技の結晶で難題を克服

小規模集落での水供給の現実

わが国の人口は平成22年の1億2806万人をピークに減り続け、50年後には現在より約4100万人、100年後には約8500万人減少すると予測されている。この人口減に歩を合わせて全国の市町村面積の約半分を占める過疎地域の多くでは、少子高齢化による限界集落化が進んでいる。

いうまでもなくこうした小規模集落でも衛生的な飲料水・生活用水の確保は必要不可欠であるが、給水人口、給水量の減少による料金収入減が続く現状では、こうした小規模集落の水道整備・維持管理への投資は、新設のみならず更新・再構築についても、経済性や水質の確保などの観点から厳しい環境となっている。

これまでにもいくつかの小規模集落では、クリプトスポリジウムが検出されるなどの水質事故も発生しており、また、地形や天候による原水高濁度の頻発、災害時の応急給水の困難さといった多くの難点が浮き彫りになっている。厚生労働省では小規模集落への衛生的な水供給を持続するため、管路による水道以外の方法も含めた多様な給水手法を探るべく調査を実施している。もはや小規模集落における水道は、現代日本の憂うべき実態の反映ともいえそうだ。

給水人口数千人規模の簡易水道から数十人規模の飲料水供給施設まで、小規模集落に対する水道事業者の取り組み、現場の声を紹介する。

帯広市

原水の高濁度に対応して

北海道の東部、十勝地方の拠点都市である帯広市の水道は昭和28年、札内川を水源としてスタートした。4次の拡張事業、6次の整備事業を経て、現在、7次の整備事業と管路近代化事業を実施している。

現在の給水区域は大別して市街地と郊外の地区に分かれ、市街地は稲田浄水場と、十勝中部広域水道企業団からの受水といった二つの水源により供給している。郊外地区は昭和58年、それまでの帯広南営農飲雑用水事業から上水道区域に編入している。

平成23年5月、郊外地区の同市第三の水源である中島浄水場で急に原水濁度が上がった。原因がわからないまま最大で8・89度まで上がり、しかも長期化した。中島地区はクリプトスポリジウムが検出される恐れがある地域とされていたので、濁度0・1度を超えないように管理していたが、原水が高濁度となりただちに取水を停止した。通常であれば給水区域の3分の2程度を賄っている同浄水場の給水区域を3分の1程度に絞り、残りの3分の2の区域を十勝中部広域水道企業団から用水供給を受けて給水した。それにより中島地区では給水人口約900人を183人に減らし、給水量も650立方㍍／日にまで下げた。その間、不足分を大正地区の受水施設から給水タンク車で運び、2週間で延べ2250立方㍍を配水した。

中島取水場の浅井戸の水源（満州井戸）

膜ろ過装置を設置した中島浄水場

そこで、クリプト除去にも有効な膜ろ過装置を導入する検討を始めたが、ちょうど東日本大震災直後で小型の緊急用膜ろ過装置が被災地に貸し出されていてどこにもなかった。そうした中、たまたま道内に営業所のある会社が古い膜ろ過装置を持っていたので、お願いした結果、何とか借り受けることができた」と北條信孝水道課長は当時を振り返る。

日最大浄水量50立方㍍の膜ろ過装置を中島浄水場に設置し、6月から稼働した。7月には新規に50立方㍍型から70立方㍍型に改良した新品の装置を購入し、本格稼働した。

「ゆくゆくは企業団から全量受水する計画なのですが、なかなか時間がかかってしまって、それまでの間、春先に高くなる濁度のことや農地が多いことによる硝酸性窒素の心配もあって、浄水方法は何がいいか検討していたところなのです。そこで暫定的な対応として膜ろ過装置を入れようとしていたのです」と北條課長は背景を説明する。

広大な給水区域の帯広市郊外

高濁度とクリプト対策で70㎥の膜ろ過装置を設置

「設置当初は濁度が高くなったときに目詰まりして、膜の薬品洗浄時期が早くなったりしましたが、今は濁度も安定して、順調に稼働しています」と話すのは中島浄水場の運転状況も監視している河尻敏明稲田浄水場長。

春先は農繁期で水不足になりやすいので、今年、同じ70立方㍍の膜ろ過装置をもう1台購入する予定だという。それにより給水エリアを広げる可能性もあるが、消火用水量が減り、配水管内の滞留時間が長くなったので残塩濃度が低下したのです。そのため、末端で強制的に排水して水の流れを作り、滞留しないようにしています」と対応の苦労を話す。

もとより広大な北海道の大地、帯広を含む十勝地方はその中でも特に農地の割合が高い。それぞれの家の距離も相当に離れている。それでも人口は横ばいで極端な過疎化は進んでいないという。

しかし、水道の布設では、管路の布設距離に対する給水人口の割合は当然低くなり、まさに広大な面積を持つ小規模集落とも言える。漏水の発見も困難だ。同市では老朽管の耐震管への布設替えも順次進めているが、今後、アセットマネジメントにより検証して効率的な整備が必要となるという。

駒ケ根市

膜ろ過を仮設から本設へ

長野県南部、中央アルプスと南アルプスを望める「アルプスが二つ映えるまち」駒ヶ根市の水道事業は昭和29年、赤穂上水道事業として創設され、31年に通水開始している。その後、9回の拡張事業を経て、平成24年に中沢東部簡易水道5地区を上水道に統合している。

小林氏

竹内課長

恒久施設として膜ろ過装置を設置

経営統合はしたが、5地区いずれの簡易水道も山間部にあり、それぞれが湧水を水源としている。各地区ともここ10年ほどの人口の推移はほぼ横ばいながら、100人前後の小規模集落だ。

旧簡水地区はかつては各家庭で沢水を利用したり井戸を掘っていたが、年によっては水量の不足に悩まされてきた。特に冬場に雪が降ると浸透水が少なくなり湧水や地下水の量も減ってしまったという。

また、急峻な地形で水道事業は要因となる。

平成24年6月、旧簡水施設の一つ、中山地区の配水池原水からクリプトスポリジウムが検出された。同地区は給水戸数24戸、給水人口53人、一日平均給水量13立方㍍と旧簡水地区でも最も小規模な地区である。原水は湧水で、塩素消毒するだけの処理だったが、これまでにも水質検査でクリプトの指標菌が何度か検出されたこともあったという。

膜ろ過装置を設置した中山配水池

給水人口53人の中山地区

クリプトが原水検出され、直ちに飲用制限を住民に告知、応急給水として19日間、指定工事店組合が市で備蓄していた給水タンクや災害用給水袋を各戸に配達した。

クリプト検出後、1週間ほどで仮設の緊急用造水装置として膜ろ過ユニットの「アクアレスキュー」を設置した。その後、クリプトの非検出を確認して、飲用制限は解除した。「アクアレスキュー」は今年3月まで仮設としていたが、今後も水質の安全性を維持するため、4月、恒久的施設として同じタイプの据置型である「アクアMF－R」を設置した。

平成21年度に策定した駒ヶ根市水道ビジョンの中の簡易水道整備計画として、上水道への統合後、クリプト対策の施設整備は計画されていた。当時は深井戸により水量と水質を確保するため試掘までしたが、花崗岩の特質などからヒ素が検出されたこともあり、浄水方法を再検討していた矢先にクリプトが検出されたため、5～6㍍の深井戸のクリプトを除去できる膜ろ過設備の設置を決めたという。

浄水器を各戸に配る方法も考えたが、家庭用ではクリプトは取れない上、毎日フィルターを替えなければならず、各家庭に維持管理をさせるのは困難だということからも小型の膜ろ過ユニットを採用した。

山間部の小規模集落の場合、膜ろ過ユニットを設置するに当たっては、装置を入れる建屋の大きさや電源の有無、設置時に装置を運搬する車両の問題等があるが、中山地区はこれらの条件が整ったことにより設置が可能となったものの、他の旧簡水地区の今後の対応では、浄水方法の認可取得も含めて、膜ろ過、紫外線処理、深井戸など総合的に検討していくという。

山あいに民家が点在する小規模集落

「山間部なので人口が減りこそすれ増えることはないと思われる。水量の問題より水質の安全性・安定性を優先して考えたい」と竹内啓剛上下水道課長は話す。しかし、「施設整備のコストを考えると、今の住民に対しては投資しなければいけないとは思っていても、小規模集落では苦しい選択を迫られる」とジレンマを感じている。

財政状況が厳しい簡易水道を上水道に統合したからこそ、膜ろ過設備導入が可能だった。それでも初期投資としては「これだけ小規模な膜ろ過装置はほかにないので、比べようがないが、深井戸を掘ってパイプを整備するよりは安い」と上下水道課水道係の小林哲氏は「アクアMF－R」のコストパフォーマンスを評価する。

兵庫県新温泉町

厳しい立地条件をクリア

平成17年10月、兵庫県の浜坂町と温泉町が合併して誕生した新温泉町。県の最西北端に位置し、西は鳥取県、北は日本海に面し、町域のほとんどは山間地だ。

旧浜坂町には上水道が1カ所のほか、簡易水道が4カ所、飲料水供給施設が3カ所あり、旧温泉町には簡易水道が8カ所、飲料水供給施設が3カ所ある。

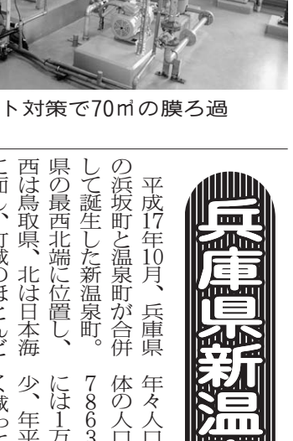
簡易水道の各集落の給水人口は数十から数千人と幅があるが、いずれも年々人口が減少し、町全体の人口も18年度の1万7863人から24年度末には1万6161人に減少、年平均で300人近く減っていることになる。

全国的な傾向の例に漏れず、経済不況と人口減により水需要も相当減っている。町全体の年間配水量は180万6133立方㍍（18年度）から166万3047立方㍍（24年度）にまで減少している。

旧浜坂町の大味・中小屋地区には、平成4年に計画給水人口57人で設置した飲料水供給施設があり、現在、5戸13人に給水している。表流水を砂ろ過し、塩素滅菌（配水能力15・4立方㍍）していたが、22年、砂ろ過装置のタイマーなどが不具合を起こし、装置のメーカーもその時点で存在していなかったため、適正な浄水処理が困難となり、急遽、クリプトスポリジウム対策も兼ねて小型の膜ろ過装置を試験的に導入することにした。

3カ月ほど「アクアレスキュー」を仮設し、試験的に稼働させたところ、水質にも処理量にも問題がなかったので、正式に採用することとし、23年8月に同じタイプの据置型である「アクアMF－R」を設置した。

設置した場所は、不具合となった既設の砂ろ過装置の建屋で、集落から数百㍍山に入った沢の脇。それだけに装置を人力で搬入でき、建屋に収まるコンパクトさが必要だった。


浄水場の建屋に収まるコンパクトな膜ろ過装置

松岡課長補佐

現在5戸13人に給水している大味地区

冬期には積雪で現地に行くのも大変な大味・中小屋浄水場

松岡課長補佐は、雪による倒木で電線が切れ停電した時にも、膜ろ過装置は発電機による自動運転が可能となったこと、また、装置を移動できるので、災害時の応急給水としても利用できる点などを評価する。

浄水量も、50立方㍍／日の「アクアMF－R」なので、もともと使用水量が日量十数立方㍍ほどだった集落には十分すぎるという。ただ、小規模集落は、正月や盆には子供たちが帰省してきて一時的に水量が増えることもあり、場所によっては配水管理が難しい。

昭和42年に始まった久斗山地区の簡易水道にも平成22年、緊急用造水装置として「アクアレスキュー」を一時的に設置した。同地区は給水人口166人で、表流水を緩速ろ過していたが、21年、クリプト対策として「アクアレスキュー」ではない他社製の膜ろ過装置を設置し、緩速ろ過を廃止した。

しかし、22年の正月と23年のクリスマスに積雪により停電し、給水タンクによる応急給水でしのいだものの、それまでの膜ろ過装置を発電機で動かすにはリスクが高かったので、23年にはバックアップとして発電機でも安定した運転ができる「アクアレスキュー」を仮設した。実際には給水量も足りたので稼働せずに3カ月で撤去したが、同町では今年、災害対策などを目的に「アクアレスキュー」をI台購入する。各用途で使えるように予備的に保管し、各所で実証実験していくという。

新温泉町で最小の3戸3人の限界集落

小規模集落の問題解決へ

コンパクトな膜ろ過装置

清水合金製作所

アクアシリーズ

清水合金製作所（本社・彦根市、和田正憲社長）が開発した浄水システム「アクアシリーズ」は、少子高齢化や過疎による限界集落化が進む、数世帯から200世帯程度までの小規模集落の現状や問題点に対応した小型の膜ろ過装置と紫外線処理装置。

小規模集落の水道施設が抱える「老朽化」「困難な維持管理」「不安定な原水水質」といった課題を省スペース化、低価格、可搬式コンパクト化、オールインワン、全自動といった特長で克服した。

同シリーズには、高濁度にも対応する精密ろ過膜孔径0.1μmの「アクアMF」、限外ろ過膜孔径0.01μmの「アクアUF」、軽量・コンパクトで可搬性を高めた「アクアMF－R」「アクアレスキュー」、クリプトスポリジウム対策に最適な紫外線照射装置「アクアUV」がラインナップされている。

特に「アクアMF－R」「アクアレスキュー」は、建屋の幅700㎜の片扉から搬入可能なコンパクトさと、人力で運搬が可能なほどの軽量さで、小規模集落、小規模水道での災害時や浄水施設トラブル発生時の仮設給水施設として威力を発揮する。2機種の処理能力は日量最大50㎥。

すでに全国の簡易水道や小規模水道で、台風や地震での対応をはじめ、クリプトスポリジウム対策として数多く採用されている。

同社では、水道事業体の技術者が不足する中、事前の水質調査や既存施設の有効利用などの提案についてもきめ細かく対応している。