

# 沖縄県企業局

## 北谷浄水場地下水系水道 硬度低減化施設

(2003年10月掲載)

### 1. はじめに

嘉手納井戸群は、企業局の前身である琉球水道公社が、昭和37年から15井を嘉手納米軍基地内に開発したのが始まりです。その後、登川地域内にも開発され井戸数は22井に増加し、北谷浄水場水源の14%を占める貴重な水源となっております。

嘉手納井戸群の地下水は水量も水質も安定しており、河川表流水よりも良質の水源地ですが、嘉手納井戸群一帯の地質が琉球石灰岩層が主であるために、硬度が高いという問題を抱えていました。

### 2. 北谷浄水場の高硬度水源

沖縄県企業局が4浄水場から供給している水道水は、水源の違いから水道水質について、地域間に差異が認められ、特に硬度についてはその差

が顕著です。平成11年度における各浄水場の平均硬度は、名護浄水場55mg/l、石川浄水場38mg/l、西原浄水場36mg/lに対して北谷浄水場が158mg/lとなっており、北谷浄水場だけが唯一快適水質の目標値100mg/lを超えています。

北谷浄水場の高硬度は、北谷浄水場の水源である中部3河川の比謝川(硬度225mg/l)・長田川(硬度209mg/l)・天願川(硬度276mg/l)および嘉手納井戸群地下水(硬度343mg/l)に起因しており、北谷浄水場全水源の50%が硬度200mg/lを超える硬水です。特に嘉手納井戸群地下水が北谷浄水場の高硬度に最も影響を与えています。

他県においても高硬度水は各地の石灰岩層に多数存在しますが、ほとんどの地域において高硬度水を水道水源として必ずしも利用しなくともよく、

硬度除去の問題は表面化していません。しかし、当県においては水量確保を至上命題とする中で高硬度水も水道水源として使用しなければならない状況にあります。

### 3. 高硬度の影響

高硬度水の日常影響は以下のとおりです。

#### ① 味等

味の感覚は個人差はありますが、一般に硬水は軟水に比べまずいと言われています。「おいしい水」など、より質の高い

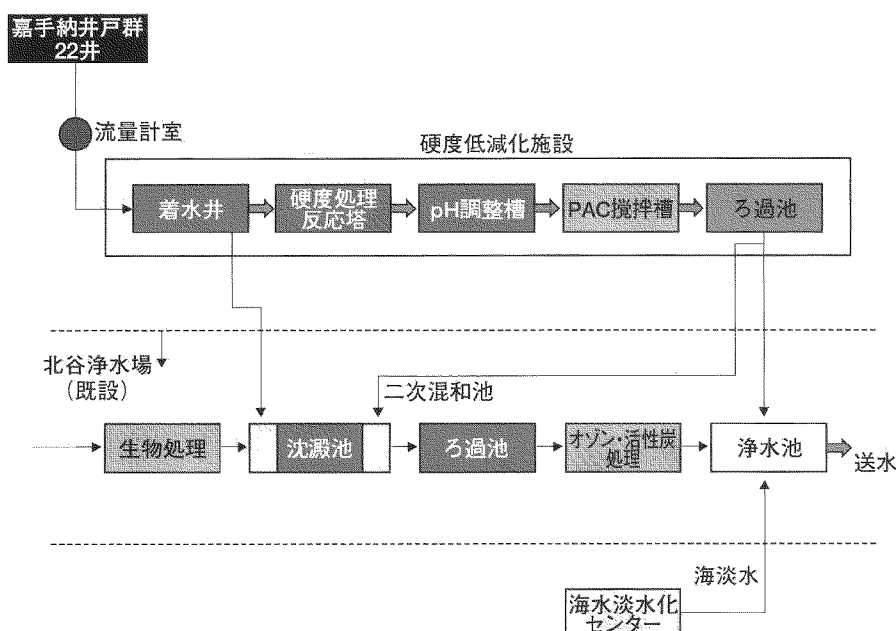


図1 全体フロー図

水道水の目標値が定められた項目で、硬度に関しては濃度範囲は10mg/ℓ～100mg/ℓとされています。

## ② 石けんに関する影響

従来硬度は石けんの泡立ちを阻害する尺度として用いられてきたように、硬度が高ければ、石けんの泡立ちが悪く、また石けんをロスします。

## ③ スケール等の影響

重炭酸塩は、煮沸によって炭酸塩の沈澱をおこし、いわゆる水垢、湯垢をつくりやすい。高硬度水を利用する地域では、やかんや魔法びんの底やまわりにスケールがこびりつき、あまり気持ちのいいものではありません。スチームアイロンのような細管を利用する器具では、スケールにより管が詰まってしまいます。また、ボイラーではボイラー水はしだいに濃縮し、溶解度の小さい塩類は濃縮されるにつれて沈澱し、スケールとして析出しボイラー故障の原因となります。

## 4. 建設の経緯と目的

北谷浄水場の前身であるコザ浄水場は、嘉手納米軍基地内において嘉手納井戸群地下水、比謝川、長田川を水源としていました。そのため給水区域であった沖縄本島の中部市町村においては高硬度が問題になり、おいしい水への嗜好の高まりから、当該市町村から企業局に対し硬度の低減化、硬度の平準化の要請がなされてきました。

企業局はコザ浄水場における水道水の高硬度を是正するため、昭和60年度に高硬度対策調査を行い原水や浄水混合による硬度平準化および硬度低減化についての可能性を検討しました。さらに、昭和61年度にコザ浄水場（平成元年に北谷浄水場に統合廃止され、コザ浄水場の水源は北谷浄水場に引き継がれた。）の水源である嘉手納井戸群地下水の硬度低減化の方策として欧米で実績のある薬品法の調査、昭和62年度にイオン交換法実験、逆浸透法実験、昭和63年度に薬品法により反応促進実験、イオン交換法における海水再生実験、ペレット法による硬度除去実験を行いました。このように昭和60年度から昭和63年度にかけて調査・実験した結果、①硬度の除去率がよい、②スケールの発生が薬品法に比べて少ない、③処理水質がよい、④維持管理しやすい、⑤排水処理の必要性

がない、⑥生成ペレットの有効利用が図れる等の理由から「ペレット法」が最適であるとの結論を得ました。ペレット法はオランダで開発され欧州で実績のある技術です。

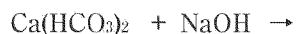
「おいしい水」など、より質の高い水道水として平成4年に定められた「快適水質項目」では「カルシウム・マグネシウム等（硬度）」の目標値を「10mg/ℓ以上100mg/ℓ以下」としていますが、嘉手納井戸群地下水を硬度低減化しただけでは目標を達成することはできません。

しかし、ペレット法に加え硬度の低い北部水源の増量や河川水運用等により、快適水質項目の目標硬度まで低減できる見通しがついたことから、平成10年度にペレット法硬度低減化施設の北谷浄水場への導入（浄水方法の変更）について厚生省（現厚生労働省）の変更認可を受けました。

その後、平成13年に硬度低減化施設実施設計を行い、平成14年工事、平成15年6月に供用開始しました。

## 5. 硬度低減化施設の概要

北谷浄水場硬度低減化施設で導入した流動床式晶析軟化法（ペレット法）は、硬度成分が溶解している原水にアルカリ剤を加えpHを8～10程度に上昇させて不溶性の炭酸カルシウムを生成させ、これが粒状体（核-炭酸カルシウム）に付着することにより硬度成分を除く方法です。反応式は下記のとおりです。



炭酸水素カルシウム、苛性ソーダ



炭酸カルシウム、炭酸水素ナトリウム、水

この軟化法は、不溶化の核としての砂あるいはカルシウム核を流動化させ、流動層の下部に苛性ソーダ等のアルカリ剤を注入してpHを8～10程度まで上昇させ、流動しているペレット核（砂、炭酸カルシウム核）表面に水中のカルシウムを炭酸カルシウムとして瞬時に晶析させて水と分離するものです。

処理方式としては、北谷浄水場の原水の内、地

下水（嘉手納井戸群）系を単独で硬度低減化施設の着水井に導水し、その原水を硬度処理反応塔の底部に供給してペレット支持床で均一に分散したあと、反応塔を上昇させることにより、反応塔に投入された核（種ペレット平均粒径0.36mm）は、上昇流によって膨張、移動します。

この状態の中に、ペレット支持床に固定された特殊ノズルから薬品（苛性ソーダ）を注入すると晶析反応が起こり、核はしだいに大きくなり反応塔下部に集まります。こうして生成した1～2mmの生成ペレットは排出弁の開閉で反応塔外に排出させます。生成ペレットは結晶質であるため水切れが良く、特に排水処理の必要がありません。

反応塔は4塔あり、上部で固液分離された処理水は、pHが8～10の炭酸カルシウム飽和水となるので、後処理としてpH調整槽を設けて硫酸によりpHを下げます。pHを下げることで硬度成分の溶解における準安定域から安定域に移行させ、処理中の炭酸カルシウム微粒子を再溶解させることとなります。これによって処理水の白濁現象を解消し、後続するろ過池のスケール障害を防ぐことができます。

処理水はpH調整槽を通り、混和槽で凝集剤（PAC）を入れ直接ろ過（マイクロブロック法）を行なった後、北谷浄水場の浄水池に送られます。PAC混和槽およびろ過池は2系統になっており、それぞれ1槽および3池（合計6池）で、ろ過水は、通常、北谷浄水場の浄水池に送られますが、異常時等には通常処理の沈澱池二次混和池へ切り替えることができます。

## 6. 事業費および運転管理費

ペレット法硬度低減化施設総事業費12億円で造水コストは17円/㎥程度になると試算しており、企業局の給水原価に対する影響は1.1円/㎥程度となります。（企業局の給水原価は、102円24銭/㎥）

## 7. 今後の硬度低減計画

平成2～11年度の10年間の北谷浄水場の平均硬度は、165mg/ℓでしたが、嘉手納井戸群の水を硬度低減化施設で処理することにより、平成15年度に硬度を36mg/ℓ低減し、平均129mg/ℓにな

ると見込んでいます。

今後、さらに北谷浄水場の硬度を低減させ100mg/ℓ以下するため、

①北谷浄水場系の給水区域を拡大し、その水源として硬度の低い北部ダム等の水源水量を増加します。低硬度の水源割合を増加することにより硬度を13mg/ℓ低減し、116mg/ℓになると見込んでいます。

②さらに、水運用等により、順次硬度低減化を実施し、最終的には平均100mg/ℓ以下にする計画です。

## 8. 生成ペレットの有効利用

北谷浄水場の硬度低減化施設を稼働しますと、1日当たり約3㎥のペレット（小球状の炭酸カルシウム）が生成されます。これは炭酸カルシウムの純度が高く、家畜の配合飼料、土壤中和剤、建材等への有効利用が考えられます。

## 9. おわりに

長年、企業局から水道を受水している中部市町村から「硬度の平準化について」繰り返し要請がなされ、企業局にとっても硬度低減化は積年の課題でした。

今般、嘉手納井戸群地下水硬度低減化に加え硬度の低い北部水源の増量や河川水運用等により、快適水質項目の目標硬度まで低減できる見通しがついたことから、ペレット法による嘉手納井戸群地下水硬度低減化施設の建設に着手し、平成15年6月に供用開始しました。

供用開始後の6月から8月までの平均硬度は、126mg/ℓです。まだ、硬度低減化に向けて一つのステップを踏んだだけであり、目標硬度に達したわけではありませんが、おいしい水とされる硬度に近づいたわけであり、また、一般家庭での炊飯器や洗濯機、事業所の機器等にスケールが付着する等の障害も、ある程度軽減できているものと思われれます。

企業局では、今後も継続して県民に安全でおいしい水を安定的に供給し、水道の信頼性を高めたいと考えています。