

# 福岡工業大学 学術機関リポジトリ

## Influence of the Residual Chlorine on Water Environment

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-01-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 服部, 毅範, 篠田, 鼎, 保坂, 昌克 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11478/00001590">http://hdl.handle.net/11478/00001590</a>

## 水環境に及ぼす残留塩素の影響について

服 部 毅 範 (機能材料工学科)  
篠 田 鼎 (情報工学科)  
保 坂 昌 克 (管理情報工学科)

### Influence of the Residual Chlorine on Water Environment

Takenori HATTORI (Department of Functional Materials Engineering)

Kanae SHINODA (Department of Communication and Computer Engineering)

Masakatsu HOSAKA (Department of Management Engineering)

#### Abstract

It is shown that the tap water before electrolysis has higher RC (residual chlorine) and ORP (oxidation-reduction potential) than other solutions. Change of RC and ORP after electrolyzing the tap water and salt solution is described.

RC after electrolysis: in anode tube, since RC is influenced by pH, RC with the salt solution of 2.0 and 1.0g/l becomes higher than RC of the tap water. In cathode tube, RC tends to disappear.

ORP after electrolysis: in anode tube, ORP of tap water is higher than the salt solution electrolyzed for 150minutes. This shows that the tap water and chlorine react to each other and works as activated chlorine with strong oxidation force. In cathode tube, ORP of tap water and the salt solution decrease rapidly and change from the oxidation state to reduction state. Thus, as long as the tap water is chlorinated, it is crucial to set an upper limit to the amount of chlorine to be used.

Keywords : *residual chlorine, water environment, oxidation-reduction, dissolved oxygen, salt solution*

#### 1. はじめに

生命にとって重要な水は人間の体の3分2を占めており、その約68%は体を作っている細胞の中に入っているといわれている。水は自然林(雑木林・原生林)や自生する自然の生物分解力による浄化作用によって活力を取り戻すという好循環に依存してきた。しかし、山間部道路の整備は、廃棄物等の不法投棄が目立つ様

になっている。山林の保護は言うまでもなく、地下水および河川等自然浄化サイクル過程の破壊へと向かっている。その結果名水といわれる飲料水の需要は拡大する一方であり、高価なものになっている。生活用水である安い水道水は、安全のために化学処理を施さざるを得なくなった。安全な飲料水を得るために水道法は、伝染病の発生を防ぐために蛇口段階で遊離塩素濃度が0.1ppm以上残留していなければならないとしている。水道水は常に消毒のため残留塩素を含んでいる。そこで水の電気分解による水道中の残留塩素の変化について比較検討を行う。

平成16年5月31日受付

## 2. 塩素の作用<sup>1),2)</sup>

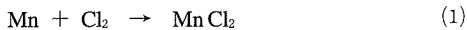
水道水は直接飲み込むものであるため、各種細菌や原虫等に対する安全性の確保が不可欠である。これらの目的で、殺菌剤として塩素剤を使用した処理が必要である。塩素処理には、前塩素処理と後塩素処理が行われている。

### 2-1. 前塩素処理

前塩素処理はマンガンを、アンモニアおよび有機化合物の除去を目的として行われている。

#### (1) マンガンと塩素

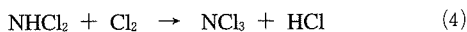
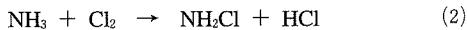
塩素はマンガンを酸化して、凝集・沈殿の処理性を高めるための反応を(1)式に示す。



ろ過前に塩素を添加することにより効果的に除去する事が出来る。

#### (2) アンモニアと塩素

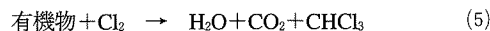
塩素とアンモニアとの反応を(2), (3), (4)式に示す。



塩素は(2)~(4)式の様に水中のアンモニア体窒素や有機体窒素と反応してクロラミンを生成する。これらは窒素と結合した結合残留塩素であり、弱いながら殺菌力があるので消毒に利用される。(2)式は有機物と反応してもトリハロメタンを生成しない。

#### (3) 有機物と塩素

塩素は強力な酸化剤であり、有機物を酸化して水と二酸化炭素に分解する。しかし、有機物が腐敗、発酵(嫌気性分解)するとメタンを発生する。このメタンと塩素とが反応するとトリハロメタンを生成する。これらの反応を(5)式に示す。



水道水中のトリハロメタンが問題になるのは、脂肪に溶解易いので世界保健機構(WHO)で発がん性の疑いがある化学物質として取り上げられるようになった事である。

### 2-2. 後塩素処理

後塩素処理は、最終的に安全な飲料水として使用出来る様に

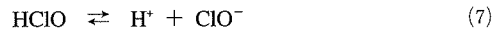
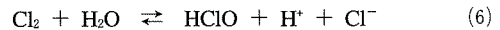
#### ① 水の中の細菌の消毒

#### ② 外部から進入する細菌の殺菌

を目的としている。塩素処理に必要な水道法の基準値は遊離残留塩素濃度として0.1mg/ℓ以上、1.0mg/ℓ以下に設定されている。また、結合残留塩素濃度の場合には0.4mg/ℓ以上である。

### 2-3. 塩素による酸化(遊離残留塩素)<sup>3)</sup>

塩素(Cl<sub>2</sub>)はシアン化合物の酸化や汚水の殺菌等に使用されるが、塩素を水に溶かすと、(6), (7)式の反応が起きる。



(6), (7)式より水中に存在するCl<sub>2</sub>, HClO および ClO<sup>-</sup>が遊離残留塩素であり、次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンの存在割合はpHに依存する。pHが上昇すると、(6)式は水中の塩素が減少し、次亜塩素酸が増加する。また、(7)式の反応もpHが高くなるほど右に進み、次亜塩素酸が電離して次亜塩素酸イオンの濃度が高くなる。水中に存在するCl<sub>2</sub>, HClO および ClO<sup>-</sup>はいずれも殺菌作用を持つ。しかし、HClOはClO<sup>-</sup>に比べて数十倍から数百倍殺菌力が強い。この様に塩素による殺菌は酸性で効果が高い。

## 3. 電解質溶液の電気伝導

電気伝導性のある物質として固体中を移動する電荷、即ち電子またはホール、その両方に関連した電気伝導と、液体(電解質溶液)中を移動するイオンに依存した電気伝導に分けることができる。前者の中を移動する電荷、即ち電子またはホールの2種類の電荷による伝導と、後者の中を移動する電荷、即ちイオンの働きによる伝導とに分けることが出来る。ここで取り扱うのは後者の電気伝導について検討する。従って、電解質溶液中のイオン濃度が電氣的性質に与える影響について以下に述べる。

### 3-1. 電気伝導度(EC: electrolytic conductivity)<sup>4)</sup>

電解質溶液中に対向した電極間に電圧E[voit]を加えたとき、陰陽両イオンは加えた電圧に比例して移動する。その結果、電圧に比例した電流がI[A]が流れることになり、ohmの法則が成立つ。

$$E = I \times R \quad (8)$$

R[Ω]は溶液の抵抗で均一な導体の場合と同様に、長さℓ[cm]に比例し、断面積a[cm<sup>2</sup>]に反比例する

$$R = \rho \times (\ell/a) \quad (9)$$

比例定数  $\rho$  [ $\Omega\text{cm}$ ] は抵抗率で、抵抗率の逆数が電気伝導度  $\sigma$  [ $\text{mS/cm}$ ] である。

$$\sigma = 1/\rho = \ell/(aR) \quad (10)$$

一定温度では、電解質溶液の電気伝導度はその濃度によって変化する。

### 3-2. 水素イオン濃度 (pH: hydrogen ionic concentration)

pH は次に示す水素イオン濃度の逆数の常用対数として使用する。

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad (11)$$

[ ] は濃度を示す。水は一定温度で電離し、 $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  との間で平衡状態にある。



この場合(12)式の平衡定数を  $K$  と置き、これを(13)式に示す。

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-]/[\text{H}_2\text{O}] = K \quad (13)$$

水の電離度は非常に小さいので、電離平衡が左右どちらかに移動しても水分子の濃度は殆ど一定の値とみなせる。室温における  $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  の濃度の積を  $K_w$  と置き、これを(14)式に示す。

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = K[\text{H}_2\text{O}] = K_w \quad (14)$$

25°C においてイオン積  $K_w = 10^{-14} [\text{mol}/\ell]^2$  である。 $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  とが等しいときが中性であり、この時の pH は

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} [\text{mol}/\ell] \quad (15)$$

であるから、

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 7 \quad (16)$$

pH は 0 から 14 の間の数値を取り、pH = 7 が中性で、7 より小さくなる程酸性が強くなり、7 より大きくなる程アルカリ性が強くなる。

### 3-3. 酸化還元電位 (ORP: oxidation-reduction potential)

ORP は水が酸化の状態にあるか、還元の状態にあるのかは、水に含有される酸化剤 (電子を取るもの) の量あるいは還元剤 (電子を出すもの) の量によって決まるので、一般的な酸化還元電位を(17)式に示す。

$$E = E_0 + (RT/nF) \times \ln([\text{Ox}]/[\text{Red}]) \quad (17)$$

ここで、 $E$ : 試料の酸化還元電位、 $E_0$ : 標準状態における電位、 $R$ : 気体定数 ( $8.3\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ )、 $T$ : 絶対温度 (K)、 $n$ : 酸化還元反応に関与する電子の mol 数、 $F$ : ファラデー定数 ( $9.65 \cdot 10^4 \text{C/mol}$ )、 $[\text{Ox}]$ : 酸化体

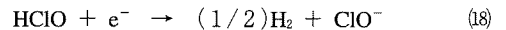
の mol 濃度、 $[\text{Red}]$ : 還元体の mol 濃度を示す。

### 3-4. 溶存酸素 (DO: dissolved oxygen)

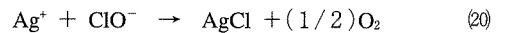
溶存酸素の測定には、試薬を使い酸化還元反応を利用する分析法と電極を使用する方法があるが、本実験では電極法を使用する。これは、電解質溶液中に 2 種類の金属を浸漬し、両金属間に一定の電圧を掛けると、溶存酸素の量に応じた電流が流れる。これを利用した方式には、ポーラログラフ式とガルバニ電池式がある。ここでは後者を利用する。この方式は銀と鉛を組み合わせ、電解液に水酸化カリウムを用いると電池が構成され、酸素量に応じた電流が流れるものである。

### 3-5. 遊離残留塩素 (RC: residual chlorine)<sup>5)</sup>

遊離残留塩素は pH に左右されるので水の pH 値を約 7 とした時、遊離残留塩素は(7)式の様に平衡状態にあるものとする。水の中に遊離残留塩素電極を入れ、陰極 (金極) と陽極 (銀極) 間に電圧を加えると、陰極では還元反応、陽極では酸化反応が起こる。この測定法はポーラログラフ法である。陰極の還元反応を(18)式に示す。



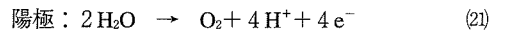
陽極の酸化反応を(19)、(20)式に示す。



これらの電極反応により水中の遊離残留塩素濃度に比例した電流が銀極から金極に向かって流れる。この電流の大きさを測定する事によって水中の残留塩素濃度が分かる。

## 4. 電気分解反応

水の電気分解は電解質溶液中の電極に直流電流を通すと両極でそれぞれ電気分解反応が始まる。陽極表面では(21)式の酸化反応が起こる。また陰極表面では、(22)式の還元反応が起こる。

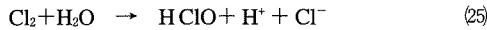


次に、食塩を添加した電解質成分は(23)式の様に電離する。



この電解質溶液をそれぞれ一定時間、電気分解すると陽極表面に(21)、(24)、(25)式の反応が起こる。





また、次亜塩素酸は(7)式の様に電離する。(7)式は酸性溶液中では次亜塩素酸に、アルカリ性溶液中では次亜塩素酸イオンの生成方向に進む。また、陰極表面では(22)、(26)式の反応が起こる。



陽極表面では電子の放出である酸化反応即ち、電子の供与体 donor として働く。陰極表面では電子の受け取りである還元反応即ち、電子の受容体 acceptor として働く。酸化還元反応は、電子を陽極で生成し、陰極で消費する事になるので1種の閉回路ができる。従って、この酸化還元反応は電子の生成・消費の繰り返し反応であることから、電子の source-sink の関係にあると言える。

## 5. 実験方法

### 5-1. 実験準備

電気分解に使用する電解槽はアクリル板で、縦15cm、横8cm、高さ15cmの3槽を作るために、2槽間を素焼きの板で分離する。それぞれの槽は陽極槽、中間槽および陰極槽に分ける。それぞれに使用する1槽当たりの電解質溶液の容積は約1.2lとする。電気分解により塩素を発生させるための電解質溶液は水道水、キャンパス内のおとめが池（：池の水）および純水と食塩水（純水に市販の精製食塩を添加した0.05g/l、0.1g/l、0.5g/l、1.0g/l、2.0g/lの溶液）を準備する。

### 5-2. 電気分解（：電解）および測定

電解用電極を白金板（1cm×1cm）、電極板の間隔を14cm、一定電流40mAを一定時間10、20、30、60、90、120、150分間それぞれ流し、電解を行う。電解前後の電気的性質の測定項目は電気伝導度、水素イオン濃度、酸化還元電位および溶存酸素をハイドロラボ（多項目水質測定器（Model:DS 4 a）：環境システム株式会社）によって測定する。また、遊離残留塩素は残留塩素計（OR-52：オルガノ株式会社）で測定する。

## 6. 実験結果および検討<sup>①</sup>

実験結果の項目は電気伝導度、水素イオン濃度、酸化還元電位、溶存酸素濃度および遊離残留塩素濃度に

ついて、それぞれ陽極槽と陰極槽とに分けて検討する。

### 6-1. 電気伝導度

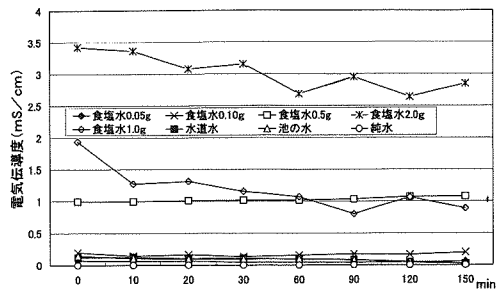


図1. 陽極槽における電気伝導度と電気分解時間

図1は陽極槽における電気伝導度と電気分解時間との関係を示す。

(a)陽極槽：電解前後では、2.0g/lの食塩水でECが約3.42mS/cmから2.85mS/cmに、1.0g/lの食塩水でECが約1.94mS/cmから0.89mS/cmに減少する。また、0.5g/lの食塩水では、途中の若干の変化はあってもECが約1.03mS/cmでは殆ど変化しない。同様に0.1g/lの食塩水でもECが0.20mS/cmで変化しない。0.05g/lの食塩水、水道水等では、ECの値が小さく、殆ど差が現れない。

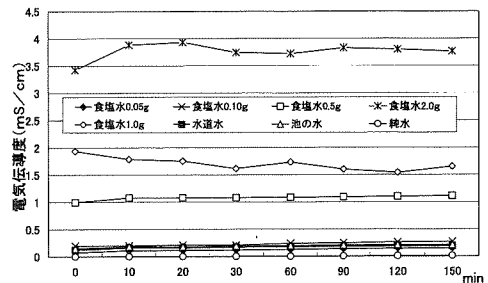


図2. 陰極槽における電気伝導度と電気分解時間

図2は陰極槽における電気伝導度と電気分解時間との関係を示す。

(b)陰極槽：2.0g/lの食塩水は10分間の電解でECが約3.88mS/cm、更に、20分間でECが約3.93mS/cmに上昇するが、150分間でECは約3.77mS/cmに至る。0.5g/lの食塩水では、電解前後でECが約1.03mS/cmから1.08mS/cmに若干上昇する。1.0g/lの食塩水では、ECが電解時間と共に約1.94mS/cmから1.65mS

/cmに減少する。それ以外の溶液では、電解時間による影響は少ない。

6-2. 水素イオン濃度

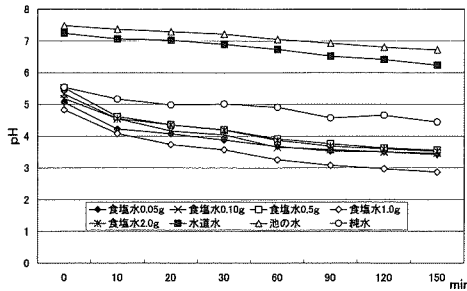


図3. 陽極槽における pH と電気分解時間

図3は陽極槽における水素イオン濃度と電気分解時間との関係を示す。

(a)陽極槽：電解前では、池の水の pH が7.5, 水道水の pH が7.2の値をそれぞれ示すが、150分の電解後の前者の pH が6.7, 後者の pH が6.3とわずかな減少を示す。電解前後の種々の食塩水等の pH は4.8~5.5から3.4~3.6の範囲で減少する。その中で特に、1.0 g/l の食塩水の pH は電解の前後で4.8から2.9に減少する。即ち、より酸性が強くなる事を示す。

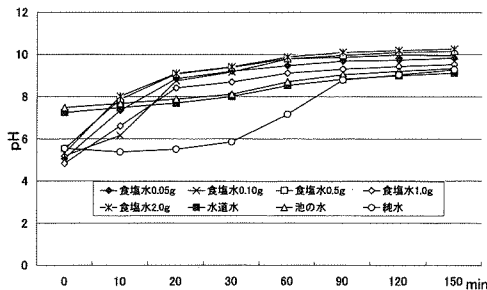


図4. 陰極槽における pH と電気分解時間

図4は陰極槽における水素イオン濃度と電気分解時間との関係を示す。

(b)陰極槽：食塩水の中で、1.0 g/l の食塩水を一例にとると、pH は電気分解前で6.66, 電解20分後で8.4に急上昇する。その後150分間で9.53へと更に上昇する。他も同様な傾向を示す。水道水は電気分解前後で pH は7.19から9.15に上昇する。池の水も同様な変化を示す。純水の pH は電気分解90分まで特異な変化を

示す。陽極槽ではどの溶液も分解時間と共に pH が下降し、酸性が強くなる。逆に、陰極槽では pH が上昇し、よりアルカリ性が強くなる事を示す。

6-3. 酸化還元電位

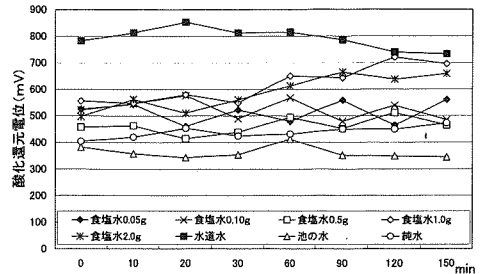


図5. 陽極槽における酸化還元電位と電気分解時間

図5は陽極槽における酸化還元電位と電気分解時間との関係を示す。

(a)陽極槽：水道水の ORP は電解前後で約782mv から約732mv に減少するが、20分間の電解でピーク値約853mv を示す。2.0 g/l の食塩水の ORP は電解前後で約498mv から約658mv に増加する。1.0 g/l の食塩水の ORP は電解前後で約556mv から約695mv に増加する。この中で低い ORP を示す池の水は電解前後で約382mv から約344mv で低い値を示すが、60分間の電解で約413mv のピーク値を示す。水道水および池の水は電解後の ORP が減少する傾向を示すが、それ以外の溶液では、ORP が上昇する傾向を示す。水道水は他の溶液に比べて ORP の値が高い事を示す。

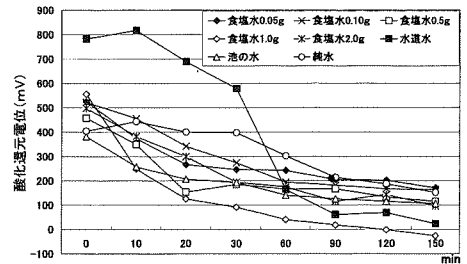


図6. 陰極槽における酸化還元電位と電気分解時間

図6は陰極槽における酸化還元電位と電気分解時間との関係を示す。

(b)陰極槽：水道水の ORP は60分間の電解で約782 mv から約165mv に減少し、その後約23mv まで減少

する。1.0g/lの食塩水では、電解前後でORPが約556mvから約-26mvまで急激に減少する。この負の値は通常の化学反応では起こりえない特異現象である。それ以外の溶液では、約404~525mvの範囲にあるORPが電解時間と共に減少し、150分後に約96~170mvの範囲で減少する。

6-4. 溶存酸素

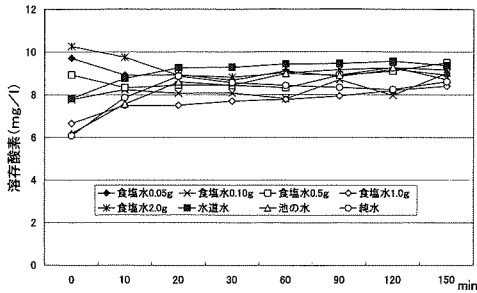


図7. 陽極槽における溶存酸素と電気分解時間

図7は陽極槽における溶存酸素と電気分解時間との関係を示す。

(a)陽極槽：水道水のDOは電解前後で、約7.8mg/lから9.4mg/lに、池の水もDOが約6.2から8.8mg/lに増加する。逆に、2.0g/lの食塩水のDOは約10.3mg/lから9.2mg/lに、0.05g/lの食塩水のもDOが約9.7mg/lから8.9mg/mに減少する。電解前にDOが高い溶液では減少し、逆に、低い溶液では増加する傾向を示す。

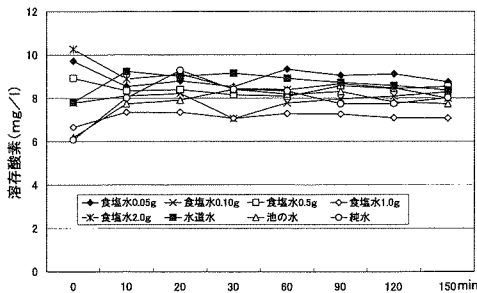


図8. 陰極槽における溶存酸素と電気分解時間

図8は陰極槽における溶存酸素と電気分解時間との関係を示す。

(b)陰極槽：1.0g/lの水道水では、DOが約7.1mg/lと他の溶液と比べて低い値を示す。電解後で、池の

水および0.05g/lの食塩水のDOは約7.7から8.9mg/lの範囲の値を示すが、それ以外の溶液のDO値はその範囲内に存在する。

6-5. 遊離残留塩素

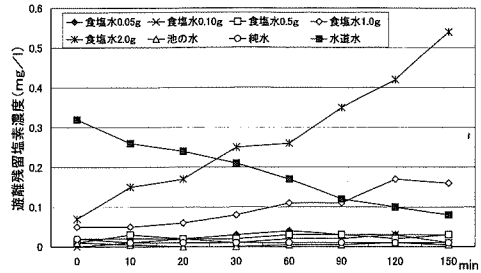


図9. 陽極槽における遊離残留塩素と電気分解時間

図9は陽極槽における遊離残留塩素と電気分解時間との関係を示す。

(a)陽極槽：電解前では、水道水のRCが約0.165mg/lと2.0g/lの食塩水のRCが約0.07mg/lに比べて極端に高い値を示す。しかし、水道水は電解時間と共に徐々に減少し、150分の電解でRCが約0.055mg/lまで減少する。しかし、2.0g/lの食塩水は電解前後でRCが約0.07から0.54mg/lに増加する。同様に1.0g/lの食塩水のRCも約0.05mg/lから0.16mg/lと若干増加する。電解後では、水道水のRCよりもそれ以外の溶液のRC方が低い事を示す。

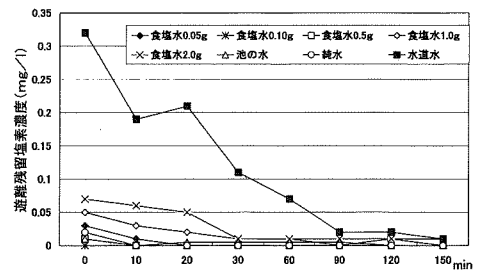


図10. 陰極槽における遊離残留塩素と電気分解時間

図10は陰極槽における遊離残留塩素と電気分解時間との関係を示す。

(b)陰極槽：水道水のRCは電解時間と共に急激に減少するが、溶液の種類に関係なく電解後のRCはアルカリ性が高くなると共に残留塩素は殆ど検出できなくなるので、水道水から残量塩素を電解により除去する事が可能である。

表1. 陽極の電気的性質

	電気分解前	150分間の電気分解
EC	A>B>C>D>池の水>水道水>E>純水	A>C>B>D>E>池の水>水道水>純水
pH	池の水>水道水>純水>C>A>D>E>B	池の水>水道水>純水>C>A>D≒E>B
ORP	水道水>B>D≒E>A>C>純水>池の水	水道水>B>A>E>D>純水>C>池の水
DO	A>E>C>水道水>D>B>池の水>純水	C>水道水>A>D>E>池の水>純水>B
RC	水道水>A>B>C≒D≒E≒純水≒池の水	A>B>水道水>C≒E>D≒純水≒池の水

A: 2.0g/lの食塩水, B: 1.0g/lの食塩水, C: 0.5g/lの食塩水, D: 0.1g/lの食塩水, E: 0.05g/lの食塩水

表2. 陰極の電気性質

	電気分解前	150分間の電気分解
EC	A>B>C>D>池の水>水道水>E>純水	A>B>C>D>池の水>水道水>E>純水
pH	池の水>水道水>純水>C>A>D>E>B	A>C>D>E>B>池の水>純水>水道水
ORP	水道水>B>D≒E>A>C>純水>池の水	E>A>純水>C>池の水>A>水道水>B
DO	A>E>C>水道水>D>B>池の水>純水	E>C>水道水>D>純水>A>池の水>B
RC	水道水>A>B>C≒D≒E≒純水≒池の水	水道水>A>B≒C≒D≒E≒池の水≒純水

A: 2.0g/lの食塩水, B: 1.0g/lの食塩水, C: 0.5g/lの食塩水, D: 0.1g/lの食塩水, E: 0.05g/lの食塩水

電解前後のそれぞれの電気的性質の結果を表1および表2に示す。以上の結果より

#### (1) 電解前の RC および ORP

水道水は電解前の ORP および RC が他の溶液に比べて高い。それは電解前の水道水に消毒のため塩素(Cl<sub>2</sub>)が添加されているためである。この塩素と水との反応により ((6)および(7)式の様に電離する事から、次亜塩素酸および次亜塩素酸イオンが酸化剤および殺菌剤の働きをするためである。

#### (2) 電気分解後の RC および ORP

電解後の RC: 陽極槽では、2.0g/lの食塩水を約80分間以上電解すると水道水の電解前の RC より大きくなる。この様な現象は(2)および(24)式が示すように酸化反応が起こり、酸素および塩素が発生し、塩素はさらに(25)式のように水と反応して次亜塩素酸ができる。また、(6)、(7)式から陽極槽内の pH は酸性の方向に向かうので次亜塩素酸が増加し殺菌力は強くなる傾向を示す。しかし、陰極槽では、pH は電解時間と共にアルカリ性の増加と共に(7)、(25)式から次亜鉛素酸イオン濃度も増加する。このことは、(8)式の還元反応が進行しなくなり RC が検出できないことを示す。

電解後の ORP: 水道水の ORP は150分の電解でも食塩水より高い。この様に水道水は殺菌のために必要な酸化力の強い次亜塩素酸が存在する事を示す。また、濃度の高い食塩水では、電解により塩素(Cl<sub>2</sub>)が発生

するため生成した次亜塩素酸は、さらに反応が進行するため ORP が上昇する傾向を示す。しかし、濃度の低い食塩水では顕著な変化は観測されない。

陰極槽では、水道水は ORP が電解後急激に減少する。同様に食塩水でも減少する。陽極槽とは逆に還元反応が進行するため ORP は全体的に減少傾向にある。

電気分解前の食塩水中の塩素イオン(Cl<sup>-</sup>)と電気分解で生成した塩素(Cl<sub>2</sub>・殺菌用塩素ガス)とは全く性質の異なる物質である。この塩素(Cl<sub>2</sub>)は、自然界に特殊な条件を除いて殆ど存在しえない物質である。このような物質と水との反応により生成する遊離残留塩素等から人間の生活環境を守るために、先ず水道に使用する消毒用塩素の添加量の上限を設定する事が重要である。なぜなら過去に、自然界に存在しない合成化学物質を便利さゆえ生活環境の中に取り入れ、利用して来た結果、公害の元凶である不必要な残留物等が多種類存在する。この様に合成化学物質が自然の限界を超えた事から自然浄化循環の崩壊に至っている。ここで問題に取り上げた遊離残留塩素も例外では無く食物連鎖の一環として、生体構成物並びに生態系は残留塩素濃度に影響を及ぼす諸病状が現れる可能性を十分考慮しておく必要がある<sup>8)</sup>。



## 7. ま と め

電解後の RC:RC は pH の影響を受けるので、陽極槽では、2.0 および 1.0 g/l の食塩水の RC は水道水の RC より高くなる。陰極槽では、RC が検出できなくなる。

電解後の ORP:陽極槽では、水道水の ORP は 150 分電解した食塩水より高い。水道水と塩素が反応して、酸化力の強い活性塩素として働く事を示す。陰極槽では、水道水および食塩水等の ORP は急激に減少し、酸化状態から還元状態へ変化した事を示す。従って、この様に水道の水を滅菌消毒するために塩素を使用する限り、水道に使用する消毒用塩素の添加量の上限値を外国並みに設定する事が重要である。

## 参 考 文 献

- 1) 小林: 恐るべき水汚染, 合同出版 (2001), p105-110
- 2) 川本, 葛西: 入門環境の科学と工学, 共立出版 (2003), p71-74
- 3) <http://www.rr.ij4u.or.jp/~kohda/chemistry/tapwater-chlorine.htm>
- 4) 宋宮, 津野: 環境水質学, コロナ社 (1999), p 47-49
- 5) <http://www.e-organo.com/shop2/or52/or52.html>
- 6) 服部, 篠田, 保坂: 電気分解による水質の環境に及ぼす影響について, 福岡工業大学研究論集, 第35巻, 第1号別冊, 2002年10月15日, p127-132
- 7) 服部, 篠田, 保坂: 水道水が生活環境に及ぼす影響の基礎研究, 福岡工業大学研究論集, 第36巻, 第1号別冊, 2003年9月30日, p31-41
- 8) 湯座: 水道水にまつわる怪しい人々-添付資料 (2003), 三五館,