

専用水道施設管理の留意点



地下水中の窒素源と次亜塩素酸ナトリウムとの結合による副生成物の生成メカニズム



地下水からシアンが検出！

食品工場の地下水からシアン化合物が検出された問題で、調査対策委員会は、その原因として「井戸水を塩素処理する過程で次亜塩素酸ナトリウムと水の中の有機物が化学反応し、シアン化合物が生成された可能性がある」と報告しています。

また、その地下水は比較的窒素分が多く、次亜塩素酸ナトリウムの量が不十分、あるいは品質が劣化していた場合、化学反応でシアン化合物が生成されることが実験で確認されたとも報告しています。

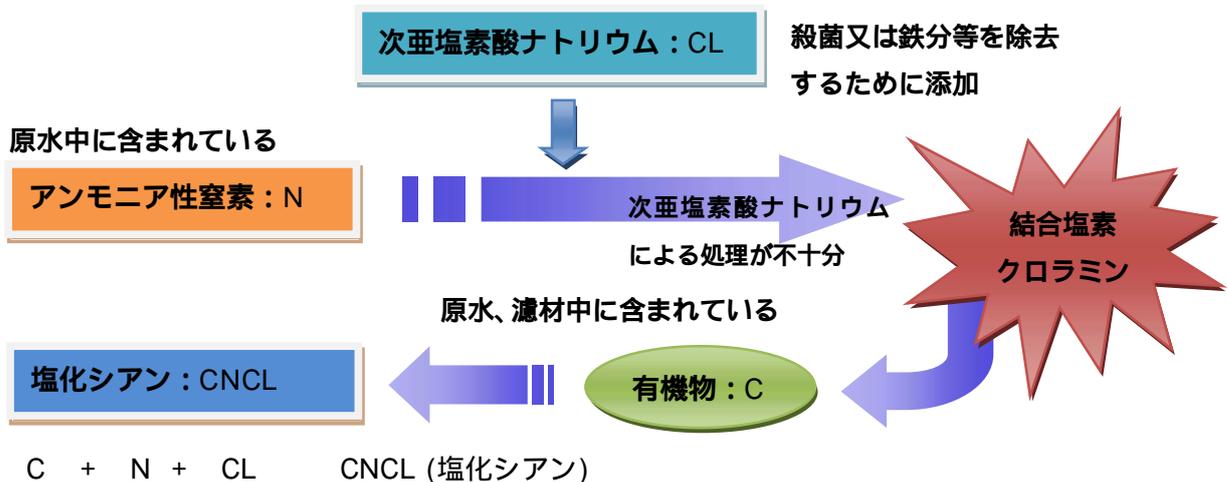
なぜ次亜塩素酸ナトリウムによる処理が不十分だと結合塩素が生成され、シアンが検出されるのでしょうか？



シアンが生成する要因とは？

文献等によると塩素とアンモニア性窒素が反応して生じる「結合塩素」(ジクロラミン、モノクロラミン)と有機物が反応するとシアン化合物(塩化シアン)が生成されるとされています。

特に井戸水にアンモニア性窒素が多く含まれていると、塩素の添加量によって「結合塩素」が生じる場合があります、それが井戸水中の有機物やろ過中の有機物と反応してシアン化合物が生成される可能性が示唆されているのです。 結合塩素は、結合残留塩素ともいいます。



次亜塩素酸ナトリウムの注入量はどう決めるのか？

一般に、原水となる水中には還元性の無機化合物や有機物がごくわずか含まれており、原水に塩素を注入するとこれらの物質によって還元され塩素が消費されるため、これらの還元性物質をすべて酸化する量の塩素を注入する必要があります。さらに、殺菌効果の点で若干の残留塩素（余分な塩素：遊離残留塩素）が必要となります。

塩素の注入量と残留塩素の種類および濃度の関係は水質（前述の含有成分）によって、消費量が変わるため、遊離残留塩素を保持するために必要な塩素注入量を求めなければなりません。

これを塩素要求量といい、あらかじめ試験によって原水の塩素要求量を求める事が望ましいとされています。

一般的には、塩素要求量から、処理水中に次亜塩素酸ナトリウムを注入して、遊離残留塩素濃度が基準値以上になるように、連続自動測定式残留塩素計を用いて、遊離残留塩素濃度を制御する装置を用いたり、あらかじめ原水の「塩素要求量」を測定して必要な塩素注入量を予想するフィードフォワード制御する装置で管理する方法もあります。

水道法では、給水栓で遊離残留塩素を 0.1mg / リットル以上保持することとされています。

塩素の注入量と残留塩素の種類および濃度の関係

() 清浄な水では注入量に比例して遊離残留塩素が増加します。

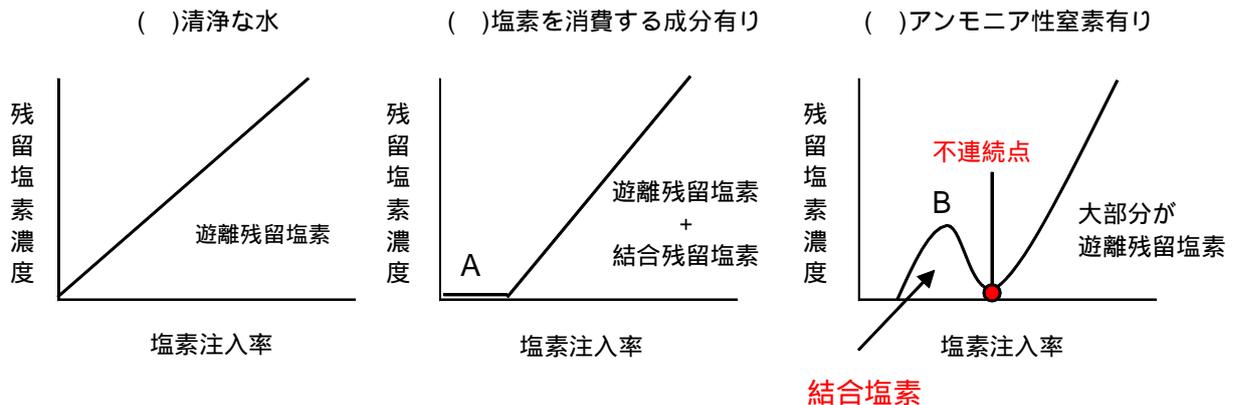
() 塩素を消費する成分(還元性の無機化合物など)を含む場合(ただしアンモニア成分なし)では、最初には遊離残留塩素は生じませんが、ある程度注入していくと遊離残留塩素が現れ始めます。

(A : この間、水中の成分を酸化分解しています)

(III) アンモニア成分を含む場合では、ある程度注入すると結合塩素を生じ始め、さらに注入を続けると結合塩素はいったん極大値(B)を示し低下を始めます。

(この間、結合塩素は注入した塩素で分解されていく)そして、極小点(不連続点)に達するとまた注入量に比例して遊離残留塩素のみが直線的に増加します。

この不連続点以上に注入する塩素処理を不連続点塩素処理といいます。



一般的には、() () のタイプの塩素処理が行われていますが、原水にアンモニア成分が多く含まれている水は、タイプ(III)のように特異な挙動を示すため、不連続点以上に塩素を注入する必要があります。この不連続点処理を行うと原水中のアンモニア成分は完全に除去されると言われています。

つまり、シアンが生成される要因は、アンモニアと塩素が反応し結合塩素が生成され、それがさらに有機物と反応し塩化シアンが生成されることによることから、(III)タイプのアンモニア成分を含む場合は、塩素の注入量が不足すると結合塩素が残存している状態(不連続点より左側)となることが判ります。

従って、今回のシアン検出の問題は、報告書に記載のある通り、塩素注入が不十分であったため結合塩素が生成された状態であった事からシアンが検出されたことによるものであると推測されます。

副生成物の生成防止のため、どのような水質管理をすべきか

水質管理のポイント

不十分な塩素処理に至る要因

有効塩素が低下した次亜塩素酸ナトリウムを使用すると、塩素酸が多く検出されることがあります。これは、有効塩素が1%減少すると塩素酸が概ね3,500 mg/kg増加するといわれているからです。

従って、有効塩素が低下した次亜塩素酸ナトリウムを使用することによって増えた塩素酸の低減のために塩素注入量を下げると、塩素処理が不十分となることがあります。

次亜塩素酸ナトリウムの管理

次亜塩素酸ナトリウムは温度・直射日光により経時変化を起こすため、有効塩素が低下しやすい性質を持っています。通常在庫の場合でも(温度19~29℃)半年で12%から5%に低下しその後3.5%まで下がります。メーカーのホームページより

有効塩素が低下すると、塩素酸(基準項目)が増加するため、その観点からも管理には注意が必要です。

<留意点>(社団法人日本水道協会 平成20年3月)

- (1)良質の次亜塩素酸ナトリウムを購入する。メーカーより直接購入が望ましい。
- (2)有効塩素12%の製品は、有効塩素が低下しやすいため、6%の製品を使用するのが望ましい。
- (3)直射日光を避け(屋根を設ける)、20℃以下で保管すること。(断熱材や水冷を行う)
- (4)1週間以内に使い切ること。
- (5)購入している製品の有効塩素濃度をメーカー又は実際に分析し確認してみる。
- (6)水道用次亜塩素酸ナトリウムの取扱い等の手引き(Q & A)を参考に維持管理を再確認する。

遊離残留塩素の管理

殺菌効果の観点と飲用観点から適量の遊離残留塩素の管理が必要です。
結合塩素が残存している状態でも遊離残留塩素は存在します。結合塩素が大半を占めると殺菌力は弱くなるので注意が必要です。

<留意点>

- (1)遊離残留塩素を測定し管理していること。
- (2)原水の性状を把握したうえで、塩素要求量（注入量）を求めて管理していることが望ましい。
- (3)遊離残留塩素が検出され、塩素酸(0.6mg/l以下)が基準以下となるよう維持管理する。
- (4)シアン生成の観点や殺菌効果の観点から、結合塩素濃度についても確認してみる。
- (5)簡易測定器を用いた測定手順を再確認する。 DPD 試薬を用いた検査方法であるか。

水道施設の管理（水質：アンモニア性窒素）

原水にアンモニア成分が多く含まれている水は、結合塩素が生成され、それがさらに有機物と反応し塩化シアンが生成される可能性があるため、適切な管理が必要です。

一般に、表流水では、アンモニア性窒素は 0.1mg/L 以下とされていますが、降雨による濃度変動が大きく、特に浅井戸や伏流水中には、腐蝕土や肥料・尿尿などによるものが存在します。

（水道基準の設定はありません）

アンモニア性窒素の酸化によって生じたものが硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素であるため、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素濃度が高い傾向にあるとアンモニアの存在が疑われます。

<留意点>

- (1)原水中のアンモニア性窒素を把握するとともに、維持管理方法を見直す。
- (2)アンモニア性窒素が高い傾向にある場合は、水質管理計画を見直し原水検査に追加する。
（水道水質管理計画の策定に当たっての留意事項について H4 年 12 月 21 日 衛水第 207 号）

水道施設の管理（運転管理）

シアン生成には濾過材中に補足された物質(有機物等)が生成要因となる可能性が考えられます。

<留意点>

- (1)遊離残留塩素を連続的に測定して連続監視を行う。
- (2)原水の導電率を連続的に測定・監視し、著しい変化があった場合は通水を停止する。
- (3)水道施設の維持管理手順は、作成された手順どおりの管理がなされているか確認する。

お問い合わせは	 <p>株式会社 東海テクノ http://www.tokai-techno.co.jp E-mail:webman@tokai-techno.co.jp</p>	<p>営業部・四日市分析センター TEL(059)333-0032 FAX(059)333-8055 松阪分析センター TEL(0598)51-9490 FAX(0598)52-0061</p>
---------	--	---