

小規模水供給施設の実態と現実的な水質管理

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：

広島市安佐北区、および広島県山県郡安芸太田町において地元管理されている簡易水道組合への訪問調査を行った。地元管理されている施設の場合、塩素貯留槽への塩素の継ぎ足し作業が広く行われていることから、そのような施設での水質検査は、基本項目に加えて塩素酸を検査項目に加えることが望ましいことを指摘した。地元管理されているような小規模水供給施設について、原水の種類、浄水処理の有無、消毒の有無によって分類したうえで、現実的な水質検査のあり方を考えるための枠組みを示した。

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、担当行政部局でヒアリングするとともに、施設を訪問調査した。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。

高知県が推進した「高知県版生活用水モデル開発事業」は、社会ニーズにマッチした新技術を創出することに成功しているとみることができ、県が果たした役割はきわめて大きい。特に、2槽式緩速ろ過装置は、極小規模、メンテナンスが容易、低コストといった、各地の小規模集落のニーズに対応できる新技術であることから、国内で広く普及していくのが望ましいと指摘した。福島県西郷村において、管理運営がしっかりしている専用水道の事例を示しその要因を考察した。一方、高額な水質検査費用の全額が地元住民の負担になっている課題を指摘した。上水道事業に統合された島根県雲南市において、旧飲料水供給施設を対象に行われている水質検査の内容は、明らかに過剰であり不必要である。これは給水原価を押し上げる要因になっている。改善のためのアプローチとして、水質検査・管理に係る要件について、運用面での柔軟性を現行よりもさらに付与することが考えられた。

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、愛知県の三河山間地域とよばれる豊根村・東栄町・設楽町、高知県の

町・大豊町・本山町、福島県西郷村、および市の管理下にあるが島根県雲南市を対象として、担当行政部局で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。収集した情報をもとに、現実的な水質管理についても考察を行った。

B. 方 法

1. 広島市安佐北区および広島県山県郡安芸太田町への訪問調査

地元管理されている広島市安佐北区安佐町宇津簡易水道組合、および広島県山県郡安芸太田町澄合簡易水道組合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。

2. 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。

3. 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。

4. 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。

5. 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、猪古里浄水場とその原水取水点、富山浄水場とその原水取水点、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、振草浄水場とその原水取水点、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。

6. 高知県におけるヒアリングと訪問調査

高知県中山間振興・交通部鳥獣対策課において、主として「高知県版生活用水モデル開発事業」に関するヒアリングを行った。

高知県吾川郡いの町、長岡郡大豊町、長岡郡本山町を訪問し、いの町吾北総合支所建設課、大豊町住民生活課、本山町政策企画課においてヒアリングを行った。訪問日：2022年5月16日～5月18日。

いの町川窪奈呂地区、手取地区における水供給施設の訪問調査を行った。浄水施設とその原水取水点の視察を行った。大豊町津家地区における水供給施設の訪問調査を行った。対象は、浄水施設とその原水取水点。本山町瓜生野地区における水供給施設の訪問調査を行った。対象は、浄水施設とその

原水取水点。

いの町手取地区、大豊町津家地区においては、「高知県版生活用水モデル開発事業」のもとで簡易緩速ろ過装置および表流水取水柵を新規に開発した四国水道工業株式会社に立ち会っていただくことができた。また、四国水道工業株式会社を訪問し、ろ過材を入れる前の簡易緩速ろ過装置の構造について説明を受けた。さらに、各水供給施設においては、利用者からも直接ヒアリングすることができた。

7. 福島県県南保健所と西郷村におけるヒアリングと訪問調査

県南保健所（県南保健福祉事務所）生活衛生部において、福島県水道の概要、小規模水供給システムの現状、保健所の役割等についてヒアリングを行った。

西白河郡^{にしごう}西郷村上下水道課においてヒアリングを行った。ヒアリング内容は以下のとおり。

（1）西郷村における上水道事業について

経営状況とその見通し、職員の状況（水道技術管理者の確保状況や育成等）、広域化や周辺水道事業者との連携等、民間事業者の活用状況。

（2）未普及地域等に対する施策について

普及率と未普及地域の現状、方針と施策内容、利用者からの要望、維持管理作業の実際、利用料金、将来見通し等。さらに、地元管理されている由井ヶ原水路会、報徳水路会への訪問調査を行った。訪問日：2022年8月10日。特に管理者や利用者から直接ヒアリングすることができた。

8. 島根県雲南市および飯南町^{いひなん}におけるヒアリングと訪問調査

島根県雲南市においてヒアリングと訪問調査を行った。ただし、上記の各県の事例とは異なり、市によって管理されている上水道事業である。また、飯南町においてもヒアリングと訪問調査を行ったが、本稿では省略する。

（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. 広島市安佐北区および広島県山県郡安芸太田町への訪問調査

1.1 広島市安佐北区安佐町^{うづ}宇津簡易水道組合

（1）水道施設の現況

従来あった水供給施設に対して、砂防堰堤築造に伴う補償工事として設置されたものと考えられる。昭和 35 年に申請、設計は中国電力が実施した。昭和 37 年配水開始（60 年近く経過していることになる）。

現在、給水戸数 32～33 戸、給水人口 74～75 人。

砂防堰堤を県が平成元年に築造。ここから取水している。大雨時には、礫の全面から流出してくる。原水が濁る。浄水処理によって、濁度は低下するが、風呂水がやや濁っている（黄色っぽい）のが分かる程度になる。

別に、湧水（ヨコ水と呼ばれている）も取水している。これは濁りのないきれいな水。湧水（ヨコ水）用の集水タンクが併設されている。

（２） 施設管理の状況

処理プロセスは、普通沈殿池―緩速ろ過池―分配槽・塩素注入―貯水槽（配水池）。

通常時は、主として緩速ろ過池と塩素注入の維持管理を行っている。砂の全層入れ替えを 15～20 年前に行った。砂 750 袋を搬入し、40 人で作業した。作業は、管理人が半年ごとに交代するので、その際に行う。まずは、ろ過池表面の葉などを除去する。砂表面を 10cm くらいかきとり。これは洗浄せずに捨てる。層厚は次第に薄くなる。薄くなると濁りが出やすくなる。そのため、5 年に 1 度程度補砂を行っている。

塩素貯留槽（写真 1、赤いフロートがあるのがわかる）へ、1 回/月程度の頻度で塩素を継ぎ足している。塩素酸濃度増大の可能性は否定できないとみられる。

普通沈殿池の老朽化が進み、水漏れしている。

組合長がひとりで、電気設備、機械設備等を設置・改良してきている。県は、毎年、現況を確認するための調査を行っている。配水量など変化がないか。水質検査は広島県環境保健協会に送って行っている。以前は、全項目試験を行っていたこともある。費用がかかること、水質に異常はないことから、住民で話し合い、基本項目だけにした。

（３） 管理の体制

宇津簡易水道組合。役員 7 人。管理人は 4 人で半年交代。32～33 戸で持ち回り。

ランニングコストは 50～70 万円/年必要。管理人 1 人に 1.5 万円。水質検査に 6,730 円。収入は約 80 万円あり、残額は補修等のために積み立てている。水道代は 4 カ月ごとに集金。基本料金 980 円＋一人あたり 100 円＋水洗トイレ使用＋営業用水使用。

（４） 要望等

高齢化が進み、管理作業を継続することが難しくなりつつある。組合を解散し、市へ移管することを考え始めている。窓口は水道局。下水道が延伸され使用を開始するときに、移管のタイミングではないかと考えている。移管するとは、上水道接続という意味。配水管を延伸して接続すればよい条件の地域なので、所要費用に関して住民合意されれば接続するのは困難ではない（元市職員による）。

老朽化が進んでいるので、管が破損するなどのトラブルが発生しないか心配である。

1.2 広島県山県郡安芸太田町澄合簡易水道組合

（１） 水道施設の現況

中国自動車道のトンネル工事時に補償工事として設置された。平成 7 年完成。昔は緩速ろ過の施設があり、維持管理が大変であった。

給水戸数 58 戸、給水人口 93 人。



写真 1 塩素貯留槽

（２） 施設管理の状況

トンネル内の湧水を導水。プロセスは、滅菌槽―配水池のみ。

（３） 管理の体制

水道組合が、維持管理を業者に委託している。ただし、保守契約しているわけではなく、トラブル等が発生する都度に業務依頼している。

安芸太田町は、修繕費については、その半分の補助している。他は住民負担。維持管理費等をまとめた書面あり。塩素 2 万円。水質検査 17 万円（年 2 回分）。清掃代 14 万円。基本料金 1000 円＋従量料金。メータあり、年に 1 回検針する。その使用量によって、翌年の従量料金を決定する。

（４） 要望等

役場に要望したいことが特にあるわけではない。

2. 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方の施設だろう。

（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されている箇所もあり、そのバランスも考慮する必要がある、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次の 2 つだろう。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. 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 2）。湧き水であり、集水管を貫入させてある。

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 3）。

・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 2 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



写真 2 大和合東村および大和合中央飲料水供給施設の水源地
大和合東村飲料水供給施設配水池から臨む



写真 3 大和合東村飲料水供給施設 配水池内の塩素注入装置

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 2）。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。破損個所が発見された場合、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 4）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。

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。水源地ー配水池間には、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



写真 4 大仏飲料水供給施設
3 つ目最古の配水池

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。

4. 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きている。

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/㎥であったが、令和元年現在 295 円/㎥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/㎥であったが、令和元年現在 393 円/㎥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 18 km。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ことから断念した。

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 13 mm）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 80 m。

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 万円で済んでいる。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。

5. 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 5）。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 6）。閉塞することなく、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。

富山浄水場



写真 5 猪古里浄水場膜ろ過施設



写真 6 ストレーナ付き集水管

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 7)。

計器指示値：処理水濁度 0.02 度、残留塩素 0.57 mg/L。

原水は砂防ダムから取水している(視察済)。



写真 7 富山浄水場

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 8)。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 8 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 9）。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。

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 10）。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 11 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 80.5 m、揚水管位置 45 m（写真 12）。

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。

6. 高知県におけるヒアリング



写真 9 振草浄水場
手前が普通沈殿池、奥が覆蓋
付き緩速ろ過池



写真 10 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 11 沖駒地区周囲の様子



写真 12 沖駒地区において個別
設置された深井戸

高知県中山間振興・交通部鳥獣対策課においてヒアリングを行った。高知県中山間地域対策課は、「高知県版生活用水モデル開発事業」を推進した。これは、中山間地域への対策を重視する知事のイニシアティブを受けたもの。なお、令和4年度からは、担当課が鳥獣対策課に変更されている。なお、高知県における簡易水道事業の担当課は薬務衛生課である。

事業の背景は以下の通り。高知県内の中山間地域では、生活用水を住民自らが確保し管理する給水施設が多く存在する。これを整備しようとする、費用が高額となりやすく、住民及び市町村にとって経費負担が大きな課題となってしまう。今後さらに人口減少や高齢化が進むにしたがい、住民一人一人への費用や労務の負荷が高まる中であって、共同利用の施設整備や老朽施設の更新が求められている。早急な課題解決の対策が必要である。

「高知県版生活用水モデル開発事業」の目的は以下の通り。一連の給水施設のうち、特に水源地からの取水方法や、浄化に必要なろ過施設について、県内企業からの技術提案（プロポーサル方式）により、安価で管理の簡易な施設の試作品の製作、検証を行う。こうして高知県オリジナルの小規模給水施設を提案することにより、中山間地域の住民が安心して暮らし続けるための仕組みづくりにつなげる。

直面していた課題は以下の通り。①取水装置（スクリーン）やろ過施設の多くは、県外メーカーによるものだが、高額である。②少数世帯対象の製品がない。③操作方法が高齢者には難しかったり、清掃時の作業に危険が伴う恐れ。④県外にお金が出てしまう。先進例として、平成25年、大分県の小規模ろ過装置を視察している（ただし、現在、近隣県等との連携や情報交換を行っているわけではない）。

平成26年度に委託業務を実施（プロポーサル方式）。四国水道工業株式会社の提案が採択された。委託内容は、取水施設とろ過施設の製作であり、試作品が製作された。モデル地区に設置され、検証が行われた。

事業効果は以下の通り。

- 1) 県・市町村、住民等に対しては、①コスト削減：建設費を抑え、住民や市町村の財政負担を減らすことが可能。②労務の削減：定期的な洗浄や、見回りを要する住民の労務負担を減らすことが可能。
- 2) 企業に対しては、県内企業による製品開発を促進する効果をもたらす

以上を、高知県版モデルとして確立することを目指した。

7. いの町・大豊町・本山町におけるヒアリングと水供給施設への訪問調査

(1) いの町

概況と現況^{6, 7, 8)}

平成29年、簡易水道事業を水道事業へ経営統合。現在給水人口：20,351人、普及率：92.12%、1か月20m³あたり家庭料金：2,414円、給水原価：122.97円、料金回収率：98.57%。

平成29年度から収益的収支が赤字化。適正な料金水準を検討し、赤字解消に向けた経営健全化の取り組みが必要な状況とされた。令和元年度に値上げを実施したが、令和5年度からは再び赤字になる見込み。

施設数19を有する。本川地区では3か所に膜ろ過施設が導入されている。

上記のほかに飲料水供給施設や専用水道を有する。なお、視察した以下の川窪奈呂地区および手取地区は、これらにも属さない小規模水供給施設。

川窪奈呂地区

現在、3戸3人に配水している。

水源に円筒形の取水桝あり（写真13）。桝上部に網がかぶせてあり、内部には炭が詰められている。塩素消毒は行われていない。取水がこの位置であれば原水が清澄であることから選択された。これより下流側では水が濁りやすいことが経験的に把握されている。

取水桝



写真13 水源地と取水桝

1か月に1度、および大雨の後に清掃を行っている。歴史的に、個人単位で取水桝および導水管を整備し、維持管理を行ってきた。これまでは水道組合などが組織されることはなかった。このため、清掃作業も、役員等が行うのではなく、各戸がそれぞれの施設に対して個別に行っている。取水施設が閉塞することはない、断水することもない。

各戸は、500 L容の貯水タンクを所有している。供給水は飲用に使用している。一般に、各家庭では蛇口に浄水器を付けている。健康上の不安はない。

必要な費用は、管の接合部が抜けた際その修繕、上部の網の交換。各戸がそれぞれ負担している。

水質検査は行われていない。これまでに行ったこともない。取水桝流出水の濁度：1.59度（3回測定平均値、測定日2022年5月16日）。

難点は、大雨の後に濁りが発生すること、および清掃作業を実施する負担が大きいこと。実際、取水地点に至る山道の足場は悪い。将来にわたる維持管理の持続性について懸念されている。

県が策定している令和6年度までの整備計画のうち、いの町ではこの地区のみが未整備となっている（令和5年度に整備予定）。上記の3戸を含め、計10戸に配水可能とするもの。さらに標高が高い位置に新水源を求める計画。

総事業費は1,060万円。地元では水道組合が新たに組織される予定。地元負担は1/6。ただし各戸10万円までであり、それを超過した額は補助される。 $1,060 \text{ 万円} \times 1/6 \div 10 \text{ 戸} = 17.7 \text{ 万円}$ であり、10万円を超過している。事業費の5/6は、県および町が半分ずつを補助する。

新水源地を視察。新たに取水堰を築造する予定である。湧水が主体なので、降雨があっても濁ることではないのが大きな特徴であるという。原水濁度：0.69度（3回測定平均値、測定日2022年5月16日）。

浄水処理装置を新設することになっている。簡易ろ過による。緩速ろ過ではないというが、処理方式の詳細は不明。なお、補助事業であるものの、塩素消毒を付加する予定はない。

手取地区

もともと6戸であったが、現在の配水戸数は3戸、給水人口7人。

この地区の取水している谷川は、四季を通し濁水の発生する頻度が多いため、原水の水質が良好でない。また、水源との高低差が5～6 mと小さい。

整備前は、貯水タンクで原水を受けていた。タンク内には砂袋を入れて浄化していた。砂袋は取り出して清掃する必要があった。しかし、これによる浄化作用はないと実感されている。実際、濁水が発生したり、特に降雨後には濁度が高くなっていた。なお、本貯水タンクは現在でも使用されている（浄水処理装置と配水池の間に位置している）。このため、町に整備を申し入れた。予算上の制約があり、整備されるまでには3年待つ必要があった。

令和3年度（2021年10月）に完成したばかり。後述する大豊町津家地区に設置されたのと同じ簡易緩速ろ過装置が設置された。総事業費570万円（簡易緩速ろ過装置本体は130万円）。地元負担は1戸あたり10万円（10万円×3戸＝30万円）。

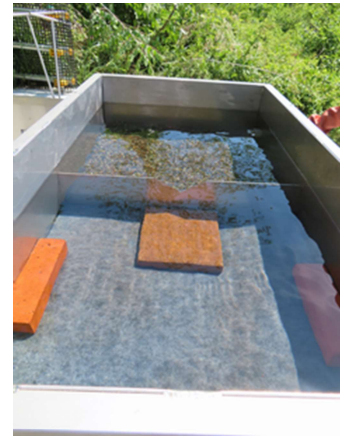


写真 14 簡易緩速ろ過装置（手前にろ過マット有）

砂ろ過層の表面にはろ過マットが敷かれている（写真14）。ろ過マットだけを洗浄することもでき、維持管理を容易にする効果を有する。要望があれば使用することとしているが、使用例は多いようである。市販されており、1.8 m×10 mで3万円。ろ過池での必要面積から単純計算すると700円程度となる。

設置されている1基の浄水量を現場で測定したところ12 m³/日。濁度測定値は以下の通り（いずれも3回の平均値、測定日2022年5月18日）。原水（ホースから採水）：1.35度、一次ろ過水（装置内で採水）：0.59度、処理水（貯水タンク流入水）：0.07度。

塩素消毒は行われていないが、整備計画の中でも塩素消毒は予定されていない。補助事業ではあるが、塩素消毒が必須とされていない点は注目される。

（2）大豊町

概況と現況^{9,10)}

10か所の簡易水道施設で構成。現在給水人口：2,041人、普及率：60.08%、1か月20m³あたり家庭料金：2,530円、給水原価：450.5円、料金回収率：39.50%。

浄水処理方式はすべて緩速ろ過（上向流式2か所を含む）。

町内には、簡易水道施設に属さない簡易給水施設が合計25箇所ある。以下の津家地区はそのひとつ。

津家地区

平成26年度、県によるプロポーザル実施。この結果、平成27年度、県のモデル事業として整備された地区である。7戸15人に配水（H26年5月時点）。

整備前は、各戸で谷水を直接取水していた。取水地が300m～800m離れており、維持管理に苦労していた。降雨時に濁水することや、水源地がイノシシなどに荒らされることがあり、衛生面でも不安があった。

整備計画としては、取水地を水質が安定した場所に集約するとともに、地区で共同の施設を整備することで安定した水供給を実現することとした。県のプロポーザル事業にて取水施設1基、ろ過池2基を製作（事業費3,310千円）し、製品は大豊町に譲与された。

住民の負担は、各戸10.8万円（×7戸＝75.6万円）。県の補助は2/3（整備当時の補助割合）だが、上限は3,000万円。町の補助は1/3。

水道料金は1,000円/月の定額。ただし、使用水量が30 m³/月未満であれば無料。7戸のうち大部

分は無料であるのが実態で、料金を支払っているのは1戸だけのようなのである。

本事業によって、小規模集落対応型の簡易緩速ろ過装置が新規に開発された。従来、国内他メーカーが保有する上向流式緩速ろ過装置を設置してきた。本装置は、維持管理が容易な装置として広く知られているが、実際にはメンテナンス作業の負担は大きいとい

う。すなわち、砂利層—砂層間に閉塞が発生するので、これを洗浄する必要がある。年2回程度、2～3人による作業となり、業者に委託すると約10万円/回が必要であった。このため新規の浄水処理装置を開発するニーズが存在していた。

開発された簡易緩速ろ過装置の構造を図1に示す。2槽からなり、砂利層と砂層を分離している点が大きな特徴である。砂利層（層厚43cm）は上向流であり粗ろ過（一次ろ過）が行われる。処理水は次の砂層（層厚52cm）に送られ、下降流によってろ過される。このように各ろ過層を単純化したことで、主なメンテナンス作業である洗浄操作を容易にすることに成功している。電源は不要。装置外形および装置内の逆流洗浄管をそれぞれ写真15、写真16に示す。

計画給水人口は15人。ろ過速度4m/日を想定し、浄水能3m³/日の装置を2基設置した。運転開始後、データを蓄積したところ、ろ過速度8m/日程度までは処理水質に支障がないことを確認。これにより、1基で6m³/日を生産できることがわかった。使用生活用水量350L/人/日であれば、17人程度に十分配水可能であることを意味する。装置本体は1基130万円（令和3年度末時点）。

平成27年3月～平成28年9月に行われた6回の水質（濁度）試験の概要は以下の通り。原水：0.5～11.8度、一次ろ過水：0～0.4度、処理水：0～0.1度。ただしろ過速度は各回で異なる。なお、原水には6度程度の色度があるが、処理後は2度程度に低減する。

運転後1.5カ月経過したろ過槽に対して逆流洗浄を実施した。写真17に示すように、手前の砂ろ過層表面には泥が堆積していることがわかる。初めに、砂ろ過層を逆流洗浄。ろ層内部に設置されている洗浄パイプから水を噴射し、砂層内の泥を排出する。このとき、上部から人が手を入れ、表層砂をかき混ぜる操作を併用する。装置の高さは95cmなので、この作業は容易。次いで、砂利層を逆流洗浄。洗浄に要する時間は15分程度。洗浄頻度は2～3カ月に1回程度。運転再開後、初期濁度が高い水は捨て水を行う。目視で確認し、清澄になってきたら配水池へ送水する。

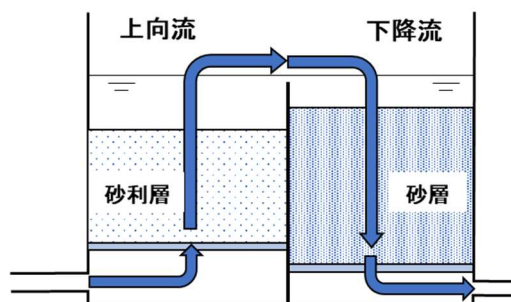


図1 簡易緩速ろ過装置概略図(著者作成)



写真15 装置外形



写真16 装置内の逆流洗浄管



写真17 逆流洗浄前のろ過槽の様子

当初、緩速ろ過としての機能を発揮させるため、太陽光が入るようオープンにしていたが、藻が生えることからステンレス製の覆蓋を設けるように変更した。また、要望に応じて、砂層の上にもろ過マットを敷くこともある。これによって、さらに洗浄作業が容易になる。

塩素注入のための小屋も新設された。費用は、小屋 6 万円、塩素注入装置 9 万円、パルス発信式流量計（φ50）20 万円。塩素貯留槽への塩素の補充は設置業者が行っている。（写真 18 参照）

浄水処理装置に加えて、表流水取水柵（スクリーン）も新規に開発された（写真 19）。一般に、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、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⁶⁾。水はスクリーン表面から柵内部へ取り込まれる。スクリーン表面の目は、水流と同方向なので、落ち葉等が付着しても水流で流れ落ちるため閉塞することがない。スクリーンの天端は本体の天端より 0～1 cm 高い位置となるよう設計されている（特許の対象）。これによって、水が内部に流入しやすくなるとともに、葉が流れ落ちる効果を生んでいる。水の取り出し口は、原則として左右いずれかの方向。写真 19 では、左手に流出管（導水管）が設置されていることがわかる。表流水取水柵本体は 110 万円。本案件の場合、取水堰の築造を含めて

総額 250 万円。

町は住民に管理を委託している。1 年に 1 回、9 項目の水質試験を行い報告することを求めている。この検査費用は約 5,000 円。その他、維持管理にかかる費用も住民負担。主な負担項目は、電気、塩素剤、補充する砂。

県によるプロポーザル方式に採択された四国水道工業株式会社は、従来から水道施設の施工を行ってきた実績を有する（水処理装置自体は製作していなかった）。浄水処理装置と表流水取水柵を新規に開発できたのは、既存の浄水処理装置がもつ技術的な課題を認識できていたこと、および県が本事業を推進したことによるところが大きい。

（3）本山町

概況と現況^{11, 12)}

平成 28 年度までは 6 か所の簡易水道で構成していたが、平成 29 年度からは、各簡易水道は名称統合して本山町簡易水道となった。現在給水人口：2,882 人、普及率：85.39%、1 か月 20m³あたり家庭料金：2,680 円、給水原価：204.9 円、料金回収率：80.04%。

6 か所の浄水処理方式はすべて緩速ろ過（上向流式 2 か所を含む）。

生活用水確保支援事業整備計画のもと、町内 24 地区のうち、未普及地区が存在する 7 地区の区長を通じて整備要望の調査を行った（令和 3 年）。前回の 5 か年計画策定時の調査以外にも要望が上ってきており、整備が必要な地区は 12。そのなかで老朽化対応、緊急性を勘案し、5 地区について、

浄水処理装置
配水池
塩素注入設備



写真 18 配水池と塩素注入設備



写真 19 表流水取水柵
（左手に導水管が見える）

整備に向け検討し実施することとした。訪問した瓜生野地区は、この5地区のうちのひとつ。

瓜生野地区

給水戸数 24～25 戸、給水人口 40～50 人。

水源地では、集水管（ヒューム管）が埋設されている。閉塞することはないものの、清掃を通常年 2 回行うこととしている。石を移動させ、埋設されている管を清掃する。導水管は数本あり。

取水桝へは、導水管 5 本から導水されている。桝の上面に網がかぶせてあり、網に対して散水されている。うち 1 本は、別途湧水を導水しているもの。桝からの流出管（導水管）は 1 本。浄水処理施設が設置されている場所までの距離は約 1 km。取水桝も、同様に年 2 回清掃を実施。

浄水処理施設は、第 1 タンクと第 2 タンクの 2 槽からなる。設置から約 60 年が経過。第 1 タンクは着水井であり、第 2 タンクはろ過槽。緩速ろ過であるが、砂のメンテナンスが負担であることから、約 30 年前に砂を撤去してしまった。第 2 タンク内にはかなり大きめ（数 cm 程度以上とみられる）の碎石が敷き詰められているのみ。その層厚は 40～50 cm あるという（写真 20）。清掃は、毎月および大雨後に実施。導水した原水を用いて、上部から碎石に対して散水して洗浄するという方法。処理水は、処理槽直下の配水池へ流入。



写真 20 ろ過砂が撤去されたろ過槽

木造の小屋内に塩素注入設備が備えられている。しかし、約 30 年前から注入していない。電源も来ていない。

塩素消毒も行われていないことから、実質的に浄水処理が機能していない。碎石の上にもろ過マットを敷く方法はあるとみられる。

料金は 300 円/月の定額。メンテナンスのレベルや供給水質は、輪番制の担当者によって変動する。小屋内に、管理記録ノートが備えられている。水質検査は行っていない。少なくとも 30 年前以降は行ったことがない。流入水（原水）濁度：0.13 度（3 回測定平均値、測定日 2022 年 5 月 17 日）。

複数水源をもっており、別にもうひとつの水源がある。これによって、土砂災害、地滑りなど緊急時の対応が可能となっている。

配水管の径 50 mm。途中、消火栓が設置されていた。管路図などは作成されていない。

本地区に対しては整備計画がある。取水施設、導水管、浄水処理施設、配水管などをすべて全面更新するもの。令和 4 年度に設計業務を行い、令和 5 年度に施工する。総事業費は 9,500 万円。設計業務に必要な 1,000 万円を含む。1 戸当たりの負担額は 15 万円までとされているが、これは簡易水道加入負担金と同額としたもの。県による補助割合は 1/2 だが、上限額は 3,000 万円。町の補助割合は 1/2。このように、高知県と本山町による補助事業であるが、塩素消毒を要件とはしていない。

整備される施設・装置は、その後地元住民によって維持管理されることになる。そのため、当該水供給システムは長期間にわたって持続可能なものである必要があるだろう。

（参考）本山町内旅館給水栓水：濁度 0.00 度、残留塩素 0.07 mg/L（2 回測定平均値、測定日 2022 年 5 月 16 日）。

（参考）高知市内ホテル給水栓水：濁度 0.01 度、残留塩素 0.32 mg/L（2 回測定平均値、測定日 2022 年 5 月 17 日）。

8. 福島県県南保健所におけるヒアリング^{13,14,15,16}

（１）福島県水道の概要

福島県における水道事業の広域化推進は、食品生活衛生課と市町村財政課が担当している。【注釈 1：県では地域の実情を加味した福島県広域化推進プラン策定に向けて検討を進めている。市はある程度独自に対応しているが、町・村は人材が少ないため技術的内容を事業体の中で解決するのが困難である。】ただし、郡山市ですら、他の市町村に対して技術支援を行うのは難しいのが実状。一部の市は独自に対応しているが、町・村は、技術的内容を保健所に相談または支援を求めてくる。

普及率が低水準である市町村も存在する。例えば、70%以下であるのは以下の 4 市町村（東日本大震災の影響を受けた相双地方を除く）。田村市 57.0%、平田村 50.9%、小野町 49.5%、鮫川町 53.4%（令和 2 年度末時点）。これまでに整備が進まなかった地域が残されているので、今後も整備を進めるのは難しい。保健所では公営水道の普及を進めてきたが、今以上の水道普及率の向上を進めることは困難になっている。【注釈 2：川内村では公営水道が整備されておらず、自己水源を利用している。】

（２）小規模水供給システムの実状

水の量・質ともに良好である地域に人が住み着いてきた歴史がある。このため、水源条件が悪い地域はない。

未普及地域は、以前は公営水道に接続し、これを解消することを目指していた。しかし、10 年くらい前から、国として、公営企業としての経営原則が要請されるように変容してきた。このため、事業経営にとっての条件不利地域には必ずしも対応する必要はないと考えられるようになった。

県条例により、（計画給水人口ではなく）利用人口が 50 人を超えるものを「給水施設」と定義し、管理や水質検査等を義務付けている。利用人口 50 人以下で、市町村営のものは「飲料水供給施設」とよんでいる。由井ヶ原水路会は、以前は計画給水人口が 100 人超だったので「専用水道」だったが、人口減のため給水施設となった例である。

保健所は、認可および整備に当たっての（コンサルタント業務を含む）助言・指導を行ってきた。但し、設置・整備のための保健所としての予算があるわけではない。県南保健所が対応している専用水道は約 20 か所（専用水道は福島県全体で約 160 か所あり）。

一方、市町村営ではない地元施設は飲用井戸の扱いであり、保健所は福島県飲用井戸等衛生対策要領に基づき、相談があったものについて管理方法や水質検査の助言等を行っている。市町村は実態を積極的には把握していない。

9. 西郷村役場におけるヒアリング^{17,18,19,20)}

（１）現況

・概要

この地方の 6 市町村を受水事業体とする白河地方水道用水供給事業がある。水源は堀川ダム^{ほっかわ}であり、芝原浄水場を有する。西郷村における一日最大給水量 8,140 m³/日（令和 3 年度実績）のうち、同用水供給事業からの受水量は 1,600 m³/日で、19.7%を占める。残り 6,540 m³/日は自己水源である。自己水源は地下水（7 井）と湧水（4 井）であり、消毒のみで配水しており、浄水施設は保有していない。

・普及率

普及率（現在給水人口/行政区域内人口）は 96.73%（令和 3 年度）。これには専用水道、給水施

設、飲料水供給施設を含まない。なお、西郷村内に専用水道は 11 箇所あり、飲料水供給施設は 3 箇所ある。

・職員の状況

上水道施設係一下水道施設係一業務係の 3 つの係があり、課長以下 8 名の職員で執務を行っている。村全体の水道技術管理者資格保持者は 6 名いる。

（２）広域化や周辺水道事業者との連携等

福島県における広域化は、食品生活衛生課と市町村財務課が担当している。県に対して、「広域推進プラン個別案の検証要望について」（2022.6.16）は近隣市町村である白河市と広域化・共同化に対し、何が可能かの協議、検証を行ったところである。将来、単独での経営が困難になることも予想しており、経営統合も含めた検討が必要とあると認めていることが背景にある。項目は、経営統合、施設の共同化、共同委託からなる。経営統合には、白河広域圏と受水水道事業との垂直統合と、白河市と西郷村との水平統合の可能性が含まれる。これは、白河市からの呼びかけによるもの。現在のところ、白河市の事業内容や経営実態が不明という状況であり、情報交換の場が必要と考えている。

（３）未普及地域への施策について

給水区域内にあって、上水道が整備されていない戸数は現在約 345 戸あるが、上水道整備を進める方針はない。これに対して、「西郷村家庭用飲用井戸等給水施設整備事業補助金交付要綱」を定め、補助対象経費の 1/2 以内の額で 100 万円を限度として補助を行っている。井戸の新設もちろん含まれるが、各戸はすでに井戸を所有しているので、更新時や故障の修繕時に要望が寄せられる。井戸の新設時には水質検査費用も補助の対象。この場合必要とされる検査項目は 15 項目。年間 1～2 件程度に補助している程度。複数戸で 1 井戸という例もある。なお、塩素消毒は行われていない。

給水区域外の地域を担当するのは環境保全課である。井戸設置に関する補助内容は上記と同一。

（４）将来見通し

人口は現在も緩やかに微増しているが、今後は横ばいもしくは微減が予測されている。配水管については、経年化管理路（法定耐用年数の 1.0~1.5 倍）が 0.6%、老朽化管理路（法定耐用年数の 1.5 倍超）が 0.0%とほぼ健全管路である。給水原価の上昇傾向があるわけでもない。したがって、当面は料金値上げは予定されていない。

ただ、料金値上げは、いずれ管路更新が本格化する時期を考慮し、事前に検討しておく必要はあると考えている。

（５）要望等

維持管理に対する補助、および補助率のアップを要望したい。

（参考）西郷村内旅館（新甲子温泉地区^{かし}専用水道に属する）給水栓水

濁度 0.06 度、残留塩素 0.03 mg/L、硬度 75 mg/L（測定日 2022 年 8 月 9 日）

10. 由井ヶ原水路会、報徳水路会への訪問調査

（１）由井ヶ原水路会

・専用水道としての設置経緯

戦前は人はほとんど住んでいなかった。昭和 21 年、食料増産を目的として、由井ヶ原の大地への開拓が始まった。以前は沢水（湧水割合高い）を砂ろ過した水を使用していた。竹樋で水輸送。配水

池は昭和 36 年に設置。やがて湧水を利用することに変更し、専用水道になっていった。

・新設水源（深井戸）の設置経緯

既設水源である湧水点（未視察）及び導水管埋設箇所は、年に 1 回草刈を行う必要がある。漏水箇所を見つけやすくするため、埋設位置が草で覆われてしまわないようにする作業。新設水源（深井戸）地点（写真 21）からは、車で 1 時間かけて途中まで行き、そこからさらに徒歩で 1 時間を要する。途中、崖もあり、高齢者はアクセスできない。



写真 21 新設水源である深井戸

平成 24 年 6 月、台風 4 号が襲来。岩が落下し、導水管ごと流されるという破断事故が発生。3 日間の断水が発生。水道工事店と住民自らが復旧に当たった。

保健所は、新設水源として深井戸の設置を指導。給水区域外であるため、（現）環境保全課による補助を得て整備された。本件は、全額が役場補助となり、地元負担はなかった。平成 27 年 1 月に給水開始。

・利用状況

専用水道の時は計画給水人口 168 人。現在利用人口 32 戸、60 人弱。専用水道であったが、居住人口が 100 人未満となり専用水道に該当しないことから給水施設として確認を受けた。

一般家庭の他、酪農家が 3 軒ある。牛の飲水量は 40 L／頭・日であり、主としてこのために衛生的な水道水を供給することが重要である。3 軒のうち 2 軒は個人井戸も所有している。

日常的には既設水源である湧水を使用している。地元としては、メンテナンスが可能である限り湧水の使用を継続したいという意志がある。これに対して、今冬には、雪と樹木がともに移動することによって導水管が破断するという事故が発生。復旧までに約 1 か月を要した。

井戸をフル稼働させると 4~5 万円／月の電気代が必要になる。井戸は、1 日 3 回、各 15 分ポンプ作動させて揚水しているのみであり、限定的な利用形態である。これに対して保健所は、1 日 1 回で十分であると助言。



写真 22 水ポンプ作動時の配水池からのオーバーフロー

揚水ポンプ作動時の配水池からのオーバーフロー水（写真 22）：濁度 0.52 度、残留塩素 0.24 mg／L，硬度 15 mg／L。

・料金

50 m³／月まで基本料金 1500 円／月。超過分は 40 円／m³。通常、基本料金内におさまる。

・水質検査等

専用水道の場合、法が求める検査項目と頻度が必要になる。給水施設に変更したことで、年間、9 項目検査と 21 項目検査を各 1 回行えばよいこととなった。塩素購入費用、検便などにかかる費用と併せて 5 万 9 千円／年と低コストとなり好都合となった。

配水池の清掃・管理と併せて株式会社那須環境技術センターに委託している。

・住民意識

住民は、深井戸は災害用に整備してもらったという認識がある。バックアップ水源を保有することができ安心感が得られた意義が大きい。要望等は特にない。

（２） 報徳水路会

・ 設置経緯

旧水源を使用していたときは、夏季の使用水量が多い時には断水が発生することもあった。この水源は、堀川ダム建設にともなって水没することが明らかとなった。村の上水道に加入することになるかを問い合わせたが、役場からは、給水予定区域ではないとの回答があった。

県の堀川ダム建設事務所は井戸の設置を提案した。安価で安定しているためと思われる。これに対して、猟師も務める地元住民のひとりが現在の湧水地を見出し、提案した。この湧水の取水施設は堀川ダム建設の補償工事として整備された（平成 6 年）。

配水管の敷設などは住民自らが施工した。必要経費 3 千万円。これを業者に発注すると 5 倍の 1.5 億円かかるとされる。

・ 取水施設（写真 23）の構造

取水地点までは途中、溪流を横切る必要があるなど、悪路をたどって行き着かなければならない。

山腹に集水管を 10 本程度挿入。集められた湧水を取水柵で受けている（写真 24）。配水池まで自然流下で導水。途中、減圧槽が 2 か所あり。

保健所は、溪流中に集水管を横たえただけのタイプの取水施設は不可であるとして、整備を推奨してきた。福島県における湧水の取水施設はこのタイプである。

取水施設からのオーバーフロー水：濁度 0.27 度、硬度 20 mg/L。

・ 利用状況

専用水道であるが、配水は自然流下によることから技術管理者は不要。利用者は現在、82 戸、約 120 人。

配水池地点で塩素を注入。電源は塩素注入のためだけに使用。電気代 57000 円/年。配水池からの配水も自然流下。

塩素剤は 6 カ月ごとに入荷。1 カ月に 1 回継ぎ足し、使い切るようにしているので古い塩素剤の在庫が発生することはない。塩素注入率は 24 時間変化しない。したがって、朝の残留塩素濃度は高く、昼間の濃度は低くなる。夏季に水使用量が増える時には注入率を高めるなど、きめ細かい注入制御が行われている。

・ 料金

30m³/月まで基本料金 1500 円/月。超過分は 30 円/m³。通常、基本料金内におさまる。住民は正会員であるが、別荘所有者、事業者などは準会員であり料金は割高となっている。一般家庭の他、川谷小学校、川谷中学校がある。それぞれ 18000 円/月を請求しており、432,000 円/年の収入となる。地元では、これは役場からの補助を得られているものともみなされている。水路会としての年間予算は 253 万円。

・ 水質検査等

法が求める検査項目、頻度で行う必要があり、年間 74 万円を要する。ただし、これには塩素購入



写真 23 取水施設



写真 24 取水柵内部
壁面に集水管からの流入口が見える。下部に見えるのは排泥管。

費用なども含まれる。基本料金 1500 円／月の範囲内でまかなわれているものの、高額な地元負担になっている。

個人宅給水栓水：濁度 0.04 度、残留塩素 0.11 mg／L。

・管理運営状況

水路会としての組織体があり、総会、役員会を開催するなどしっかりした運営がなされている。会長、管理部長、会計、書記、監事、班長といった役職があり、役員手当として 42 万円が支出されている。工事費 58 万円。これには後継者育成のための支出を含む。たとえば、水源地の清掃に当たった場合には 1 万円／日など。事業計画、収支決算書、水質検査日程表などの写真有。

・要望等

役場管理を求めたいなどの要望があるわけではない。

11. 島根県雲南市におけるヒアリングと訪問調査

雲南市は、平成 29 年度に「雲南市水道事業」として統合した。その内訳は、2 上水道事業＋16 簡易水道事業＋8 飲料水供給施設である。現在の水道普及率は 95.3%。

水道料金は、平成 19 年度から、上水道事業・簡易水道事業間で統一済みである。令和 5 年度に料金改定を予定している。ランニングコスト（給水原価とは異なる）には 20 円/m³～1,800 円/m³の格差が存在する。

訪問した旧飲料水供給施設を表 1 に示す。これらは同市内の旧飲料水供給施設としてはもっとも小さい 3 か所である。

竹之尾旧飲料水供給施設の様子を写真 25、26 に示す。配水されているのは、2022 年 10 月現在 1 戸だけとなっている。しかしながら、上水道事業における 1 配水区域であることから、当然、通常の水質検査が要求される。すなわち、毎月＋年 4 回＋年 1 回検査が行われており、年間合計 40 万円を要する（島根県環境保健公社による検査費用）。このほか、委託業者によって毎日検査が行われている。この結果、本施設のランニングコストは 1,800 円/m³に達しているという。

表 1 訪問した旧飲料水供給施設

事業名称	給水戸数	配水量 (m ³ /日)	水源	浄水処理
できやま 出来山第1(旧) 飲料水供給施設	3	2～3	深層地下水	塩素殺菌
出来山第2(旧) 飲料水供給施設	7	5～6	河川水	緩速ろ過
たけのお 竹之尾(旧)飲料 水供給施設	1	1未満	深層地下水	塩素殺菌

深井戸



写真 25 竹之尾旧飲料水供給施設
深井戸



写真 26 竹之尾旧飲料水供給施設
配水方向

D. 考察

1. 塩素酸濃度増大の可能性について

宇津簡易水道組合では、1 カ月に 1 回程度の頻度で塩素貯留槽への塩素の継ぎ足しが行われていた。この問題点は、古い塩素が貯留槽内に長く滞留してしまう可能性があることである。また、手持ちの塩素剤がどの程度新しいのか古いのかも不明である。このため、塩素酸イオン (ClO_3^-) 濃度が増大する可能性を否定できない。

これまでに、奈良県十津川村田戸地区の飲料水供給施設の塩素注入設備を視察した。普段は塩素注入を行っておらず、1 カ月に 1 度、試料水を水質試験センターへ送付するときだけ塩素を注入しているという²¹⁾。このような運用の場合、塩素が注入装置内に長く滞留してしまっている可能性がある。ただし、塩素酸濃度が高い水道水が配水されている可能性があるものの、それは 1 カ月に 1 日だけであるともいえる。

実際、委託業者が貯留槽へ塩素を継ぎ足す作業を行っている旧簡易水道地域において、塩素酸濃度が基準値(0.6 mg/L)を超過した事例が報告されている。その他、塩素剤の管理状況と塩素酸濃度の実態調査結果も報告されている²²⁾。

わが国における塩素酸イオンの検出実態を表 2 に示す²³⁾。まず、2016 年度から 2017 年度にかけて調査地点数

表 2 わが国における塩素酸イオンの検出実態

	2015年度			2016年度			2017年度			2018年度		
	調査 地点数	超過 地点数	超過 割合	調査 地点数	超過 地点数	超過 割合	調査 地点数	超過 地点数	超過 割合	調査 地点数	超過 地点数	超過 割合
対 基準値	6,174	5	0.1%	6,627	2	0.0%	8,354	8	0.1%	8,653	6	0.1%
対50% 値	6,174	194	2.9%	6,627	194	2.9%	8,354	307	3.7%	8,653	319	3.7%
対10% 値	6,174	2,954	50.0 %	6,627	3,314	50.0%	8,354	4,326	51.8%	8,653	4,630	53.5%

調査地点数も 参考文献 23 より抜粋

増えたためである。「対 50%値」超過地点数をみてみよう。調査地点数が 6,627 から 8,354 に 1,727 地点増えているのに対して、対 50%値を超過した地点数は 194 から 307 へと 113 地点も増えていることがわかる。その割合は、 $113/1,727=6.5\%$ に達している。すなわち、旧簡易水道のような小規模施設において高濃度が出現しやすい傾向があるとみることができる。

わが国における塩素酸イオン (ClO_3^-) の基準値は 0.6 mg/L である。これに対して、WHO は、2016 年、毒性評価を変更した。すなわち、TDI (耐容 1 日摂取量) を従来の $30 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{day})$ から $11 \mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{day})$ へ修正したのである。これをわが国の評価値算定式にあてはめると、評価値の試算値として 0.2 mg/L が得られる。0.6 mg/L は、0.2 mg/L の方が望ましい可能性があるということを意味する。

地元管理されている施設の場合、上記のような塩素の継ぎ足し作業は広く行われている。そのような施設での水質検査は、飲用井戸等衛生対策要領に示される基本項目 11 項目だけという場合も数多いが、これに加えて塩素酸を検査項目に加えることが望ましいといえる。基本項目 11 項目の検査費用は 7,000 円程度～11,000 円程度 (残留塩素検査を含む場合あり) であるが、塩素酸の検査費用は 6,000 円程度である。

2. 小規模水道における現実的な水質管理へ向けた枠組み

地元管理されているような小規模水道における現実的な水質検査のあり方を考えるための枠組みを図2に示す。

まず、原水を地下水と表流水に大別している。これに対して、浄化処理が行われている場合と行われていない場合がある。浄水処理装置といいつつ、ほぼ処理機能がないケースもみられる。ついで消毒であるが、本来消毒は浄水処理の一部であるが、この図では分けて描いている点が重要である。塩素消毒が行われている場合もちろんあるが、行われていない場合も数多い。著者は、これまでに、この図の実線で示される組み合わせのすべてに出くわしてきた。このうち、もっとも懸念されるのは、「表流水ー浄水処理なしー消毒なし」のケースである。紫外線消毒はクリプトスポリジウム対策として導入が認められている。これに加えて、たとえば、塩素消毒が忌避される場合に、微生物的安全性を現実的に確保する方法として有用であると考えられる。

このような組み合わせの中であって、原水および浄水の水質試験における検査項目と検査頻度を整理することが望まれる。それぞれの施設の実態に応じて、検査項目を選択するとともに、検査頻度を設定していけばよいものとする。ただし、検査項目数を減らす方向ばかりではなく、微生物に関する項目はむしろ拡充し、定量的微生物リスク管理（Quantitative Microbial Risk Assessment; QMRA）手法をコンセプトとするのが望ましい。その具体的方法は別に論じる²⁴⁾。

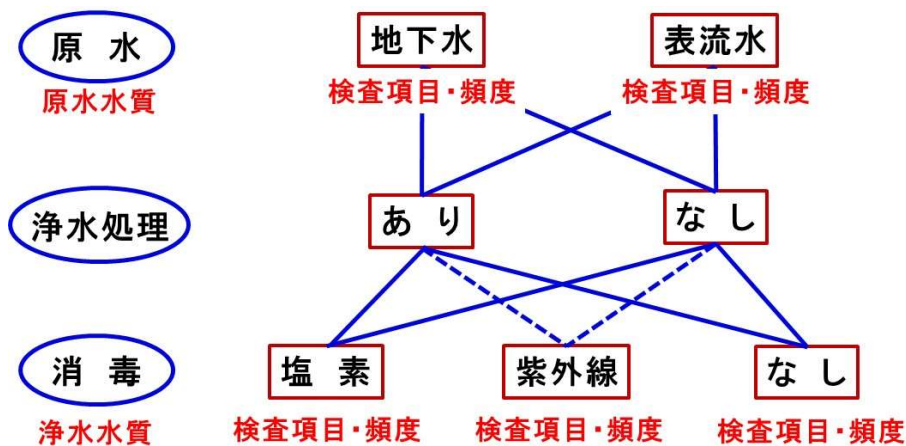


図2 小規模水道における現実的な水質管理への枠組み

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

（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。

4. 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。

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²⁵⁾。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²⁶⁾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もしえる。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²¹⁾。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。

5. 社会ニーズにマッチした新技術を創出することに成功した事例

(1) 新技術の創出と高知県の役割について

「高知県版生活用水モデル開発事業」のもと、プロポーザル方式によって県内企業に対して施設・装置の製作が委託された。県は、中山間地域におけるニーズを把握し、それに対応可能な施設・装置の姿を示し、開発されるべき技術を具体的に提示した。

これによって、企業としては、求められた施設・装置を開発すれば、少なくとも県内各所に納品できビジネスが展開できるという見通しを得ることができ、新規開発に着手することができている。実際、受託した企業は、このような県による事業がなければ、施設・装置を新規開発することはなかったと語っている。もちろん、県内の事情には精通しているので、社会的ニーズがあることは認識されていたものの、ビジネス化の見通しがないため新技術を開発しようとはされなかったのである。

このように、高知県が推進した事業は、社会ニーズにマッチした新技術を創出することに成功しているとみることができる。高知県が果たした役割はきわめて大きいといえる。

本装置は、極小規模、メンテナンスが容易、低コストといった、各地の小規模集落のニーズ²⁷⁾に対応できる新技術である。現在までのところ高知県内のみに納入されているようであるが、国内で広く普及していくのが望ましいといつてよい。

(2) 水供給システムの整備と塩素消毒について

上記水供給システムの整備にかかる費用は、もちろん、高知県と町役場が補助している。そして、水供給システム整備の中心になるのは、いうまでもなく浄水処理装置の新設である。しかるに、このとき、塩素消毒の実施が要件とされていないことには注目される。従来から塩素消毒を行っていない地域も多いが、補助事業であるにもかかわらず、塩素消毒装置の設置を強制していないのである。

(3) “最終消毒装置”としての極小規模浄水処理装置の性能について

上記のように、引き続き塩素消毒を行う予定がないことから、たとえば前出の2槽式緩速ろ過装置は、“最終消毒装置”とみなすこともできる。

欧州では、浄水処理の最終プロセスが緩速ろ過であることがしばしばある。そして、オランダでは、塩素消毒が行われていないことから、この緩速ろ過処理は最終消毒処理プロセスであるとみなされている²⁸⁾。このため緩速ろ過処理による微生物の除去・不活化能が丹念に調査研究されてきている。たとえば、Schijven ら²⁹⁾は、緩速ろ過池におけるウイルスの除去性を5年間にわたって定量し、除去能の中央値が0.92 log₁₀であり、その変動はベータ分布で表されることを示している。わが国でこのような研究を行った事例は皆無であろう。

新規に開発された2槽式緩速ろ過装置も、懸濁物質の除去だけではなく最終消毒装置としての役割も有することから、その微生物に対する除去性能を定量的に表示することが望ましいといえる。

この観点からすると、ろ過マット使用についても評価の対象になりうる。つまり、微生物除去のためには、いうまでもなくろ過層が成熟している方が有利である。ろ過マットを使用した場合、ろ過層の成熟を遅らせてしまうが、一方、ろ過マットだけを洗浄しつつ、成熟したろ過層を長期間使用することもできるだろう。ろ過マットを使用することによるメンテナンスの容易さと、ろ過層の性能発現とのバランスという課題を見出すことができる。

6. 保健所の役割と水質検査上の課題

(1) 福島県県南保健所が果たした役割

福島県県南保健所は、歴史的に専用水道や給水施設における衛生的な施設整備を推奨してきており、実際に整備が進んできた。この結果、たとえば、「表流水―浄水処理施設なし―消毒なし」といった水供給施設は福島県内には存在しないという。保健所としても、このような小規模水供給システムの整備に貢献してきたという自負がある。設置・整備のための予算枠をもっているわけではないが、同保健所が果たしてきた役割はきわめて大きいとみることができる。

(2) 専用水道の管理運営について

福島県西郷村において、特に、報徳水路会の管理運営がしっかりしている点は特筆される。これは同会会長の力量によるところも大きいとみられるが、集落規模がある程度の大きさ（給水区域内人口 516 人、現在利用人口約 120 人）であることが組織体の形成を可能にしているといえよう。後継者育成のために必要な支出も行われている。また、配水管敷設等の工事の一部が住民によって実施可能である点も有利である。これらは、北海道においてみられる地域自律型水供給システムが持続可能な形で成立している事例²⁶⁾と共通点が多い。

(3) 地元管理されている水供給システムにおける飲用水の安全保証について

専用水道においては、水質検査を、法が求める検査項目、頻度で行う必要がある。報徳水路会ではこれに年間 74 万円を要している。現在のところは、基本料金 1500 円／月の収入の範囲内でまかなわれているものの、高額な地元負担になっているといえる。一方、給水施設に格下げした由井ヶ原水路会ではこの水質検査費用を大幅に削減できている。実際、他県では、高額な水質検査費用の削減を主たる理由として、民営の簡易水道を飲料水供給施設に格下げした事例も存在する³⁰⁾。専用水道に対する法的要件とされている事項であるにもかかわらず、地元住民の全額負担になっている点には課題が残されているともいえる。水質検査とはいうまでもなく飲用水としての安全保証が目的であることから、公的補助のしくみがあってもよいのではないか。

7. 小規模水供給システムにおける現実的な水質管理へ向けて

島根県雲南市の旧飲料水供給施設を対象に行われている水質検査の頻度および検査項目は明らかに過剰で不必要である。その真の必要性を精査すれば、検査費用を何分の 1 かにするのは簡単とみられる。このような施設は雲南市内にいくつも存在し、市で統一されている水道料金の給水原価を押し上げている。

現状を改善するための最初のアプローチは、現行の「水質検査の頻度減・省略の判断フロー」に従って、どこまで可能かを精査することである。これを実行するだけで検査頻度を大幅に減らすとともに、検査項目の削減も可能である。全国の事業・施設の多くで、本来可能であるはずの水質検査の頻度減・省略が実施されていない。まずは現行で可能な内容を精査するのが望まれる。

さらに、今後の方向性としては、水質検査・管理に係る要件について、運用面での柔軟性を現行よりもさらに付与することが考えられる。そして「水質検査計画」策定時に、その内容をオーソライズする仕組みを導入するのである。これによって提案できる例を以下にリストアップする。

- ・毎日検査→1 週間に 1 回で十分
- ・地質に由来する物質：3 年に 1 度→5 年に 1 度で十分
- ・消毒副生成物：ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸のみで十分
- ・混合検体を可能とする（米国に例あり³¹⁾）

なお、国は上記のような具体的内容を示す必要はなく、「飲料水としての安全性を保証でき、かつ、その内容をオーソライズできるなら、柔軟に運用してよい」と言うだけで良いだろう。この措置によって、各地で続く水道料金の上昇傾向を緩和することができる。

E. まとめ

(1) 地元管理水道と塩素酸

広島市安佐北区、および広島県山県郡安芸太田町において地元管理されている簡易水道組合への訪問調査を行った。地元管理されている施設の場合、塩素貯留槽への塩素の継ぎ足し作業が広く行われていることから、そのような施設での水質検査は、基本項目に加えて塩素酸を検査項目に加えることが望ましいことを指摘した。

(2) 小規模水供給施設における現実的な水質管理へ向けた枠組み

地元管理されているような小規模水供給施設について、原水の種類、浄水処理の有無、消毒の有無によって分類したうえで、現実的な水質検査のあり方を考えるための枠組みを示した。

(3) 社会ニーズにマッチした新技術創出の成功事例

高知県が推進した「高知県版生活用水モデル開発事業」は、社会ニーズにマッチした新技術を創出することに成功しているとみることができ、県が果たした役割はきわめて大きい。特に、2槽式緩速ろ過装置は、極小規模、メンテナンスが容易、低コストといった、各地の小規模集落のニーズに対応できる新技術であることから、国内で広く普及していくのが望ましいと指摘した。

一方、塩素消毒が要件となっていないことから、本装置は“最終消毒装置”とみなすこともできる。したがって、懸濁物質の除去だけではなく、その微生物に対する除去性能を定量的に表示できることが望ましいことを指摘した。

(4) 専用水道の管理運営と飲用水の安全保証

福島県西郷村において、特に、報徳水路会の管理運営がしっかりしている点は特筆される。これは、集落規模がある程度の大きさであることが組織体の形成を可能にしているとみられる。これらは、北海道においてみられる地域自律型水供給システムが持続可能な形で成立している事例と共通点が多い。

専用水道である報徳水路会では、水質検査のために年間74万円を要しており、高額な地元負担になっている。一方、給水施設に格下げした由井ヶ原水路会ではこの水質検査費用を大幅に削減できている。実際、他県では、高額な水質検査費用の削減を主たる理由として、民営の簡易水道を飲料水供給施設に格下げした事例も存在する。専用水道に対する法的要件であるにもかかわらず、地元住民の全額負担になっている点には課題が残されている。水質検査とはいうまでもなく飲用水としての安全保証が目的であることから、公的補助のしくみがあってもよいのではないか。

(5) 小規模水供給システムにおける現実的な水質管理へ向けて

島根県雲南市の旧飲料水供給施設を対象に行われている水質検査の内容は、明らかに過剰であり不必要である。このような施設は雲南市だけではなく全国各地に数多く存在し、各地の給水原価を押し上げている。

改善のための最初のアプローチは、現行の「水質検査の頻度減・省略の判断フロー」に従って、どこまで可能かを精査することである。これを実行するだけで検査費用を大幅に削減できる。さらに、今後の方向性としては、水質検査・管理に係る要件について、運用面での柔軟性を現行よりもさらに

付与することが考えられる。そして「水質検査計画」策定時に、その内容をオーソライズする仕組みを導入するのである。この際に提案できる内容を例示した。この場合、国は具体的内容を示す必要はなく、「飲料水としての安全性を保証でき、かつ、その内容をオーソライズできるなら、柔軟に運用してよい」と言うだけで良いだろう。この措置によって、各地で続く水道料金の上昇傾向を緩和することができる。

F. 研究発表

1. 論文

伊藤禎彦, 中山信希: 情報提供による水道料金評価の改善効果に関する分析, 水道協会雑誌, Vol.91, No.10, pp.2-15, 2022.

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

S. Itoh, S. Fukuoka, J. Kishimoto, T. Nakanishi: Controlling the Quality inside Distribution Pipes of Small Water Supply Facility, IWA World Water Congress and Exhibition, 11-15 September 2022, Copenhagen, Denmark.

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, pp.100-101, 2022.2.

畠田泰彦, 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, pp.132-133, 2022.2.

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, pp.26-27, 2022.2.

久保章, 市川学, 清塚雅彦, 伊藤禎彦: 水道が抱える課題と解決技術に関するアンケート調査結果と考察, 環境衛生工学研究, Vol.36, No.3, pp.33-34, 2022.7

松本幸太郎, 伊藤禎彦: ミャンマー・バゴー地域における将来の人口減少を見据えた水供給計画の立案, 環境衛生工学研究, Vol.36, No.3, pp.38-40, 2022.7

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(II), 令和4年度全国会議(水道研究発表会)講演会, pp.84-85, 2022.10.

久保章, 山西陽介, 田中広樹, 山村寛, 大滝雅寛, 伊藤雅喜, 伊藤禎彦, 清塚雅彦: 水道の基盤強化に資する浄水システムの更新・再構築に関する研究-A-MODELS プロジェクト-, 令和4年度全国会議(水道研究発表会)講演会, pp.288-289, 2022.10.

伊藤禎彦, 曾潔, 中西智宏: 小規模水道供給システムの実態と微生物学的安全確保法, 2022年度第35回日本リスク学会年次大会講演論文集, p.90, 2022.11.

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

畠田泰彦, 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

木村昌弘, 伊藤禎彦; 人口減少を踏まえた小規模水道のあり方についての一考察, 環境衛生工学研究, Vol.34, No.3, pp.64-66, 2020.7.

中山信希, 伊藤禎彦, 堀さやか; 情報提供による水道料金評価の改善効果に関する分析, 環境衛生工学研究, Vol.34, No.3, pp.67-69, 2020.7.

中山信希, 伊藤禎彦, 堀さやか; 水道料金に対する評価を改善するための提供情報, 令和 2 年度全国会議(水道研究発表会) 講演集, pp.48-49, 2020.11.

齋藤真太郎, 須田康司, 惣名史一, 伊藤禎彦, 伊藤雅喜, 清塚雅彦; スマートな浄水システム/技術レベルの維持・向上を目指して—A-Dreams プロジェクトの取組から—, 令和 2 年度全国会議(水道研究発表会) 講演集, pp.214-215, 2020.11.

3. 著書

伊藤禎彦: 公益財団法人水道技術研究センター, 多様な社会・技術に適応した浄水システムに関する研究(A-Dreams), 将来を見据えたスマートな浄水システムの構築〜要素技術・システムによる課題解決事例集〜, 197p., 2022.3

4. 総説・解説

伊藤禎彦: 脱炭素と上水道, 環境衛生工学研究, Vol.36, No.3, pp.9-13, 2022.7

伊藤禎彦, 中西智宏, 曾潔: 小規模な水供給でどう安全な水を確保するか, 特集: 人口減少社会における持続可能な水供給システムとまちづくり, 保健医療科学, Vol.71, No. 3, pp.225-233, 2022.8

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

伊藤禎彦; 小規模水道をめぐって, 水団連, 第 146 号(新年号), p.5, 2021.1.

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.

5. 講演

伊藤禎彦: 小規模水供給施設の実態と微生物的安全確保, シンポジウム「小規模水供給システム研究の進展」, 東京大学 HASEKO-KUMA HALL, 2023.2.22.

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

伊藤禎彦: 多様な社会・技術に適応した浄水システムに関する研究(A-Dreams) 第 1 研究委員会 将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究最終報告会, 飯田橋レインボービル、東京、2022.3.9.

伊藤禎彦: 第 1 研究委員会 将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究, 多様な社会・技術に適応した浄水システムに関する研究(A-Dream) 成果報告会, (公財) 水道技術研究センター主催, える大阪 6F 大会議室(大阪市), 2022.5.27

伊藤禎彦: 第 1 研究委員会 将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究, 多様な社会・技

術に適応した浄水システムに関する研究 (A-Dream) 成果報告会, (公財) 水道技術研究センター主催, JMR アステールプラザ (広島市), 2022.6.2

伊藤禎彦: 第 1 研究委員会 将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究, 多様な社会・技術に適応した浄水システムに関する研究 (A-Dream) 成果報告会, (公財) 水道技術研究センター主催, ウィンク愛知 (名古屋市), 2022.6.24

伊藤禎彦: 脱炭素化と上水道, 企画セッション「脱炭素化と都市代謝系社会インフラ」, 京都大学環境衛生工学研究会第 44 回シンポジウム, 京都大学時計台記念館, 2022.7.29

伊藤禎彦: 第 1 研究委員会 将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究, 多様な社会・技術に適応した浄水システムに関する研究 (A-Dream) 成果報告会, (公財) 水道技術研究センター主催, さいたま市民文化センター (さいたま市), 2022.9.29

伊藤禎彦: 地元管理されている小規模水道の実態と課題, 島根大学生物資源科学部, 2022.10.25

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, 令和 4 年度市町村等水道担当者連絡会 (第 21 回), 公益財団法人島根県環境保健公社主催, ホテル白鳥, 2022.10.26

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技術, ダクタイト鉄管協会セミナー, キャンパスプラザ京都, 2022.11.15

伊藤禎彦: 浄水施設の更新・再構築, 第 34 回水道技術セミナー, (公財) 水道技術研究センター主催, 京都市勧業館みやこめっせ特別展示場, 2022.12.1

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, ダクタイト鉄管協会セミナー, 一般社団法人日本ダクタイト鉄管協会主催, 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, 堀さやか; 住民との連携に関する検討, 小規模水供給システム研究会, 国立保健医療科学院生活環境研究部, 東京大学大学院工学系研究科附属水環境工学研究センター主催, Zoom 開催, 2020.6.24.

伊藤禎彦; 小規模化が進む水道システムを考える～地元管理水道から水道料金問題まで～, 2020 年度「ダクタイト鉄管協会セミナー」, 一般社団法人日本ダクタイト鉄管協会主催, 合人社ウェンディひと・まちプラザ北棟 6 階マルチメディアスタジオ (広島市), 2020.10.28.

伊藤禎彦; 地元管理水道の実態と水質管理上の課題, 土木学会環境工学委員会臨床環境技術小委員会・環境技術思想小委員会, 小規模水道の衛生問題に関するシンポジウム, Zoom 開催, 2020.11.26.

Sadahiko Itoh; Water Supply System and its Perspectives, The 4th Workshop on Kyoto University - Mahidol University On-site Laboratory, Zoom 開催, 2020.11.27.

Sadahiko Itoh; Water Supply System Facing a Depopulation Society of Japan, 京都大学 - 清華大学 2020 年日中環境技術共同研究・教育シンポジウム, Zoom 開催, 2020.12.5.

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) 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) いの町水道事業経営戦略 平成30年3月, 18p., 2018.
- 7) 第1回いの町水道事業経営審議会 資料①, 令和2年7月20日, 2020.
- 8) 高知県いの町: 経営比較分析表(令和2年度決算)
- 9) 大豊町産業建設課: 令和2年度水道水質検査計画 令和2年3月, 12p., 2020.
- 10) 高知県大豊町: 経営比較分析表(令和2年度決算)
- 11) 本山町建設課: 令和4年度 水道水質検査計画 令和4年3月, 11p., 2022.
- 12) 高知県本山町: 経営比較分析表(令和2年度決算)
- 13) 福島県水道ビジョン2020、令和3年3月
- 14) 福島県保健福祉部食品生活衛生課: 令和2年度福島県の水道
- 15) 福島県給水施設等条例
- 16) 福島県飲用井戸等衛生対策要領
- 17) 西郷村水道事業経営戦略, 2019.
- 18) 西白河郡西郷村: 令和4年度水質検査計画
- 19) 白河地方水道用水供給事業経営戦略, 2018.
- 20) 西郷村家庭用飲用井戸等給水施設整備事業補助金交付要綱、令和元年11月1日告示、改正令和3年9月1日告示
- 21) 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.
- 22) 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、化学物質等の検出状況を踏まえた水道水質管理のための総合研究 研究報告書 令和元(2019)年度、pp.254-263, 2020.
- 23) 令和2年度第1回水質基準逐次改正検討会(2021年1月26日) 資料1 参考2
- 24) 伊藤禎彦, 中西智宏, 曾潔: 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, 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, 2023.3.
- 25) 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

- 26) 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.
- 27) 伊藤禎彦：人口減少下における浄水処理装置・施設に関する課題とニーズ，環境衛生工学研究, pp.3-10, Vol.33, No.2, 2019.
- 28) 伊藤禎彦：オランダにおける塩素を使用しない水道システムの管理, 水道協会雑誌, Vol.79, No.10, pp.12-22, 2010.
- 29) Schijven, J. F., *et al.*; Slow sand filtration process model for removal of microorganisms: Nakamoto, N., Graham, N., Collins, M. R., Gimbel, R. eds., Progress in Slow Sand and Alternative Biofiltration Processes – Further Developments and Applications-, IWA Publishing, London, UK, Chapter 18, pp. 141-146, 2014.
- 30) 5.2.29 静岡市保健所：公益財団法人水道技術研究センター、将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究(A-Dreams) 将来を見据えたスマートな浄水システムの構築～要素技術・システムによる課題解決事例集～，2022.
- 31) National Research Council 著，浅野孝，眞柄泰基監訳，財団法人水道技術研究センター訳：安全な水道水の供給 小規模水道の改善，技報堂出版, 222p., 1999.