

設置当初の水源地には“水神”様の石碑あり。現在の水源はさらに上流にあり。水源地—配水池間には、ポリの導水管が側溝内に布設されている。

- ・施設管理状況と課題

水量は安定している。ただし、降雨後、水が濁ることがある。

年 1 回、お盆に、総出で、水源地と受水タンク、配水池の清掃を実施している。水源地までは役員が出向く。

2 つ目配水池のオーバーフロー水濁度（現地にて測定）：0.64 度（2 回平均値）。

- ・管理体制と課題

料金は 1000 円/月で、必要経費はこれで賄っている。高齢化に伴い、将来にわたって維持管理を継続することが不安である。

- ・要望等

市による簡易水道事業統合案を断った経緯がある。当時は、水道水の飲用を忌避する傾向があった。現在では、維持管理の困難さから、市に対して上水道整備を要望している。現在、その相談が中断している状況。

3. 豊根村・東栄町・設楽町でのヒアリング

(1) 豊根村¹⁾

- ・概況

平成 21 年に豊根村簡易水道となる。7 浄水場を有し、計画給水人口 1,329 人。現在給水人口 996 人。平成 28 年には小谷下簡易給水施設を加えて経営されている。7 浄水場は、緩速ろ過 6 か所、膜ろ過 1 か所（猪古里浄水場）。水道普及率としては 99.71 %。組合営など住民によって管理されている施設はない。

- ・現況

普及率が 99.71 %と高い理由として想定されるのは以下の通り。①村内に集落は点在しているもの

の、各集落は比較的まとまっているとみられる。このため水道施設の普及が進んできたことが考えられる。②ダム（佐久間ダム、新豊根ダム）設置に伴い、固定資産税の税率を高めた。これによって、通常税率の場合よりも8,000万円程度の税収増となる。高い税率は村民全体に及ぶことになるが、得られた税収を村民に還元する施策を進めてきた。

有収率は60%程度。残りは漏水している割合が高い。捨て水は数%程度である。配水区域最下流に位置する家屋が空き家であり、時々捨て水を行い、残留塩素を確認したのち再度止水している事例もある。

給水原価は、平成23年に478円/m³であったが、令和元年現在575円/m³となっている。料金回収率は38%。ただし、給水原価は、管路更新など様々な要因に依存するので、必ずしも上昇傾向が継続するとは限らない。

豊橋市から技術的な支援を受けている。計器類の管理方法など。

・将来展望と課題

役場の限られた人員でいかに水道を維持していくかが大きな課題である。職員自ら施工を行っている場合も少なくない。

維持管理に関する共同化を目指している。三河山間の2町1村による合同研究会、およびさらに県内で広域のブロック研究会のしくみを持っており、水質検査、水道メータの共同発注等の検討を進めている。

施設工事費にかかる補助率を高める要望を行っている。

今後、給水原価の変化や、水道料金改定の必要性などについて注視していく必要があると考える。

猪古里浄水場に唯一導入されている膜ろ過施設は維持管理費が高く負担となっている。将来、井戸に変更することも検討している。

（2）東栄町²⁾

・概況

平成28年度までに町内すべての簡易水道施設、簡易給水施設、飲料水供給施設の経営統合を行い、東栄簡易水道事業となった。浄水場12箇所を有し、計画給水人口3,342人。現在給水人口2,945人。

・現況

給水原価は、平成27年に260円/m³であったが、令和元年現在295円/m³となっている。ただし、給水原価に大きな変動はないと考えている。料金回収率は54%。

水道普及率99.5%、給水普及率99.83%。組合営など住民によって管理されている施設はない。未普及は、町内に4戸あるのみ。

管路更新については、導水管の耐震化を優先させている。これは、水を生産できる状況をつくっておくというコンセプト。導水管は、埋設できない地形も少なくないことから、露出管となっている。このため、落石などによる破損リスクもあるものと想定している。配水管の耐震化は、導水管の耐震化に次ぐものと位置付けている。

令和5年度までに公営企業会計を導入する予定。やがて料金改定を行う必要があると考えている。

・将来展望と課題

上下水道で3人体制。専門の職員を配置するのが難しい。東三河広域連合は、豊橋市を含む8自治体で構成されており、構成自治体間における協力体制がある。

(3) 設楽町^{3、4)}

・概況

平成29年に設楽町簡易水道として統合完了。浄水場8箇所を有し、計画給水人口4,871人、現在給水人口4,317人。

水道普及率は97%。地元管理されている施設はない。

130人が未普及となっている。内訳は、おきこま沖駒地区：42戸72人、うらだに裏谷地区：8戸23人、その他は町内に散在している。

・現況

給水原価は、平成27年に308円/m³であったが、令和元年現在393円/m³となっている。料金回収率は62%。

水源は河川表流水であり8か所で取水されている。うち、6か所にステンレススクリーン（日本エンジニア製）が設置されている。これは平成年代初めころから設置してきたもの。ただし、表流水が凍結した場合には水が流入しにくくなるので、設置についてなお検討中の箇所もある。

・未普及地域に対する施策と現況

以下、沖駒地区の例を中心に記す。当該地区において、上水道接続に関する要望は存在した。消火用水を確保できるのも理由のひとつであったようである。

平成11年、町は上水道接続のための基礎調査に着手した。水源における水量の年間調査を実施したほか、概算事業費を積算した。敷設すべき管路延長は18km。事業費は12億円と算出された。地区内戸数は約40であることから、1戸あたり3,000万円相当になる。

運搬給水を検討したこともある。しかしながら、この場合、「水道」ではなくなってしまうのではとの懸念から断念した。

以上より、上水道接続や運搬給水ではなく、補助金を交付しつつ各戸井戸を新設する方針を選択した。平成21年に「設楽町飲料水安定確保対策事業補助金交付要綱」を策定。補助額の上限は300万円。これは、設置業者への事前ヒアリングによって所要額を把握した上で設定されている。ただし、300万円から、上水道接続する場合の加入負担金である22万円（口径13mm）を控除し、278万円を上限としている。深井戸であり、通常、堀削深度は80m。

この費用には、給水開始前に行う水質検査費（初回に限る）も含まれている。原水試験は40項目検査を行うのが一般的であるが、ここでは、食品衛生法が定める29項目検査が行われている。この結果、水質検査費は5万円を済んでいる。不適切では決してないものの、水質判定を行う際には、食品衛生法「食品製造用水」基準を参照するのではなく、水道水質基準値を参照するのが望ましいといえる（水道水質基準値の方が厳しい値である項目がいくつか含まれるため）。

上記要綱は平成31年に改訂されている。要望を受け、設置から10年以上経過し、ポンプ設備など

機械の不具合が生じた場合には、その更新を補助対象とする条項を追加した。

この事業によって、平成 21 年以降令和 2 年までに、町内 36 か所で井戸を整備した。36 か所のうち 31 か所は平成 22 年までに集中している。これによって、井戸新設を希望する大部分の町民に設置できている。各戸は離れているので、共同井戸はなく、いずれも個別井戸である。

ランニングコストの補助は行っていない。注入塩素や水質検査にかかる経費は住民が負担する。

県も、飲用井戸の検査は行っていない。

その他、町内全域の井戸の存在状況に関する情報収集・整理は行っていない。

4. 豊根村・東栄町・設楽町簡易水道施設および水供給施設への訪問調査

(1) 豊根村

猪古里浄水場

計画給水人口 25 人、現在給水人口 10 人 (5 戸)。村内唯一の膜ろ過施設 (写真 4)。上流域に茶臼山高原があり、牧場が存在。クリプトスポリジウム対策の必要性もあり、導入したものの。

オートストレーナ→原水槽→膜ろ過。膜は限外ろ過膜。8.5 m³/日 (2 本で) ×2 系列=17 m³/日能力。現在浄水量は 3 m³/日。

計器指示値：原水濁度 1.67 度、残留塩素 0.57 mg/L。

ランニングコストが高く負担である。薬品洗浄は 2 年に 1 度行う。大阪まで運搬して実施されており、費用は約 50 万円。これは 25 万円/年であり、1 戸当たり 5 万円/年に相当する。このため、将来は、飲用井戸で代替することも検討している。

原水は砂防堰堤直下から取水している。ストレーナ付き集水管を水中に横たえたもの (写真 5)。閉塞することもなく、干上がることもない。降雨時には濁度上昇がみられるが、10 度以下。



写真 4 猪古里浄水場膜ろ過施設



写真 5 ストレーナ付き集水管

富山浄水場

計画給水人口 123 人、現在給水人口 69 人。

普通沈殿池→緩速ろ過。ろ過池は砂のかきとりはしていない (する必要がない)。逆流洗浄と砂層全体の直接洗浄を行っている。2 池あり、1 池ずつ運用している。他の 1 池はバックアップ用。ろ過池は、主として降雪に対応可能とするため屋内にある (写真 6)。

計器指示値：処理水濁度 0.02 度、残留塩素 0.57 mg/L。

原水は砂防ダム地点を利用して取水している (視察済)。

小谷下簡易給水施設

計画給水人口 15 人、現在給水人口 7~8 人 (4 戸)。以前は飲料



写真 6 富山浄水場

水供給施設であったもの。

深井戸—配水池。深井戸の掘削深度 80 m。

以前、組合営であったときには、山水を取水し、着水井（円筒形、現在は不使用）で受け、配水していた。

塩素使用量が少量であるため、塩素貯留タンクは容積の半量以下で運用している。塩素剤の減少速度は遅く、減少してきたら継ぎ足している。4 か月～半年に 1 度程度。古い塩素剤を注入しないように管理している。

残留塩素などの測定を、シルバー人材に委託し住民に行ってもらっている。残留塩素は毎日測定。

牧野浄水場

計画給水人口 403 人、給水区域人口 319 人であり、本村の主要浄水場のひとつ。

着水井（2 種類の原水を混合）—普通沈殿池—緩速ろ過。緩速ろ過池は 3 池。1 か月ごとに 1 池ずつ空にして再生を行っている。

計器指示値：原水濁度 7 度、処理水濁度 0.039 度、残留塩素 0.54 mg/L。

配水区域内に、減圧水槽が 3 か所設けられている。このうち第 2 減圧水槽を視察（写真 7）。コンクリート製で地下式。現在つくられる減圧水槽は、ステンレス製で、地上に建設するように変化している。水位は、池内水面上のボールによってコントロールされており、部分的に配水池としての機能も有する。加えて、配水区域内には減圧弁も設置されている。このうち第 2 減圧水槽と第 3 減圧水槽の中間に位置する減圧弁を視察。



写真 7 牧野浄水場配水区域
第 2 減圧水槽

（2）東栄町

振草浄水場

計画給水人口 502 人。

原水は渓流水である。ステンレス製スクリーンが堰に設置されている（日本エンジニア製、ウォータースクリーン。写真は本報告書別報⁵⁾に掲載）。10 年程度前に設置したもの。費用は数百万円。スクリーン内部の側面から取水する構造になっている。導水管は埋設されている。

普通沈殿池—緩速ろ過（写真 8）。覆蓋が設けられている。砂表面はかきとりを行って再生させている。

浄水場内に、“水神” 様石碑あり。



写真 8 振草浄水場
手前が普通沈殿池、奥が覆蓋
付き緩速ろ過池

桑原浄水場

計画給水人口 70 人。

沈殿池はなく、原水は導水管を通じて、緩速ろ過池に直接注入されている（写真 9）。ろ過池から取り出された砂は、ろ過池横に堆積されている。

導水管は3系列あり、そのうちのひとつである堰を視察。下流に個人用受水桝あり。

(3) 設楽町

沖駒地区は、沖ノ^{たいら}平地区と駒ヶ原地区とからなる。周囲の様子を写真10に示す。A氏宅を訪問。

本地区の地下水位はもともと高く、地下水を容易に得られる地域である。従来から井戸（浅井戸）は持っていた。過去には、赤水が発生したこともあった。これに対しては鉄除去装置を設置した。

上水道接続する場合、事業費が高額になること、および配水過程での滞留時間が長くなることから飲用水としての水質が劣化する可能性を理解している。

平成21年以降、町の補助によって個別井戸の新設が行われた。A氏宅の場合、平成29年に設置され、堀削深度80.5m、揚水管位置45m（写真11）。

塩素注入器があり当初は塩素を注入したが、その塩素がなくなった後は注入していない。従来から塩素を注入する習慣がない。区域内で塩素を注入している家庭はないとみられる。水質検査も行っていない。したがって、ランニングコストは電気代だけである。

将来、ポンプ設備等が故障した場合、役場の補助によって修繕・交換してくれる。困りごとや要望は特にない。井戸水はそのまま飲用している。

濁度測定結果：事務所内給水栓水（浅井戸水であり、飲用水としては利用していないもの）0.00度。深井戸給水栓水（屋外）0.00度。



写真9 桑原浄水場
導水管から緩速ろ過池に直接注入されている



写真10 沖駒地区周囲の様子



写真11 沖駒地区において個別設置された深井戸

D. 考察

1. 松本市入山辺地区飲料水供給施設の現況と課題について

(1) 3地区とも、原水が良好であるため浄水処理施設が導入されていない。これは、維持管理上の困難さを緩和することに寄与しているとみられる。

(2) ハード整備が困難であるまま、今後とも維持管理の困難さは増大していく。地元に対する人的支援のほか、維持修繕に対する補助金交付が現実的な施策であると考えられる。

(3) 松本市の担当部局が単独で上水道整備を行うのは現実的ではない。現在のところ、市側および住民側の双方に強い方針や牽引力があるわけではなく、進展は容易ではないとみられる。

2. 愛知県三河山間地域の現況と課題について

(1) 未普及地域において水供給形態が持続可能な形で成立するための要件

設楽町における未普及地域の実態は注目される。住民は、上水道に接続する場合、事業費が高額になること、および配水過程での滞留時間が長いことによる水質劣化の可能性を理解し、個別井戸の新設を受け入れている。また、将来、設備が故障した場合には役場が対応してくれるので安心感がある。将来に対する不安感や、役場に対する要望も特にない。

これは、まずは、従来から各戸に井戸が存在していたことから、井戸の新設に抵抗がなかったことがあげられる。ついで、きわめて重要な点として、水源地や浄水処理装置を維持管理するために自ら行うべき作業がなく、水利用の継続性に懸念要素がないことがあげられる。これは、他地域において、住民による水源地や浄水処理装置の維持管理を伴う水供給システムの継続が困難あるいは限界に達しており、役場等による管理を要望している、または上水道接続を要望している事例があるのとは対照的である^{6, 7)}。

住民によって、地域自律管理型水道として持続的に運営されている成功事例が北海道に存在することが報告されている⁷⁾。そして、住民による持続的な管理が可能となるための要件が牛島ら⁸⁾によって整理されている。これに対して、本稿で取り上げた設楽町未普及地域の事例も、水供給形態が持続可能な形で成立している好例とみることができる。その条件を再掲すると以下ようになる。

①住民は上水道接続が現実的でないことを理解し、個別井戸の新設を受け入れていること。

②水源地や浄水処理装置の維持管理といった住民自ら行うべき作業がなく、水利用の継続性に懸念要素がないこと。

③町は、個別井戸の新設を補助するとともに将来の修繕等にも対応するとしており、住民は安心してきていること。

一方、消毒が行われていないことには課題が残っているとみえる。ただし、住民による継続的な塩素注入を期待するのは現実的ではない。代替法としては、紫外線照射装置の設置が考えられる。ただし、これも必須とまではいえない。飲用水としての微生物的安全確保法としては、實際上、細菌学的水質検査を行って微生物による汚染がないことを確認しつつ飲用を継続することも選択肢といえるだろう。この際、飲用井戸等衛生対策要領が指定する 11 項目をすべて検査する必要は必ずしもなく、定期検査としては一般細菌と大腸菌だけでも不十分ではないとみられる。

(2) 膜ろ過施設の導入と将来の供給形態について

小規模水供給施設に設置された膜ろ過装置について、その維持管理費の高さが負担になっている事業体は少なくない。豊根村猪古里浄水場の場合、配水先が 5 戸 10 人であることから負担感が特に大きいとみられる。この先、いかなる条件、いかなる時期に別の供給形態への移行が意思決定されるのか、興味あるところである。

供給形態としては井戸の設置が検討されている。この場合、安定水源が見い出されるなら、配水管は敷設されているので、個別井戸ではなく共同井戸を設置するのが好都合といえる。もちろん、安定水源が、既設配水管に接続できる場所に存在することなどが条件となる。

(3) 高普及率であることについて

普及率は豊根村が 99.71 %であるのをはじめとして、おしなべて高率となっている。これは、豊根村についていえば、村内に集落は点在しているものの、各集落は比較的まとまっており、水道施設を普及させやすかったことが考えられる。このほか、もちろん、本文に記した政策的要因もある。この高普及率は、例えば、依然として 60%台である自治体が国内に存在することを考えると驚異的であるともいえる。

奈良県十津川村では、居住地域のコンパクト化を施策として進めている⁶⁾。水道インフラとしては、10 戸程度 (10~15 人程度) が集まればろ過装置の設置が可能になるという。(ただし、コンパクト化のインセンティブは社会インフラ維持管理の効率性ではなく、災害リスクの回避。) 上記の見方が正しいなら、豊根村をはじめとする本地域では、コンパクトな集落が、緩やかにかつ自然に形成されてきたといえるかもしれない。

E. 研究発表

1. 論文

伊藤禎彦, 堀さやか: 水道料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析, 土木学会論文集 G, Vol. 77, No. 4, 2021.

2. 学会発表

木村昌弘, 浅見真理, 伊藤禎彦: 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021.12

鳶田泰彦, 須田康司, 下岡隆, 三宮豊, 市川学, 川瀬優治, 大瀧雅寛, 伊藤禎彦: 将来を見据えたスマートな浄水システムに向けた浄水場の課題解決技術・手法の調査-A-Dreams プロジェクトの取組-, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021.12

伊藤禎彦, 中山信希: 料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析, 令和 3 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021.12

3. 総説・解説

伊藤禎彦: 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保, 小規模水供給シリーズ~実状と課題, 今後の展望について~, 水道, Vol.66, No.4, pp.10-19, 2021.7

伊藤禎彦: 緊急用浄水装置に求められるコンセプトづくり, 水道人エッセイ集「それぞれの 3.11、あの日から私は」, 名古屋大学 NUSS 教育研究ファイルサービス共有(PDF), 2021.3.11

伊藤禎彦: 巻頭言 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション, 水道, p.3, 2021.5

4. 講演

伊藤禎彦: 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, ダクタイル鉄管協会セミナー, 一般社団法人日本ダクタイル鉄管協会主催, 松本商工会議所 (長野県松本市), 2021.11.1

伊藤禎彦: 上水道をめぐる諸課題と研究ニーズ, 土木学会第 58 回環境工学研究フォーラム 水供給システム招待講演, オンライン開催, 2021.11.16

伊藤禎彦: 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, 名古屋市上下水道局 経営に関する研修会, 名古屋市役所西庁舎, 2022.1.11

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

参考文献

- 1) 豊根村簡易水道事業経営戦略、2017.
- 2) 東栄町簡易水道事業経営戦略、2021.
- 3) 設楽町簡易水道事業経営戦略、2020.
- 4) 設楽町新水道ビジョン【未来へつなぐ安心・安全な水道】、2017.
- 5) 伊藤禎彦、中西智宏：表流水取水装置および管内環境制御からみた浄水処理方法、令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）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（20LA1005）分担研究報告書、2022.3.
- 6) 伊藤禎彦、堀さやか：住民との連携による水供給システムの維持管理手法とそれらの知見共有方策に関する検討、平成30年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究（H29-健危-一般-004）総括研究報告書、pp.82-89, 2019.3
- 7) 伊藤禎彦、堀さやか：地元管理されている小規模水道の実態と課題、平成31年度（令和元年度）厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究（H29-健危-一般-004）分担研究報告書、pp.108-141, 2020.3
- 8) 牛島健、石井旭、福井淳一、松村博文：実態調査に基づいた人口減少地域における地域自律型水インフラシステムの可能性、土木学会論文集G（環境）（環境工学研究論文集第55巻）、Vol.74, No.7, III_143-III_152, 2018.

小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保法

研究分担者 伊藤禎彦 京都大学大学院工学研究科教授
研究分担者 中西智宏 京都大学大学院工学研究科助教
研究協力者 曾 潔 京都大学大学院工学研究科博士後期課程

研究要旨：

小規模水供給施設を調査対象とし、原水の微生物リスクを推定したうえで、必要な浄水処理レベルについて考察を行った。さらに、限定的な情報の下で、微生物的な安全性を確保するためのアプローチ方法を提示した。さらに、より精緻なリスク評価を可能とするために、次世代シーケンサー(NGS)を用いて病原細菌を一斉検出することを試みた。対象施設から計 22 属 37 種が病原細菌として抽出された。検出された全病原種を対象としたリスク評価を行い、浄水処理に要求される除去・不活化能について考察した。

A. 研究目的

本研究課題のひとつは、小規模水供給システムにおける衛生的な水の持続的供給を目的とした技術的検討を行うことである。飲料水供給施設等の小規模水供給施設においては、浄水処理や消毒が不十分である場合も少なくない^{1,2)}。特に、地元管理されている施設では、塩素消毒の必要性が認識されていない場合や、意図的に忌避される場合がある。

微生物的安全性の面では、たとえ塩素消毒が行われていなくても、利用者は、もちろん清浄な水を使用できていると考えているし、通常、感染症の流行などが起きるわけでもない。このような状況下において、都会に出た人が帰省した際、しばらく滞在していると、同行した子供(孫にあたる)がおなかをこわすことがあるという。渓流水や沢水を手ですくって飲んだ場合、“おなかをこわす本体”とはいったい何か、興味あるところである。しかし、そのような水道原水について病原微生物に関する検査が行われることは皆無と言ってよい。ここでは、限定的な情報の下で、微生物的な安全性をいかに確保すればよいか、その具体的アプローチ方法を定量的微生物リスク評価手法によって検討した。

上記の「限定的な情報」とは一般細菌などの指標微生物に関する水質項目を指すが、これをリスク評価の出発点とする場合、リスクを過大評価してしまう問題がある。一方、原水中の病原微生物を次世代シーケンサー(NGS)によって網羅的に検出・同定できれば、対象微生物を限定できるためより精緻なリスク評価が可能となると期待される。そこで、本研究では最新型 NGS を用いて水中の細菌群を種レベルまでの高い解像度で分類し、病原細菌を網羅的に検出した後、得られたデータを用いて定量的微生物リスク評価(QMRA)を行い、当該地域に必要なとされる病原細菌の除去・不活化能を推定した。

B. 方法

1. 滋賀県長浜市寺院への訪問調査

滋賀県長浜市内の だいきちじ 大吉寺（長浜市野瀬町）の水供給施設への訪問調査を行った。以前膜ろ過施設を設置していた企業（株式会社清水合金製作所）立会いのもと、ご住職からヒアリングすることができた。また、株式会社清水合金製作所からも、これまでの経緯等についてヒアリングを行った。原水、および寺院への供給水を採水し水質測定を行った。原水は溪流である。

2. 京都 たいしやくてん 帝釋天 水供給施設の調査

京都帝釋天（京都府南丹市）の寺務所になっている福寿寺のご住職から、水利用状況についてヒアリングすることができた。南丹市との関わりの有無についてもヒアリングした。

3. 京都市内における原水調査

京都市西京区において、トロッコ保津峡駅（嵯峨野観光鉄道株式会社）の駅舎と売店に水供給している施設があり、これを調査対象とした。保津川を挟んで、北側の施設と南側の施設の2か所があり、前者は売店へ、後者は駅舎へ水供給しているものである。定期的に採水を行い、水質測定を行った。

4. トロッコ保津峡駅における供給水中の病原細菌群の網羅的検出

上記のトロッコ保津峡駅の北側施設と南側施設で採取した水試料に対して、病原細菌の網羅的検出を行った。試料を孔径 0.2 μm のメンブレンフィルターを用いてろ過濃縮後、PowerSoil kit (Qiagen 社) でろ紙から核酸を抽出した。その後、LongAmp Hot Start Taq DNA Polymerase (New England BioLab) と 16S Barcoding Kit 1-24 (SQK-16S024; Oxford Nanopore Technologies 社, 以下 ONT 社) を用いて、真正細菌由来の 16S rDNA 全長を PCR 増幅した。増幅には Thermal Cycler Dice Gradient(タカラバイオ社) を使用した。反応液組成やその他の反応条件は原則 Barcoding kit 付属のプロトコルに従ったが、アニーリング温度と伸長時間については別途適切な条件を検討し、アニーリング温度 50 度、伸長時間 2 分を採用した。増幅産物をビーズ精製し、2 本鎖 DNA 濃度を適宜調整した後全サンプルをプーリングしたものを Flow Cell R9.4.1(ONT 社) にロードし、MinION Mk1B(ONT 社) を用いて配列データを取得した。その後、ONT 社の配布する解析ソフト Guppy ver. 5.0.16 でベースコールした後、バーコード配列に応じて検体ごとに配列データを仕分け、プライマー配列を除去した。その後、NanoCLUST³⁾ という解析ソフトを用いてリードの品質フィルタリング、リードの 5mer 頻度データの次元削減 (UMAP 法)、HDBSCAN によるリードのクラスタリング、各クラスターにおけるリードのエラー補正を経て、主たる細菌種由来の代表配列を推定した。得られた代表配列を NCBI の Refseq データベースに対して BLAST 検索し、配列類似性が最上位にヒットした細菌種の分類群情報を取得し、種レベルまでの微生物名を割り当てた。最後に、NanoCLUST によって同定された全細菌種の中から病原種のみを抽出した。具体的には、既報^{4,5)}や日本細菌学会による病原細菌リスト、BacDive データベース⁶⁾を参考に全 1409 種からなる病原種リストを作成し、同定結果を照合することで病原種を抽出した。

5. QMRA 手法による細菌の要求除去・不活化能の推定

対象地域の供給水の微生物リスクを必要十分に低減するために求められる浄水処理レベルを推定した。その手順の概要を図 1 に示す。まず、対象地域の供給水をそのまま生活用水として用いた場合の感染リスクを推定した。上記のシーケンス分析で得られた各病原種の相対存在割合と別途測定データを用いて、水源での病原細菌の生菌数を推定した。次に、この水を非加熱飲用あるいはシャワー利

用する場合を想定して各病原細菌への曝露評価を行い、用量-反応関係を用いて感染確率を推定した。なお、曝露評価や感染確率の推定に必要な情報は多くの病原種で存在しないため、表1のように感染経路と発生源に応じて病原種をグループ分けして、曝露モデルや用量-反応関係が既知の細菌種で代用してリスク評価を行った。最後に、WHOの提案する許容可能な年間感染確率である $10^{-4}/(\text{人}\cdot\text{年})$ を超えないための生菌の閾値濃度を病原種ごとに算出し、原水中の生菌数の推定値と比較することで必要除去・不活化能を推定した。

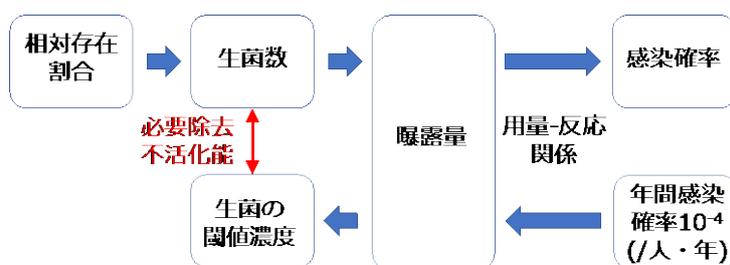


図1 浄水処理に求められる細菌の除去・不活化能の推定手順

表1 各病原種の曝露評価・感染確率の推定にあたって想定した事項

| 細菌種の感染経路 | 由来 | 曝露評価 | 用量-反応関係で想定した細菌種 |
|---------------------|-----------|---------------------------------|--|
| エアロゾル感染 | - | シャワー時のエアロゾル吸入による曝露 | <i>Legionella pneumophila</i> |
| 経口感染 他 (不明なもの含む) | 糞便 その他 | 非加熱飲水による経口感染 (飲水量：327mL/day) | <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |

(倫理面への配慮)

本調査研究の内容は、京都大学大学院工学研究科工学研究倫理委員会における審査非該当であることを確認した上で、個人情報の保護及び調査に関係する対象者を含む安全性に配慮して実施した。ヒアリング調査における具体的な配慮事項は以下のとおりである。1)ヒアリングでは個人情報に関する設問を含まない、2)得られた情報は本研究実施以外の目的には使用しない、3)得られたデータに含まれる情報は適切に管理し、第三者には開示しない。また、同情報は研究担当者のみが扱い、研究終了後に適切に廃棄する。

C. 結果

1. 滋賀県長浜市寺院への訪問調査

(1) 経緯

以前は砂ろ過施設が設置されていた(写真資料あり)。これに対し、観光地でもあることから、旧浅井町から対策の必要性を指摘され、2005年に、膜ろ過装置を設置した(写真資料あり)。クリプトスポリジウム対策の意味もあったとみられる。導入されたのは、株式会社清水合金製作所のアクアレスキュー類似装置(初期モデル、MF、50 m³/日)。旧浅井町が発注したもの(2006年市町村合併によ

り長浜市に移管)。2013年、長浜市は、地元自治会に管理を移管した。その後も、長浜市は水質検査を行っていたようである。

導入したシステムは、原水流量の減少により、ポンプが作動しなくなるなどのトラブルがしばしば発生した。給水栓からしばらく水を流していると、水量が減少することがしばしばあった。断水もよく起きるので困っていた。ただし、これらは膜ろ過装置に原因があるのではなく、取水設備が不良だったことに原因があるとみられる。

このため3～4年前に膜ろ過装置は撤去し、現有設備に変更した。これは長浜市が業者に設計を依頼し、長浜市が設置したものと思われる。

(2) 水供給施設の現況

原水は渓流水。雪解け水の割合が高く、水温は低い。水面に、目開き数 mm のスクリーンが設置されている。この下部に集水管＝導水管があるものとみられる。原水槽（柵）に導入。これは沈砂池の役割あり。設置後3～4年が経過し、砂が堆積している。流入管および流出管がほぼ埋まっている状態。数年に一度程度の頻度で除去・清掃を行う必要があるとみられる。槽内に目開き数 mm のストレーナを備えた集水管（流出管）あり。流出管は、渓流岸の石の下に埋設され、渓流水面に沿って下流へと延伸されている。取水施設の写真は本報告書別報⁷⁾に掲載した。

下流には防火水槽兼原水槽があり、原水はここに流入。直前にドレンがあり、ここで捨水および採水が可能。防火水槽からの流出管は、槽下部に設置されているので、防火水槽は沈砂池にはなっていない。ポンプアップして寺内に供給。塩素は注入されていない。

ポンプ室内には、以前砂ろ過装置があったが、その後、膜ろ過装置に置き換えられた。

下流位置に以前から防火水槽とポンプ施設があったため、これらを活用したものとみられる。ただし、寺内に供給するためには、下流側からポンプアップする必要がある状況となっている。

大吉寺のみの水供給施設であり、他に供給を受けている住宅等はない。

(3) 施設管理の状況

メンテナンスは特に行っていない。費用も不要。ただし、原水槽には砂が堆積しているので、数年に一度程度の頻度で除去・清掃を行う必要があるとみられる。

現在、市の関与があるわけではなく、補助等も特にあるわけではない。

(4) 管理体制、利用状況

定期的な水質検査を行っているわけではない。自費で8000円を負担し、検査してもらったことがある。市が発行する広報で水質検査の希望を募っていたので、これに申し込んだもの。保健所に依頼。11項目検査とみられる。大腸菌も不検出であって、特に問題はなかった。

降雨時には濁ることがある。浴槽に水を張ったとき濁りがあることがわかる。水を抜いた後に、底に懸濁物質が残っていることもある。飲用しているが、おなかをこわすなどの問題は全くない。上流域に住居など、汚染源はない。周辺で、シカが死んでいたこともあるが、問題とは思っていない。

(5) 水質測定結果

2021年5月19日採水試料について、原水40項目の検査を厚生労働大臣登録検査機関に依頼。その他の独自水質測定結果は次節に示す。原水濁度は高くないが、浄水メカニズムがないため、濁度は低減していない。細菌の測定結果をみても、低減しているとはいえない。

一方、防火水槽内の滞留時間が長いとみられるので、コンクリートのアルカリ分が溶出し、高pH、高硬度になる可能性がある。しかし、今回測定した範囲では特にそのような傾向は認められなかった。

(6) その他

長浜市内には 10 の寺院があるが、他寺院には水道が普及しており、独自施設をもつのは大吉寺だけである。水道普及地域から大吉寺までは距離があり、配水管を敷設することはできないため、寺独自の施設となっている。

長浜市市民生活部環境保全課生活衛生係へのヒアリングを実施した。専用水道の使用開始時に手続きを行うほかは、未普及地域に対する施策や改善方策等をもっているわけではない。長浜市としての課題や県・国に対する要望事項も特にない。なお、当該地域の上水道事業、簡易水道事業は長浜水道企業団が行っている。ヒアリングしたが、未普及地域については関与していない。

2. 京都 ^{たいしやくてん} 帝釋天 水供給施設の調査

(1) 水供給施設の概要

水源は、奥の院礼拝所（すぐ上手に天降石あり）近くにあり。湧き水であるが、原水としては表流水とみなされる。原水受水槽（榎）で受けた後、境内に供給されている。古くから利用されてきている水である。

(2) 水利用の状況

飲み水としても利用されている。^{ちゃしよ}茶所において、参拝者にふるまわれる。水を汲みに来る人もいる。ほかには、トイレの手洗い。^{ちょうずや}手水舎 2 か所（寺院石段下と、奥の院礼拝所への石段手前）あり。防火用水としての役割もある。

(3) 施設管理の状況

管理は地元の方が行っている。湧き水なので水量変化が少なく（なく）、これまでに枯れたことはない。

(4) 水質管理の状況

南丹市との関わりはなく、水質検査も行われていない。

(5) その他

奥の院礼拝所への石段手前の蛇口から採水。2021 年 4 月 16 日採水試料について、原水 40 項目の検査を厚生労働大臣登録検査機関に依頼。

社団法人 船井青年会議所社会開発委員会は、1992 年、京都府北部地域において 6 か所の水を調査し、資料「^{ふないりくすい}船井六水」⁸⁾としてとりまとめている。6 か所の水は、神社や鍾乳洞における湧き水、および、寺院、地蔵、滝においてみられる水である。水質試験機関に依頼し、13 項目にわたる水質検査が実施されている（平成 4 年 7 月採水）。さらに、“味くらべ”が行われ、その指標は「甘さ」、「辛さ」、「マイルドさ」、「ドライさ」、「総合比較」の 5 項目である。

3. 原水調査の結果

(1) 大吉寺施設の原水試験結果

2021 年 3 月～12 月に行った原水試験の結果を表 2 に示す(n=4)。また、5 月 19 日採水分について、厚生労働大臣登録検査機関に依頼し、40 項目の原水水質検査を実施した。結果を表 3 に示す。

表2 大吉寺施設の原水試験結果(2021年3月~12月、n=4)

| 試料水 | 採水日 | pH | 電気伝導度 μS/cm | 濁度 度 | 一般細菌 CFU/mL | 従属栄養細菌 CFU/mL | 大腸菌群 MPN/100mL | 大腸菌 MPN/100mL | 嫌気性芽胞菌 CFU/L |
|------|-----------|------|----------------|---------|----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 原水 | 2021/3/9 | 7.62 | 60.5 | 0.68 | 5.6 | 653 | ≥240 | 1.5 | 12.0 |
| | 2021/5/19 | 7.78 | 63.5 | 1.02 | 8.2 | 100 | ≥240 | 2.3 | 14.0 |
| | 2021/8/30 | 7.77 | 66.6 | 1.49 | 13.3 | 560 | ≥240 | 24 | 1.3 |
| | 2021/12/8 | 7.69 | 68.5 | 1.74 | 11 | 453 | 46 | 4.3 | 18 |
| 給水栓水 | 2021/3/9 | 7.68 | 59.8 | 0.49 | 2.1 | 963 | 24 | 0.9 | 4.0 |
| | 2021/5/19 | 7.83 | 66.9 | 0.44 | 1.7 | 31.7 | 110 | 0.9 | 2.0 |
| | 2021/8/30 | 7.75 | 63.6 | 0.52 | 4.0 | 443 | 110 | 4.3 | 15.3 |
| | 2021/12/8 | 7.61 | 73.9 | 0.29 | 4.3 | 657 | 110 | 2.3 | 2.0 |

表3 大吉寺 原水試験結果

採水日:2021年5月19日

| 項 目 | 基準値 | 分析値 |
|------------------------------------|---------|------------|
| | (mg/L) | |
| 一般細菌 | 100 /mL | 52 |
| 大腸菌 | 不検出 | 検出 |
| カドミウム及びその化合物 | 0.003 | 0.0003未満 |
| 水銀及びその化合物 | 0.0005 | 0.00005未満 |
| セレン及びその化合物 | 0.01 | 0.001未満 |
| 鉛及びその化合物 | 0.01 | 0.001未満 |
| ヒ素及びその化合物 | 0.01 | 0.001未満 |
| 六価クロム化合物 | 0.02 | 0.002未満 |
| シアン化物イオン及び塩化シアン | 0.01 | 0.001未満 |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 | 0.46 |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 | 0.004未満 |
| フッ素及びその化合物 | 0.8 | 0.08未満 |
| ホウ素及びその化合物 | 1 | 0.02未満 |
| 四塩化炭素 | 0.002 | 0.0002未満 |
| 1,4-ジオキサン | 0.05 | 0.005未満 |
| シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン | 0.04 | 0.004未満 |
| ジクロロメタン | 0.02 | 0.002未満 |
| テトラクロロエチレン | 0.01 | 0.001未満 |
| トリクロロエチレン | 0.01 | 0.001未満 |
| ベンゼン | 0.01 | 0.001未満 |
| 亜鉛及びその化合物 | 1 | 0.005未満 |
| アルミニウム及びその化合物 | 0.2 | 0.02未満 |
| 鉄及びその化合物 | 0.3 | 0.03未満 |
| 銅及びその化合物 | 1 | 0.01未満 |
| ナトリウム及びその化合物 | 200 | 4.4 |
| マンガン及びその化合物 | 0.05 | 0.005未満 |
| 塩化物イオン | 200 | 3.8 |
| カルシウム、マグネシウム等(硬度) | 300 | 21.4 |
| 蒸発残留物 | 500 | 38 |
| 陰イオン界面活性剤 | 0.2 | 0.02未満 |
| ジェオスミン | 0.00001 | 0.000001未満 |
| 2-メチルイソボルネオール | 0.00001 | 0.000001未満 |
| 非イオン界面活性剤 | 0.02 | 0.005未満 |
| フェノール類 | 0.005 | 0.0005未満 |
| 有機物(全有機炭素(TOC)の量) | 3 | 0.5 |
| pH値 | 5.8-8.6 | 7.44 |
| 味 | 異常でない | (検査せず) |
| 臭気 | 異常でない | 異常なし |
| 色度 | 5度以下 | 2 |
| 濁度 | 2度以下 | 0.3 |

(2) 京都帝釋天施設の原水試験結果

2021年3月～2022年3月に行った原水試験の結果を表4に示す(n=13)。また、4月16日採水分について、厚生労働大臣登録検査機関に依頼し、40項目の原水水質検査を実施した。結果を表5に示す。

表4 京都帝釋天施設の原水試験結果(2021年3月～2022年3月、n=13)

| | pH | 電気伝導度 μS/cm | 濁度 度 | 一般細菌 CFU/mL | 従属栄養細菌 CFU/mL | 大腸菌群 MPN/100mL | 大腸菌 MPN/100mL | 嫌気性芽胞菌 CFU/L |
|-------------|------|----------------|---------|----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 平均値 (算術/幾何) | 7.74 | 59.5 | 10.4 | 25 | 340 | - | 9.0 | 16 |
| 最大値 | 7.98 | 99.8 | 20.5 | 164 | 887 | ≥2400 | 46 | 102 |
| 最小値 | 7.49 | 37.0 | 4.1 | 6.7 | 95 | 4.3 | 0.7 | 2.7 |
| 中央値 | 7.81 | 56.1 | 7.9 | 22 | 380 | - | 19 | 14 |

| 表5 京都帝釋天 原水試験結果 | | |
|------------------------------------|---------------|------------|
| 採水日:2021年4月16日 | | |
| 項目 | 基準値 (mg/L) | 分析値 |
| 一般細菌 | 100 /mL | 28 |
| 大腸菌 | 不検出 | 検出 |
| カドミウム及びその化合物 | 0.003 | 0.0003未満 |
| 水銀及びその化合物 | 0.0005 | 0.00005未満 |
| セレン及びその化合物 | 0.01 | 0.001未満 |
| 鉛及びその化合物 | 0.01 | 0.001未満 |
| ヒ素及びその化合物 | 0.01 | 0.001未満 |
| 六価クロム化合物 | 0.02 | 0.002未満 |
| シアン化物イオン及び塩化シアン | 0.01 | 0.001未満 |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素 | 10 | 0.02未満 |
| 亜硝酸態窒素 | 0.04 | 0.004未満 |
| フッ素及びその化合物 | 0.8 | 0.08未満 |
| ホウ素及びその化合物 | 1 | 0.02未満 |
| 四塩化炭素 | 0.002 | 0.0002未満 |
| 1,4-ジオキサン | 0.05 | 0.005未満 |
| シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン | 0.04 | 0.004未満 |
| ジクロロメタン | 0.02 | 0.002未満 |
| テトラクロロエチレン | 0.01 | 0.001未満 |
| トリクロロエチレン | 0.01 | 0.001未満 |
| ベンゼン | 0.01 | 0.001未満 |
| 亜鉛及びその化合物 | 1 | 0.005未満 |
| アルミニウム及びその化合物 | 0.2 | 0.05 |
| 鉄及びその化合物 | 0.3 | 0.04 |
| 銅及びその化合物 | 1 | 0.01未満 |
| ナトリウム及びその化合物 | 200 | 3.1 |
| マンガン及びその化合物 | 0.05 | 0.008 |
| 塩化物イオン | 200 | 5.4 |
| カルシウム、マグネシウム等(硬度) | 300 | 21.5 |
| 蒸発残留物 | 500 | 56 |
| 陰イオン界面活性剤 | 0.2 | 0.02未満 |
| ジェオスミン | 0.00001 | 0.000001未満 |
| 2-メチルイソボルネオール | 0.00001 | 0.000001未満 |
| 非イオン界面活性剤 | 0.02 | 0.005未満 |
| フェノール類 | 0.005 | 0.0005未満 |
| 有機物(全有機炭素(TOC)の量) | 3 | 0.4 |
| pH値 | 5.8-8.6 | 7.40 |
| 味 | 異常でない | (検査せず) |
| 臭気 | 異常でない | 異常なし |
| 色度 | 5度以下 | 2 |
| 濁度 | 2度以下 | 3.0 |

(3) トロッコ保津峡駅施設の原水試験結果

北側施設について、2020年11月～2022年3月に行った原水試験の結果を表6に示す(n=18)。また、南側施設について、2020年11月～2022年3月に行った原水試験の結果を表7に示す(n=16)。

南側施設の方が、濁度、一般細菌、従属栄養細菌の値は小さいが、電気伝導度、大腸菌の値は大きい。南側施設の方が何らかの汚染を受けている可能性が考えられる。

表6 トロッコ保津峡駅北側施設の原水試験結果(2020年11月～2022年3月、n=18)

| | pH | 電気伝導度 μS/cm | 濁度 度 | 一般細菌 CFU/mL | 従属栄養細菌 CFU/mL | 大腸菌群 MPN/100mL | 大腸菌 MPN/100mL | 嫌気性芽胞 菌 CFU/L |
|------------|------|----------------|---------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 平均値(算術/幾何) | 7.61 | 62.1 | 5.05 | 34 | 285 | - | 6.7 | 6.9 |
| 最大値 | 7.91 | 88.4 | 10.4 | 202 | 1210 | ≥2400 | 110 | 65 |
| 最小値 | 6.66 | 25.2 | 0.75 | 6.9 | 13 | 29 | 0.4 | 1.3 |
| 中央値 | 7.79 | 65.2 | 4.70 | 30 | 393 | - | 9.3 | 5.7 |

表7 トロッコ保津峡駅南側施設の原水試験結果(2020年11月～2022年3月、n=16)

| | pH | 電気伝導度 μS/cm | 濁度 度 | 一般細菌 CFU/mL | 従属栄養細菌 CFU/mL | 大腸菌群 MPN/100mL | 大腸菌 MPN/100mL | 嫌気性芽胞 菌 CFU/L |
|------------|------|----------------|---------|----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| 平均値(算術/幾何) | 7.50 | 97.6 | 1.01 | 7.1 | 98 | - | 9.4 | 8.9 |
| 最大値 | 7.91 | 122 | 3.30 | 66 | 380 | ≥2400 | 240 | 120 |
| 最小値 | 6.46 | 78.8 | 0.21 | 0.3 | 11 | 4.3 | 0.4 | 0.7 |
| 中央値 | 7.67 | 96.8 | 0.86 | 7.2 | 126 | - | 11 | 6.6 |

4. 原水中の病原細菌群の網羅的検出

図2に次世代シーケンサーを用いて病原細菌を一斉検出した結果を示す。合計で22属37種の病原細菌が検出された。頻繁に検出された病原細菌として、*Legionella pneumophila* や *Legionella hackeliae* などの *Legionella* 属、*Coxiella burnetii*、*Aeromonas salmonicida* や *Aeromonas hydrophila* 等の *Aeromonas* 属が挙げられる。*Legionella* や *Aeromonas* は水環境や土壌中の常在菌として知られており、免疫の低い人々に感染性を示す日和見感染菌として一般的なものである。一方、*Coxiella* は家畜哺乳類や爬虫類、ダニなど多くの動物を宿主としており、対象地域ではこれらの動物を排出源とする細菌汚染が発生していることが分かる。他にも、*Klebsiella* や *Enterococcus*、*Acinetobacter* など糞便由来の細菌として有名なものが散発的に検出されており、やはり僅かながら糞便由来の細菌によって水が汚染されていることが分かった。

5. QMRA 手法による細菌の要求除去・不活化能の推定

図3に北側施設、図4に南側施設の原水について推算した必要除去不活化 log 数を病原細菌種ごとに示す。まず、感染経路がエアロゾル吸入の病原種に対しては概ね 1～2 log 程度の除去・不活化 log 数となったのに対して、経口感染を仮定した病原種の要求処理能は 5～7 log 程度と高く推算された。これより、経口感染の細菌を十分に除去・不活化できればエアロゾル感染の細菌リスクも制御できるため、対象地域における必要除去・不活化能としては 5～7 log 程度であることが推察された。なお、感染経路による要求処理能の違いが出た理由として、エアロゾル吸入を介した曝露量が飲水による曝

露よりも大幅に小さいことに起因する。

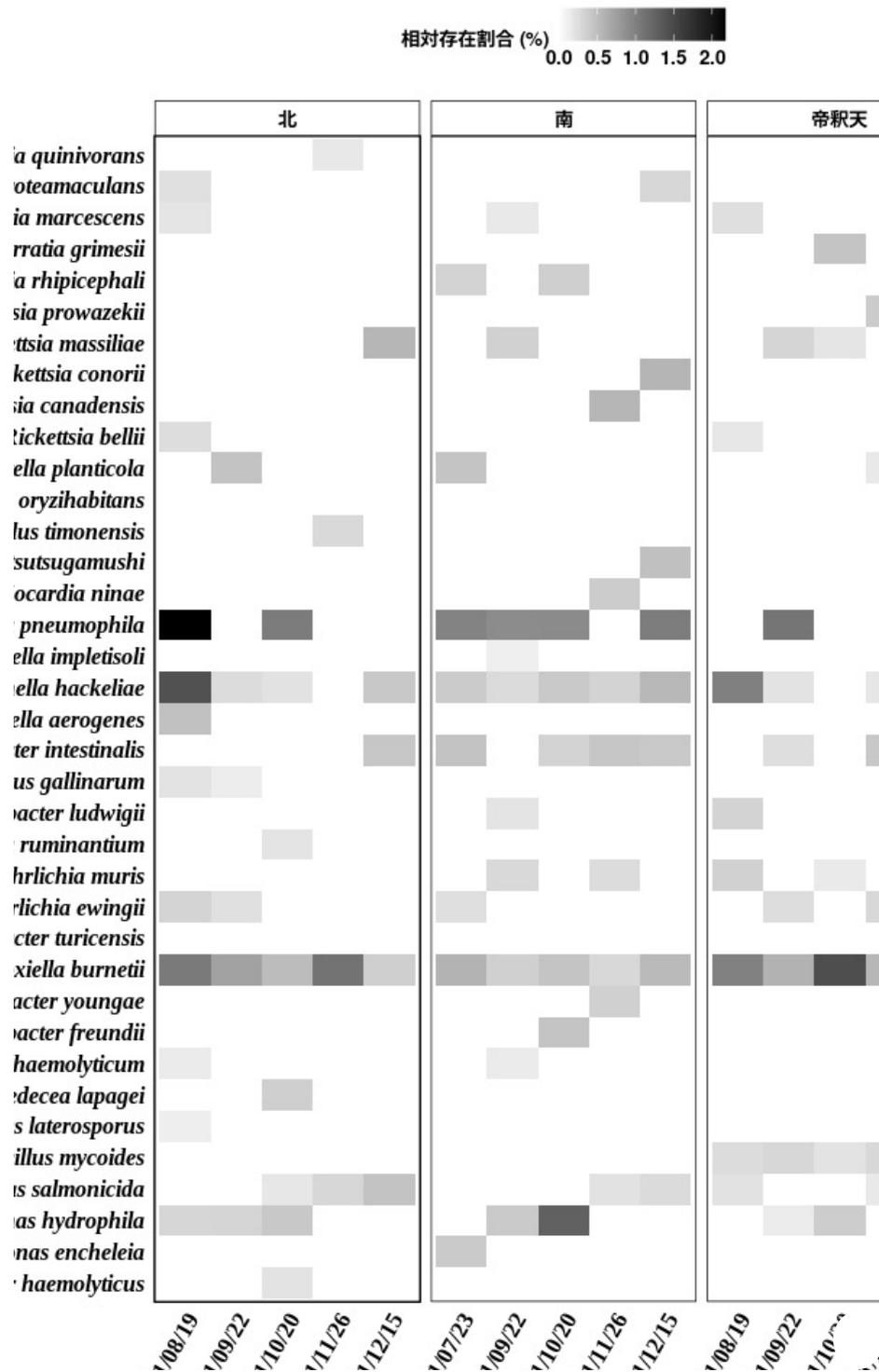


図2 トロッコ保津峡駅における病原細菌種の一斉検出結果（左：北側施設、右：南側施設）

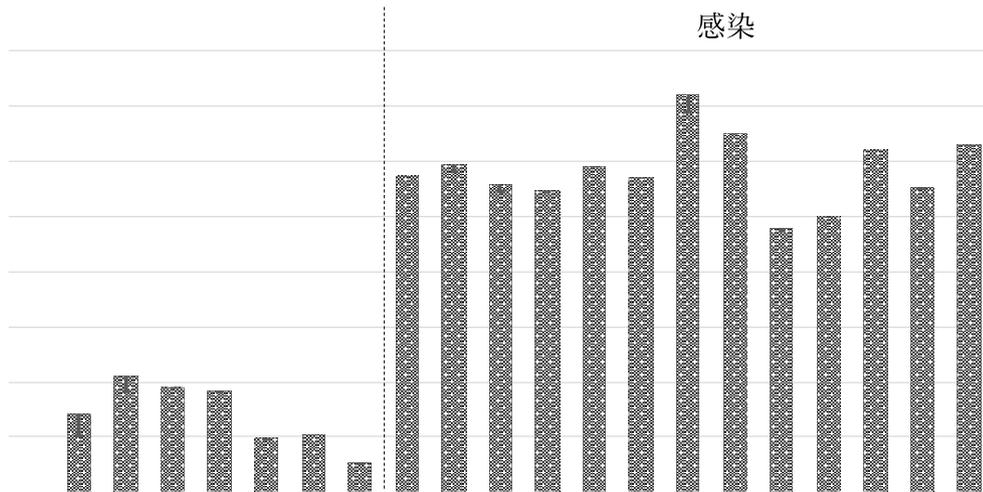


図3 浄水処理に求められる除去・不活化 log 数
(北側施設、横軸のカッコ内は検出された試料数を示す)

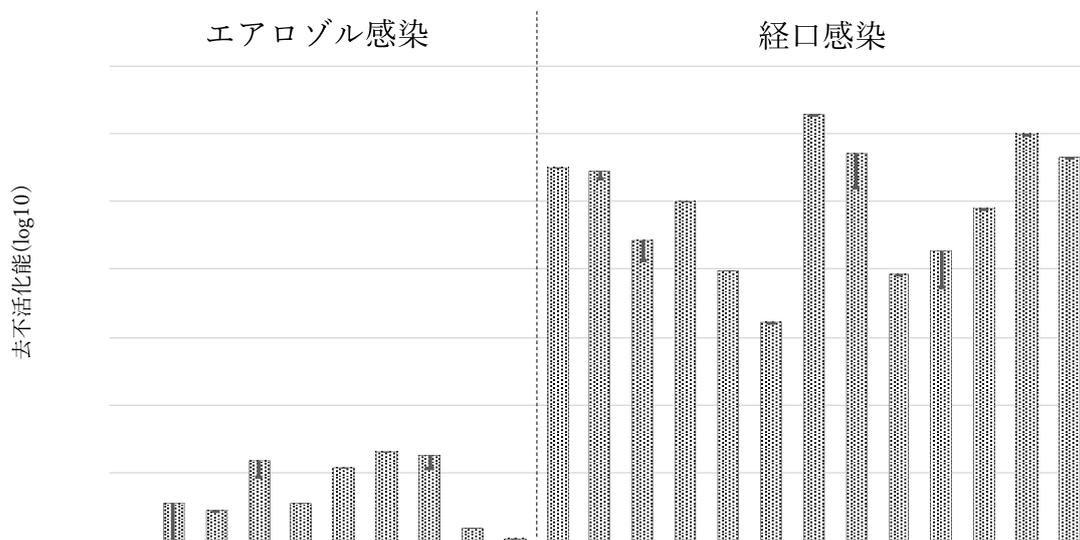


図4 浄水処理に求められる除去・不活化 log 数
(南側施設、横軸のカッコ内は検出された試料数を示す)

D. 考 察

小規模水道においては、まずは微生物的な安全確保が優先される⁹⁾。ここでは、定量的微生物リスク管理 (Quantitative Microbial Risk Assessment; QMRA) 手法によって、原水の微生物リスクを定量したうえで、必要な浄水処理レベルについて考察する。

1. 微生物的安全確保へ向けたアプローチ方法¹⁰⁾

ここでは、地元管理されている水供給施設を含めた小規模水道施設を扱っている。そのような施設の場合、特定の病原微生物、すなわちカンピロバクター、ロタウイルス、クリプトスポリジウム、ジアルジアなどの原水中の濃度が把握されているのは皆無であろう。また、浄水処理や消毒が不十分である場合も少なくない。そのような施設において、微生物的な安全性を確保しようとする場合、どのようなアプローチ方法をとればよいのだろうか。図5は、そのための枠組みを示したものである。

飲用井戸等衛生対策要領は、給水開始前に、消毒副生成物 11 種類を除く 40 項目の検査を求めている。これより、一般細菌と大腸菌については検査結果が存在するはずである。万一、存在しなければ、これら 2 項目の検査を行うものとする。すなわち、図5では、原水について、一般細菌と大腸菌の検査結果が存在することを前提としている。

原水において一般細菌のみが検出 (大腸菌は不検出) され、利用できる情報がこれしかない場合、既存の文献情報を参照しつつ日和見菌等の病原性細菌濃度を推定する。また、適用すべき用量-反応モデルも不明なので、適当と考えられる日和見菌の感染確率モデルを使用する。なお、最大感染確率モデルや逆に低確率モデルを使用することも考えられる。これより算出される、浄水処理において必要な除去・不活化能は大きな値となり、実際のリスクよりも極めて安全側の評価をすることになるだろう。

これに対して、原水に対する追加調査を実施できる場合を考える。網羅的検出 (一斉検出) 試験や病原種を特定する試験などを実施できる場合には、対象微生物を限定できる。また種によっては、特定の用量-反応モデルを使用できる場合がある。これによって、安全側に過ぎる評価が緩和され、必要な除去・不活化能も小さな値ですむことになるだろう。

次に、大腸菌が検出された場合を考える。追加調査を行わない場合、大腸菌「検出」という定性結果のみであるので、病原性微生物の濃度としては安全側の値に設定することになる。これは、対象となる病原微生物の原水中濃度に関するデータがない、または不足している場合にも、類似した原水に関する文献値から設定する方法としてしばしば採用される方法である。例えば、カンピロバクター：1/10 L, クリプトスポリジウム：1/m³ など。

これに対して、図5では、追加調査を行える場合の考え方を示している。まず、大腸菌や嫌気性芽胞菌といった指標細菌の濃度を測定できた場合には、これに既存文献に基づいた比率を乗じることによって、細菌、ウイルス、原虫の濃度を設定する。さらに、もっとも望ましい追加調査とは、各病原微生物の濃度を実測できることである。こうして推定または実測した病原微生物の濃度に基づいて、必要な除去・不活化能の導出を進める。

重要な点は、原水に対する既存データのみでは、安全側の評価とせざるを得ず、必要な除去・不活化能も大きくなるのに対して、追加調査を詳しく行えば行うほど、制御すべきリスクを限定することができるので、必要除去・不活化能の大きさも適切に設定できるということである。

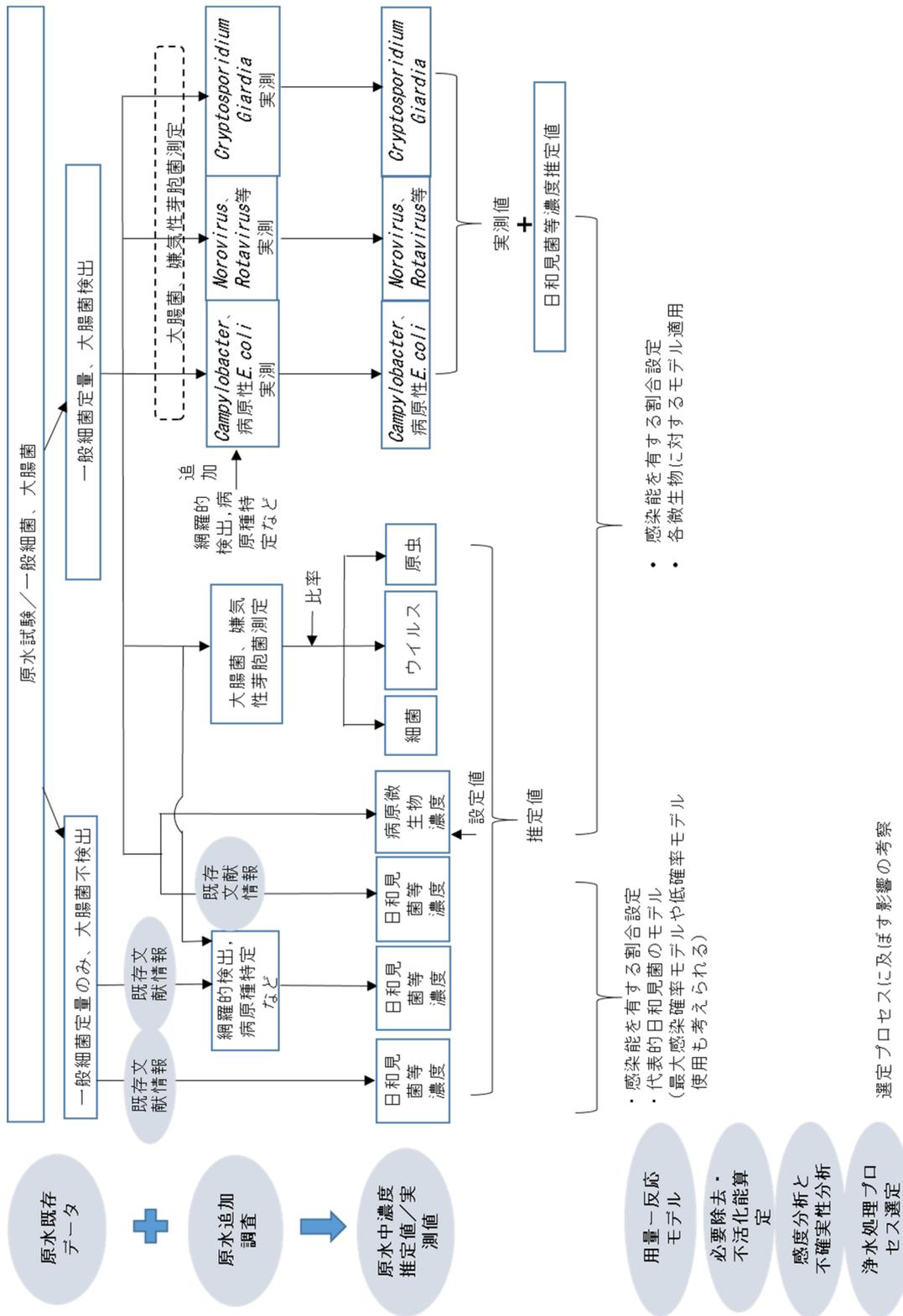


図5 微生物的安全確保へ向けたアプローチ方法

2. 一般細菌数を用いた必要除去・不活化能の試算^{10,11,12,13)}

測定数が多い京都帝釋天施設およびトロッコ保津峡駅施設の測定結果に基づいて試算する。今回の原水試験の結果は表4、表6、表7に示す通りであるが、ここではまず、一般細菌のみ検出され大腸菌が検出されなかった場合を考える。

表8は、文献に見られる比率等を取りまとめたものである。25文献をレビューしたが、それらは、浄水処理の有無、消毒の有無等を含む各種の報告である。このうち、原水が表流水（河川、貯水池、湖沼）である場合のデータを抽出した。表のNは、報告数を意味する。なお、ここでは、HPCについて一般細菌と従属栄養細菌を区別していない。

表8 文献に見られる比率等のまとめ

| | HPC/全細菌 | HPC/全生菌 | 全生菌/全細菌 |
|--|--|---|--|
| 表流水における値 (各ケースについての中央値を算出。その後、全体の中央値を算出。) | N=12 9.82E-06 ~ 3.10E-01 Median=7.47E-04 | N=8 3.31E-04 ~ 7.75E-01 Median=1.81E-03 | N=8 3.08E-01 ~ 9.55E-01 Median=0.506 |

表8を参照して設定した比率等は以下の通り。一般細菌/全細菌=0.075%、一般細菌/全生菌=0.18%、病原性生菌/全病原性細菌=50.6%。また、全細菌の約3%は病原性細菌とした。以上より、病原性生菌数の算定式は以下の通り。

$$\text{病原性生菌数} = \text{一般細菌数} \div 0.075\% \times 3\% \times 50.6\%$$

病原性生菌はすべて日和見菌等であるとみなす。用量-反応モデルとしては、日和見菌のうち指数モデルの γ が最小である *Staphylococcus aureus* のモデル($\gamma=7.64E-08$)を適用した。

必要除去・不活化能の試算結果を表9に示す。測定した一般細菌数をもとに、病原細菌による感染確率 10^{-4} /人/年以下を満たすのに必要な除去・不活化log数を算定したものである。

表9 一般細菌数に基づく必要除去・不活化能の試算

| | トロッコ保津峡駅 北側施設 | トロッコ保津峡駅 南側施設 | 京都帝釈天施設 |
|---------------------|------------------|------------------|----------|
| 日和見菌等推定濃度(cells/mL) | 6.86E+02 | 1.44E+02 | 5.02E+02 |
| 必要除去・不活化log数 | 4.8 | | 4.7 |

3. 大腸菌数を用いた必要除去・不活化能の試算

つぎに、一般細菌に加えて大腸菌が検出された場合を想定する。大腸菌については、水質検査機関による検査結果の報告は、「不検出」または「検出」の定性的結果のみである。したがって、検査結果が「検出」であった場合、濃度は独自に測定する必要がある。

各試料水の大腸菌濃度測定値に基づいて、各種病原微生物に対する必要除去・不活化能を試算した結果を表10に示す。まず、大腸菌測定値に対して比率を乗じ各種病原微生物濃度を設定した。その後、感染確率 10^{-4} /人/年以下を満たすのに必要な除去・不活化log数を算定したものである。

「WHO 定量的微生物リスク評価ガイドブック」¹⁰⁾に記載されている大腸菌：E. coli O157:H7、大腸菌：ロタウイルス、大腸菌：クリプトスポリジウム、大腸菌：カンピロバクターの比率はそれぞれ1:0.08、1:5.00E-06、1:1.00E-06、1:0.66である。用量—反応モデルについては、E. coli O157:H7は $\gamma=0.0093$ 、ロタウイルスは $\gamma=0.59$ を適用した。

このような、細菌、ウイルス、原虫を対象としてリスク評価を行った場合、カンピロバクターに対する必要除去・不活化能がもっとも大きい結果となる場合が多い。表10の結果も同様であることがわかる。また、本例のように大腸菌や嫌気性芽胞菌が検出された場合、クリプトスポリジウムに対する除去・不活化能として、例えば3log程度以上の処理能が必要とされてしまう場合が多いが、表1

0では1.2~1.4 logでよいと見積られている。このように、簡単なQMRAを行うだけで、過剰処理を回避し、必要十分な浄水処理プロセスを提示することができる。

表10 大腸菌濃度測定値に基づく各種病原微生物に対する必要除去・不活化能の試算

| 病原微生物 | 条件/パラメータ | トロッコ北側施設 log 数 | トロッコ南側施設 log 数 | 京都帝釈天施設 log 数 |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 病原大腸菌 E. coli O157:H7 | 大腸菌×0.08 ; γ=0.0093 | 4.8 (5.36E-03) | 4.9 (7.52E-03) | 4.9 (7.20E-03) |
| カンピロバクター | 大腸菌×0.66; γ=0.686 | 7.6 (4.42E-02) | 7.7 (6.20E-02) | 7.7 (5.94E-02) |
| ロタウイルス | 大腸菌×5.00E-06 ; γ=0.59 | 2.4 (3.35E-07) | 2.5 (4.70E-07) | 2.5 (4.50E-07) |
| クリプトスポリジウム | 大腸菌×1.00E-06 ; γ=0.2 | 1.2 (6.70E-08) | 1.4 (9.40E-08) | 1.3 (9.00E-08) |

カッコ内は原水中推定濃度(cells/mL)

4. 不確実性分析

表9で、*Staphylococcus aureus* の用量-反応モデル(γ=7.64E-08)を適用した場合をベースケースとして不確実性分析を行った。トロッコ保津峡駅北側施設を対象とした場合の結果を表11に示す。

表8に示した文献情報を精査し、極端な報告値を除外すると、一般細菌/全細菌:0.00681%~1.75%、一般細菌/全生菌:0.0595%~5.93%、全生菌/全細菌:32%~65.5%の範囲とみなせる。これらを参考として、一般細菌/全細菌の割合、病原性細菌/全細菌の割合、病原性生菌/病原性細菌の割合の上限値および下限値を表11のように設定した。また、日和見菌等生菌/全生菌、病原性細菌/全細菌、日和見菌等/病原性生菌の割合の最小値は、とりあえず、それぞれ0.01%、0.01%、0.1%と仮定する。これより、日和見菌等/病原性生菌の割合の下限値として0.1%を設定した。感染能を有する割合は10%~100%に設定することが多いことから、下限値を10%とした。用量-反応モデルは*Staphylococcus aureus* のモデル(γ=7.64E-08)に対して、*Legionella* のモデル(γ=5.99E-02)を適用した。非加熱飲料水消費量327 mLは大阪市で得られた値であるが、WHO 飲料水水質ガイドラインに記載されている1 Lを設定した。

ベースケースにおける4.8 logに対して必要除去・不活化能の差が1 logを超える項目を朱書している。これらはリスク評価において不確実性が高い項目であるということができる。このように、不確実性分析を行うことによって、今後重点的に調査を行ったり知見の集積を行うべき項目を抽出することができる。

今後は、調査データを集積しつつ、図5に示した枠組みを構築していくこととする。

表 1 1 不確実性分析の結果(トロッコ保津峡駅北側施設対象)

| 必要除去・不活化能に対する不確実性項目 | | 必要除去・不活化 log 数 |
|--|--------|----------------|
| ベースケース | | |
| 一般細菌数:41.3 CFU/ml; 一般細菌/全細菌の割合=0.075%; 病原性細菌/全細菌の割合=3%; 病原性生菌/病原性細菌の割合=50.6%; 日和見菌等/病原性生菌の割合=100%; 感染能を有する割合=100%; 非加熱飲料水消費量=327 ml; <i>Staphylococcus aureus</i> 用量反応モデルを借用 $\gamma=7.64E-08$ | | 4.8 |
| 一般細菌/全細菌の割合 | 0.001% | 6.7 |
| | 10% | 2.7 |
| 病原性細菌/全細菌の割合 | 0.01% | 2.3 |
| | 10% | 5.3 |
| 病原性生菌/病原性細菌の割合 | 10% | 4.1 |
| | 80% | 5.0 |
| 日和見菌等/病原性生菌の割合 | 0.1% | 1.8 |
| 感染能を有する割合 | 10% | 3.8 |
| 非加熱飲料水消費量 | 1 L | 5.3 |
| 用量-反応モデル <i>Legionella</i> : $\gamma=5.99E-02$ | | 10.7 |

*赤字: 必要除去・不活化 log 数の差が 1 を超える項目

5. 原水中の病原細菌群の網羅的検出結果に基づいた要求処理能

上記考察 2~4 で示した内容は、原水中の微生物濃度として一般細菌や大腸菌のみが利用できる場合のリスク評価結果である。一方、本研究では次世代シーケンサーによる病原細菌の網羅的検出結果も用いてリスク評価を行い、必要除去・不活化 log 数を推定した。その結果、トロッコ保津峡施設で検出された 22 属 37 種の病原種のうち、感染経路がエアロゾル吸入とした病原種については概ね 1~2 log 程度、経口感染を仮定した病原種に対しては 5~7 log 程度という除去・不活化能が推定された。特に後者の値は表 9 や表 10 の算定値よりも大きいことが多く、今回の検討範囲では一斉検出によってリスク評価の対象菌種を限定したとしても、必ずしも必要な除去・不活化能が小さくなるということとはなかった。

病原種の一斉検出からリスク評価に至る一連の分析・解析手法には、改善の余地が多く残されている。解決すべき具体的な課題として、1) 一斉検出された病原種の分類群や原水中濃度の妥当性の検証、2) 水系感染を引き起こす病原種のみ絞った評価を行うこと、3) 曝露シナリオや用量-反応関係が明らかでない細菌種に対する適切な評価手法の立案、が挙げられる。今後も引き続きこれらの項目に取り組み、図 5 に示したアプローチ方法における「追加調査ができる場合」のリスク評価手順も整備する予定である。

E. まとめ

(1) 小規模水供給施設における定量的微生物リスク評価と安全確保へ向けたアプローチ方法

滋賀県長浜市寺院、京都府南丹市寺院、および京都市西京区における水供給施設を調査対象とした。原水の微生物リスクを推定したうえで、必要な浄水処理レベルについて考察を行った。

また、限定的な情報の下で、微生物的な安全性を確保するためのアプローチ方法を提示した。

(2) 小規模水供給施設における原水中の病原細菌群の網羅的検出

上記の小規模水供給施設の原水を対象に、NGS を用いて種レベルまでの分類解像度を持たせた細菌の一斉検出に取り組んだ。その結果、合計で 22 属 37 種の病原細菌が検出された。検出された全ての病原種を対象としたリスク評価を行い、浄水処理に要求される除去・不活化能について考察した。

謝辞：トロッコ保津峡駅施設（京都市西京区）における調査にご協力いただいている嵯峨野観光鉄道株式会社、採水調査を受け入れていただいている京都帝釈天（京都府南丹市）、および大吉寺（滋賀県長浜市）に謝意を表す。

F. 研究発表

1. 論文

なし

2. 学会発表

Jie ZENG, Tomohiro NAKANISHI, Sadahiko ITOH : Estimation of Required Reduction of Pathogenic Bacteria Using QMRA in Small-scale Water Supply Systems, Water and Environment Technology Conference, WET2021-online PROGRAM AND ABSTRACT, p.12, 2021.8

曾潔, 原彩斗, 久保拓也, 中西智宏, 伊藤禎彦: 病原細菌種の網羅的検出に基づいた小規模水供給施設における定量的微生物リスク評価, 第 56 回日本水環境学会年会講演集, p.119, 2022.3.

中西智宏, 曾潔, 久保拓也, 原彩斗, 伊藤禎彦: 水道原水中の病原細菌種の一斉検出を目的とした DNA メタバーコーディング手法の確立, 第 56 回日本水環境学会年会講演集, p.122, 2022.3.

3. 著書

伊藤禎彦: 上水道の仕組みと展望, 水環境の事典 (朝倉書店) (共著), 第 II 部 水環境を巡る知と技術の進化と展望 II-4-1 水質保全の仕組み, pp. 240-243, 公益社団法人 日本水環境学会 編集, 2021.

伊藤禎彦: 下水処理水の飲用再利用とリスク管理の考え方, 水環境の事典 (朝倉書店) (共著), 第 III 部 広がる水環境の知と技術 III-4 持続可能な都市代謝系としての水システム, pp. 412-415, 公益社団法人 日本水環境学会 編集, 2021.

4. 総説・解説

伊藤禎彦: 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保, 小規模水供給シリーズ~実状と課題, 今後の展望について~, 水道, Vol.66, No.4, pp.10-19, 2021.7

5. 講演

伊藤禎彦: 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, ダクタイトル鉄管協会セミナー, 一般社団法人日本ダクタイトル鉄管協会主催, 松本商工会議所 (長野県松本市), 2021.11.1

伊藤禎彦: 上水道をめぐる諸課題と研究ニーズ, 土木学会第 58 回環境工学研究フォーラム 水供給システム招待講演, オンライン開催, 2021.11.16

伊藤禎彦: 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, 名古屋市上下水道局 経営に関する研修会, 名古屋市役所西庁舎, 2022.1.11

中西智宏: 高解像度の遺伝子解析手法を用いた琵琶湖・淀川水系における病原細菌の一斉検出, (公財) 琵琶湖・淀川水質保全機構 令和 3 年度水質保全研究助成成果報告会, Zoom 開催, 2022.3.4

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

【参考文献】

- 1) 伊藤禎彦, 堀さやか: 住民との連携による水供給システムの維持管理手法とそれらの知見共有方策に関する検討、平成 30 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究（H29-健危-一般-004）総括研究報告書, pp.82-89, 2019.3.
- 2) 伊藤禎彦, 堀さやか: 地元管理されている小規模水道の実態と課題、平成 31 年度（令和元年度）厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究（H29-健危-一般-004）分担研究報告書, pp.108-141, 2020.3
- 3) Rodríguez-Pérez, H., Ciuffreda, L. and Flores, C : NanoCLUST: a species-level analysis of 16S rRNA nanopore sequencing data, *Bioinformatics*, Vol. 37, No. 11, pp. 1600– 1601, 2021.
- 4) Fang, T., Cui, Q., Huang, Y., Dong, P., Wang, H., Liu, W.-T. and Ye, Q. : Distribution comparison and risk assessment of free-floating and particle-attached bacterial pathogens in urban recreational water: Implications for water quality management, *Science of the Total Environment*, Vol. 613, pp. 428–438, 2018.
- 5) Taylor, L. H., Latham, S. M. and Woolhouse, M. E. : Risk factors for human disease emergence, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, Vol. 356, No. 1411, pp. 983–989, 2001.
- 6) Reimer, L. C., Vetcinova, A., Carbasse, J. S., Söhngen, C., Gleim, D., Ebeling, C., and Overmann, J.: Bac Dive in 2019: Bacterial phenotypic data for high-throughput biodiversity analysis, *Nucleic acids research*, 47(D1), D631-D636, 2019.
- 7) 伊藤禎彦, 中西智宏: 表流水取水装置および管内環境制御からみた浄水処理方法、令和 3 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）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（20LA1005）分担研究報告書、2021.12.
- 8) 社団法人 船井青年会議所社会開発委員会: 船井六水、12 p, 1992.
- 9) 岸田直裕, 松本悠, 山田俊郎, 浅見真理, 秋葉道宏; 我が国における過去 30 年間の飲料水を介した健康危機事例の解析（1983～2012 年）、*保健医療科学*, 64(2), 70-80, 2015.
- 10) 国立保健医療科学院; 定量的微生物リスク評価-水安全管理への適用-, 235p., 2020.
- 11) QMRA wiki, <http://qmrawiki.org/>.
- 12) World Health Organization; Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition Incorporating the First Addendum, 2017.

- 13) 伊藤禎彦, 曾潔, 武藤陽平: 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保法, 令和2年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業) 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(20LA1005) 分担研究報告書, 2022.3.

表流水取水装置および管内環境制御からみた浄水処理方法

研究分担者 伊藤禎彦 京都大学大学院工学研究科教授

研究分担者 中西智宏 京都大学大学院工学研究科助教

研究要旨：

取水設備が、多孔構造を有する集水管を、沢水や渓流水の流水中に横たえただけのものであることも数多い。この場合、取水口の閉塞が発生し、住民の維持管理上の負担となっている。そのような背景とニーズから生み出された小規模水供給施設向け表流水取水装置の事例を示した。また、過去の経験を踏まえて技術的に適切な設計がなされた施設例を示した。

一方、浄水処理で十分に濁質を除去できない場合、浄水中に残存する懸濁物質が配水管内に蓄積することで、管内環境の悪化が懸念される。そこで本研究では、除濁処理として砂ろ過と膜ろ過に着目し、ろ材や膜孔径を変化させながら濁質除去能を定量的に評価することで小規模水供給システムにおいて望ましい除濁処理について考察した。

A. 研究目的

本研究課題のひとつは、小規模水供給システムにおける衛生的な水を安定して供給するための技術的枠組みを整備することである。水供給システムの出発点は水道原水の取水である。しかしながら、取水設備として、多孔構造を有する集水管を、沢水や渓流水の流水中に横たえただけのものであることも数多い。この場合、落葉などによって取水口が閉塞することがしばしば起き、その都度住民の方が清掃する必要がある。取水能としても不安定であるといわざるを得ず、これが住民による管理上の主な困りごとの一つとなっている。これに対して、技術的な整備がなされた取水施設や、取水装置として改良された好例も存在する。ここでは、各地の小規模水供給システムを訪問調査する過程で見出された事例を示す。

また、小規模水供給施設の浄水処理では濁質除去が不十分であることが多く、残存する懸濁物質が配水管内に蓄積することで管内環境を悪化させることが懸念される。浄水処理における除濁操作として砂ろ過と膜ろ過があるが、微粒子除去の精度という観点で両者には大きな隔りがある。そこで、本研究ではこのような除去性能の隔りを定量的に推定し、その中間的な除去能を示す除濁処理を探索することで小規模水供給システムにおいて利用可能な単位処理の拡充を図ることを目的とした。具

体的には、砂ろ過の高機能化(砂ろ過に通常よりも高い除去能を持たせること)と膜ろ過の低機能化(あえてMF膜よりも低い除去能を持つ膜素材を探索すること)に着目し、実験的検討を行った。

B. 方法

1. 静岡市由比地区における調査

静岡市内の民営簡易水道施設と飲料水供給施設を所掌する静岡市保健所でヒアリングを行った。また、小規模水供給施設用の表流水取水装置を開発した日本エンジニア株式会社から資料を収集した。

なお、同じ静岡市内の権現沢水道組合ごんげんさわにおける整備後の取水施設例については既報りに記載している。ここでは、その他の施設を示す。

2. 愛知県東栄町における調査

愛知県東栄町事業課においてヒアリングを行うとともに、振草浄水場ふりくさとその水源地を訪問した。ここは住民管理ではなく役場によって管理されている。

3. 滋賀県長浜市寺院への訪問調査

滋賀県長浜市内の大吉寺だいきちじ(長浜市野瀬町)の水供給施設への訪問調査を行った。以前膜ろ過施設を設置していた企業(株式会社清水合金製作所)立会いのもと、ご住職からヒアリングすることができた。また、株式会社清水合金製作所からも、これまでの経緯等についてヒアリングを行った。さらに、取水施設に関する設計図面等の資料を収集した。

4. 複数のろ材を用いた砂ろ過・膜ろ過による濁質除去能の定量比較

本実験では、砂ろ材としてケイ砂、均等化ケイ砂、アンストラサイト、ガーネットを、膜ろ材としてMF膜、大孔径膜(孔径1 μm、2 μm)、セラミック基材(孔径約13 μm)を選定し、これらによる濁質除去実験を行った。原水は桂川由来の河川水(京都市内の浄水場から採水)とし、凝集剤(PAC)を注入率0.16 mg-Al/Lでインライン注入しながら直接ろ過を行った。ろ過水濁度を時間的に測定し、濁度-微粒子濃度の回帰直線からろ過水中の濁質濃度を推定し、log除去能で評価した。

(倫理面への配慮)

本調査研究の内容は、京都大学大学院工学研究科工学研究倫理委員会における審査非該当であることを確認した上で、個人情報の保護及び調査に係る対象者を含む安全性に配慮して実施した。ヒアリング調査における具体的な配慮事項は以下のとおりである。1)ヒアリングでは個人情報に関する設問を含まない、2)得られた情報は本研究実施以外の目的には使用しない、3)得られたデータに含まれる情報は適切に管理し、第三者には開示しない。また、同情報は研究担当者のみが扱い、研究終了後に適切に廃棄する。

C. 結果

1. 静岡市由比地区における調査

静岡市保健所は、2017年、市内に存在する民営簡易水道施設と飲料水供給施設に関する実態調査を

行った^{2, 3)}。調査時点における施設整備補助の対象となる施設数は、前者が6施設（給水戸数280戸、給水人口747人）、後者が168施設（給水戸数1576戸、給水人口3805人）であった（現在は前者4施設、後者146施設）。平成8年度以降、これらの民営簡易水道施設と飲料水供給施設は衛生部局（保健所）が所掌している。

上記のうち、特に困りごとがあると回答した施設は25あった。困っていることに関する回答をみると、「水質」、「日頃の管理」、「高齢化」、「台風・大雨」、「負担額」、「老朽化」が上位にリストアップされた。これらの諸課題は、静岡市だけではなく、各地の小規模水供給施設に共通すると言ってよい。

静岡市保健所は、この結果を受けて、安定水源の確保、メンテナンスフリーの取水・浄水処理装置の設置、確実な消毒の実施などによって、将来にわたって持続可能な水道施設とすることを目標とする施策を精力的に進めている。すなわち、住民の代表的な困りごとになっている、①取水口閉塞、②濁り、および③日常の水質管理（消毒）を解消するための施設整備を目指している。このとき、取水・浄水処理装置として求められるのは、メンテナンスフリーに近いこと、および安価であることである。

以上を背景として、上記困りごとの解決のために、施設統合を重要施策として推進しようとしている。安定水源の確保、メンテナンスフリーの取水・浄水処理装置の設置、確実な消毒の実施などによって、将来にわたって持続可能な水道施設とすることを旨とするものである。統合へ向けて地元住民らへの提案・調整が精力的に行われている。

以上の背景とニーズから生み出された装置が、小規模水供給施設向けの表流水を取水するためのスクリーンを備えた装置（ウォータースクリーン；日本エンジニア株式会社）である。

装置の側面図を図1に示す。表流水を越流させ、常にスクリーン表面を洗い流しながら、原水を取出口から取り出す構造になっている。このため、落ち葉や土砂による目詰まりがしにくく、安定した取水が可能となる。装置の仕様例を表1に示す。この例の場合、取水能力は最大25 m³/日である。後述するように、堰に埋め込むこともできるが、U字溝があればその流路内に設置することも可能である。

静岡市由比地区において、取水口閉塞対策として、目開き約1 mmの表流水取水装置（ウォータースクリーン）を設置した飲料水供給施設がある。詰まりが解消され、非常に優れていると高く評価されている。

2. 愛知県東栄町における調査

振草浄水場とその水源を訪問した。施設の詳細は本報告書別報に記載している⁴⁾。

原水は渓流水である。ステンレス製スクリーンが堰に埋め込まれて設置されている（日本エンジニア製、ウォータースクリーン）。写真1に示す。設置は10年程度前。費用数百万円。図1とは異なり、取水装置内部の側面から取水

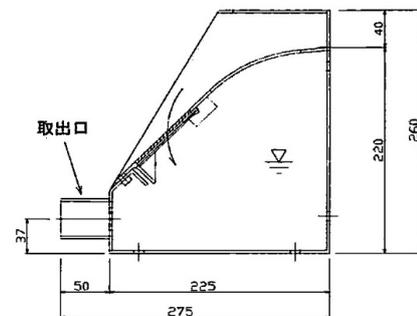


図1 表流水取水装置 側面図

表1 表流水取水装置の仕様

| | |
|----------|--------------------------|
| 取水能力 | 25 m ³ /日（最大） |
| スクリーンサイズ | 幅 160 mm×高さ 78 mm |
| 取出口口径 | 32A（配管外形Φ42.7） |
| 重量 | 約 6 kg |
| 材質 | SUS304 |

する構造になっている。導水管は埋設されている。施設は役場によって管理されているが、取水地点の維持管理がきわめて容易になったと評価されている。

3. 滋賀県長浜市寺院への訪問調査⁵⁾

大吉寺には、以前、砂ろ過施設が設置されていた。これに対し、旧浅井町から対策の必要性を指摘され、2005年に、膜ろ過装置を設置した。クリプトスポリジウム対策の意味もあったとみられる。導入されたのは、株式会社清水合金製作所のアクアレスキュー類似装置（初期モデル、MF、50 m³/日）。2013年、長浜市は、地元自治会に管理を移管した。

導入したシステムは、原水流量の減少により、ポンプが作動しなくなるなどのトラブルがしばしば発生した。給水栓からしばらく水を流していると、水量が減少することがしばしばあった。断水もよく起きるので困っていた。ただし、これらは膜ろ過装置に原因があるのではなく、取水設備が不良だったことに原因があるとみられる。このため3～4年前に膜ろ過装置は撤去し、現有設備に変更した。

原水である溪流と、現在の原水槽を写真2に示す。溪流水面にスクリーンが設置されているのがわかる。スクリーンの目開きは数mmである。この下部に集水管が設置されている（設計図面あり）。

原水は、原水槽（桝）に導入され、水槽中の水位は溪流水の水位と一致している。これは沈砂池の役割を有している。実際、設置後3～4年が経過し、砂が堆積している。流入管および流出管がほぼ埋

まっている状態。槽内に目開き数mmのストレーナを備えた集水管（流出管）あり。流出管は、溪流岸の石の下に埋設され、溪流水面に沿って下流へと延伸されている。

居住者（ご住職）によるメンテナンスは特に行われていない。費用も不要。ただし、原水槽には砂が堆積しているので、数年に一度程度の頻度で除去・清掃を行う必要があるとみられる。

4. 複数のろ材を用いた砂ろ過・膜ろ過による濁質除去能の定量比較

図2に各ろ材からのろ過水濁度の変化の一例を示す。PAC注入率0.16 mg-Al/Lの条件では、砂ろ過水の濁度範囲が0.1～0.6度程度であったのに対して、膜ろ過水の濁度は0～0.005度と極めて低かった。砂ろ過材の中では、有効径の最も大きいアンスラサイトでのろ過水濁度が最も高く、次いでケイ砂、均等化ケイ砂、ガーネットの順番で濁度が大きかった。一方、膜ろ過材の中では、最も孔径が大きいセラミック基材で0.008～0.039度と他の膜ろ材(0.005度未満)よりもやや濁度が高いものの、他の孔径のろ材間では顕著な違いは見られなかった。各ろ材による濁質除去log数を3回分



写真1 堰に設置されたステンレス製スクリーン（愛知県東栄町振草浄水場水源地）



写真2 大吉寺 スクリーンと原水槽

の実験結果から推定したものを図3に示す。砂ろ材と膜ろ過材の間には約1logほどの除去能の違いが見られた。また、砂ろ過材の中ではアンスラサイトとガーネットの間にはのみ統計的な有意差が見られたものの、他の砂ろ材や膜ろ過材の間では有意差は見られなかった。

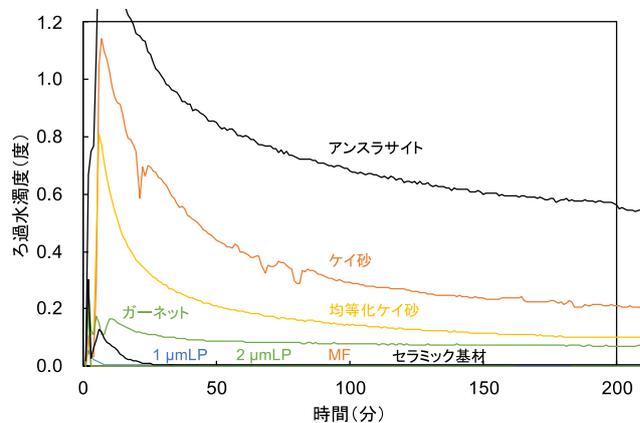


図2 各ろ材からのろ過水濁度の時間変化
(PAC 注入率 : 0.16 mg-Al/L)

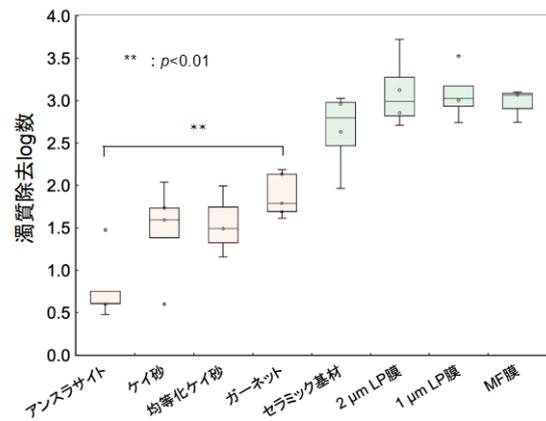


図3 各ろ材による濁質除去 log 数の比較
(PAC 注入率 : 0.16 Al-mg/L)

D. 考察

1. 表流水取水装置について

取水設備が、多孔構造を有する集水管を、沢水や渓流水の流水中に横たえただけのものであることも数多い。この場合、落葉などによって取水口が閉塞することがしばしば起き、その都度住民の方が清掃する必要がある。これが水供給システム上の主な困りごとの一つとなっている。ここで取り上げた小規模水供給施設向け表流水取水装置は、そのような背景とニーズから生み出された取水装置である。

長浜市寺院の事例は、過去の経験を踏まえて技術的に適切な設計がなされたものである。スクリーン機能と沈砂池機能を備えつつ、安定した取水を可能にした施設の好例とみることができる。

2. 管内環境制御からみた浄水処理方法について

濁質の除去 log 数で見た場合には統計的な有意差は見られなかったが、各試行回でのろ過水濁度はガーネットが最も低く、通常のケイ砂よりも高い濁質除去能を持つ可能性が示された。大孔径膜は通常の MF 膜に比べてエネルギー消費量が小さく時間当たりの処理水量が大きいという利点があり、小規模水供給システムに適している可能性がある反面、膜孔径が大きいために処理水質が悪く管内環境管理の観点からは望ましくない可能性が考えられた。しかしながら、本実験では膜孔径を 0.1~約 13 μm と大きく変化させたにも関わらず除去能に顕著な差は見られなかった。すなわち、少量でも凝集剤を注入すれば、大孔径膜でも良好な処理水質が得られる可能性が示された。

E. まとめ

(1) 表流水取水装置

住民の維持管理上の負担とならない小規模水供給施設向け表流水取水装置の事例、および過去の

経験を踏まえて技術的に適切に設計された施設例を見出し、普及が望まれると指摘した。

(2) 管内環境制御からみた浄水処理方法

砂ろ過と膜ろ過を含む種々の除濁処理法による濁質除去能を比較した。この結果、配水管内環境管理からみた必要十分な除濁処理プロセスを選択可能とした。

F. 研究発表

1. 論文

中西智宏, 亀子雄大, 周心怡, 小坂浩司, 伊藤禎彦, 藤井宏明: 配水管網における水道水の着色ポテンシャルからみた浄水中微粒子濃度の制御目標, 土木学会論文集 G(環境)(環境工学研究論文集 第58巻), Vol.77, No.7, III_311-III_319, 2021.

2. 学会発表

周心怡, 中西智宏, 越後信哉, 伊藤禎彦: A scenario analysis of controlling manganese accumulation in chlorinated drinking water distribution systems, 第55回日本水環境学会年会講演集, p.27, 2021.3

桂美月, 中西智宏, 越後信哉, 伊藤禎彦: 配水管内環境の制御を目的とした砂ろ過と膜ろ過の濁質除去能とその多様化に関する基礎研究, 第55回日本水環境学会年会講演集, p.172, 2021.3

3. 総説・解説

伊藤禎彦: 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保, 小規模水供給シリーズ~実状と課題, 今後の展望について~, 水道, Vol.66, No.4, pp.10-19, 2021.7

4. 講演

伊藤禎彦: 上水道をめぐる諸課題と研究ニーズ, 土木学会第58回環境工学研究フォーラム 水供給システム招待講演, オンライン開催, 2021.11.16

伊藤禎彦: 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, ダクタイル鉄管協会セミナー, 一般社団法人日本ダクタイル鉄管協会主催, 松本商工会議所(長野県松本市), 2021.11.1

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

【参考文献】

- 1) 伊藤禎彦, 堀さやか: 地元管理されている小規模水道の実態と課題、平成31年度(令和元年度)厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業) 小規模水供給システムの安定性及び安全性確保に関する統合的研究(H29-健危-一般-004) 分担研究報告書, pp.108-141, 2020.3

- 2) 静岡市：静岡市飲料水供給施設及び民営簡易水道実態調査結果、平成 29 年 7 月
- 3) 静岡市保健福祉長寿局、経済局、上下水道局：【市長報告】中山間地における水の安定供給に係る体制と取組の推進について、平成 31 年 2 月
- 4) 伊藤禎彦，曾潔：小規模水供給施設の管理実態と課題、令和 3 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）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（20LA1005）分担研究報告書、2022. 3.
- 5) 伊藤禎彦，曾潔，武藤陽平：小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保法、令和 2 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）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（20LA1005）分担研究報告書、2021.3.

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
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（20LA1005）
分担研究報告書

小型紫外線消毒装置の基礎的知見の収集と実際への適用に関する研究

研究分担者 小熊 久美子 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 准教授

研究要旨：

小規模水供給システムに適した小型消毒装置の候補として、紫外発光ダイオード（UV-LED）を光源とする流水殺菌装置を検討している。本年度は、前年度に開始した飲料水供給施設（給水18戸50名未満）での装置実証試験を継続し、長期的な性能を追跡した。設定処理流量は30L/minとし、ろ過等の前処理を経ずに原水を直接UV-LED装置に導水し処理する方式とした。装置前後の試料を毎月概ね2回採水し、大腸菌、大腸菌群、一般細菌、従属栄養細菌の変化を調べた。2020年8月の試験開始以降、二度にわたり濁水による試験中断を余儀なくされたものの、これら中断期間を除く累計の採水回数は27回に上った。その間、原水中に大腸菌を頻繁に検出（19/27回、陽性率70%）した一方、UV-LED処理水では27試料全てで100mL中に大腸菌不検出を維持した。また、一般細菌と従属栄養細菌はいずれも原水中に常に検出されたものの、UV-LED処理水では一般細菌、従属栄養細菌とも有意に濃度が低下し、水道水質基準値（一般細菌100cfu/mL）および水質管理目標値（従属栄養細菌2000cfu/mL）を全ての試料で継続的に下回った。UV-LED処理による不活化率は、一般細菌で最大2.8log（中央値1.4log）、従属栄養細菌で最大2.2log（中央値1.3log）であった。連続運転に伴う性能の経時的な低下は現在まで認められず、原水を前処理なくUV-LED装置で処理する方式でも微生物制御に有効であることが示された。本研究により、小規模分散型の水処理技術としてのUV-LED装置の有効性と長期的な安定性が示された。

A. 研究目的

飲み水の微生物学的な安全性を担保するうえで消毒は欠かせないが、小規模な水供給施設、特に飲用水供給施設や私設井戸等では塩素消毒を「する」または「しない」の二者択一を迫られるケースが多く、塩素以外の消毒技術が十分に検討されていない。塩素消毒剤（次亜塩素酸ナトリウム溶液）の補充や当番制での薬剤管理が高齢の住民の負担になるほか、塩素のにおいに抵抗感を持つ住民が少なからず存在するため、消毒をしないという選択をする施設が未だ散見される現状にある。そのような住民管理型の小規模施設に対し、塩素消毒以外の消毒技術を提示することは、安全な水供給システムの実現に極めて重要である。

本研究では、電力があれば導入可能で、薬剤を必要とせず、維持管理が容易で、水の味やにおいに一切影響しない紫外線消毒技術に注目し、国内の小規模水供給施設に紫外線消毒を適用する可能性と課題を検討している。特に、小型、無水銀でオンデマンド運転が可能な紫外発光ダイオード（UV light-emitting diode, UV-LED）が小規模施設での利用に適していると考え、UV-LED水処理装置の小規模施設への適用に注目する。また、実際の小規模施設で長期的な実証試験を行うことで、運転に伴う性能低下やメンテナンスの頻度など、実装に不可欠な知見を得ることを目指す。

本年度は、前年度に開始した集落水道（飲料水供給施設）での実証試験を継続し、処理性能を長期的に追跡することとした。これにより、UV-LED水消毒装置の小規模施設への適用性と課題について、実証規模で明らかにすることを研究の目的とした。

B. 研究方法

1. 実証試験の概要

試験の場として、国内の飲料水供給施設を選定した。当該施設は、長年にわたり民営の簡易水道事業（水道組合）として住民主体で運営してきたが、人口減少を踏まえ簡易水道から飲料水供給施設に2020年に認可変更を受けたものであり、給水人口は18戸50名未満である（2021年現地ヒアリング時点）。原水は山間の表流水（沢水）であり、例年冬の渇水期には原水流量が著しく低下する傾向があることから、湧水の寄与は極めて小さいと推察される。実証試験では、実際に住民に供給される浄水プロセスの原水を分岐し、実験装置に導水するフローとした。なお、UV-LED装置の単独での性能評価に特化するため、また、一般に小規模施設ではできるだけシンプルなプロセスが望ましいため、実証試験ではあえてろ過等の前処理をせずに原水を直接UV-LED装置に導水するフローとした。

試験は2020年8月末から開始し、概ね毎月2回（隔週）の頻度で採水した。試料はUV-LED装置の前段で採水し、また対照実験として、UV-LEDを消灯した状態でUV-LED装置を通過した試料についても採水し分析に供した。ただし、2021年1月から5月および2022年2月から3月現在まで、渇水に伴う原水流量の低下を受けて試験を中断している。

2. 装置の概要

集落規模で利用可能なUV-LED装置の候補として、設計処理流量50L/minの流水殺菌装置（DWM1、日機装技研）を選定した。ただし、試験地の原水流量の制約から、30L/minを設定流量として実証試験を実施した。

3. 試験実施方法

- (1) 2020年8月末より実験を開始した。発光ピーク波長280nmの表面実装型UV-LEDを搭載した水消毒装置を定格電流350mA（LEDパッケージあたり）で点灯し、以降、消灯条件での採水時（以下詳述）を除いて現在まで点灯状態を維持している。
- (2) 装置の処理流量は30L/minで一定とした。ただし原水量の低下や落ち葉等による閉塞が原因と推定される流量低下の傾向がみられたため、採水の都度30L/minに調整し、流量の安定を確認してから採水した。
- (3) UV-LED装置前（原水）、UV-LED点灯で装置を通過した水（処理水）、UV-LED消灯で装置を通過した水（対照試料）の3つの試料を採水し、東京大学へ冷蔵輸送の後、採水後24時間以内に表1に従い細菌数を培養法で測定した。検水量は、大腸菌と大腸菌群は100mL、一般細菌は50mL、従属栄養細菌は1mLとした。

表1. 微生物測定項目と測定方法

| 項目 | 検水量 | 測定方法 |
|--------|-------|---|
| 大腸菌 | 100mL | メンブレン・ディスク法、m-coli blue 培地、37°Cで一晩培養後にコロニーを計数、青～深紫のコロニーを大腸菌と定義 |
| 大腸菌群 | 100mL | メンブレン・ディスク法、m-coli blue 培地、37°Cで一晩培養後にコロニーを計数、赤～赤紫のコロニーを大腸菌以外の大腸菌群と判定、青+赤のコロニー総数を大腸菌群数と定義 |
| 一般細菌 | 50mL | メンブレン・ディスク法、Merck アンプル培地（TCC 添加）一般生菌用、37°Cで一晩培養の後に赤色のコロニーを計数 |
| 従属栄養細菌 | 1mL | R2A 寒天培地、25°Cで7日間培養後に乳白色のコロニーを計数 |

(4) 以下の物理化学的水質項目について、採水時または実験室で測定した。

濁度、色度、硬度、鉄、マンガン、水温、pH、電気伝導率、
流量、紫外域吸光スペクトル (220-400nm)

4. 倫理面への配慮

該当しない

C. 研究結果及びD. 考察

1. 原水水質

表2に、実証試験原水の物理化学的水質項目の変動幅を示す(2020年8月～2022年1月、うち2021年1月～5月および2022年2月～3月に中断、累計試料数n=27)。また、その間、原水の紫外線(280nm)透過率の幾何平均値は96.1%、中央値は95.7%であった。濁度・色度の最大値(順に3.1度、3.0度)を示したのは2020年10月20日の採水試料であるが、当該試料の紫外線透過率(280nm)は98.6%であり、紫外線処理の効率に影響を及ぼすほどの透過率低下は発生しなかった。一方、紫外線透過率の最小値(91.3%)を記録したのは2021年9月28日であるが、当該試料の濁度と色度は順に1.1度、1.5度であった。紫外線消毒の性能は、紫外線がどれだけ水中の微生物に到達するか、すなわち紫外線透過率に依存するが、濁度など電氣的に常時監視が容易な水質指標だけでは紫外線透過率を推定しがたい可能性が示された。今後は、他の水質項目を含めた重回帰分析などにより、紫外線透過率を推定する方法を検討する予定である。また、紫外線透過率最小値91.3%を記録した2021年9月28日のUV-LED装置による微生物不活化率(大腸菌で1.4log以上、大腸菌群で2.6log、一般細菌で1.8log、従属栄養細菌で0.9log)は、他の採水日の試料に比べて遜色なく(以下2に詳述、図2、3を参照)、紫外線処理の効果を損なうほどの透過率低下ではなかった。

表2. 実証試験原水の水質変動幅
(2020年8月～2022年1月、中断期間を除き n=27)

| | | 最小-最大 | 中央値 | 標準偏差 |
|-------------------|------|----------------|------|------|
| 濁度 | 度 | 0.2 - 3.1 | 0.7 | 0.57 |
| 色度 | 度 | 0.7 - 3.0 | 0.1 | 0.53 |
| 硬度 | mg/L | 31.0 - 38.0 | 34.0 | 1.91 |
| 鉄 | mg/L | 0.01 未満 - 0.14 | 0.02 | 0.03 |
| マンガン | mg/L | 0.005 未満 | - | - |
| 水温(採水時) | °C | 5.2 - 20.0 | 13.9 | 4.4 |
| pH | - | 7.3 - 7.9 | 7.6 | 0.13 |
| 電気伝導率 | mS/m | 8.5 - 11.5 | 9.4 | 0.60 |
| 紫外線透過率 (280nm) | % | 91.3 - 99.9 | 95.7 | 3.31 |

2. UV-LED 処理による微生物濃度の変化

原水、UV-LED 点灯で装置を通過した水 (UV-LED 処理水)、UV-LED 消灯で装置を通過した水 (対照試料) の微生物濃度を図 2 に示す。

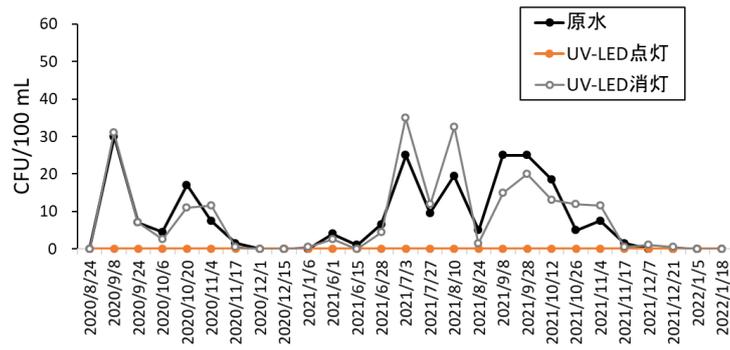
原水について、採水回数 $n=27$ のうち 19 回で大腸菌を検出した (陽性率 70%)。また、一般細菌と従属栄養細菌は全ての原水中に検出され、原水の一般細菌は常に水道水質基準値 (100cfu/mL) を下回ったものの、従属栄養細菌は暫定水質管理目標値 (2000CFU/mL 以下) を 7 回超過した (超過率 26%)。すなわち、未処理の原水は微生物学的安全性の観点から常時飲用には不適であり、消毒処理が必要と判断された。試験期間を通じて、12 月から 1 月に原水中の大腸菌不検出が連続し、また大腸菌群数も同時期にごく低濃度で推移したことから、季節的な影響 (気温・水温の低下による微生物活性の低下、野生動物の活動低下など) が示唆された。原水中の一般細菌と従属栄養細菌の濃度変化に明確な季節性は見られなかった。

また、図 2 より、いずれの微生物項目でも、UV-LED 消灯で装置内を通水した対照試料は原水とほぼ同等の微生物濃度を示した。よって、UV-LED 点灯試料 (処理水) で見られた濃度低下は、装置内への吸着等によるものではなく、紫外線による不活化の効果であることが裏付けられた。UV-LED 処理水では、いずれの微生物項目も濃度が低下し、大腸菌は UV-LED 処理水の全てで 100mL 中に不検出となった。また、一般細菌の水道水質基準値 (100cfu/mL) および従属栄養細菌の暫定水質管理目標値 (2000cfu/mL) を全ての試料で継続的に下回った。

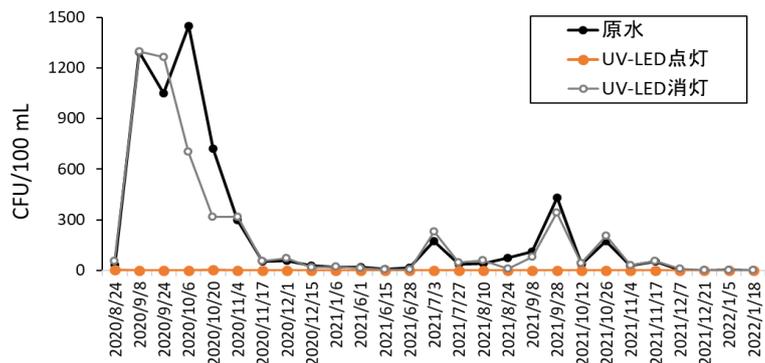
図 3 に、一般細菌と従属栄養細菌の濃度変化を対数軸で示す。本研究で採用した UV-LED 装置による不活化率 (いずれも $n=27$) は、最大値として大腸菌は 1.5log 以上、大腸菌群は 3.2log 以上であった (処理後不検出のため不活化率は初期濃度に依存)。一方、一般細菌の不活化率は最大値 2.8log、中央値 1.4log、最小値 0.5log であり、従属栄養細菌の不活化率は最大値 2.2log、中央値 1.3log、最小値 0.2log であった。なお、不活化率と物理化学的水質項目の関連性について、今後相関分析を予定している。

本実証試験では、ろ過等の前処理を経ずに原水を直接 UV-LED 装置に通水した。これは、UV-LED 装置単独での性能を評価するため、また、人的資源や資金に制約がある小規模施設ではできるだけシンプルなプロセスが望ましいと判断したため、設定した処理フローである。これまでの結果から、仮にろ過設備なく UV-LED 装置を単独で導入した場合でも、水の微生物学的な安全性を有意に向上できることが示された。一方、実装に向けては、紫外線消毒には残留効果がないことを十分に考慮した給水システムの構築と、利用者への周知が必須である。一案として、できるだけ給水末端に近い位置に紫外線装置を設置すること、給水栓から得た水は長期保管せずできるだけ速やかに消費するよう周知すること、などが挙げられる。あるいは、微量の塩素を併用することで、給水システム内の再増殖・再汚染リスクを抑制することも現実的な選択肢と考えられる。これらの方策を具体的に示し、紫外線消毒の有効性だけでなく課題や対策も併せて示すことを、本研究の最終目標としたい。

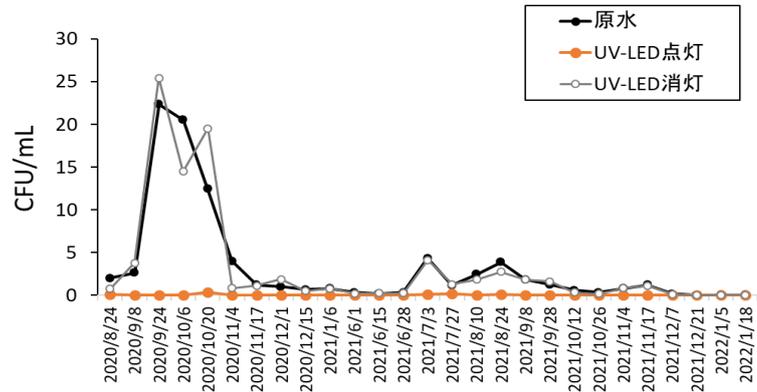
(a) 大腸菌



(b) 大腸菌群



(c) 一般細菌



(d) 従属栄養細菌

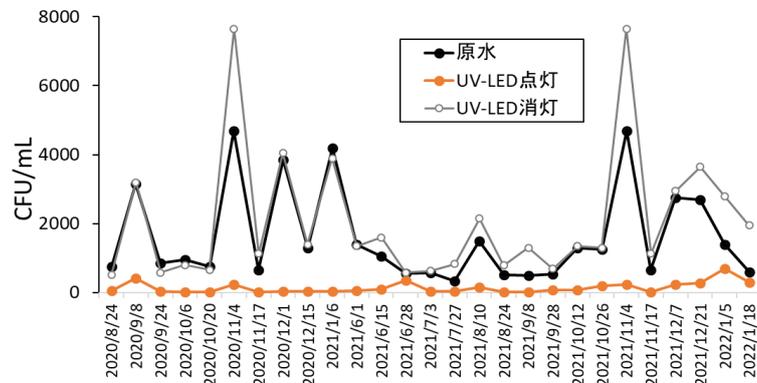


図2. 原水、UV-LED 処理水 (UV-LED 点灯)、対照試料 (UV-LED 消灯) の微生物濃度
(a)大腸菌 (CFU/100mL), (b)大腸菌群 (CFU/100mL),
(c)一般細菌 (CFU/mL), (d)従属栄養細菌 (CFU/mL)

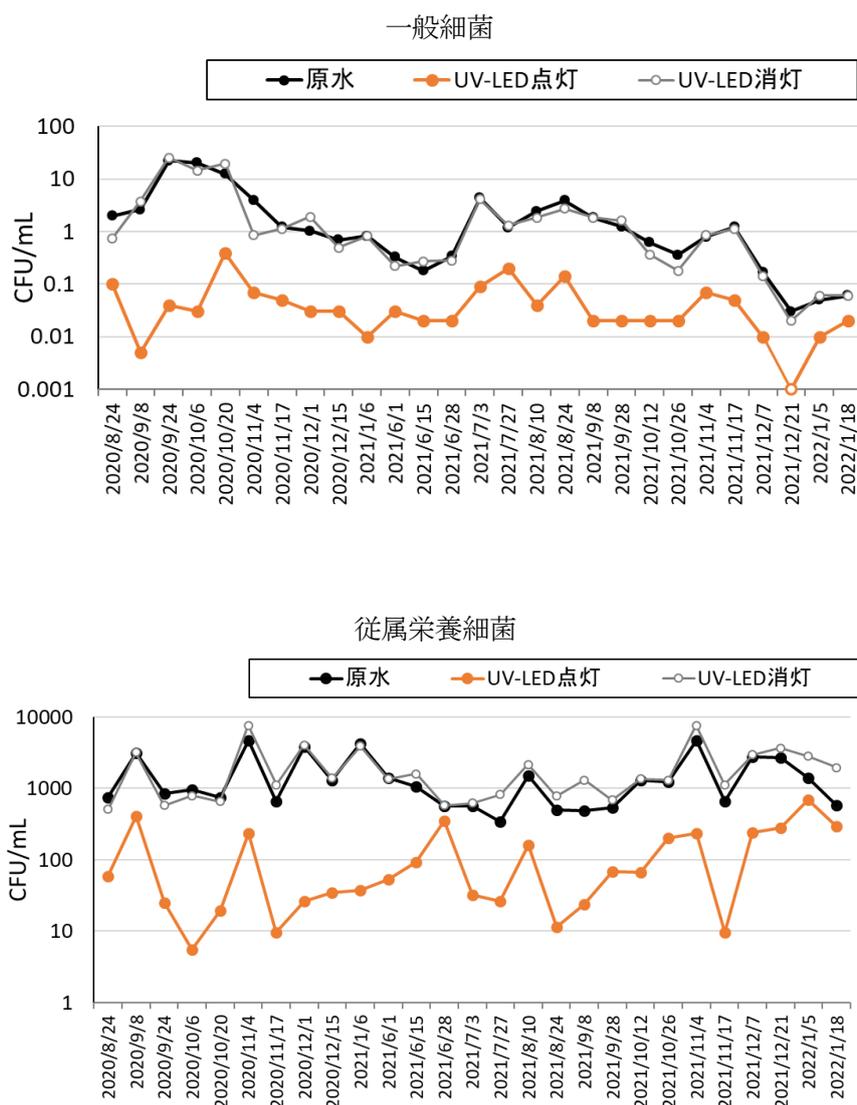


図3. 対数軸で表示した一般細菌（上）、従属栄養細菌（下）の変化

E. 結論

山間の集落規模の飲料水供給施設を対象に実証試験を実施した。2020年8月から現在まで累計27回にわたる採水・分析を実施した結果、主に以下の結論を得た。

- (1) 原水では、散発的ながら大腸菌陽性の場合（27回中19回、陽性率70%）や従属栄養細菌が水道水質管理目標値（暫定値として2000CFU/mL）を超過する場合（27回中7回、超過率26%）があったことから、常時飲用には消毒を要することが示された。
- (2) 処理流量30L/minのUV-LED装置による処理水では、調査したすべての微生物項目（大腸菌、大腸菌群、一般細菌、従属栄養細菌）で濃度が低下し、特に大腸菌は試験期間を通じて100mL中に不検出を維持した。
- (3) 本研究で採用したUV-LED装置による不活化率は、最大値として大腸菌は1.5log以上、大腸菌群は3.2log以上であった。一方、一般細菌の不活化率は最大値2.8log、中央値1.4log、最小値0.5log、また従属栄養細菌の不活化率は最大値2.2log、中央値1.3log、最小値0.2logで

あった。

- (4) UV-LED処理水は、水道水質基準の定める大腸菌数（100mL中に不検出）、一般細菌数（1mL中に100CFU以下）および水質管理目標として示された従属栄養細菌数の暫定目標値（1mL中に2000CFU以下）の全てを試験期間を通じて継続的に満たした。

本研究により、小規模施設で利用可能な消毒技術としてUV-LED装置の有効性と長期的な安定性が示された。今後は、引き続き集落規模での実証試験を継続し、季節変動や性能の経時劣化を追跡する。また、実証試験終了後に装置内の汚損等を調査し、実装時のメンテナンスに資する知見の獲得を目指す。さらに、紫外線消毒の有効性だけでなく実装を見据えた課題や対策も併せて示すことを、本研究の最終目標とする。

F. 研究発表

1. 論文発表（査読付き）

- ・ 渡邊真也、小熊久美子. 紫外線照射が緑膿菌のバイオフィーム形成に及ぼす影響. 土木学会論文集 G（環境）, Vol. 77, No.7, III_93-102. 2021
- ・ Kumiko Oguma, Surapong Rattanakul, UV inactivation of viruses in water: its potential to mitigate current and future threats of viral infectious diseases, Japanese Journal of Applied Physics, 60, 11, 110502, 2021 <https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac2b4f>

2. 学会発表

- ・ 小熊久美子, 紫外線処理に関する最新の動向と小規模施設への適用について, 神奈川県央地域及び県西地域「水道事業の広域化等に関する検討会」, 2022.1.19. (招待講演)
- ・ Kumiko Oguma, Application of UV-LEDs for sustainable water treatment and supply. Pacific Chemistry (Pacifichem) 2021, オンライン, 2021.12.20. (招待講演)
- ・ 小熊久美子, 遠隔地でも持続可能な小規模分散型水処理の提案と実証, 東大水フォーラム公開シンポジウム「持続可能な社会と水」, オンライン, 2021.12.8 (招待講演)
- ・ 渡邊真也, 小熊久美子, 紫外線照射が緑膿菌のバイオフィーム形成に及ぼす影響, 第 58 回環境工学研究フォーラム, オンライン, 2021.11.16.
- ・ 小熊久美子, 分散型水処理としての紫外線消毒の実証, 第 24 回日本水環境学会シンポジウム, オンライン, 2021.9.14. (招待講演)
- ・ 小熊久美子, 紫外 LED による消毒技術の動向と展望, 日本防菌防黴学会第 48 回年次大会, オンライン, 2021.9.8. (招待講演)
- ・ Kumiko Oguma, UV disinfection for decentralized water supply systems in remote areas and communities, Canada and Japan Joint Research Meeting on Small Water Supply Systems, 2021.6.23.
- ・ 小熊久美子, UV-LED を利用した水処理技術, 第 1 回フォトンテクノロジー技術部会 Web 講演会, 2021.6.21. (招待講演)
- ・ 小熊久美子, 紫外 LED による水の消毒, 電気学会パワー光源システム技術動向調査専門委員会, オンライン, 2021.4.28. (招待講演)
- ・ Kumiko Oguma, UV-LEDs for water disinfection: The forefront of research and applications, The International Conference on UV LED Technologies & Applications (ICULTA) 2021, オンライン, 2021.4.19. (招待講演)

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
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
（20LA1005）分担研究報告書

小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および
民間団体との連携・支援に関する意向調査

研究分担者 増田貴則 国立保健医療科学院 統括研究官
研究協力者 堤 晴彩 鳥取大学地域価値創造研究教育機構

研究要旨：

給水人口100人以下の水供給システムを利用・管理している集落を対象に、集落役員が点検や清掃などの管理作業に対して感じている負担感や作業負担の重い項目について整理し、実作業量を把握することを目的とした質問紙調査を行った。加えて、集落外の団体との維持管理作業における連携・協力状況、民間団体からの支援に関する利用意向を把握することを目的とした質問紙調査を行った。

回答結果より、集落外の団体と連携・協力をして維持管理作業を行っている集落は20%弱にすぎず、施設の維持管理に負担感を抱えていることが把握できた。また、維持管理において負担の重い作業項目・作業頻度や作業に要する時間、外部団体からの支援に対するニーズや集落が支援を利用したいと思う価格帯について把握することができた。

A. 研究目的

本研究では、飲料水供給施設相当規模及び給水人口 50 人未満の水供給システム（以下、水供給システムと呼ぶ）を利用・管理している集落を対象に、他集落や民間団体等の外部の団体との連携状況を把握するとともに、水供給システムの維持管理の現状や集落役員が点検や清掃などの管理作業に対して感じている負担感、負担が重いと感じている作業項目、管理作業の一部を支援団体に協力してもらいたいかなどについて調査を行った。

これらによって集落住民自らが管理している水供給システムにおける維持管理の実態と作業負担の現状を明らかにし、外部団体と集落住民との連携による水供給システムの維持管理が実現可能かを検討するための基礎資料とすることを目的とした。

B. 研究方法

1. 維持管理および作業負担に関する調査方法

西日本（岐阜県、京都府、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、徳島県、高知県、佐賀県、大分県）について、行政がWEB 開示している情報をもとに飲料水供給施設等の水供給システムを管理し使用している集落を特定し、水供給システムの維持管理や断水等トラブル発生の現状を把握するとともに、実際に管理している集落役員が水供給シ

テムに対して感じている不満や、点検・清掃などに対して感じている負担感、行政や他集落との連携状況について実態を把握するための質問紙調査を行った。質問紙は2019年2月～3月および2019年11月～2020年3月に郵便にて送付し、集落の飲料水供給施設等を管理している組合や役員の代表者に回答をお願いした。その集計結果については大部分を既報にて報告済みであるが、既報では報告をしていない実作業負荷や水供給施設を敷設する際の金銭的負担・水道料金体系について本報で焦点をあてている。実作業負荷については、維持管理の負担が重いと感じられている作業項目に対して、集落構成員らの労力負担（作業時間・作業人数）を質問紙調査の回答結果より集計を行った。

2. 外部団体との連携状況と連携意向に関する調査

前述した1の調査において継続調査への協力意向を示した集落のあった岐阜県、京都府、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、高知県、佐賀県、大分県において水供給システムを管理し使用している集落を対象に、集落外部の団体との連携状況を把握するための質問紙調査を行った。質問紙は2020年1月～2月に郵便にて送付し、集落の飲料水供給施設等を管理している組合や役員の代表者に回答をお願いした。外部団体との連携・協力をしているかの近年の状況を明らかにするために、平成27年以降の状況について聞いた上で、八つの架空の支援策A～Hのそれぞれについて利用するかどうか、有償の場合いくら支払うかを質問した。支援を利用したいと思う価格を調査するため、簡便な価格調査手法として知られるPSM分析（価格感度分析、Price Sensitivity Measurement）の手法を用いることとし、有償でも利用したいと答えた人には「あまりに安すぎて支援内容に不安を感じ始める（非受容最低価格）」、「支援内容には不安はないが、安いと感じる（受容最低価格）」、「支援を受ける価値はあるが、高いと感じ始める（受容最高価格）」、「あまりにも高いので支援を受ける価値がないと感じる（非受容最高価格）」それぞれの価格を聞いた。また、利用したくないと答えた人が制度の内容をその理由としているのか、有償な部分に利用したくないと感じているのかを明らかにするために、有償ではなく無償ならば利用するかを聞いたうえで、無償でも利用したくないと答えた人にはその支援をなぜ利用したくないのかを聞いた。

支援策の詳細についてを表1に示す。これまでの研究において、集落にとり有益である支援と負担に感じている作業が調査によってされており、水質検査や断水時の応急運搬給水、研修会の受講などは市町が関与して実施され集落にとって有益であることが確認された。一方で、設備の点検・清掃、薬液補充や検針・集金などは集落にとって負担が重い作業であることが確認されている。本調査ではそれらの結果を踏まえて集落からの需要があるだろうと考えられる八つの支援策を取り上げることとし、表1の右欄のとおり、各支援策の特徴や支援機会、集落にとっての位置づけなどを考慮したうえで各支援内容に対する設問文を設計した。例えば、支援内容としては、大きくは「技術支援（実地・座学）」と「労力支援」に分類できる。さらには、集落が現行行っていることが多い作業を代行する支援であるのか、

通常は行われていないことを追加的に支援するのか、協働作業とすることが適している（あるいはせざるを得ない）のかによっても分類できる。また、支援を受ける機会によっても「平時」、「一時的」、「非常時」に分類できるため、それぞれ、「1年あたりの価格」、「数年に一度や1回あたりの価格」、「非常時1回あたりの価格」として提示するよう設問を作成した。

表1 外部団体からの架空の支援策

| 支援内容 (回答者への提示概要) | 支援の特徴, 【位置づけ】 |
|--|-----------------------------------|
| A：消毒剤の点検・補充 他集落や簡易水道等水道事業と共同で外部団体が集落に代わり消毒剤の点検・補充作業を行う。 | 「労力」 「平時」 【代行支援】 |
| B：ろ過槽の点検・清掃 水供給施設のろ過槽の点検を外部団体が3～4ヵ月に1回のペースで行い、ろ過池の清掃や砂の入れ替え作業が必要になれば集落と外部団体が協働で行う。点検や管理作業の結果は外部団体が記録を作成しその都度集落に報告し情報を共有する。 | 「技術」 「平時」 【代行支援+協働】 |
| C：水源の点検・清掃 水源と取水設備の点検を外部団体が月に1回のペースで行い、大雨が降った後も行う。その結果清掃作業が必要になれば集落と外部団体が協働で作業を行う。点検や管理作業の結果については外部団体が記録を作成しその都度集落に報告し情報を共有する。 | 「労力」 「平時」 【代行支援+協働】 |
| D：維持管理に関する講習会 水供給施設の維持管理に関する講習会や研修会を外部団体が実施する。 | 「技術(座学)」 「定期的(数年おき)」 【追加支援】 |
| E：管路の漏水点検・診断 外部団体が水供給施設の管路の漏水点検や診断を3年に1回のペースで行い、点検や診断の結果は外部団体が記録を作成しその都度集落に報告し情報を共有する。 | 「技術」 「定期的(数年おき)」 【追加支援】 |
| F：断水、水圧低下トラブル対応 断水事故や水圧低下、水質異常といったトラブルが起きた際、外部団体が集落と共に対応にあたり復旧対応（異常原因の特定や応急復旧、工事・部品等の手配など）を支援する。外部団体にその際の記録を作成してもらい集落と行政に報告書を提出してもらう。 | 「技術」 「非常時」 【代行支援+協働】 |
| G：応急給水 断水事故や水質異常といったトラブル時に外部団体が2t（＝ | 「労力」 「非常時」 |

| | |
|---|--|
| <p>2000L) 給水車 1 台を水道局から借り，応急給水支援を行う．支援に当たることができる給水車は 1 日 1 台までで 1 日に 2000L までの水を運び給水する．</p> <p>※ただし，応急給水時の水量目安の説明を付記 20L/人・日：調理，洗面など最低限必要な水量 100L/人・日：最低限の洗濯・浴用に必要な水量</p> | <p>【追加支援】</p> |
| <p>H：施設改修・更新に向けての水道料金コンサルタント 外部団体からのコンサルティング（専門的な立場から助言や指導を行う）支援を受け水供給施設の改修・更新に向けての計画策定や集落内の水道料金の診断を集落と外部団体が協働で行う．</p> | <p>「技術」 「一時的(1 回)」 【追加支援+協働】</p> |

C. 研究結果

1. 維持管理および作業負担に関する調査

1-1. 質問紙の回収数

合計 564 の集落に発送し，253 の集落より回答を得た．白紙回答や戸別給水の集落からの回答を無効回答とし，有効回答数は 241，有効回収率は 42.7%であった．このうち上水道や簡易水道を併用している集落が 8 集落，数年前あるいはちょうど上水道や簡易水道に切り替えを行ったばかりという集落が 4 集落，上水道や簡易水道に切り替え予定という集落が 4 集落，集落やゴルフ場管理の簡易水道を使用している集落が 2 集落であった．以下，これらの集落を含めた状態で集計を行い，分析を行った．

1-2. 水源別の塩素消毒施設の有無・水質検査項目について

水源の種類について尋ねた結果を図 1 に示す．地下水・井戸水を使用していると回答した集落が最も多く 83 集落（総集落の約 34%）であった．次いで多いのが表流水（渓流水）と回答した集落 58 集落（約 24%），湧水と回答した集落 50 集落（約 21%）であった．地下水・井戸水をその他の水源と併用していた集落を合わせると 94 集落（約 39%）が地下水・井戸水を使用しているとの回答であった．

塩素消毒施設の有無について，表流水（渓流水）・湧水・地下水井戸水・伏流水の水源別に回答を整理した結果を図 2 に示す．表流水（渓流水）を水源とする集落では，塩素消毒施設があると回答したのは 18 集落（対象集落の 31%），塩素消毒施設がないと回答したのは 38 集落（約 66%）となり，半数以上の集落で塩素消毒施設がないことがわかった．地下水・井戸水を水源とする集落では，塩素消毒施設があると回答したのは 51 集落（対象集落の約 61%），塩素消毒施設がないと回答したのは 29 集落（約 35%）であった．

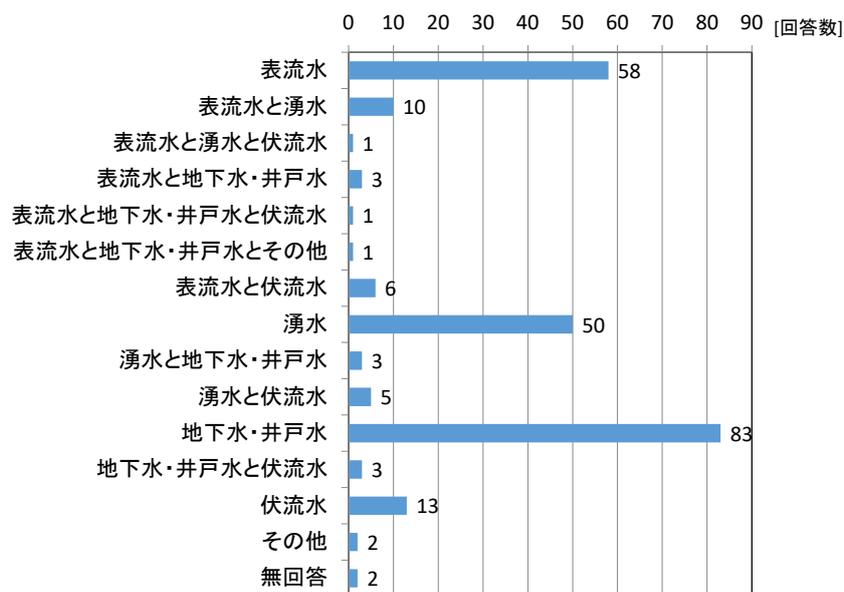


図1 水源の種類

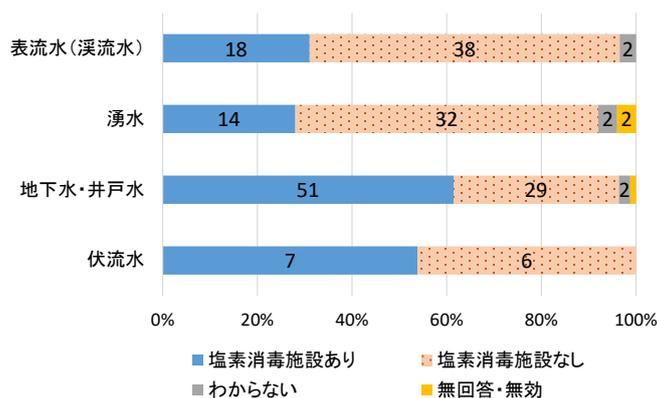


図2 水源別の塩素消毒施設の有無（グラフ内の数値は集落数を示す）

ろ過の種類を尋ねた結果、ろ過施設があると回答した集落は86集落（総集落の約36%）、わからないと回答した集落は54集落（約22%）、無回答が101集落（約42%）であった。ろ過施設の有無について、表流水（渓流水）・湧水・地下水井戸水・伏流水の水源別に回答を整理した結果を図3に示す。表流水（渓流水）を使用している集落では、ろ過施設があると回答した集落は40集落（対象集落の約69%）であった。地下水・井戸水を使用している集落では、ろ過施設があると回答した集落は12集落（約14%）と少ない結果となった。

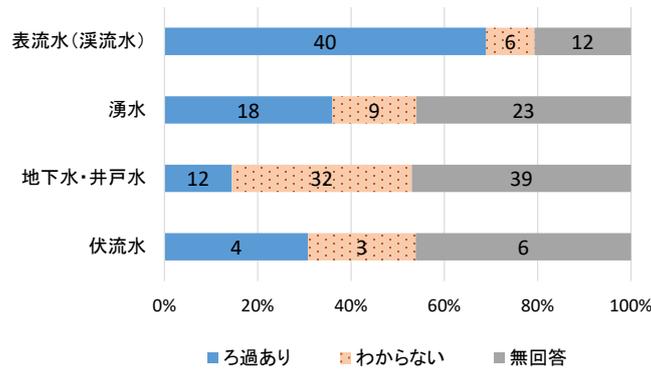


図3 水源別のろ過施設の有無（グラフ内の数値は集落数を示す）

水質検査項目について尋ねた結果を図4に示す。複数回答ありで回答を求めた結果、一般細菌・大腸菌とした回答が最も多く84件、次いで塩素消毒と濁りとの回答がそれぞれ50件、色との回答が42件であった。水質検査項目について、表流水（渓流水）・湧水・地下水井戸水・伏流水の水源別に回答を整理した結果を図5に示す。表流水（渓流水）を使用している集落では、検査なし・無回答の回答が多く41件となり検査をしていない集落が多いことがわかった。地下水・井戸水を使用している集落では、なんらかの検査を行っているとの回答が多く、中でも一般細菌・大腸菌の回答が最も多く48件、検査なし・無回答の回答は20件であった。

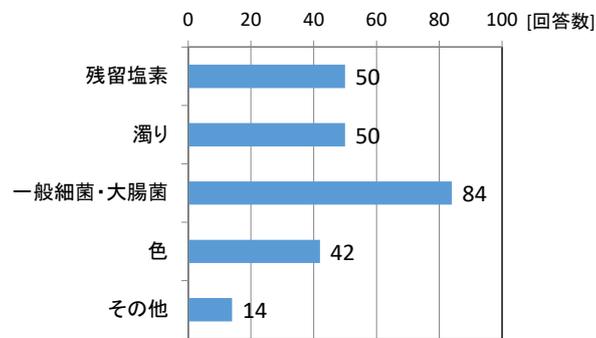


図4 水質検査項目（複数回答あり）

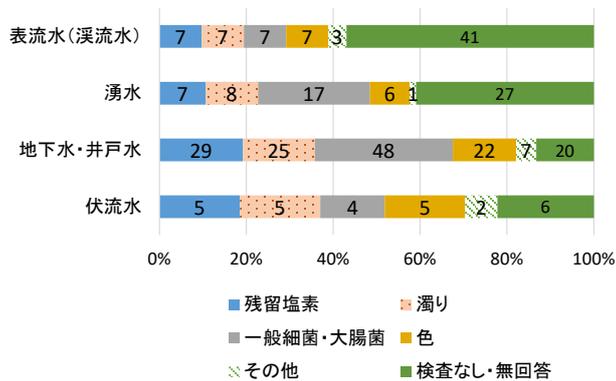


図5 水源別の水質検査項目（複数回答あり）

水質検査頻度について尋ねた結果を図6に示す。年1回検査を行っているとの回答が50件、年4回との回答が14件、月に1回との回答が13件であった。水質検査頻度について、表流水（渓流水）・湧水・地下水井戸水・伏流水の水源別に回答を整理した結果を図7に示す。表流水（渓流水）を使用している集落では、検査なし・無回答の回答が多く38件となり検査をしていない集落が多いことがわかった。地下水・井戸水を使用している集落では、検査なし・無回答の回答は19件と少なく、年1回検査を行っているとの回答が26件あった。

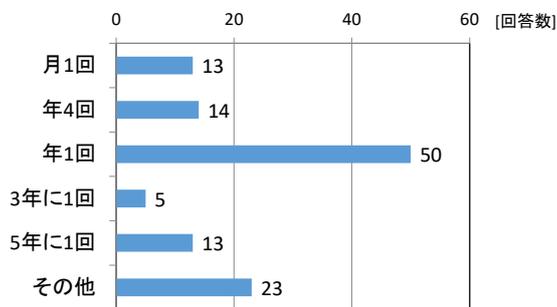


図6 水質検査頻度

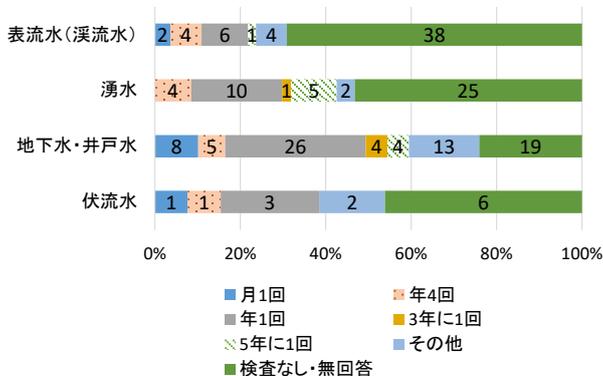


図7 水源別の水質検査頻度

1-3. 維持管理の負担感・実作業時間について

水供給施設の管理を組合や役員等で行うことに対する負担感についての回答結果を図 8 に示す。とても負担に感じていると少し負担に感じているについては、合わせて 102 集落（総集落の約 42%）の回答があった。

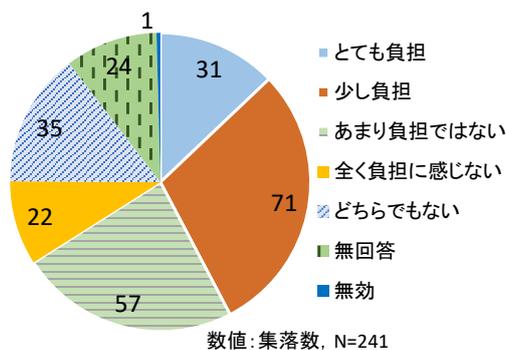


図 8 管理を組合や役員で行うことの負担感

また、少しでも負担に感じていると回答した集落に対し、作業負担が重いと感じている作業項目、作業頻度、および作業人数について尋ねた。先の設問で少しでも負担を感じていると回答した 102 集落に加え 6 集落からも回答を得られたため計 108 集落の回答を分類し整理した。

そのうち、作業負担が重いと感じている作業項目を重いと感ずる順に 3 つまで自由記述で回答を求めた結果を図 9 に示す。作業負担が重い項目として、取水設備の管理（点検、清掃、増水後の堆積物除去）と回答した集落が最も多く 42 集落であった。その他には、タンク清掃（配水池等の堆積泥・砂の除去）、ろ過池作業（砂の入れ替え、堆積物の除去）、集金、漏水・管路破損・更新対応、検針、薬液補充（塩素補充）、草刈り、（施設などへの）移動が負担の重い作業としてあげられた。

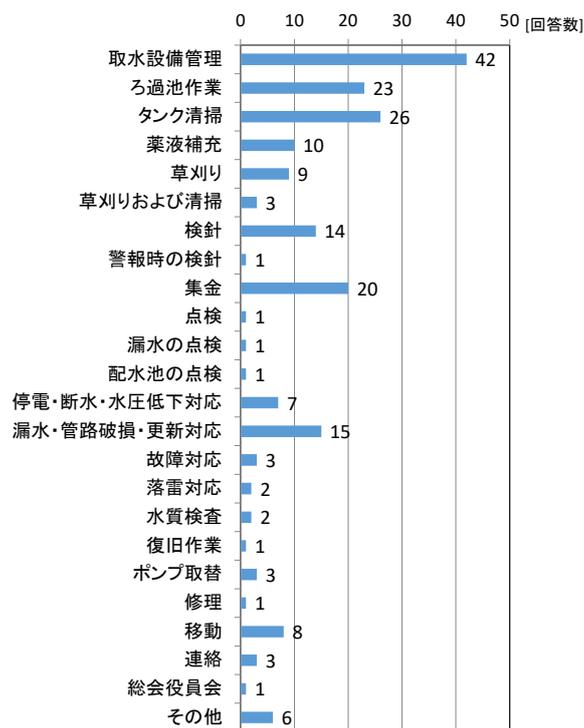


図9 管理において負担の重い作業項目（複数回答あり）

負担を感じる各作業項目ごとに具体的に作業人数と作業時間、作業頻度についての回答があった集落の回答結果より1回あたりの作業負荷（人数×時間）と1年あたりの作業負荷（人数×時間）の平均値と中央値を計算した結果を図10・図11に示す。平均値で見ると、例えば、移動の1回あたりの作業負荷や集金の1年あたりの作業負荷が大きいですが、これはデータ件数が少ないうえに極端な回答が含まれていたことの影響である。中央値で解釈する方が妥当であり、1回あたりの作業負荷については、停電・断水・水圧低下対応や作業場所への移動、漏水・管路破損・更新対応、ろ過池清掃やタンク清掃が大きくなっており、1年あたりの作業負荷については、検針やろ過池作業、タンク清掃、取水設備管理などが大きいことがわかった。

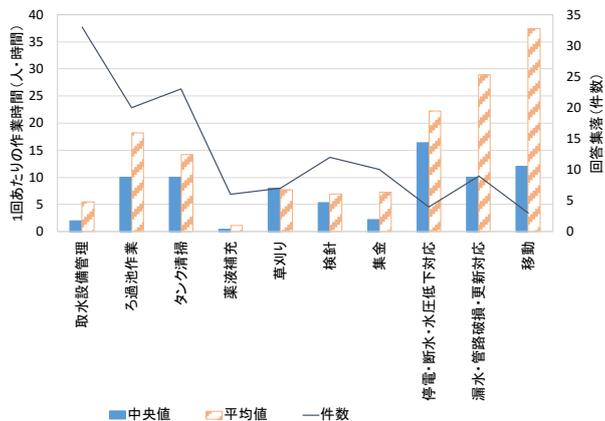


図 10 各作業の 1 回あたりの作業負荷 (回答集落件数 3 件以上のみの項目をグラフ化)

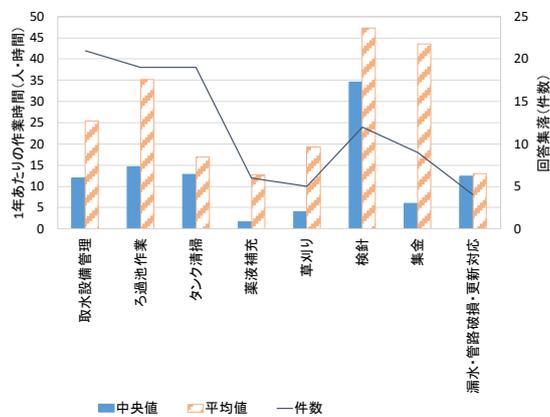


図 11 各作業の 1 年あたりの作業負荷 (回答集落件数 3 件以上のみの項目をグラフ化)

また、負担が重いと感じている作業の頻度について分類した結果を図 12 に示す。1 年に 1 回程とした回答が最も多く 37 件 (総回答数の約 22%)、ついで 1 年に 2 回～3 回の回答が 28 件 (約 17%)、月に 1 回程との回答が 22 件 (約 13%) あった。作業頻度ごとの 1 回あたりの作業負荷と 1 年あたりの作業負荷の平均値と中央値を計算した結果を図 13・図 14 に示す。1 回あたりの作業負荷については、数年に 1 回と回答したケースの作業負荷が最も大きく、次いで大きいのが 2～3 年に 1 回であった。1 年あたりの作業負荷については、1 年に数回と回答したケースの作業負荷が最も大きく、次いで大きいのが 1 年に 3～4 回であった。

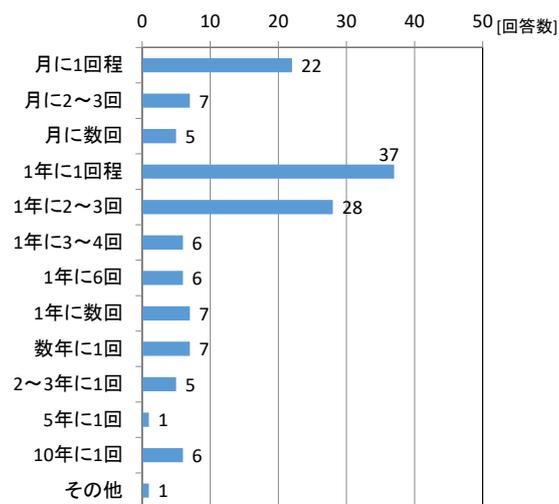


図 12 管理において負担の重い作業頻度の回答数（複数回答あり）

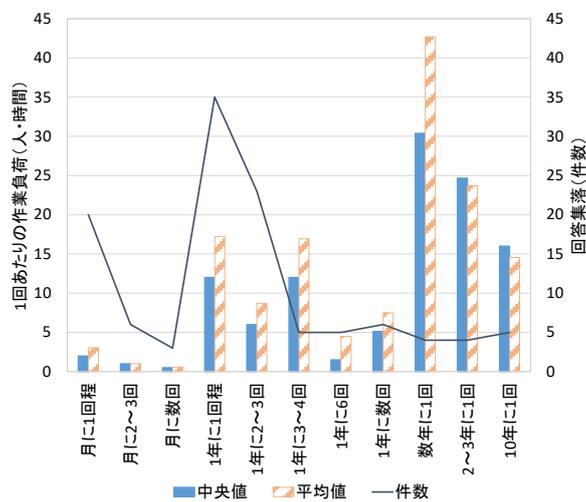


図 13 各頻度の1回あたりの作業負荷（回答集落件数3件以上のみの項目をグラフ化）

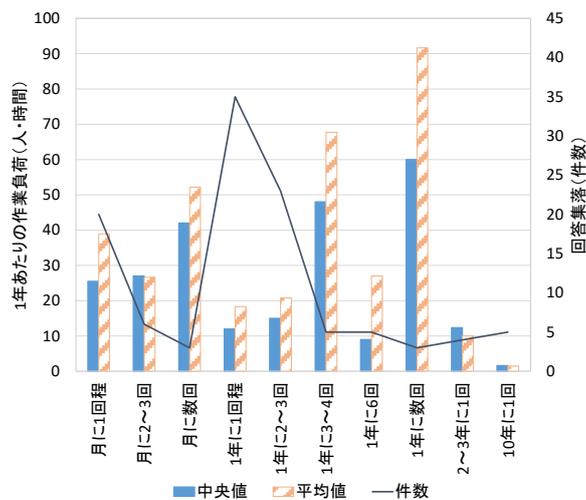


図 14 各頻度の1年あたりの作業負荷（回答集落件数3件以上のみの項目をグラフ化）

さらに、負担が重いと感じている作業の作業人数ごとに分類した結果を図 15 に示す。1人以上2人未満との回答が最も多く 62 件（総回答数の約 40%）、次いで2人以上3人未満との回答が 34 件（約 22%）あった。1人以上3人未満で行うというケースが 96 件となり総回答数の半数以上（約 62%）を占めていた。次いで作業人数ごとの作業負荷を計算した結果、作業1回あたりの作業負荷については、15人以上20人未満で行うと回答したケースの作業負荷が最も大きいことがわかった。1年あたりの作業負荷についても同様の結果となった。

さらには参考として、各作業項目ごとの1回あたりの作業人数と作業時間、および、1年あたりの作業頻度を集計した結果を表 2 に示す。

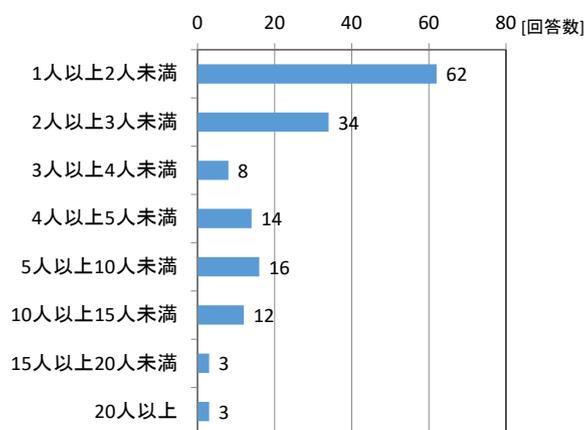


図 15 管理において負担の重い作業人数（複数回答あり）

表 2 各作業ごとの作業人数・作業時間と1年あたりの作業頻度

| 作業分類 | 1回あたりの作業人数(人) | | | 1回あたりの作業時間(時間) | | | 1年あたりの作業頻度(回/年) | | |
|--------------|---------------|-----|----|----------------|-----|----|-----------------|------|----|
| | 平均値 | 中央値 | 件数 | 平均値 | 中央値 | 件数 | 平均値 | 中央値 | 件数 |
| 取水設備管理 | 2.0 | 1.5 | 37 | 2.2 | 1.5 | 35 | 13.6 | 2.0 | 23 |
| ろ過池作業 | 5.0 | 3.0 | 21 | 3.3 | 3.1 | 20 | 2.9 | 1.5 | 19 |
| タンク清掃 | 5.7 | 3.0 | 23 | 2.7 | 2.0 | 24 | 1.8 | 1.0 | 20 |
| 薬液補充 | 2.4 | 1.0 | 7 | 0.4 | 0.5 | 7 | 19.2 | 12.0 | 8 |
| 草刈り | 3.2 | 4.0 | 7 | 2.2 | 2.0 | 8 | 2.4 | 2.0 | 7 |
| 検針 | 1.8 | 1.5 | 12 | 3.9 | 2.5 | 12 | 11.9 | 12.0 | 12 |
| 集金 | 1.5 | 1.0 | 13 | 3.9 | 0.8 | 10 | 8.9 | 12.0 | 12 |
| 停電・断水・水圧低下対応 | 8.2 | 4.5 | 5 | 3.2 | 2.5 | 5 | 0.8 | 0.8 | 2 |
| 漏水・管路破損・更新対応 | 4.8 | 3.0 | 9 | 4.0 | 3.5 | 11 | 1.0 | 0.7 | 6 |
| 移動 | 6.5 | 4.0 | 3 | 2.5 | 0.2 | 5 | 1.7 | 2.0 | 3 |

1-4. 水供給施設を敷設する際の金銭的負担について

水供給システム敷設当初の財源について尋ねた結果を図 16 に示す。個人負担(集落負担)

と回答した集落が最も多く 50 集落（総集落の約 21%）、次いで補助金と個人負担の併用との回答が 45 集落（約 19%）、行政設置・行政補償との回答が 31 集落（約 13%）、補助金との回答が 17 集落（約 7%）であった。少しでも個人負担（集落負担）のあった集落は 99 集落となり全体の約 4 割に及んだ。管理・運営における収支の記録状況を尋ねた結果を図 17 に示す。記録があると回答した集落は 129 集落（総集落の約 54%）あり、半数以上の集落で収支の記録を有していることがわかった。ないと回答した集落は 45 集落（約 19%）、わからないと回答した集落は 65 集落（約 27%）であった。収支の記録の保管年数については、10 年以下とした回答が 38 集落（対象集落の約 29%）、15～20 年との回答が 26 集落（約 20%）であった。

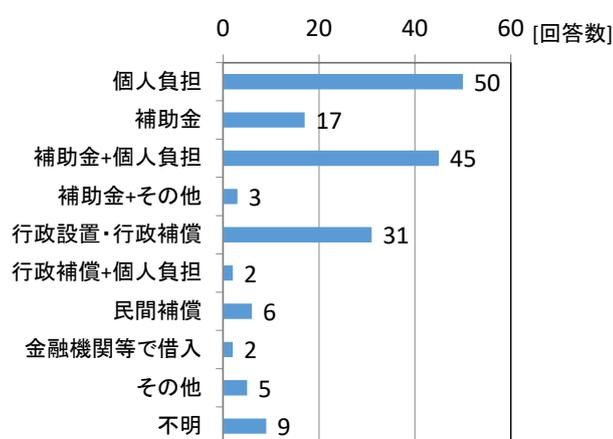


図 16 水供給システム敷設当初の財源

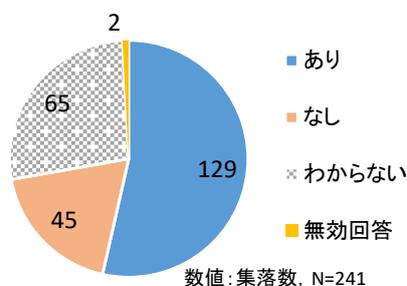


図 17 収支の記録状況

1-5. 水道料金体系について

利用に関する料金体系について尋ねた結果を図 18 に示す。定額制と回答した集落は 94 集落（総集落の約 39%）、メーター制の集落は 42 集落（約 17%）、定額制とメーター制を併用している集落は 31 集落（約 13%）、無料と回答した集落は 40 集落（約 17%）確認できた。1 か月分の水道料金とメーターの従量料金を尋ねた結果を図 19・図 20 に示す。無料である 40 集落を除いたうえで、1 世帯当たり 500 円以下との回答が 33 件（定額制のみと回答した集落の約 38%）、500～1000 円以下との回答が 27 件（約 31%）であった。また、メーター

を活用している集落では20 円/m³以下との回答が14 件（メーター制および定額制とメーター制を併用している集落の約19%），20～50 円/m³以下との回答が25 件あり，50 円/m³以下が約53%を占めた。

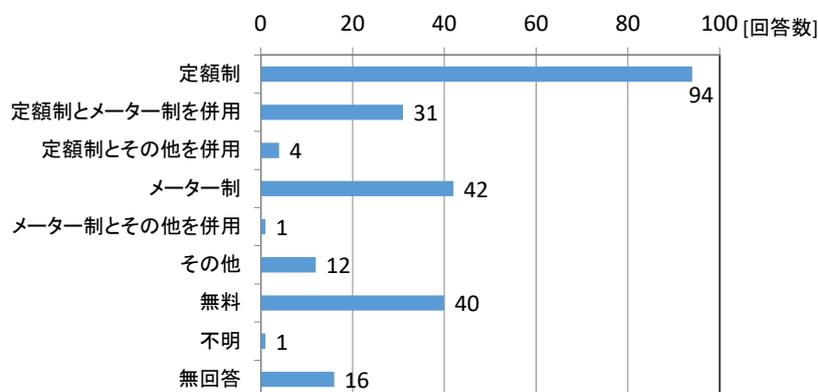


図18 水道料金体系

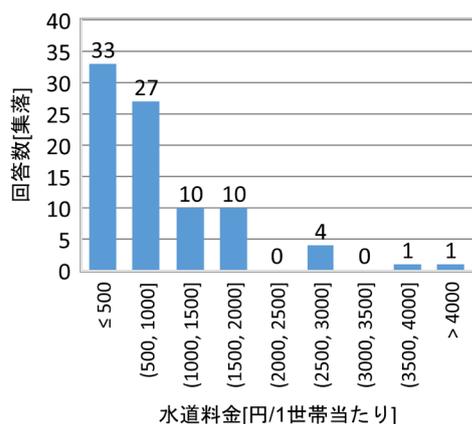


図19 定額制の水道料金
(定額制のみと回答した集落)

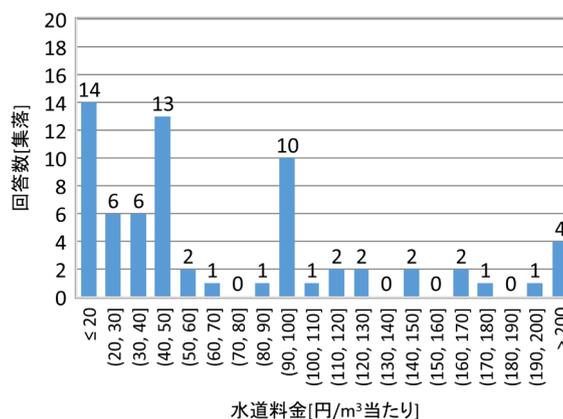


図20 メーター制の水道料金
(メーター制を活用している集落全て)

2. 集落外部の団体との連携状況と連携意向に関する質問紙調査

2-1. 質問紙の回収数

計146の集落に発送し，113の集落より回答を得た。上水道に移行した，あるいは簡易水道として市が管理しているとした回答を無効とし，有効回答数は111，有効回収率は約76%であった。集落自らが管理する水供給システムに加えて簡易水道を併用していると回答した集落があったが集落の現状を把握するためにこれらも含めた状態で集計，分析を行った。

2-2. 外部団体との連携・協力の状況

平成27年以降に水供給システムの維持管理の作業を外部団体と連携・協力して行ったこ

とがあるかについての回答結果を図 21 に示す。維持管理の作業を連携・協力したことがある集落は 23 集落（総集落の約 21%）、したことがない集落は 87 集落（約 78%）であった。連携・協力したことがある 23 集落はどのような経緯で連携・協力することになったのかについての回答結果を図 22 に示す。複数回答ありで質問をし、最も回答が多かったのは“自分たちの手ではできない専門性の高い技術の必要性があったため”であった。次いで多く回答があったのは“行政が主体となり声をかけてくれたから”と“水供給システムの老朽化のため”であった。

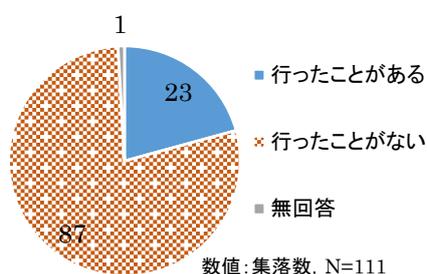


図 21 外部団体と連携・協力したことがあるか



図 22 外部団体と連携・協力することになった経緯（複数回答）

次に、外部団体と連携・協力して行った維持管理の作業内容について、調査票にて提示した作業内容の中から当てはまるもの全てを回答してもらった結果を図 23 に示す。回答した 23 集落より 89 件の回答があり、作業内容は多岐にわたっていた。最も回答数が多かった作業内容は水質検査の 11 件（総回答数の約 12%）で、次いで多いのが消毒剤の交換・補填の 8 件（約 9%）、機器の修理・部品交換の 7 件（約 8%）であった。

また、どの外部団体と連携・協力したか回答してもらった結果、行政と行ったとの回答が最も多く 11 集落であった。次いで民間企業と行ったとの回答が 7 集落、NPO 法人と行ったとの回答が 3 集落であった。外部団体と連携・協力している機会について尋ねた結果、平時と回答した集落が最も多く 15 集落、次いで一時的との回答が 6 集落、非常時との回答が 6 集落であった。外部団体と連携・協力して行った作業内容として最も多かった水質

検査は行政やNPO 法人と、平時および緊急時に連携・協力しており、消毒剤の交換・補填は行政や民間企業と平時に連携・協力をしていることわかった。

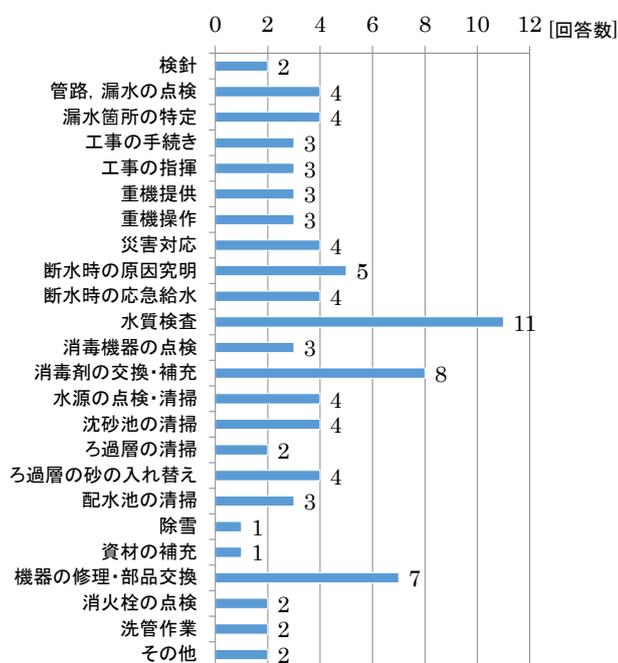


図 23 外部団体と連携・協力して行った維持管理作業の内容 (23 集落, 複数回答)

連携・協力を行ったことがない集落 (87 集落) に対しては、外部団体と連携・協力を行っていない理由に関する回答結果を図 24 に示す。複数回答ありで質問を行い 168 件の回答を得た。“自分たちが使っている水道は自分たちで管理すべきだと考えているから”とした回答が最も多く 69 件 (総回答数の約 41%)、次いで多いのが“維持管理に負担を感じておらずその必要性を感じていないから”とした回答が 29 件 (約 17%) であった。一方で、“してみたいと思ったが外部団体についての情報を知らず行動できなかったから”とした回答が 11 件、“してみたいと思ったが会計に余裕がないから”との回答が 10 件あり、してみたいと思ったが何らかの理由で連携していないとした件数は合わせて 32 件 (総回答数の約 19%) 確認できた。

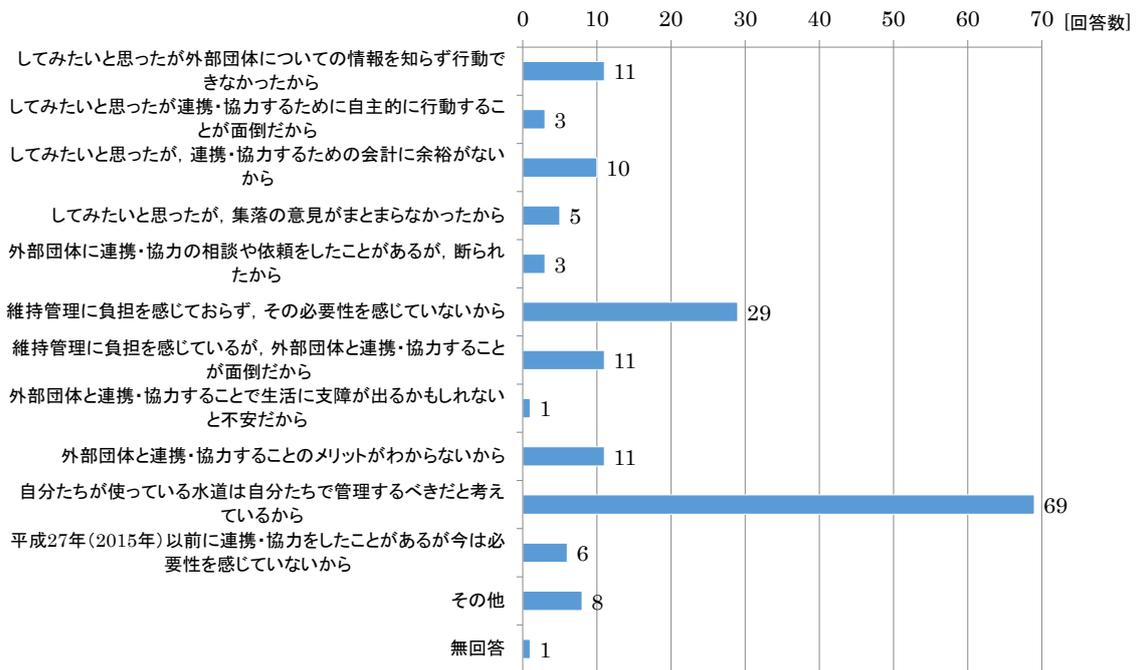


図 24 外部団体と連携・協力を行っていない理由 (87 集落, 複数回答)

2-3. 外部団体からの支援の利用意向について

支援 A “消毒剤の点検・補充代行支援”については、塩素消毒設備がある集落に回答をお願いした。塩素消毒設備を有している 62 集落（総集落の約 56%）に対して、有償で A の支援を受けることができるとしたら利用するかどうかを尋ねた結果、“利用すると思う”、“おそらく利用すると思う”と回答した集落は 21 集落（対象集落の約 34%），“おそらく利用しないと思う”、“利用しないと思う”と回答した集落は 41 集落（同約 66%）であった。次いで、利用しないと回答した集落に対して無償ならば利用するかどうか質問を行い、“利用すると思う”、“おそらく利用すると思う”と回答した集落は 8 集落（有償なら利用しないと回答した集落の約 20%），“おそらく利用しないと思う”、“利用しないと思う”と回答した集落は 32 集落（同約 78%）であった。無償でも利用しないと思うのは何故かを尋ねた結果、最も多かった回答は“自分たちの手で消毒剤の点検・補充作業ができており、必要性を感じない”であり、“民間団体に任せることが不安だから”は 2 件であった。支援 A は有償の場合 21 集落、無償であればさらに 8 集落が支援を利用すると回答しており、無償も含めれば対象集落（塩素消毒設備を有する集落）の約 47% が支援を利用したい意向を持っていることがわかった。

支援 B “ろ過槽の点検・清掃”については、ろ過槽がある集落に回答をお願いした。ろ過槽を有している 43 集落（総集落の約 39%）に対して、有償で B の支援を受けることができるとしたら利用すると思うかどうかを尋ねた結果を図 25 に示す。利用すると回答した集落は 16 集落（対象集落の約 37%）、利用しないと回答した集落は 27 集落（同約 63%）で

あった。次に、利用しないと回答した集落に対して無償ならば利用するかどうかを尋ねた回答の結果を図 26 に示す。利用すると回答した集落は 10 集落（有償なら利用しないと回答した集落の約 37%）、利用しないと回答した集落は 17 集落（同約 63%）であった。無償でも利用しないと思うのは何故かの回答結果を図 27 に示す。“自分たちの手でろ過槽の点検・作業ができており必要性を感じない”とした回答が最も多く 12 件であった。支援 B は有償の場合 16 集落、無償であればさらに 10 集落が支援を利用すると回答しており、無償も含めれば対象集落（ろ過槽を有する集落）の約 60%が支援を利用したい意向を持っていることがわかった。

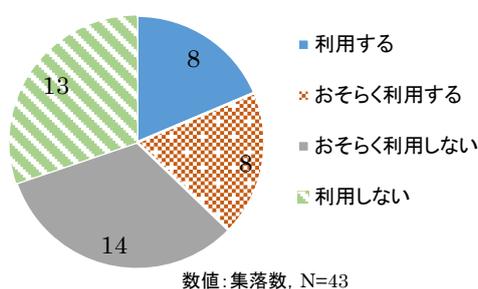


図 25 有償の場合支援 B を利用するかどうか

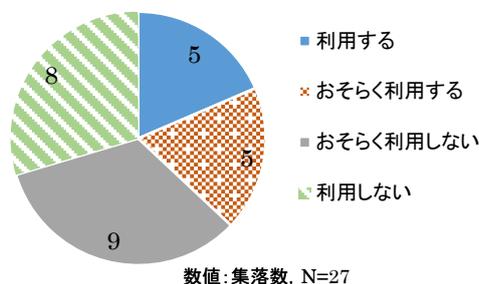


図 26 無償の場合支援 B を利用するかどうか

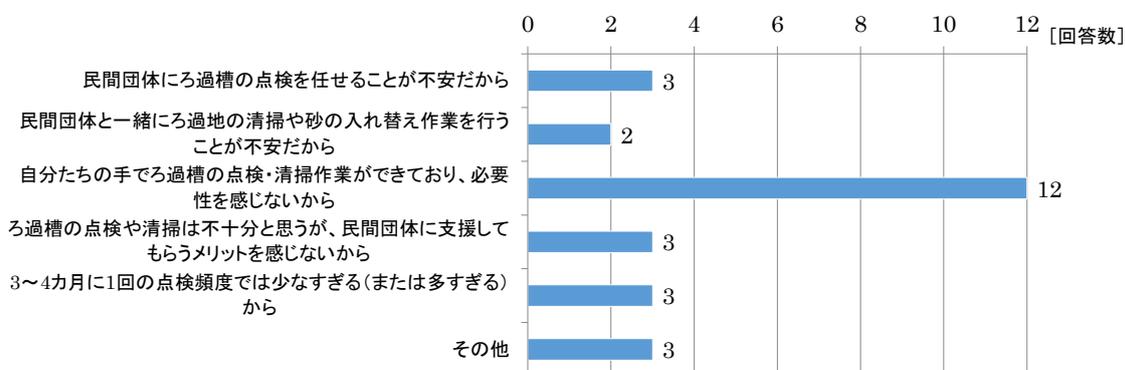


図 27 無償の場合でも支援 B を利用しないのは何故か

支援C“水源の点検・清掃”については、水源が「地下水」以外の集落に回答をお願いした。この設問に回答した83集落のうち、有償の場合は27集落（回答した集落の約33%）、無償であればさらに18集落（有償なら利用しないと回答した集落の約32%）が支援を利用すると回答しており、無償も含めれば対象集落（水源が地下水以外の集落）の約54%が支援を利用したい意向を持っていることがわかった。一方、無償でも利用しないと思うのは何故かを尋ねた結果、“民間団体に点検を任せることや一緒に作業を行うことが不安だから”という回答は3件にすぎず、“自分たちの手で水源の点検・清掃作業ができており必要性を感じないから”とした回答が最も多く30件であった。

支援D～支援Hについては全ての集落に回答をお願いした。支援D“維持管理に関する講習会や研修会”については、有償の場合36集落（総集落の約32%）、無償であればさらに21集落（有償なら利用しないと回答した集落の約30%）が支援を利用すると回答しており、無償も含めれば総集落の約51%が支援を利用したい意向を持っていることがわかった。無償でも参加者をださないとと思うのは何故かを尋ねた結果、“自分たちの手で水供給施設の維持管理に対応でき必要性を感じないから”とした回答が最も多く36件、“講習会や研修会は民間団体ではなく行政が実施すべきだと思うから”が13件であり、“以前に参加したことがあるが役に立たなかったから”は3件であった。

支援E“管路の漏水点検・診断”については、無償での支援は想定せず、有償の場合にのみ限定し質問した。有償の場合支援を利用すると回答したのは40集落（総集落の約36%）、利用しないと回答したのは66集落（同約59%）であった。利用しないと思うのは何故かを尋ねた結果、“自分たちの手で管路の点検・診断ができており必要性を感じないから”とした回答が最も多く40件、“管路の点検・診断はできていないが、点検・診断のメリットを感じないから”が13件、“その他”が12件であった。

支援F“断水・水圧低下トラブル対応”については、有償の場合42集落（総集落の約38%）、無償であればさらに25集落（有償なら利用しないと回答した集落の約37%）が支援を利用すると回答しており、無償も含めれば総集落の約60%が支援を利用したい意向を持っていることがわかった。無償でも利用しないと思うのは何故かを尋ねた結果、“自分たちの手で対応・記録できFの支援の必要性を感じないから”とした回答が19件、“このような場合には地元の行政が対応してくれるから”とした回答が16件、“お願いできる地元企業や工務店がすでに存在しているから”が14件であった。

支援G“応急給水”については、有償の場合27集落（総集落の約24%）、無償であればさらに38集落（有償なら利用しないと回答した集落の約49%）が支援を利用すると回答しており、無償も含めれば総集落の約59%が支援を利用したい意向を持っていることがわかった。無償でも利用しないと思うのは何故かを尋ねた結果、“自分たちの手で応急給水に対応できGの支援の必要性を感じないから”とした回答が最も多く29件、“水道が回復するまで我慢することに慣れており応急給水を必要と感じないから”は5件、“その他”

が 17 件であった。

支援 H “施設の改修・更新に向けての水道料金コンサルタント” については、有償の場合 31 集落（総集落の約 28%）であったが、無償であればさらに 15 集落（有償なら利用しないと回答した集落の約 19%）が支援を利用すると回答した。無償も含めれば総集落の約 41%が支援を利用したい意向を持っていることがわかったが、各支援策の中で最も低い結果となった。無償でも利用しないと思うのは何故かを尋ねた結果、“自分たちの手で料金設定等できるので H の支援の必要性を感じないから” とした回答が最も多く 34 件、“施設の更新や改修を行うつもりがないから” が 14 件、“その他” が 16 件である一方、“民間団体による診断や助言は信用できないから” は 2 件であった。

表 3 に各支援の利用意向を示す。対象集落のうち仮に有償での支援がある場合に利用したい意向があるのは、支援 A～支援 H についてそれぞれ、約 34%、37%、33%、32%、36%、38%、24%、9%であり、無償の場合も含めれば（無償の場合を質問していない支援 E を除き）、約 47%、60%、54%、51%、60%、59%、28%であった。八つの架空の支援策のうち、有償の場合には支援 B と支援 E に加え支援 F、無償も含めれば支援 B と支援 F に加え支援 G の利用意向が相対的に高く、ろ過槽の点検・清掃や管路の漏水点検・診断といった平時の対応に加え、断水や水質異常といったトラブル・緊急時の対応に関する支援を求めている集落が多いと言える。断水等の給水停止トラブルを経験してきた集落やろ過槽の点検・清掃に重い負担を感じている集落が多く、小規模な集落ではそれらの対応に苦慮していることが理由と考えられる。

表 3 各支援の利用意向

| 支援策 | 無償も含め、利用 したい意向を持つ 集落の割合 (%) | 有償の場合 の割合 (%) |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| A：消毒剤の点検・補充 | 47 | 34 |
| B：ろ過槽の点検・清掃 | 60 | 37 |
| C：水源の点検・清掃 | 54 | 33 |
| D：維持管理に関する講習会や研修会 | 51 | 32 |
| E：管路の漏水点検・診断 | — | 36 |
| F：断水・水圧低下トラブル対応 | 60 | 38 |
| G：応急給水 | 59 | 24 |
| H：施設の改修・更新に向けての水道料金 コンサルタント | 41 | 28 |

2-4. PSM 分析

A から H の支援に対して“利用すると思う”、“おそらく利用すると思う”と回答した

集落に対して“あまりに安すぎて支援内容に不安を感じ始める”，“支援内容に不安はないが安いと感じ始める”，“支援を受ける価値はあるが高いと感じ始める”，“あまりにも高いので支援を受ける価値がないと感じる”という4段階の価格を尋ねた。価格分析手法としてPSM分析を用いて分析を行った。

A“消毒剤の点検・補充”の分析結果を図28，分析結果より得られた各価格について表4に示す。支援Aに関する価格は17,000円から34,000円が受容価格帯（上限価格と下限価格に挟まれる価格帯であり，これ以上以下に価格を上下すると不安等を感じ購入をしなくなる価格）であり，最適価格（高すぎる価格と安すぎる価格の交点，すなわち，最も多く購入される可能性のある価格）と妥協価格（高いと安いとの交点であり，妥当感のある価格）は20,000円と26,000円であることから，適正価格帯（最適価格と妥協価格に挟まれる価格帯）である20,000から26,000（円/1年・1集落あたり）がAの支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

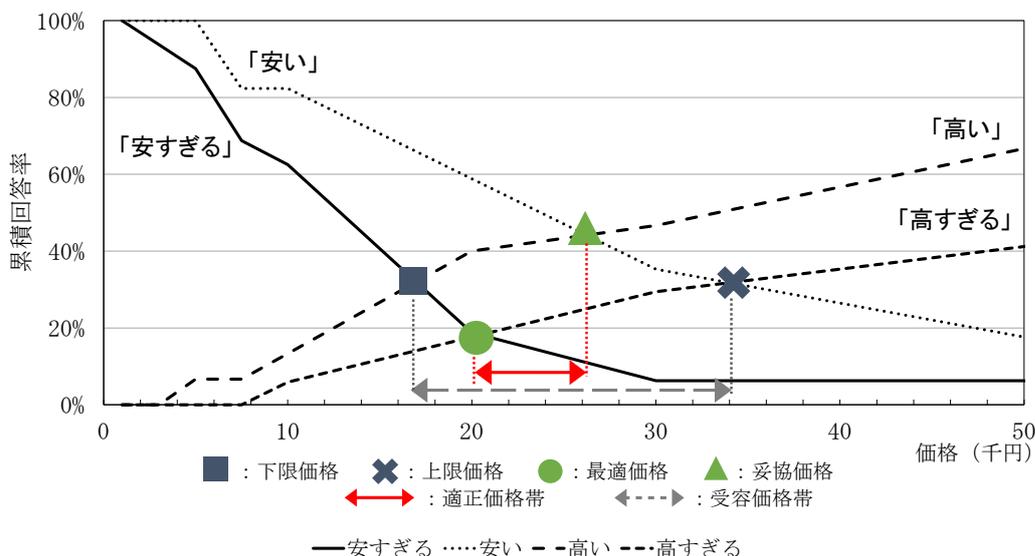


図28 支援AのPSM分析結果

表4 支援AのPSM分析による各価格

| | [円/1年・1集落あたり] |
|----------------------|---------------|
| 下限価格（「安すぎ」と「高い」の交点） | 17,000 |
| 最適価格（「安すぎ」と「高すぎ」の交点） | 20,000 |
| 妥協価格（「安い」と「高い」の交点） | 26,000 |
| 上限価格（「安い」と「高すぎ」の交点） | 34,000 |
| 受容価格帯（A 下限価格～D 上限価格） | 17,000～34,000 |
| 適正価格帯（B 最適価格～C 妥協価格） | 20,000～26,000 |

B “ろ過槽の点検・清掃” の分析結果を図 29 に示す。支援 B に関する価格は 12,500 円から 29,000 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格は 18,000 円と 25,000 円であることから、適正価格帯である 18,000 から 25,000 (円/1 年・1 集落あたり) が B の支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

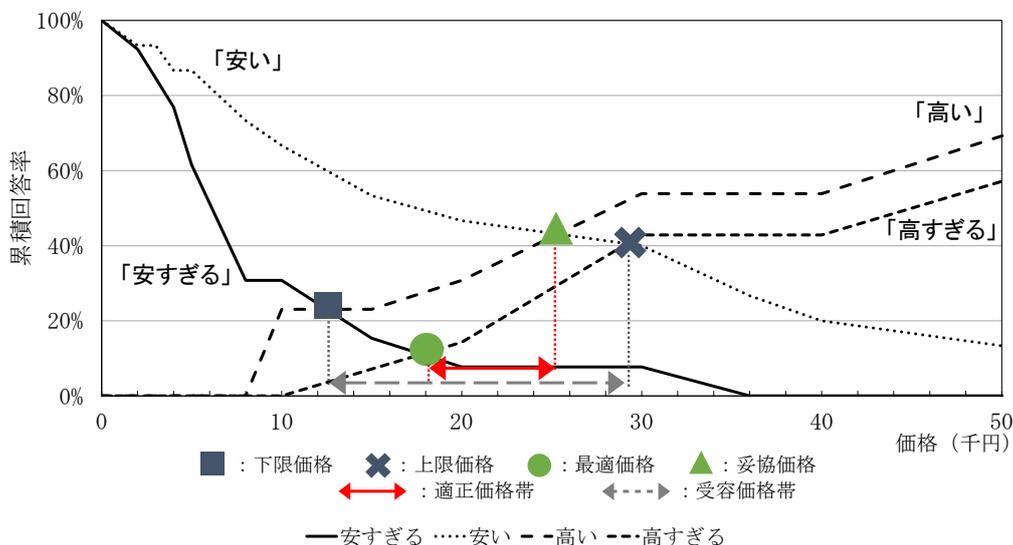


図 29 支援 B の PSM 分析結果

C “水源の点検・清掃” の分析結果を図 30 に示す。支援 C に関する価格は 17,000 円から 38,000 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格は 22,000 円と 28,000 円であることから、適正価格帯である 22,000 から 28,000 (円/1 年・1 集落あたり) が C の支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

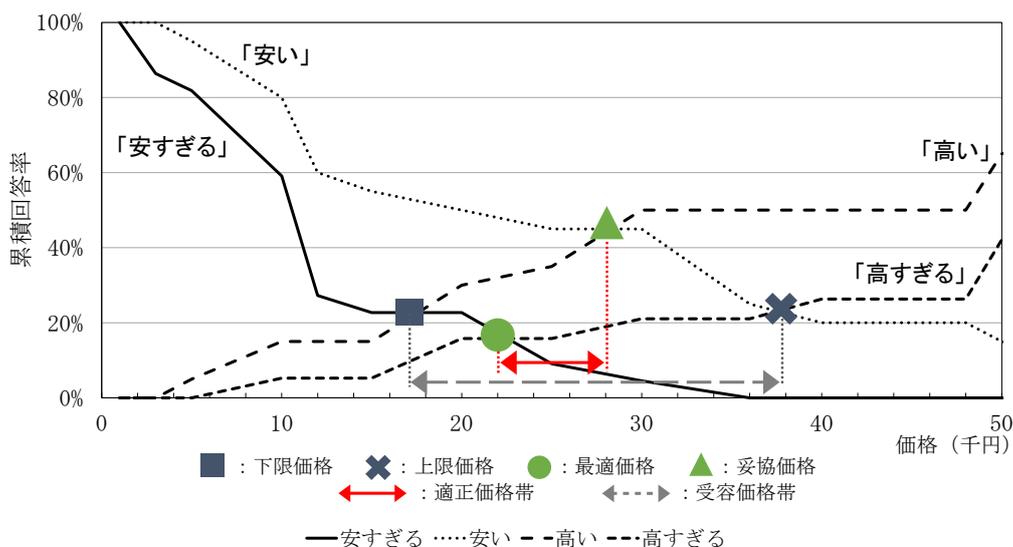


図 30 支援 C の PSM 分析結果

D “維持管理に関する講習会や研究会” の分析結果を図 31 に示す。支援 D に関する価格は 2,600 円から 4,300 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格は 3,600 円と 3,700 円であることから、適正価格帯である 3,600 から 3,700 (円/1 回・1 集落あたり) が D の支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

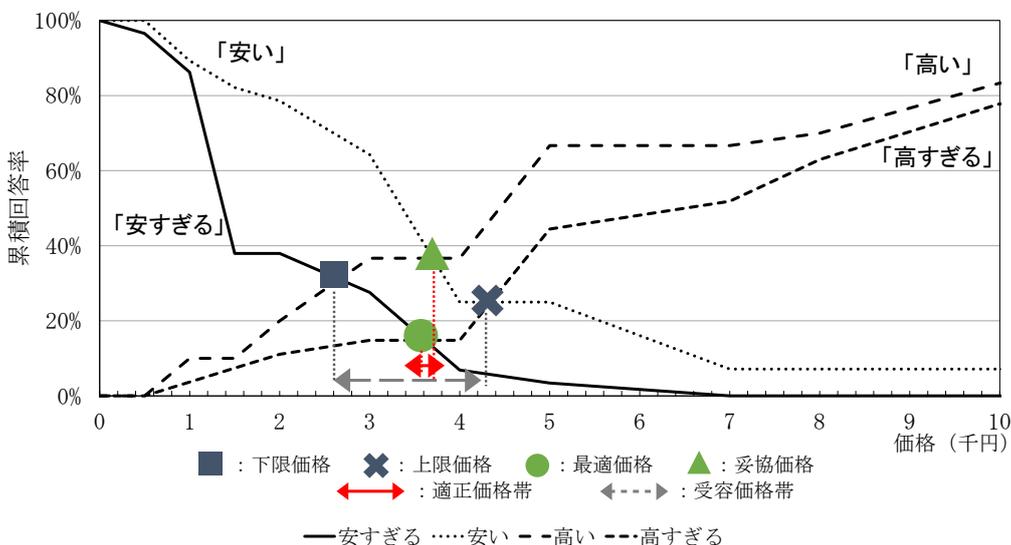


図 31 支援 D の PSM 分析結果

E “管路の漏水点検・診断” の分析結果を図 32 に示す。支援 E に関する価格は 8,000 円から 23,000 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格は 13,000 円と 14,000 円であることから、適正価格帯である 13,000 から 14,000 (円/1 回・1 集落あたり) が E の支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

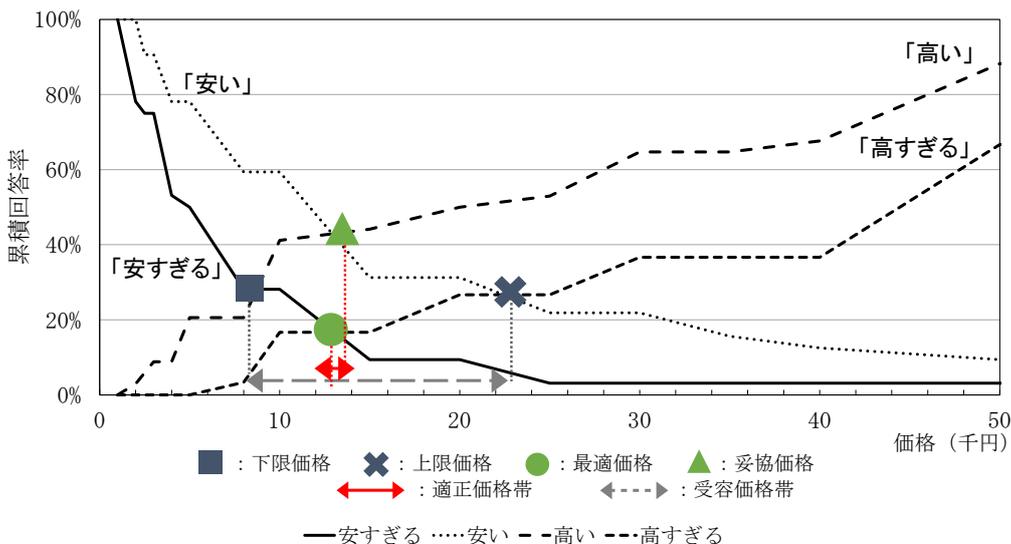


図 32 支援 E の PSM 分析結果

F “断水・水圧低下トラブル対応” の分析結果を図 33 に示す。支援 F に関する価格は 8,000 円から 19,000 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格は 10,500 円と 11,000 円であることから、適正価格帯（最適価格と妥協価格に挟まれる価格帯）である 10,500 から 11,000（円/1 回・1 集落あたり）が F の支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

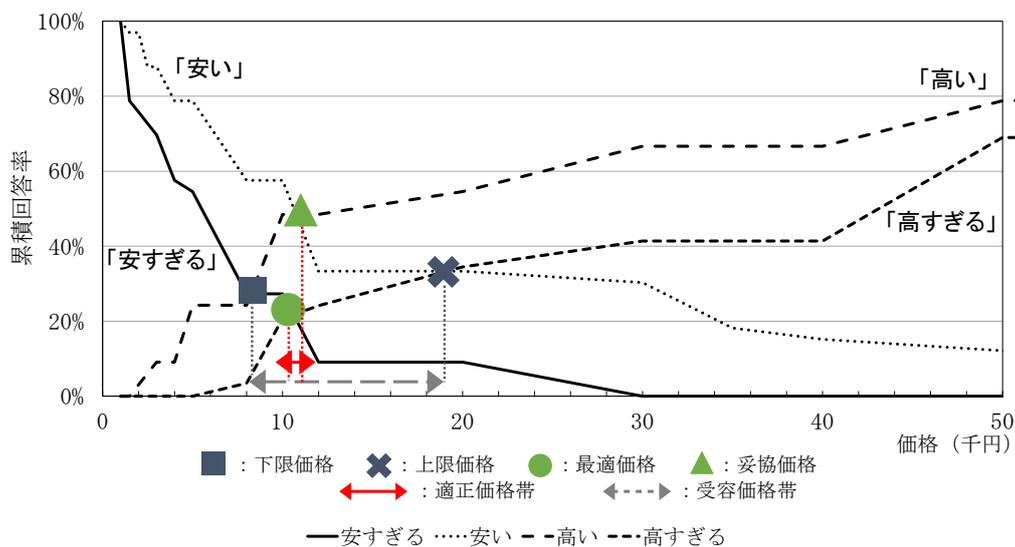


図 33 支援 F の PSM 分析結果

G “応急給水” の分析結果を図 34 に示す。支援 G に関する価格は 9,000 円から 18,000 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格はどちらも 9,900 円となり適正価格帯（最適価格と妥協価格に挟まれる価格帯）としては幅がない結果となったが、9,900（円/1 回・1 集落あたり）が G の支援を行うにあたって設定基準となる価格だと言える。

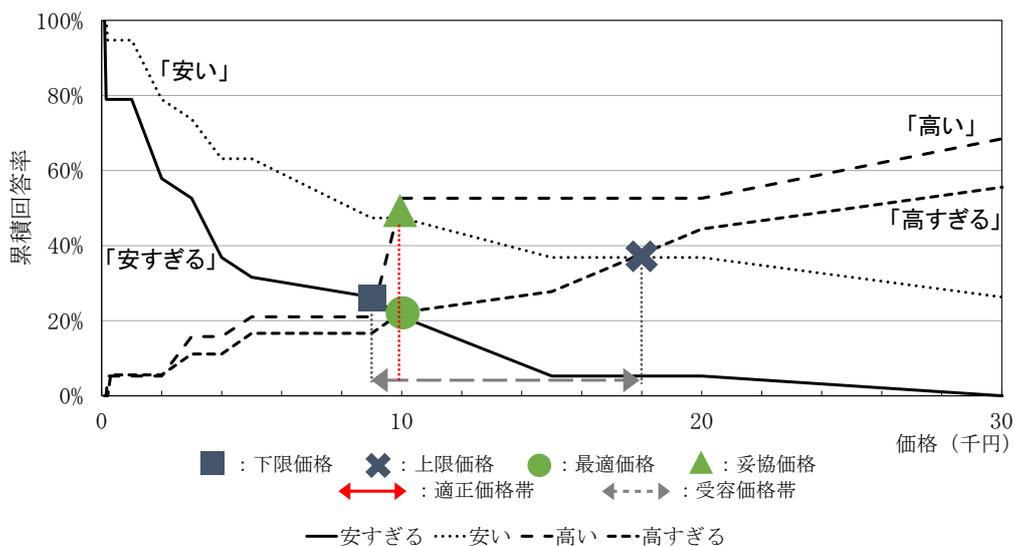


図 34 支援 G の PSM 分析結果

H “施設の改修・更新に向けての料金コンサルタント” の分析結果を図 35 に示す。支援 H に関する価格は 8,000 円から 20,000 円が受容価格帯であり、最適価格と妥協価格は 20,000 円と 9,000 円であることから、適正価格帯（最適価格と妥協価格に挟まれる価格帯）である 9,000 から 20,000（円/1 回・1 集落あたり）が H の支援を行うにあたって設定基準となる価格帯だと言える。

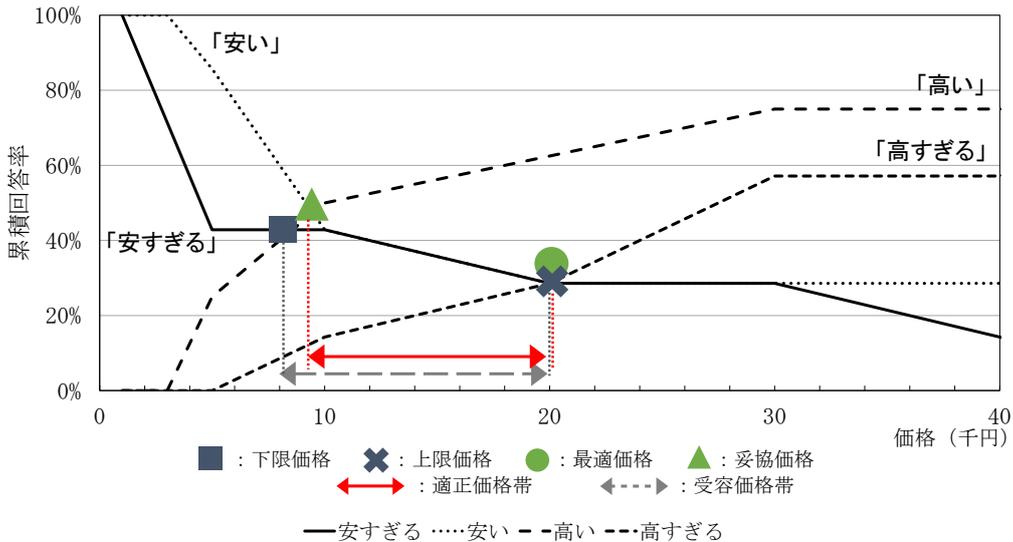


図 35 支援 H の PSM 分析結果

支援 A～H の支援策についての受容価格帯と適正価格帯を表 5 に示す。仮に D～H の支援が年に 1 回の頻度だとすると、設定基準となる価格帯が最も高額であったのは、支援 C 水源の点検・清掃（水源が地下水以外の集落対象）で 22,000 から 28,000（円/1 年・1 集落あたり）、最も低額の価格帯は支援 D 維持管理に関する講習会や研修会の 3,600 から 3,700（円/1 回・1 集落あたり）であった。また、設定基準となる価格帯が最も広いのは支援 H 施設の改修・更新に向けての水道料金コンサルタントであり、他方、支援 G 応急給水は、適正価格帯の上下限となる最適価格と妥協価格がどちらも同じ価格 9,900 円となり、適正価格が 1 点に決まってしまう幅がない結果となった。

表5 PSM分析による価格帯一覧

| | |
|--------------|----------------------------------|
| 支援 | A「消毒剤の点検・補充」 |
| 受容価格帯 | 17,000円から34,000円 |
| 適正価格帯 | 20,000円から26,000円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 20,000から26,000(円/1年・1集落あたり) |
| 支援 | B「ろ過槽の点検・清掃」 |
| 受容価格帯 | 12,500円から29,000円 |
| 適正価格帯 | 18,000円から25,000円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 18,000から25,000(円/1年・1集落あたり) |
| 支援 | C「水源の点検・清掃」 |
| 受容価格帯 | 17,000円から38,000円 |
| 適正価格帯 | 22,000円から28,000円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 22,000から28,000(円/1年・1集落あたり) |
| 支援 | D「維持管理に関する講習会や研修会」 |
| 受容価格帯 | 2,600円から4,300円 |
| 適正価格帯 | 3,600円から3,700円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 3,600から3,700(円/1回・1集落あたり) |
| 支援 | E「管路の漏水点検・診断」 |
| 受容価格帯 | 8,000円から23,000円 |
| 適正価格帯 | 13,000円から14,000円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 13,000から14,000(円/1回・1集落あたり) |
| 支援 | F「断水、水圧低下トラブル対応」 |
| 受容価格帯 | 8,000円から19,000円 |
| 適正価格帯 | 10,500円から11,000円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 10,500から11,000(円/1回・1集落あたり)程度 |
| 支援 | G「応急給水」 |
| 受容価格帯 | 9,000円から18,000円 |
| 適正価格帯 | 9,900円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 9,900(円/1回・1集落あたり) |
| 支援 | H「施設の改修・更新に向けての料金コンサルタント」 |
| 受容価格帯 | 8,000円から20,000円 |
| 適正価格帯 | 9,000円から20,000円 |
| 設定基準となりうる価格帯 | 9,000から20,000(円/1回・1集落あたり) |

D. 考察

1. 維持管理および作業負担について

水源については、総集落の約 34%が地下水・井戸水を使用しており、そのうち塩素消毒施設を有している集落は 6 割、何らかの検査を行っている集落は 8 割を超える一方で、ろ過施設を有している集落は約 14%と少ないことが分かった。表流水（渓流水）を使用している集落（総集落の約 24%）では、塩素消毒施設を有している集落は 3 割、何らかの検査を行っている集落は 4 割であるのに対し、ろ過施設を有している集落は約 69%と多く、地下水・井戸水を使用している集落との違いが明らかとなった。

維持管理において負担が重い作業項目については、取水設備の管理、ろ過池作業、タンク清掃、薬液補充、断水時や水圧低下時の対応、管路破損事故の対応、検針、集金、（施設までの）移動があげられた。負担に感じる作業項目ごとに 1 回あたりの作業負荷と 1 年あたりの作業負荷について分析した結果、取水設備管理は 1 回あたりの作業時間は短いものの多くの集落が負担の重い作業として回答し、停電や漏水といったトラブル対応や施設など

への移動に多くの時間がかかっていることが把握できた。また負担の重い作業が、作業頻度としては高くないものの1年に1回あるいは2-3回起こり、半数以上のケースで1人以上3人未満という少人数で対応していることもわかった。

また、水供給システムの管理に少しでも負担を感じている集落は約半数あり、支援団体に協力して欲しい作業として264件の回答を得たが、その中でろ過槽の清掃作業と断水時のトラブル対応を挙げた集落が多かった。外部団体からの連携・支援策に関する調査でも、支援策Bろ過槽の清掃作業とF断水時のトラブル対応の支援策を利用すると回答した集落が各支援策の中で最も多く確認できており、それらを裏付ける結果となった。

水供給システム敷設時の集落住民の金銭的負担については、集落や個人負担と回答した集落が最も多く確認できた。また、収支の記録については、半数以上の集落で収支の記録を有していることが確認でき、点検や事故・修繕結果の記録状況に比べ多くの集落で記録を有していることが明らかとなった。水道料金については、2割弱の集落が無料としていた他、約4割の集落が定額制と回答し、そのうち約7割の集落で1世帯当たり1000円/月以下の料金であることも把握できた。

2. 外部団体との連携、支援策について

回答のあった約8割の集落が、平成27年以降に外部団体と連携・協力したことがないと回答し、大半の集落が自分たちで使っている水道は自分たちで管理すべきと考えていることがわかった。各支援策についても、無償であっても支援を利用しないと回答した集落は、自分たちの手で管理できており支援の必要性を感じないからと回答した集落が多かった。一方で、外部団体と連携・協力したことがないとしながらも、連携してみたいと思ったが外部団体の情報を知らなかったり、何らかの理由でできなかったとした回答も確認できた。

また、連携・協力したことがあると回答した集落においては、約65%の集落が外部団体と平常の時から継続的に連携・協力している作業があると回答しており、非常時においても2割を超える集落が外部団体と連携・協力していることが把握できた。

外部団体からの支援の利用可能性については、全ての支援策に対して有償、無償の場合においても支援を利用すると回答した集落があり、外部団体からの支援のニーズがあることが明らかとなった。最も多く利用すると回答があったのは、Bろ過槽の点検・清掃と、F断水、水圧低下トラブル対応（ともに対象集落の約60%）であった。有償の場合、集落側の利用する際の支払金額の価格帯は3,600円から28,000円であり、この価格帯であるならば外部団体からの支援を利用すると考えられる。

E. 結論

西日本（岐阜県、京都府、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、山口県、徳島県、高知県、佐賀県、大分県）において飲料水供給施設等の小規模水供給システムを管理し使用している集落を対象に、集落外の団体との維持管理作業における連携・協力状況、および、

集落役員が点検や清掃などの管理作業に感じている負担感や作業負担の重い項目、外部団体からの支援についての集落側の意向、支援を利用する場合の価格帯について整理することを目的とした質問紙調査を行った。

質問紙調査の結果からは、集落にとって負担が重いと感じられている維持管理作業は設備の点検・清掃、薬液補充、検針・集金などの作業であることが確認できた。また、頻度は多くないものの停電や漏水といったトラブル対応に多くの時間がかかっていることが明らかとなった。また、塩素消毒施設の有無や水質検査についての水源による違いや、水道料金体系について把握することができた。

外部団体との連携状況については、連携協力していない集落が約8割となったが、連携してみたいと思ったが情報を知らず行動できなかったあるいは会計に余裕がないからと回答した集落を確認できた。また、すでに連携協力している集落の約6割が平常の時から継続的に、行政や民間団体・NPO法人と連携協力しており作業内容は多岐にわたっていることが把握できた。支援策に対しては、有償の場合約2割から4割、無償の場合概ね4割から6割の集落が支援を利用する意向を持っていることと、各支援ごとの適正価格帯を把握できた。

今後は、本調査による結果を基礎資料とし、集落住民の負担軽減と維持管理の持続を達成する方策を検討したい。例えば、本研究で把握された支援に対するニーズや価格帯を活用して、支援を行う側であるNPO法人や民間企業へのヒアリングを行うなど、技術面及び運営面の課題や実現可能性を検討することを試みたい。

F. 研究発表

1. 論文発表

増田貴則，堤晴彩，浅見真理，小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および外部団体との連携・支援に関する調査，土木学会論文集 G(環境)，Vol. 77，No. 7，pp. III_51-III_59，2021.

2. 学会発表

堤晴彩，増田貴則，浅見真理，小規模集落が維持管理する水供給システムの持続可能なあり方 ―外部団体からの支援の実現可能性に関する調査研究―，令和3年度全国会議(水道研究発表会)講演集. pp. 104-105，2022.

3. その他講演等

増田貴則，水道未普及地域の小規模水供給システムの維持管理 ―集落外との連携協働の可能性について―，水道、67(1)，p. p. 22-33，2022.

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
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（20LA1005）
分担研究報告書

地域のプレイヤーが自律的に管理する小規模水供給システムの
ケーススタディおよび実践的取り組みを通じた支援体制の検討

研究分担者 牛島 健 北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所 研究主幹
研究協力者 長谷川祥樹 北海道立総合研究機構 エネルギー・環境・地質研究所 研究主任

研究要旨：

本研究では、民間組織や水道事業者等と連携・協働した小規模水供給システム維持管理手法についてケーススタディの蓄積を行うとともに、地域と需要者に根ざした自律的で持続性の高い水道の一つのモデルを提示し、実践を通じてその有効性を検討した。

ケーススタディについては、令和2年度の成果に2つのケースを追加し、多様な運営形態、行政との役割分担の仕方を整理した。研究分担者らはこれまで「地域住民らが管理する水道」を「地域自律管理型水道」と呼んできたが、実際には、市町村経営との中間的な地域自律管理の形や、NPOへの委託を含めた多様な「地域自律管理型モデル」が存在することがわかった。今回確認された「中間的」な地域自律管理型を含む広義の地域自律管理型モデルは、今後水道運営の再編が必要となる地域に対し、それぞれの状況に合わせた多様な選択肢を提供することにつながると思われる。

自律的な水供給システムのモデルについては、北海道富良野市をフィールドとし、水道利用組合等による地域自律管理を前提に、地元高校生による運営支援体制の検証を継続した。本年度は、例年通りの活動を継続しつつ、活動報告の場を広げ、札幌の大学生や海外の高校生および若者との交流の機会を兼ねて実施した。高校生らの積極的な参加が見られ、参加の様子は地元新聞に取り上げられた。市民の意識啓発とともに高校生のモチベーション向上につながる流れを作ることができた。

A. 研究目的

小規模でも持続可能な水供給システムを実現し全国で展開していくためには、個々の地域の特性や事情に合わせた施設や維持管理体制および支援体制を選択できるよう、多様なモデルのバリエーションが必要となる。本研究では、水道事業者と地域住民および民間組織が連携・協働した小規模水供給システム維持管理手法についてケーススタディの蓄積を行うとともに、地域と需要者に根ざした自律的で持続性の高い水道の一つのモデルを提示

し、その有効性を検証することを目的とする。

B. 研究方法

1. 小規模水供給施設の運営に関与している民間組織等へのヒアリング調査

1-1. 市町村の担当者へのヒアリング調査

北海道と筆者らが実施した、北海道の全179市町村を対象とした調査では、地域住民らが管理する「地域自律管理型水道」は少なくとも64市町村に計237か所存在することが確認されている。この中から、令和2年度は「地域自律管理型水道」が数多く確認されている5市町村を対象に、役所または役場の水道部局担当者に取り組み調査を行った。本年度はこれに加え、2町において、同じく役場の担当者に取り組み調査を行った。各町が確認している地域自律管理型水道の概要、市役所及び町役場の役割、運営状況および運営にかかる情報の入手方法、当該水道の抱える課題などを話題とし、半構造化インタビューによって適宜話題を掘り下げながら聞き取りを行った。なお、今後も他市町村に対する同様の調査を実施予定であるが、本報告では現時点で得られている結果に基づいて考察する。

表1 行政ヒアリング調査概要（令和2年度実施分も含む）

| 調査対象 | 調査実施日 | 市町村内で確認されている地域自律管理型水道の数* | 備考 |
|--------------------|-----------|--------------------------|----------|
| A町建設水道課 | 令和2年10月2日 | 9か所 | 鳥取大と共同調査 |
| B町建設水道課 | 令和2年10月2日 | 7か所 | 鳥取大と共同調査 |
| C町経済建設課 | 令和3年3月23日 | 20か所 | |
| D町産業振興課 | 令和3年7月30日 | 5か所 | |
| E市建設水道部 上下水道課 | 令和2年6月18日 | 15か所 | |
| G市産業部 農政林務課 | 令和3年7月30日 | 4か所 | |
| 富良野市建設水道部 上下水道課 | 令和2年7月17日 | 18か所 | |

*制度上の枠組みに関係なく、地域住民らが管理している水道を「地域自律管理型水道」と呼び、北海道総合政策部の協力により実施した北海道内全179市町村へのアンケート結果から得られた数（2019年6月時点）。

2. 富良野市における自律型モデルの実践的とりくみ

2.1. 富良野市における取り組みの経緯と特徴

北海道富良野市では、市内に少なくとも19か所確認されている地域自律管理型水道について、その持続性を高めるための支援体制づくりが進められてきた。これまで富良野市では、水質検査費用や大規模改修費用の半額補助を行う制度を活用しながら、地域自律管理

型水道の運営実態把握に努め、維持管理支援を行ってきた。平成29年からは、研究分担者からも参画し、地域ぐるみの水道維持管理支援体制づくりの実践を通じたアクションリサーチ的研究に取り組んでいる。この取り組みの一つの特徴は、地元高校（北海道富良野高等学校）と連携し、そこをハブとした支援体制づくりを進めている点である。

最初の入口は、富良野高校科学部のクラブ活動との連携（平成29年夏～）であり、水道利用組合等が管理する地域自律管理型水道（富良野市内に19か所）を対象に、毎年、科学部の生徒たちが、管路地図のGIS化と水質分析（それぞれ、毎年1～4か所程度）、および水道利用組合向けの報告会をこれまで実施してきた（表2）。水道利用組合は、組合長が同校の卒業生というケースが多いこともあり、高校生の活動に対して非常に協力的であり、また、高校生を応援するような場面もしばしば見られている。また、市民向け報告会（平成30年度に実施）では、高校生の家族（親兄弟だけでなく祖父母も）の参加もみられ、一般市民への情報発信、意識啓発を行う上でも高校を通じたアプローチがプラスになっていると考えられる。富良野高校は、周辺4町村を含めた富良野圏域（人口約4万人）から生徒が通学しており、必然的に、その卒業生のネットワークは富良野圏域全域にわたる。そして、市役所職員や、水道利用組合幹部など、地域のキーマンとなる人材がこのネットワークでつながっていることから、地域ぐるみの連携体制を作る際に、地元高校をハブとして取り組むアプローチは効果的であると考えられる。

表2 地元高校による水道支援のこれまでの経緯

| | 水質調査 | 管路図 GIS 化 | 報告会 |
|----------|------|-----------|--|
| 平成 29 年度 | 1 か所 | 5 か所 | 11 月（水道利用組合向け） |
| 平成 30 年度 | 4 か所 | 3 か所 | 11 月（水道利用組合向け）、 3 月（一般市民向け） |
| 令和元年度 | 1 か所 | 1 か所 | 11 月（水道利用組合向け） |
| 令和 2 年度 | 2 か所 | 2 か所 | 1 月（水道利用組合向け） |
| 令和 3 年度 | 2 か所 | 2 か所 | 12 月（高大連携プロジェクト） 1 月（国際交流イベント Sani-Camp） 2 月（一般市民向け） |

2.2.本年度の取り組み

本年度も、これまでと同様に、2つの地域自律管理型水道を対象に水質調査、管路地図のGIS化および報告会を実施した。さらに、本年度は地元高校生らのモチベーションを高めるとともに、外部支援者を巻き込む試みとして、札幌国際大学と連携し、地元高校生と札幌の大学生が地域の水について議論するワークショップを2回開催した。例年開催している水道利用組合向けの報告会は、同ワークショップの2回目と合同開催とした。さらに、海外の高校生らと交流するイベント（総合地球環境学研究所主催）にも参加し、これまでの活動の報告を行った。

令和2年度に、試験的にGISシステム導入を行った市内の水道利用組合については、導入・運用の支援を継続した。

C. 研究結果

1. 小規模水供給施設の運営に関与している民間組織等へのヒアリング調査

1-1. 市町村の担当者へのヒアリング調査

以下、令和2年度の調査結果と合わせて整理する。

(1)アセットの帰属

A 町, B 町, C 町の一部, D 町, E 市の水道では, 地域自律管理型水道のアセットは市町に帰属しており, 維持管理を地元の水道利用組合に委託する形式をとっていた。いずれのケースも無償での委託であり, 一部のケースでは市町と水道利用組合の間で覚書等を交わして実施していた。施設更新は原則として市町が行うが, 修繕費は市町がすべて負担するものもあれば, 委託契約等に基づき, 一部またはすべてを水道利用組合が負担もしくは自前で修理するものも確認された。

一方, C 町の一部, F 市, G 市の水道では, アセットも水道利用組合に属しており, 修繕, 施設更新もすべて水道利用組合によって行われていた。ただし, F 市, G 市ともに, 大規模改修および水質分析に対する助成制度 (50%補助) を設けていた。

(2)行政の担当部署と情報収集体制

A 町, B 町, C 町では, 水道担当部署が地域自律管理型水道の担当となっていたのに対し, D 町, E 町では営農飲雑用水であるという理由で産業担当部署が地域自律管理型水道の担当となっていた。自治体がアセットを所有し, 水道利用組合への管理委託の形をとっている A 町, B 町, C 町の一部, D 町, E 市では, 年に 1 回の報告を水道利用組合に求めており, 運営実績や役員の連絡先などの運営情報が蓄積されていた。中でも, A 町および B 町では水道利用組合の総会に役場職員が可能な限り参加し, 会計情報等を含めた運営状況が記載された総会資料が蓄積されていた。

F 市と G 市では, アセットは各水道利用組合に帰属するため, 地域自律管理型水道の情報を管理する担当部署は存在しないが, 両市とも大規模修繕および水質検査の補助金申請窓口は水道担当部署が担っており, インタビューを申し込んだ際も, 対応は水道担当者であった。そして, F 市では過去に補助金申請を行った水道利用組合の情報を蓄積・整理するとともに, 毎年, 水道利用組合向けの補助金申請意向に関するアンケート調査を実施し, 地域自律管理型水道の基礎情報を常に把握していた。また, A 町, E 市, F 市では, 水道利用組合から技術的な相談があった際に, 職員が助言をしたり, 場合によっては実際の維持管理作業の手伝いを行っていた。

(3)その他

B 町では, 1 つの簡易水道の管理が地域運営 NPO に委託されていた。当該簡易水道の地区は, 本市街地から約 13km (車で 15 分程度) の場所にあり, 役場にとって維持管理の負担は大きい。そのため, 以前は当該地区の一般住民を臨時採用職員として雇用し, この簡易水道の管理に当たっていた。この形式は, 広い意味でとらえれば地域自律管理型に近いものと

言える。ただ、その住民が高齢となり、作業の継続が難しくなったため、ちょうど当該地区において地域維持にかかる「よろず屋」的な活動を行う NPO が設立されたのに合わせて、同 NPO への委託に切り替えられた。

簡易水道管理の委託額は、同 NPO にとって 1 人工分の収入には届かないが、主な作業内容は毎朝の水質および配水量チェックであり、拘束される時間はかなり短い。もともと地域の細かい仕事を組み合わせて実施している同 NPO にとっては、他事業の隙間時間での対応が可能であり、むしろ、細かい事業を集めているために不安定になりがちな NPO の経営を、下支えする安定収入源と見なされていた。

2. 富良野市における自律型モデルの実践的とりくみ

(1) 富良野高校のフィールドでの活動

北海道富良野高校科学部と連携した地域自律管理型水道の支援策として、採水分析（8/2, 8/3 の全 2 回）と管路地図の GIS 化（8/4～部活動の中で継続的に実施）に取り組んだ（写真 1～2）。本年度は、富良野盆地の中でも芦別岳側の森林に水源を持つ 2 つの水供給システムの水質分析と管路図作成を行った。



写真 1 組合水道の給水施設付近からの採水



写真 2 水道利用組合長宅での採水・分析

(2) 富良野高校の報告会

本年度は、活動報告の機会として、2 度の高大連携イベント（うち 1 回は例年の活動報告会を兼ねて実施）と、国際交流イベント「Sani-Camp」の計 3 回が設けられた（表 3）。

1) 高大連携イベント「ふらのの水と観光プロジェクト」

札幌国際大学観光学部の学生 16 名と富良野高校科学部員 11 名が参加し、ふらのの水と観光について意見交換をしながら交流を図るイベントで、道総研、富良野高校、札幌国際大の共同開催であった。その中で、富良野高校科学部員は、話題提供として令和 2 年度までの成果を報告した（写真 3～4）。その後、4 つのグループに分かれて大学生らと富良野の水と観光に関するアイデアを考え、最後にその結果を発表した。イ

ベント自体は事前広報をせずに開催したため、一般からの参加者は一部の生徒保護者と、会場前を通りかかった一般市民のみであったが、開催の様子は、後日、北海道新聞富良野紙面（令和3年12月23日）に記事として掲載された。

2) 国際交流イベント「Sani-camp」

インドネシアのSMAN16高校、ザンビアのジコランガ*、富良野高校科学部の3者をオンラインでつなぎ、専門家らの講演ののち、それぞれが水・衛生に関する活動の報告を行い、意見交換を行った（表4）。富良野高校科学部からは5名が参加し、令和2年度までの成果を報告した（スタッフによる英語への逐次通訳）（写真5）。イベントは録画され、後日YouTubeにて一般公開された。また、参加の様子は、北海道新聞富良野紙面（令和4年2月1日）に記事として掲載された。

*ジコランガは、若者らと子どもたちが参加する活動グループで、おもに地域の衛生改善の課題に取り組んでいる。

3) 「ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりを考える」

高大連携イベント「ふらのの水と観光プロジェクト」に続く第2弾として、札幌国際大学観光学部の大学院生4名（うち1名はオンライン参加）と富良野高校科学部員10名が参加し、ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりについて意見交換をしながら交流を図った。本イベントは、例年実施している富良野高校科学部の報告会（富良野のおいしい水を守る活動報告会）を兼ねて開催された。主催は、道総研（厚生労働科研チーム）、富良野高校、札幌国際大の共同開催であった。新型コロナウイルス感染対策として、会場は札幌国際大、富良野高校および関係スタッフのみとし、一般参加はオンラインとした。本イベントの中で、富良野高校科学部員は、令和3年度の成果を報告した（写真6~7）。開催の様子は、北海道新聞富良野紙面（令和4年3月1日）に記事として掲載された。

表3 令和3年度に活動報告を行ったイベント

| 開催日 | 会場 | イベント名 | 報告内容 |
|-------------------|---------|---|--------------------|
| 令和3年12月19日 (日) | フラノマルシェ | 高大連携イベント「ふらのの水と観光プロジェクト」 | 令和2年度成果 |
| 令和4年1月29日 (土) | オンライン | 国際交流イベント「Sani-camp」 | 令和2年度成果 (日／英並記) |
| 令和4年2月27日 (日) | フラノマルシェ | 「ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりを考える」富良野のおいしい水を守る活動報告会／高大連携 | 令和3年度成果 |

公開ワークショップ



写真 3 富良野の水と観光プロジェクトの様子



写真 4 富良野の水と観光プロジェクトの様子



写真 5 国際交流イベント Sani-Camp への参加の様子

表 4 Sani-Camp のプログラム

| 内容 | 発表者等 |
|----------|--|
| 開会宣言 | 山内太郎教授（地球研／北大） |
| 基調講演 1 | 山内太郎教授（地球研／北大） |
| 基調講演 2 | Neni Sintawardani 氏（インドネシア国立革新研究庁） |
| 各国の概略紹介： | 牛島健氏（道総研） |
| 休憩 | — |
| 各活動の報告 | 富良野高校科学部（日本） ジコランガ（ザンビア） SMAN16 高校（インドネシア） |
| 総合討議 | 参加者全員 |
| 総括と閉会宣言 | Neni Sintawardani 氏（インドネシア国立革新研究庁） |



写真6 「ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりを考える」開催の様子



写真7 「ふらのの水インフラ維持と観光まちづくりを考える」開催の様子

(3)水道利用組合におけるGIS活用の試行

令和2年度の報告会ののち、フリーソフトを用いたGIS管路図の試験利用を開始した水道利用組合に対し、自分たちでデータ追加を行っていただけるよう、ソフトの使用法説明資料提供と、操作方法のレクチャーを行った。新型コロナ感染拡大の影響で、頻回の活用支援が難しい状況が続いているが、引き続き、支援を継続しながら活用に向けた働きかけを続ける。

D. 考察

1. 小規模水供給施設の運営に関与している民間組織等へのヒアリング調査

令和2～3年度にわたって行った調査の対象は、数的に限られたものではあったが、それだけでも、市町村と地域自律管理型水道の関係に多様なパターンが存在することが分かった。今回確認できた事例の中には、ほぼ100%地域住民らが自力で管理している地域自律管理型水道もあれば、行政がアセットを保有したり、修繕まですべて行政が行ったりとかなり行政の関与が濃いものもあった。これは、それぞれの地域の事情や条件に合わせて、行政と住民の間の作業と責任のバランスをとった結果であり、裏を返せば、ほかの市町村にとっては、この中間的な運営体制のバリエーションの中から、自らの市町村や地域の状況に近いものを参考にすることができるということになる。今後、引き続き調査を展開して、多様な関係性のパターンを把握、整理することが、地域水インフラの持続性を高めることにつながるものと思われる。

なお、本調査の対象となった地域自律管理型水道の多くは、給水人口100人以下であり、水道法の対象とならないものであった。市町村条例によって一定の自由度を持った運営が可能である点も、行政との役割分担を柔軟に考える上では有利な点と言える。

また、B町で確認された地域運営NPOへの管理委託は、新たな地域インフラ維持のモデ

ルになると考えられる。人口減少の進む地域では、店舗や生活サービス等が単独では成り立たなくなっており、それを補完する「よろず屋」的な事業に取り組む「地域運営組織」が各地ででき始めている。ただし、こうした組織はB町のNPO同様、地域の極小規模の事業を組み合わせるため、1人工に満たない仕事も引き受けられる一方で、経営はどうしても不安定になりがちである。そうした中で、水道管理を市町村から受託することは、1つの安定財源を得られることになる。

2. 富良野市における自律型モデルの実践的とりくみ

本年度は、例年通りの活動を継続しつつ、活動報告の場を広げ、札幌の大学生や海外の高校生および若者との交流の機会を兼ねて実施した。一連の報告・交流の機会が高校生に与えたインパクトを定量的に評価することは難しいが、少なくともいずれのイベントにおいても高校生らは積極的に参加している様子が確認された。また、Sani-Campのフォローアップ活動として撮影された一言コメント動画では、「良い機会になった」「またやりたい」とのコメントが寄せられた。

また、これらの一連の活動がいずれも新聞記事として掲載されたことが一つの成果と言える。これは、一般市民に対する意識啓発に加え、参加した高校生らのモチベーション向上にもつながる可能性がある。

富良野高校科学部による一連の活動は、本年度までで5年間継続しており、活動に参加した高校生も、順次、卒業し大学に進学するなどしている。今後はこうした卒業生に対するインタビュー等を行い、本活動の効果や課題について検証することも進めたい。

E. 結論

本研究では、民間組織や水道事業者等と連携・協働した小規模水供給システム維持管理手法についてケーススタディの蓄積を行うとともに、地域と需要者に根ざした自律的で持続性の高い水道の一つのモデルを提示し、実践を通じてその有効性を検討した。

ケーススタディについては、令和2年度の成果に2つのケースを追加し、多様な運営形態、行政との役割分担の仕方を整理した。研究分担者らはこれまで「地域住民らが管理する水道」を「地域自律管理型水道」と呼んできたが、実際には、市町村経営との中間的な地域自律管理の形や、NPOへの委託を含めた多様な「地域自律管理型モデル」が存在することがわかった。行政の人員、財源ともに縮小されていく中、地域にとっても行政にとっても無理のない、身の丈に合ったインフラ管理の役割分担が、いま求められている。今回確認された「中間的」な地域自律管理型を含む広義の地域自律管理型モデルは、今後水道運営の再編が必要となる地域に対し、それぞれの状況に合わせた多様な選択肢を提供することにつながると思われる。

「自律的な水供給システム」のモデルについては、北海道富良野市をフィールドとし、水道利用組合等による地域自律管理を前提に、地元高校生による運営支援体制の検証を継続した。本年度は、例年通りの活動を継続しつつ、活動報告の場を広げ、札幌の大学生や海外

の高校生および若者との交流の機会を兼ねて実施した。高校生らの積極的な参加が見られ、参加の様子は地元新聞に取り上げられた。市民の意識啓発とともに高校生のモチベーション向上につながる流れを作ることができた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

牛島健(2021) 北海道に見られる地域自律管理型水道の持続可能性, 第24回日本水環境学会シンポジウム, 2021.09.14, Online.

3. その他講演等

牛島健 (2021) 北海道における住民と連携した地域水道維持管理体制づくり (小規模水供給シリーズ～実情と課題、今後の展望について～), 機関誌『水道』, 66(3):5-12

牛島健 (2021), 農村地域の生活を支える小規模水インフラの実態と支援方策, (センターゼミナールPart1), センターレポート (北海道建築指導センター), 51(1):2-5

牛島健 (2021) 北海道に見られる地域自律管理型水道の持続可能性, 第24回日本水環境学会シンポジウム, 2021.09.14, Online.

「富良野の水 ブランド化を 高校科学部員ら多彩なアイデア」, 北海道新聞(富良野版), 2022年3月1日 (記事掲載)

「「水」から考える富良野観光 高校生、札幌国際大生らアイデア発表」, 北海道新聞(富良野版), 2021年12月23日 (記事掲載)

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

研究成果の刊行に関する一覧表

1. 論文発表

(1) 論文発表 (査読付き)

渡邊真也, 小熊久美子. 紫外線照射が緑膿菌のバイオフィーム形成に及ぼす影響. 土木学会論文集 G (環境), Vol. 77, No.7, III_93-102. 2021

Oguma K, Rattanukul S. UV inactivation of viruses in water: its potential to mitigate current and future threats of viral infectious diseases, Japanese Journal of Applied Physics, 60, 11, 110502, 2021

<https://doi.org/10.35848/1347-4065/ac2b4f>

伊藤禎彦, 堀さやか. 水道料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析, 土木学会論文集 G, Vol. 77, No. 4, p.132-143. 2021.

中西智宏, 亀子雄大, 周心怡, 小坂浩司, 伊藤禎彦, 藤井宏明: 配水管網における水道水の着色ポテンシャルからみた浄水中微粒子濃度の制御目標, 土木学会論文集 G(環境) (環境工学研究論文集 第58巻), Vol.77, No.7, III_311-III_319, 2021.

増田貴則, 堤晴彩, 浅見真理, 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および外部団体との連携・支援に関する調査, 土木学会論文集 G(環境), Vol.77, No.7, pp. III_51-III_59, 2021.

2. 学会発表

浅見真理, 山口岳夫, 今城麗. 小規模水道・水供給システムの類型化と水質管理の最適化に関する検討. 令和3年度全国会議 (水道研究発表会). pp.100-101, 2022

上島功裕, 澤田知之, 峯村篤, 安達吉夫, 島崎大, 浅見真理. 上向流式緩速ろ過の濁度及び大腸菌除去特性に関する研究. 令和3年度全国会議 (水道研究発表会). pp.294-295, 2022

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 水環境学会シンポジウム. 2021.9.14 オンライン.

木村昌弘, 浅見真理, 伊藤禎彦: 小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション, 令和3年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021.12

寫田泰彦, 須田康司, 下岡隆, 三宮豊, 市川学, 川瀬優治, 大瀧雅寛, 伊藤禎彦. 将来を見据えたスマートな浄水システムに向けた浄水場の課題解決技術・手法の調査-A-Dreams プロジェクトの取組-, 令和3年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021.12

伊藤禎彦, 中山信希. 料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析, 令和3年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, 2021.12

Zeng J, Nakanishi T, Itoh S. Estimation of Required Reduction of Pathogenic Bacteria Using QMRA in Small-scale Water Supply Systems, Water and Environment Technology Conference, WET2021-online PROGRAM AND ABSTRACT, p.12, 2021.8

曾潔, 原彩斗, 久保拓也, 中西智宏, 伊藤禎彦. 病原細菌種の網羅的検出に基づいた小規模水

- 供給施設における定量的微生物リスク評価, 第 56 回日本水環境学会年会講演集, p.119, 2022.3.
- 中西智宏, 曾潔, 久保拓也, 原彩斗, 伊藤禎彦. 水道原水中の病原細菌種の一斉検出を目的とした DNA メタバーコーディング手法の確立, 第 56 回日本水環境学会年会講演集, p.122, 2022.3.
- 周心怡, 中西智宏, 越後信哉, 伊藤禎彦. A scenario analysis of controlling manganese accumulation in chlorinated drinking water distribution systems, 第 55 回日本水環境学会年会講演集, p.27, 2021.3
- 桂美月, 中西智宏, 越後信哉, 伊藤禎彦. 配水管内環境の制御を目的とした砂ろ過と膜ろ過の濁質除去能とその多様化に関する基礎研究, 第 55 回日本水環境学会年会講演集, p.172, 2021.3
- 小熊久美子, 紫外線処理に関する最新の動向と小規模施設への適用について, 神奈川県央地域及び県西地域「水道事業の広域化等に関する検討会」, 2022.1.19. (招待講演)
- Kumiko Oguma, Application of UV-LEDs for sustainable water treatment and supply. Pacific Chemistry (Pacifichem) 2021, オンライン, 2021.12.20. (招待講演)
- 小熊久美子, 遠隔地でも持続可能な小規模分散型水処理の提案と実証, 東大水フォーラム公開シンポジウム「持続可能な社会と水」, オンライン, 2021.12.8 (招待講演)
- 渡邊真也, 小熊久美子, 紫外線照射が緑膿菌のバイオフィルム形成に及ぼす影響, 第 58 回環境工学研究フォーラム, オンライン, 2021.11.16.
- 小熊久美子, 分散型水処理としての紫外線消毒の実証, 第 24 回日本水環境学会シンポジウム, オンライン, 2021.9.14. (招待講演)
- 小熊久美子, 紫外 LED による消毒技術の動向と展望, 日本防菌防黴学会第 48 回年次大会, オンライン, 2021.9.8. (招待講演)
- Kumiko Oguma, UV disinfection for decentralized water supply systems in remote areas and communities, Canada and Japan Joint Research Meeting on Small Water Supply Systems, 2021.6.23.
- 小熊久美子, UV-LED を利用した水処理技術, 第 1 回フォトンテクノロジー技術部会 Web 講演会, 2021.6.21. (招待講演)
- 小熊久美子, 紫外 LED による水の消毒, 電気学会パワー光源システム技術動向調査専門委員会, オンライン, 2021.4.28. (招待講演)
- Kumiko Oguma, UV-LEDs for water disinfection: The forefront of research and applications, The International Conference on UV LED Technologies & Applications (ICULTA) 2021, オンライン, 2021.4.19. (招待講演)
- 堤晴彩, 増田貴則, 浅見真理, 小規模集落が維持管理する水供給システムの持続可能なあり方—外部団体からの支援の実現可能性に関する調査研究—, 令和 3 年度全国会議(水道研究発表会)講演集. pp.104-105, 2022.
- 牛島健(2021) 北海道に見られる地域自律管理型水道の持続可能性, 第 24 回日本水環境学会シンポジウム, 2021.9.14, Online.

3. その他

(1) 著書

伊藤禎彦. 上水道の仕組みと展望, 水環境の事典 (朝倉書店) (共著), 第Ⅱ部 水環境を巡る知と技術の進化と展望 II-4-1 水質保全の仕組み, pp. 240-243, 公益社団法人 日本水環境学会 編集, 2021.

伊藤禎彦. 下水処理水の飲用再利用とリスク管理の考え方, 水環境の事典 (朝倉書店) (共著), 第Ⅲ部 広がる水環境の知と技術 III-4 持続可能な都市代謝系としての水システム, pp. 412-415, 公益社団法人 日本水環境学会 編集, 2021.

(2) 総説・解説

Miyoshi T, Miura T, Asami M. Recent contributions of the National Institute of Public Health to drinking water quality management in Japan. *Journal of the National Institute of Public Health*, 2022;71(1):55-65.

浅見真理. 専用水道の衛生管理. 公衆衛生情報. 2022;52(4):16-19.

伊藤禎彦. 小規模水供給施設における衛生問題と微生物的安全確保, 小規模水供給シリーズ～実状と課題, 今後の展望について～, 水道, Vol.66, No.4, pp.10-19, 2021.7

伊藤禎彦. 緊急用浄水装置に求められるコンセプトづくり, 水道人エッセイ集「それぞれの3.11、あの日から私は」, 名古屋大学 NUSS 教育研究ファイルサービス共有(PDF), 2021.3.11

伊藤禎彦. 巻頭言 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション, 水道, p.3, 2021.5

(3) 講演等

浅見真理. 水道・環境のリスク管理. 水質検査精度管理研修会. 2021.5.21

浅見真理. 日本の小規模水道の現状と今後の展望. わくわくネット. 2021.7.11

浅見真理. 簡易水道協会ヒアリング参加. 2021.8.30

浅見真理. 水道における健康危機管理. 神奈川県立医療福祉大学. 2021.9.23

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 九州ブロック水道事業実務担当者専門研修会. 2022.9.29 オンライン (熊本県)

浅見真理. 「塩素消毒百年」の意義と安全を支える日本の水道水質管理. 水道産業新聞. 2021.10.22

浅見真理. 原点に立ち返る水質管理. 日本水道新聞. 2021.10.22

浅見真理. 小規模水供給システムの現状と今後の展望. 日本水環境学会産官学協力委員会・水環境懇話会. 2022.11.24.

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 長野県水道研修会. 2021.12.16

浅見真理. 新興感染症パンデミック時の保健医療と環境衛生管理のかかわり. 第80回日本公衆衛生学会市民公開シンポジウム「プラスチックのガバナンス: 感染症制御のための衛生環境管理と資源循環」. 2021.12.23

浅見真理. 基調講演 水道と公衆衛生と COVID-19 の関係性について. 第14回日本-カンボジア上下水道セミナー. 2022.1.27 北九州市国際会議場・オンライン

- 浅見真理. 専用水道の安全管理と水道事業者の留意点. 課題を追うチェンジ上下水道. 水道産業新聞. Vol.71. 2022.2.21
- 伊藤禎彦. 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, ダクタイル鉄管協会セミナー, 一般社団法人日本ダクタイル鉄管協会主催, 松本商工会議所(長野県松本市), 2021.11.1
- 伊藤禎彦. 上水道をめぐる諸課題と研究ニーズ, 土木学会第58回環境工学研究フォーラム 水供給システム招待講演, オンライン開催, 2021.11.16
- 伊藤禎彦. 水道料金値上げに対する容認度を高めるためのコミュニケーション手法, 名古屋市上下水道局 経営に関する研修会, 名古屋市役所西庁舎, 2022.1.11
- 中西智宏. 高解像度の遺伝子解析手法を用いた琵琶湖・淀川水系における病原細菌の一斉検出, (公財)琵琶湖・淀川水質保全機構 令和3年度水質保全研究助成成果報告会, Zoom 開催, 2022.3.4
- 増田貴則, 水道未普及地域の小規模水供給システムの維持管理 —集落外との連携協働の可能性について—, 水道, 67(1), p.p.22-33, 2022.
- 牛島健. 北海道における住民と連携した地域水道維持管理体制づくり(小規模水供給シリーズ～実情と課題、今後の展望について～), 機関誌『水道』, 2021;66(3):5-12
- 牛島健. 農村地域の生活を支える小規模水インフラの実態と支援方策, (センターゼミナール Part1), センターレポート(北海道建築指導センター), 2021;51(1):2-5
- 牛島健(2021) 北海道に見られる地域自律管理型水道の持続可能性, 第24回日本水環境学会シンポジウム, 2021.9.14, Online.
- 「富良野の水 ブランド化を 高校科学部員ら多彩なアイデア」, 北海道新聞(富良野版), 2022年3月1日(記事掲載)
- 「「水」から考える富良野観光 高校生、札幌国際大生らアイデア発表」, 北海道新聞(富良野版), 2021年12月23日(記事掲載)

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 曽根 智史

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 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
3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・上席主任研究官
(氏名・フリガナ) 浅見 真理・アサミ マリ

4. 倫理審査の状況

| | 該当性の有無 | | 左記で該当がある場合のみ記入 (※1) | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | 有 | 無 | 審査済み | 審査した機関 | 未審査 (※2) |
| 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 遺伝子治療等臨床研究に関する指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

| | |
|-------------|---|
| 研究倫理教育の受講状況 | 受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/> |
|-------------|---|

6. 利益相反の管理

| | |
|--------------------------|---|
| 当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:) |
| 当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 | 有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:) |

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 京都大学大学院工学研究科

所属研究機関長 職名 研究科長

氏名 榎木 哲夫

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
- 研究課題名 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
- 研究者名 (所属部署・職名) 大学院工学研究科・教授
(氏名・フリガナ) 伊藤 禎彦・イトウ サダヒコ

4. 倫理審査の状況

| | 該当性の有無 | | 左記で該当がある場合のみ記入 (※1) | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | 有 | 無 | 審査済み | 審査した機関 | 未審査 (※2) |
| 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 遺伝子治療等臨床研究に関する指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

| | |
|-------------|---|
| 研究倫理教育の受講状況 | 受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/> |
|-------------|---|

6. 利益相反の管理

| | |
|--------------------------|---|
| 当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:) |
| 当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 | 有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:) |

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職名 院長

氏名 曽根 智史

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 統括研究官

(氏名・フリガナ) 増田 貴則・マスダ タカノリ

4. 倫理審査の状況

| | 該当性の有無 | | 左記で該当がある場合のみ記入 (※1) | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | 有 | 無 | 審査済み | 審査した機関 | 未審査 (※2) |
| 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 遺伝子治療等臨床研究に関する指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

| | |
|-------------|---|
| 研究倫理教育の受講状況 | 受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/> |
|-------------|---|

6. 利益相反の管理

| | |
|--------------------------|---|
| 当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:) |
| 当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 | 有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:) |

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和 4 年 4 月 7 日

国立保健医療科学院長 殿

機関名 地方独立行政法人北海道立総合研究機構

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 小高 咲

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 北方建築総合研究所・研究主幹

(氏名・フリガナ) 牛島 健・ウシジマ ケン

4. 倫理審査の状況

| | 該当性の有無 | | 左記で該当がある場合のみ記入 (※1) | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | 有 | 無 | 審査済み | 審査した機関 | 未審査 (※2) |
| 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 遺伝子治療等臨床研究に関する指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

| | |
|-------------|---|
| 研究倫理教育の受講状況 | 受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/> |
|-------------|---|

6. 利益相反の管理

| | |
|--------------------------|---|
| 当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:) |
| 当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 | 有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:) |

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立大学法人東京大学

所属研究機関長 職 名 学長

氏 名 藤井 輝夫

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
- 研究課題名 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
- 研究者名 (所属部署・職名) 大学院工学系研究科・准教授
(氏名・フリガナ) 小熊 久美子・オグマ クミコ

4. 倫理審査の状況

| | 該当性の有無 | | 左記で該当がある場合のみ記入 (※1) | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | 有 | 無 | 審査済み | 審査した機関 | 未審査 (※2) |
| 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 遺伝子治療等臨床研究に関する指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

| | |
|-------------|---|
| 研究倫理教育の受講状況 | 受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/> |
|-------------|---|

6. 利益相反の管理

| | |
|--------------------------|---|
| 当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:) |
| 当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 | 有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:) |

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 京都大学大学院工学研究科

所属研究機関長 職名 研究科長

氏名 榎木 哲夫

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 大学院工学研究科・助教

(氏名・フリガナ) 中西 智宏・ナカニシ トモヒロ

4. 倫理審査の状況

| | 該当性の有無 | | 左記で該当がある場合のみ記入 (※1) | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| | 有 | 無 | 審査済み | 審査した機関 | 未審査 (※2) |
| 人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 遺伝子治療等臨床研究に関する指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| 厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |
| その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:) | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> |

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

| | |
|-------------|---|
| 研究倫理教育の受講状況 | 受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/> |
|-------------|---|

6. 利益相反の管理

| | |
|--------------------------|---|
| 当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究機関におけるCOI委員会設置の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:) |
| 当研究に係るCOIについての報告・審査の有無 | 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:) |
| 当研究に係るCOIについての指導・管理の有無 | 有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:) |

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。