

## Q&A

**22Q2:** ネグロス島に住んでいます。山に行くと珊瑚礁と思われる凹み多数の白くモロイ石がゴロゴロしています。水道は山の湧き水に塩素消毒した水を水道水として供給されます。水道水を沸騰させ洗面器に移し自然冷却しますと底に白い物が沈殿します。水道水を検査しているラボに問合せますと Lime (石灰)と答えます。家庭用の石灰水浄化槽の設置を検討していますが、どのようにすれば石灰水を浄化できるでしょうか？ (N. K. フィリピン)

### A1: 家庭での対応について

N.K. さんが使っている水は硬度(=石灰分)とよばれる炭酸カルシウムや炭酸マグネシウムを多く含む硬水です。硬水は沸騰させると炭酸カルシウム(石灰)の沈殿ができます。硬水の場合は通常おこる反応で特別のものではなく危険でもありません。ミネラルウォーターを沸かしても同じことが起こります。硬水は石けんの泡立ちを悪くし、スケール(白っぽい付着物)を発生させますが、健康上の問題はありません。

石灰分を取り除く方法は 水道では逆浸透膜やイオン交換によって除きます。家庭用には軟水器が市販されていますが これはイオン交換樹脂を用いています。イオン交換法はカルシウムやマグネシウムを除く代わりにナトリウムと置き換えるので、軟水器を使うと硬度は減りますがナトリウムが増加します。高血圧等ナトリウムを原因とする持病がある方に飲用はあまり勧められません。定期的にイオン交換樹脂を食塩水により再生する必要があります。

浄化する必要はどうしてもありますか？ いったん沸騰して、静置しておけば沈殿するのであれば、その上澄みを飲用に利用したらどうでしょうか。

**Q-2(質問者からの返信) :** 現地で2週間程、水道水でシャワーを浴びると、背中、足、手、腕等に痒みを感じ、肌荒れに悩みます。飲料用のミネラル水で体を洗うと、痒みも無くなります。(N.K.)

### A2: 肌荒れ

そういうことでしたらソフナー(軟水器)を使えば良いのではないかと思います。硬水で肌荒れをおこすケースって結構あるようですね。下記に体験談がでています。アクセスしてみてください。

<http://komachi.yomiuri.co.jp/t/2011/0601/414010.htm?g=09>

(回答者 亀海泰子、日本)

### A3: 硬水の軟水化方法

硬水は煮沸すると炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  や水酸化マグネシウム  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  として析出沈殿する一時硬度成分と煮沸しても析出しない永久硬度成分を含有しています。一時硬度成分は  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 、永久硬度成分は  $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{MgSO}_4$ (非炭酸塩硬度)、以下に処理法について簡単に述べます。

#### 1) イオン交換法

軟水装置として一般家庭用として市販されています。硬度成分(Ca, Mg)をイオン交換樹脂にて除去します。

一時硬度だけでなく永久硬度も処理します。

#### 2) 消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と炭酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 併用による軟水化処理

この処理は、一時硬度だけでなく永久硬度成分も次式のように軟水化可能です



沈殿



沈殿

ただし、ナトリウム(Na)分は蒸発残留物として水中に残存します。処理の利用目的にもよりますが、総硬度のみの大幅な低減はこの方法が適していると考えます。なお、沈殿処理水は、炭酸カルシウムの微小粒子が残っていますので、ろ過処理及び pH 調整(7~8)が必要になります。

以下参照: [http://sekken-life.com/life/soap\\_nanka.htm](http://sekken-life.com/life/soap_nanka.htm)

### 3) 消石灰 Ca(OH)<sub>2</sub>のみによる処理

この処理法では一時硬度のみしか除去できませんが硬度分の減少相当分蒸発残留物も減ります。従って、一時硬度のみを除去することで残存硬度 100mg/L 以下になるようであれば、この処理方法が適切かと考えます。後続の処理は 2)と同様となります。



(回答者 武部茂、日本)

## A4: 家庭規模の消石灰処理法の具体例

家庭規模の処理方法はバッチ式が良いでしょう。一時硬度の削減で大幅な改善が見られる可能性もありますので比較的簡単な消石灰処理法を述べます。武部さん、笹山さんの答えは同じ方法ですが微妙に違うところがあるので、両者の回答を併記しました。両者とも実際の水を使って実験してみることを勧めています。(事務局)

### ➤ 武部さんの方法

#### 1) 消石灰の注入量を決める

注入量は、1L 程度に原水を小分けしてそれぞれに 100mg/L、150mg/L、200mg/L 消石灰を注入し、上澄水を分離し煮沸してスケール(白い沈殿物)の最も少ないのを適正注入量とする。

#### 2) 水温が 15~20 度程度なら 15~20 分の攪拌で

#### 3) 軟化反応が終結しますが、水温が低いと時間ももっとかかります。この際、発生した汚泥 1/4~1/5 程度、残したまま次の処理をしたほうが、汚泥の沈降性が良くなります。

#### 4) 軟化反応が終わったら静置し、固液分離します。上澄み液を取り出したら pH 調整してください。

#### 5) 消石灰は、注入量が増すと pH もあがりますが、原水にもよると思いますが、pH9 前後でも処理可能かと思います。確認の必要あります。いずれにしても、pH7~8 前後まで酸による中和が必要です。リトマス試験紙により確認したらよいと思います。

#### 6) 発生汚泥は、脱水性が良好です。乾燥汚泥は粉状で取り扱いが容易です。成分は炭酸カルシウムですから土壌と混合しても問題ないと思いますが、環境に配慮はしてください。取り扱い方によっては、固結するといわれていますので注意してください。

#### 7) 一回当たり処理水量は、100L~150L 程度なら攪拌など人力でも可能かと思います。

#### 8) 消石灰の代わりに苛性ソーダも利用可能ですが、ソーダNa分が水中に残存します。

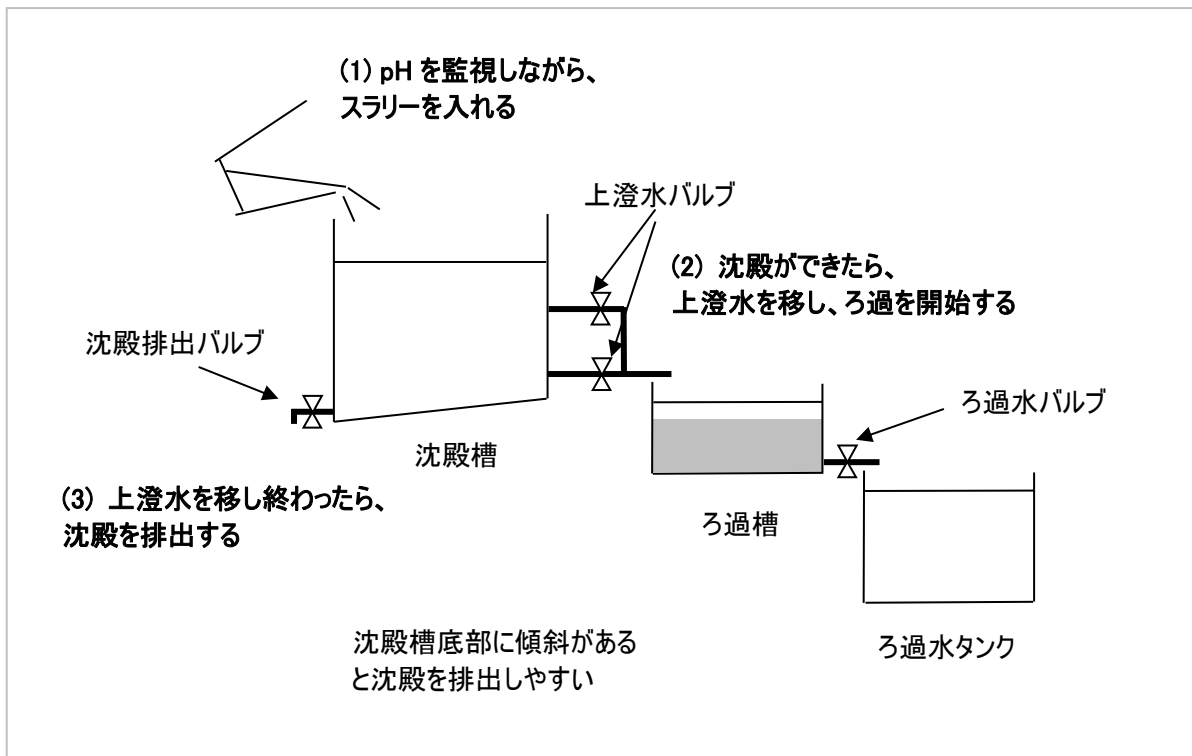
(回答者 武部茂、日本)

### ➤ 笹山さんの方法

消石灰処理は、pH は上がってくれるのですが、入れすぎないようにコントロールしなければならないです。pH で制御は可能ですが、個人で運用するには、そこが難しい点だと思えます。コミュニティレベルで実施するとしても、運転する人の訓練が必要です。ろ過材も課題ですね。砂の場合、よく洗浄する必要があります。そうしないと細菌が繁殖したり、虫がわいてしまいます。一度滅菌できると安心です。ヤシの実の繊維または葉を積み重ねて、ろ過材として使えるかな? いけるのなら、まめに新しい材料に交換すれば衛生的かと思うのですが。

消石灰だけをつかう軟水化施設の概念図を書いてみました。こういうものがないと現地では考えづらいと思えますので。

軟水化槽の概念図： 操作が簡単なバッチ処理で考えています。



### 1) 用意する機材

- ・消石灰スラリーを作るタンク(または大きめのバケツ)
- ・沈殿槽(原水と消石灰の反応槽)
- ・ろ過槽(砂またはヤシ果実繊維? ; 微小な炭酸カルシウムを除去する)
- ・ろ過水タンク

### 2) 処理手順

- (1) あらかじめ原水(水道水)を沈殿タンクに貯めておく。
- (2) 一定量の消石灰と水をよく攪拌してスラリーを作る。
- (3) 消石灰スラリーを少しずつ沈殿タンクに加え、よく攪拌する。
- (4) pHを確認し上がっていなければ、(3)を繰り返す。
- (5) pHが8に近くなったら、スラリーを加えるのをやめる。
- (6) 沈殿させる。(1時間程度?)
- (7) 十分沈殿した後、上澄水をろ過槽にゆっくり通し、ろ過水を貯める。
- (8) 沈殿タンクに残った沈殿を排出する。(放置すると固まってしまう)

### 3) 注意点

- (1) 沈殿槽でpHが8を超えないよう十分に注意する。
- (2) 数回実施すれば、一定量の原水に対して、どれだけの消石灰が必要かわかるので、その後は必要量だけでスラリーを作る。
- (3) 沈殿は石灰分なので、捨て場所に留意する。
- (4) 原水が消毒されていても、ろ過水は消毒効果が失われている可能性が高いので、注意する。
- (5) ろ過材は簡単に手に入るもので、上澄水の濁りが除けるかどうか試してみる。砂等、衛生的に問題がある材料は使用前に十分洗浄する。

- 
- (6) ろ過材が詰まってきて、水の出方が悪くなってきたら、新しいものに交換する。
  - (7) 上澄水バルブは、流量がある程度調整できるものが望ましい。
  - (8) 沈殿排出用の管は口径 20mm 以上で、なるべく太いほうが良い。

***[武部さんの回答に対する笹山さんの感想]***

*pH* を下げるには塩酸が比較的安全です。希釈して使うほうが *pH* の変化が小さくて扱いやすいです。

やはり、実際に大きめのポリバケツか何かを使って、実験してみるといいですね。*pH* のコントロールが容易にできるかどうか、確かめてみたほうがよいと思います。

(回答者 笹山弘、日本)

