

水質改善リング 「アクアクリスタルリング® (ACR®)」 作用と効果

《 目 次 》

1. はじめに：ACRとは
2. 水の洗浄力とACRの作用
3. 公的研究機関の水に関する公開情報
4. まとめ（水を計る物差し）



(有) アークアイブ

〒120-0024 東京都足立区千住関屋町17-40-112

TEL：03-5284-7337 FAX: 03-5284-8286

1. はじめに：ACRとは（水の性質）

水そのものが、汚れることはありません。水は多くの溶媒の中で、最も多様な物質を溶解する性質を持っています。

水の溶解性の高さは、もともと水の洗浄力が強いことを意味しています。古来よりその洗浄力を活かして、私たちは食器洗い・洗濯・染色などに広く利用してきました。

水は溶解性が高いため、目的によっては不要な溶解物質を原水から除去して使います。

超純水は、水以外の物質を取り除いた典型的な洗浄力の高い水です。

水の洗浄力を更に高めるために、考案されたのが界面活性剤です。

しかし、その使用量が増えて、地球規模の汚染が指摘されるようになり、企業経営にも「環境マネジメントシステム ISO14001」が導入される状況になっています。この ISO14001 の基本精神は、化学薬品の使用量を抑制することに重点が置かれています。

そこで考案されたのは、「機能水」です。「機能水」とは、水が本来持っている性質＝溶解性・界面活性性などを向上させた「機能性を高めた水」という意味です。

多くの方式が考案されていますが、現在は電解方式が主流です。使用目的にかなった方式で多様な種類があります。（強酸性水・強アルカリ水・還元水・酸素水・水素水など）

アクアクリスタルリング（ACR）は、そのような方式とは異なる米国の技術によって、1990年代に初めて製造された「水の機能性を高めるリング状の器具」です。

ACRの説明

直径100ミリメートル、厚さ30ミリメートルのドーナツ型樹脂製容器(*)に発電能力の高い特殊な水を封入した水質改善器具。<(*)硬質ポリエチレン製>

ACRが水中で揺れると、最大で3000V程度の静電気を発生させて周囲の水を改質します。外部エネルギーを必要としない新しい水処理のための器具です。

水が流れていて、ACRが揺れると電圧が高くなる



アクアクリスタルリングの写真

水を改質：ACRの発生する静電気は、周囲の水分子「 H_2O 」同士の結合力を弱めます。

すると、水分子同士のつながりが切れやすくなり、クラスターが小さくなるので、水の溶解性・界面活性性・防錆性などが向上します（詳しくは後述）。

すなはち、水の性質が改善されますので、これを「改質」と申します。

2. 水の洗浄力とACRの作用

(1) 水分子の基本的な性質

水は、水素と酸素の結合した物質で、水素2分子・酸素1分子で構成される物質です。別名を「酸化水素」(分子記号「 H_2O 」: 酸素で酸化された水素)と呼びます。

水分子は、他の液体と異なりプラスマイナスの性質を持つ電気双極子です(磁石は一つでNS極を持つので「磁気双極子」といいます)。

水素が陽極+、酸素が陰極-となり、水分子一つで2つの陽極+、2つの陰極-を持ちます。(下写真: 左端参照)

その結合力は、諸説ありますが約0.7Vです。ACRが発生する電圧は常時300V程度で、かつ破壊力の強いパルス波形ですから、ACRの周囲の水分子の結合は切れ易くなります。

<注: パルス波形=鉄板を切断・溶解するときに使う周波数の高い電気の波形のこと>

水分子が電気双極子の性質を持つために、水分子同士は+-の異なる極性同士を互いに向け合って、静電的に結合するので、いわゆる「クラスター(ブドウの房の意味)」が出来ます。

水を凍らせると「 H_2O 」が環状に結合して六角形を作り、幾層にも重なり・広がって氷や雪の結晶構造が出来ます。(下写真: 中央参照)

雪の結晶が六角形であることは、故中谷宇吉郎博士の研究で有名です。

氷や雪が融解すると、その結晶構造が崩れて、半分程度はクラスターを維持し、残り半分程度は単独の自由分子となって、いわゆる水となります(2008年8月: 理研報告)。

自然状態の水分子の並び方はランダムですが、一般的に水温が上昇すると水分子の運動は活発になりますので、クラスターの大きさは小さくなります。クラスターが小さくなると(水温が上がると)水分子の界面が増えますので、界面活性性が増します。(下写真: 右端参照)

水で落ちない汚れが、お湯で落ちるのは、その界面活性性が増していることを裏付けています。

また、この電気双極子のゆえに、アルコール・アセトンなどの無極性溶媒よりも、多くの物質を溶解することが出来るのです。



水分子写真解説: 左端写真には酸素のマイナスの腕が真後ろに隠れて見えませんが、酸素もマイナスの腕を2本持っています。

(2) ACRの作用

アクアクリスタルリング (ACR) が、水中で揺れると、パルス波形の静電電気 (最大約 3000V) を生じます。電流値は mA 程度です。(下写真: 左・中電圧測定)

その結果、静電的に結合している水分子 (クラスター) は、自らの結合電圧 (約 0.7V) より高い電圧を受けると、パルス波のためにクラスターの結合が切れやすくなります。

<ご参考: 高電圧静電気の破壊力は落雷の時に見られます。>

すると、電気双極子が多数発生するため、水分子はランダムな並び方から、整列した並び方になります。

また、常時パルス波に晒されますので、整列した並び方が維持されます (添付実験結果参照)。

一方で、液体の分子には表面張力 (最小の表面積を形成する力) が働きますので、小さなクラスターに変化します。表面張力が強まる傾向を示します (添付実験結果参照)。

このクラスターは、21個の水分子で構成されています。(2001年1月: 現産総研報告)

20~21個のクラスターは、それぞれの面が正五角形をした、正12面体の立体構造となります。

20個のクラスターは、電気双極子を形成し、水素の半球と酸素の半球で囲まれた鳥かご構造が現れます。(下写真: 右端)

産総研の報告によれば、20個の水分子の鳥かご構造の中に一つの水分子が入り、安定した形を維持するという事です (中の水分子は正式には「ヒドロキシルイオン (H_3O_2^-)」と呼ばれる)。

この構造の中の水分子がメタンに置き換わると「メタンハイドレート」の形になります。自然界にも存在する水の分子構造です。


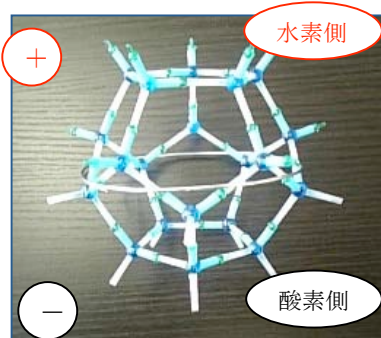
ACRの周囲の水は、ACRが発生するパルス波形の電圧を受けて、水分子が整列した電気双極子が多い状態になります。水的双極子性能が高まった状態に「改質」されます。

繰り返しになりますが、「改質とは、 H_2O が他の物質に変わるのではなく、 H_2O の分子構造が変化する」という意味です。

通常の水より双極子性能が高まる (水分子が+、-の極性を強く表す) 状態になりますので、電気的な性質を持つイオンを、自らに引き付けやすくなり、溶解性が増します。

例えば、水道水に含まれる陽イオンであるカルシウムイオンは双極子のマイナス側 (酸素側) に結合します。陰イオンである塩素イオンは双極子のプラス側 (水素側) に結合します。

従って、ACRに触れていない水よりも溶解性が増す結果になります。

 <p>絶縁ゴム板の上でACRを振って静電気測定器で計測</p>	<p>測定結果は360V。 パルス波形で360Vの電圧が水分子に作用すると、水分子同士の水素結合が切れやすくなる。 切れやすくなった水分子は再結合して20分子程度の小さなクラスターを形成する (右写真)。</p>	 <p>20分子で、電気双極子の形</p>
---	--	--

* 計測器の表示単位が「kV(キロボルト)」に設定されていますので、0.36kVは360Vです。

発生する電流値は低いので、大量の水質量に対しては、複数個のACRが必要になります。

(3) ACRの効果：水の機能性向上

自然状態の水よりも①溶解性が増した水は、多くの物質を溶かすことになります。冷却水の場合、スケール成分を溶解して、水質を変化させます。(下写真：左・中央)

- 例えば、代表的なスケール成分である「炭酸カルシウム」が水に溶けたとします。
- 陽イオンであるカルシウムイオン (Ca^{++}) と陰イオンである炭酸イオン (CO_3^{--}) に分かれます。
- すると水分子のマイナス側には、陽イオンであるカルシウムイオンが静電相互作用で引きつけられます。
- 一方陰イオンである炭酸イオンは、水分子の陽極側に引きつけられます。
- そして同じイオン同士は直ぐに共有結合をして、($\text{Ca}^{++} + \text{CO}_3^{--} \rightarrow \text{CaCO}_3$) カルシウムイオンではなく、カルシウムという物質に変化します(物質化)。
- 物質化するとカルシウムという砂粒になり、沈殿しますのでスケールとして再付着しなくなります。
- この過程が、カルシウムが溶けてスケールが除去される仕組みです。

①溶解性が増した水→熱交換効率の改善＝省エネ

現象としては、スケールが溶解すると、水質の変化としては既存の付着物が溶解しますので、一時的に電気伝導率が上昇したり、全硬度の値が上昇したりします。

スケールが溶解すれば、熱交換効率が改善し、二重効用吸収式冷凍機などでは、冷媒ガスの再生圧力が下がるという顕著な省エネ効果が確認されています。(次頁写真参照)

更に、配管・タンク類は大地に接していますので、その金属面はマイナスにアースされています。すると②双極子性能を増した水分子のプラス側＝水素側が配管・タンクの金属面に向いて接します。

水素は還元物質(電子の供与体)ですから、例えば鉄配管の赤錆を還元してマグネタイト(黒錆)にしますので、配管保護になります(次頁写真参照)。

②双極子性能を増した水→腐食防止→機器類の使用年数延長＝設備投資の縮減

冷却システムのスケールが取れることにより、冷却効率が上がります。冷凍機の熱交換チューブは、酸処理(酸洗い)が不要になりますので、銅製チューブの寿命が延びます。

冷却水配管内部が保護されますので、配管の耐用年数が延びます。赤水も防止できます。

予算項目でいえば「修繕費の抑制」「設備投資の抑制」「薬剤費用縮減」などの経済的効果も得ることができます。

(4) スケール除去・防錆効果事例

スケールの除去事例

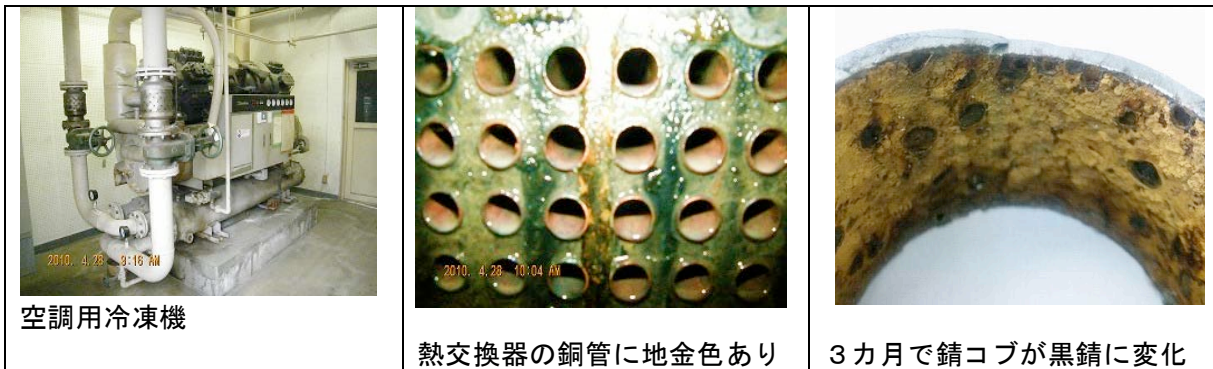


ACR設置前

ACR設置：4ヶ月後

二重効用
冷温水発生機冷却管

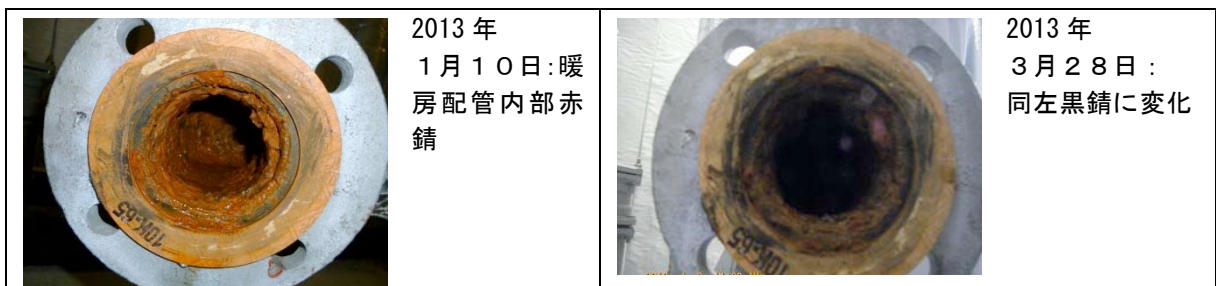
赤矢印部は完全にスケールが除去されています。



空調用冷凍機

熱交換器の銅管に地金色あり

3カ月で錆コブが黒錆に変化



2013年
1月10日：暖房配管内部赤錆

2013年
3月28日：同左黒錆に変化

上記配管の変化に伴う水質の改善データ

第3者機関測定結果	単位	2013/	2013/	コメント	錆	スケール	温水水質基準値
		1.10	4.3				
pH値	—	9.1	9.1	アルカリ傾向	○	○	7.0～8.0
塩化物イオン	mg/L	18	17	水道原水の影響	○		50以下
イオン状シリカ	mg/L	9	5	44%低下		○	30以下
鉄	mg/L	41	4.0	91%減	○	○	1.0以下
硫酸イオン	mg/L	23	20	腐食要素減少	○		50以下
全硬度	mg/L	61	55	10%減		○	70以下
カルシウム硬度	mg/L	46	39	15%減		○	50以下
総アルカリ度	mg/L	130	110	15%減		○	50以下
銅	mg/L	10	1.3	87%減	○		1.0以下
色度	度	700	80	89%減			
濁度	度	130	17	87%減			

3. 公的研究機関の水に関する公開情報

(1) 理化学研究所2008年発表データ

内容のあらまし

水のクラスター構造状態と自由水状態はほぼ同じ確率で存在する。

(2) 産業技術総合研究所2001年発表データ

内容のあらまし

水分子を凍結させない状態で観測すると21個の水分子でスペクトルのピークが現れる。

つまり、「正12面体（五角形立体）構造（水分子20個）の中に水1分子が1個入って安定している状態」が、水滴の最小の安定した状態と見られる。

(3) 電気伝導率の変化データ

内容のあらまし

アメリカ「ダラス・ラボラトリーズ」 精製水の電気伝導率はACRを入れる前と後では、明らかに入れた後のほうが、伝導率が上昇する。

水分子の双極子性能が上がり、プラスマイナスの極性が強まるため、電気伝導率が向上する。

== 試験を行った結果得られた水の分子構造に関するデータ ==

(4) プロトンの格子緩和時間の短縮データ

日本電子製「核磁気共鳴装置」による試験結果

ACRを純水に入れて振動させた試料水と、入れずに振動させた対照水をつくり、核磁気共鳴装置に入れて、「プロトン（H⁺）の格子緩和時間」を測定した（水分子を電磁石で振動（励起状態に）させ、鎮まる（基底状態になる）までの時間を測定しました）。

結果を、下表に示します。

表-1 構造水による純水の分子整列データ

項目	格子緩和時間 結果（秒）	備考欄
純水のみ（イオン交換水）	2.87	励起状態から基底状態に戻る時間の長さが長い
純水+ACR	1.85	基底状態に戻る時間が速い（分子が整列した）
差異	1.02	マイクロレベルの変化が1秒以上の差になった

(5) 表面張力の変化試験

埼玉県産業技術研究所：共和科学製「表面張力測定器」による試験結果

LCR（ACR姉妹品）により処理した精製水を金属表面に滴下すると、未処理水より水滴が釣鐘型に高くなる傾向を示す。

これらは、添付書類として、別に添付致しました。

4. まとめ

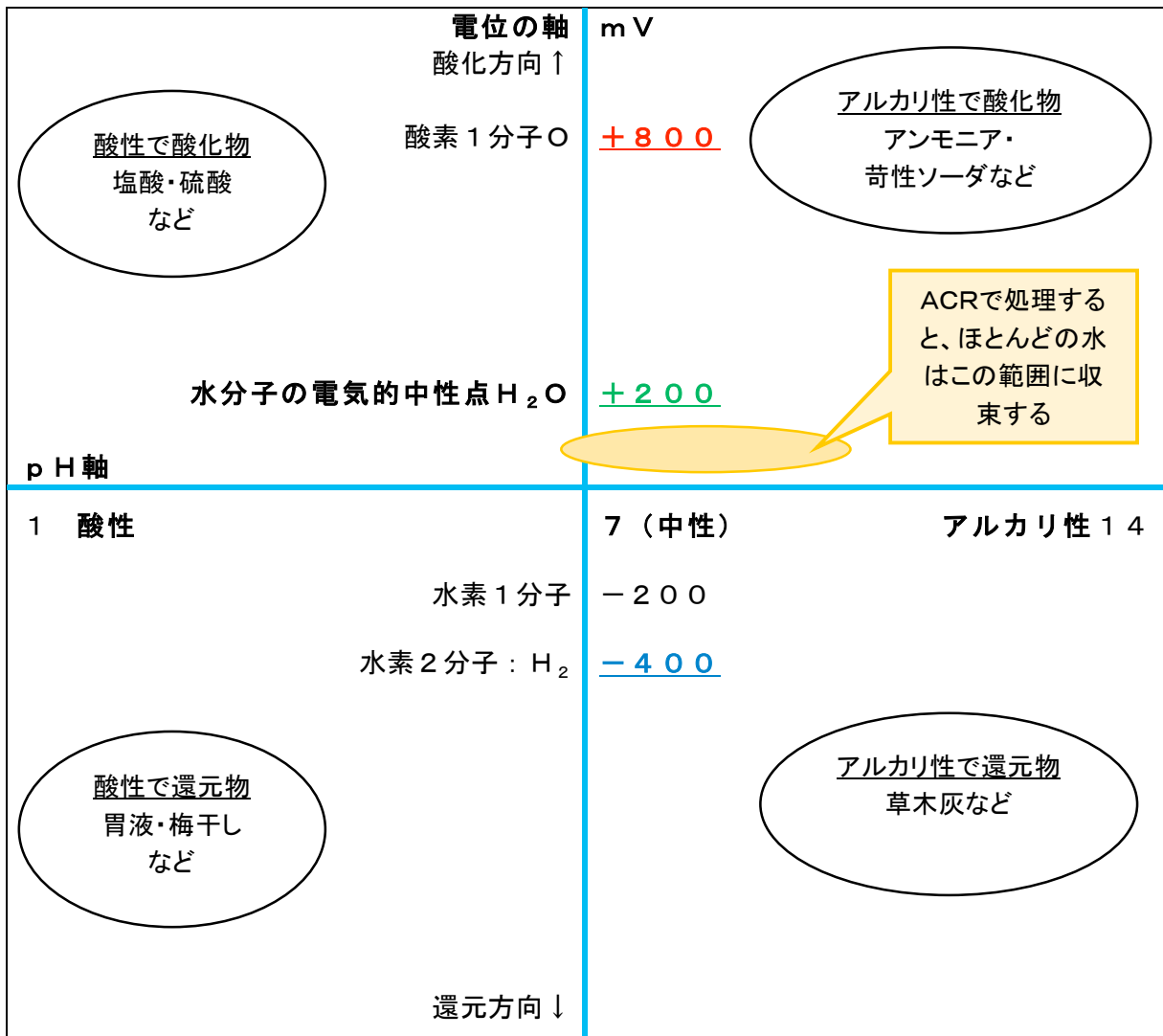
水の性質を測る尺度として、pH（酸性・アルカリ性）という物差しがあります。一方、水が金属などを酸化（赤錆化）しやすいか・還元（黒錆化）しやすいかを計る物差し（電位）があります。

この二つの物差しを使って、ACRの改質性能を説明します。

電位とpHで構成される座標なので「電位pH図」というものが出来ます。

- 縦軸は電位で単位はmV（ミリボルト）
- 横軸はpHで指数表示のため単位はありません

水の電位pH図



ACRによって処理された水は、「水の電気的中性点 200mVより下がる傾向」を示します。通常の水が 200mV前後で赤錆を発生させますが、それより低い電位になれば（還元傾向になれば）、赤錆は黒錆に変化します。

水分子の電気双極子性能が高まれば、水素側（+）が配管やタンクの設置側（-）に向けて接します。

水素は還元物（電子の供与体）ですから、配管やタンクの設置側にある赤錆（ Fe_2O_3 ）は黒錆（ Fe_3O_4 ：マグネタイト）に変化します。

以上