

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：34412

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500665

研究課題名(和文)在宅ケアに向けた殺菌・消毒液自動生成装置の開発

研究課題名(英文)Development of apparatus providing disinfectant produced from water for home care

研究代表者

海本 浩一 (UMIMOTO, KOICHI)

大阪電気通信大学・医療福祉工学部・教授

研究者番号：90340637

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：電解水の殺菌主要因である有効塩素(AC)濃度を簡易的に計測するために、電気伝導度を用いて検討したところ、AC濃度と電気伝導度に有意な相関関係を見出した( $p < 0.01$ )。また、実用化を念頭に低コスト化に向けて2種類の微酸性、中性電解水生成装置を開発した。電気伝導度を組み込んだこれら装置は在宅ケアの殺菌消毒を行ううえで、大きな支援となるものと期待できる。

研究成果の概要(英文)：In order to measure the available chlorine (AC) concentration due to the bactericidal activity of electrolyzed water, the electrical conductivity was measured. There was significantly correlation between electrical conductivity and AC concentration( $P < 0.01$ ). Also, towards cost reduction for commercialization, two apparatus producing slightly acidic to neutral electrolyzed water were developed. These apparatus can greatly support at ordinary home care.

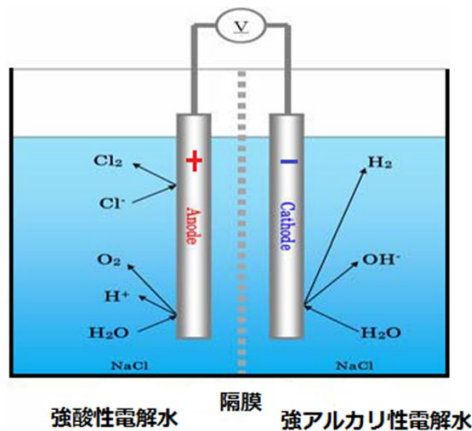
研究分野：生活支援工学

キーワード：電解水 在宅ケア

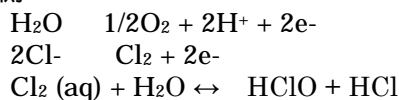
1. 研究開始当初の背景

在宅ケアにおいては高齢者の体力・抵抗力の低下に伴う日和見感染が大きな問題である、初期感染の予防が重要となる。

近年、水を二槽式有隔膜対称型電解槽を用いて電気分解すると、有効塩素(AC)濃度に起因する強い殺菌力を有する水の生成されることが科学的に証明された(図1)。この水を電解水という。その最大の特徴は、強い殺菌力を有するが、使用後はただちにACの消失に伴い元の水に戻る点にある。そのため在宅でも容易に生成、廃棄ができ、市販の医薬品と同様の広い抗菌スペクトルを有する殺菌消毒液との認識が広がりなる可能性がある。電解水はそのpHにより、強酸性、微酸性、中性に分類されるが、強酸性電解水は瞬発力をもつ強い殺菌作用を示すが、保存ができなく、生体にも使用が限られる。一方、微酸性、中性電解水は生理的pHを有し、持続性のある殺菌作用を示すことから、その使用用途も広い。しかし、生成には塩酸を使用しなければならず、在宅で利用するには問題となっている。



陽極側



陰極側



図1. 強酸性電解水の生成

2. 研究の目的

微酸性、中性電解水の殺菌効果については強酸性電解水とほとんど同様であることが分かってきた。殺菌作用の主要因はAC濃度に起因するが、在宅でAC濃度の測定は煩雑である。そこで、電気分解に注目し、AC濃度を電気伝導度で簡易計測が可能かどうかについて検討した。

次に、強酸性電解水は食塩水を電気分解するだけで簡単に生成できるが、微酸性、中性電解水はpH調整のために塩酸を使用しなければならない。在宅において塩酸の使用は好ましくないため、今回、食塩水だけから微酸

性、中性電解水を生成できる装置の開発を試み、それら装置で作成した電解水の殺菌効果を確認した。

3. 研究の方法

(1) AC濃度と電気伝導度

二槽式有隔膜対称型電解槽を用いて0.1%食塩水3Lを20V、20分間電気分解し、酸性(陽極)側電解水の電気伝導度およびAC濃度を測定した。次に、電気伝導度から推測したAC濃度と実測したAC濃度との関係を調べた。AC濃度の測定はdiethyl-p-phenylenediamine (DPD)法にて比色定量を行った。

(2) 食塩水から微酸性、中性電解水の生成

1. 無隔膜円筒型電解槽

従来の有隔膜二層式対称型電解槽(図1)とは異なり、円筒型のステンレス容器自体を陰極に使用し、中央にグラファイト棒を陽極として使用することで、360°の電解が可能となり通電効率が格段とよくなると考える。その結果、無隔膜でも陽極付近は弱酸、微酸性の電解水が生成するものと推測する。

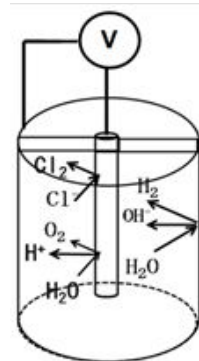


図2. 無隔膜円筒型電解槽

2. 二層式有隔膜非対称型電解槽

電解水を食塩水から作成するには、従来の有隔膜二層式対称型電解槽(図1)が最も簡単な構造である。そこで、本装置を用いて隔膜の位置を、陽極側を大きく陰極側を小さくするように変え、非対称型電解槽とした。その結果、隔膜を挟んで強酸性と強アルカリ性電解水が生成するが、陽極側の電解水は容量が大きいために強酸性までには至らず、弱酸性、微酸性電解水にとどまるものと推測する。

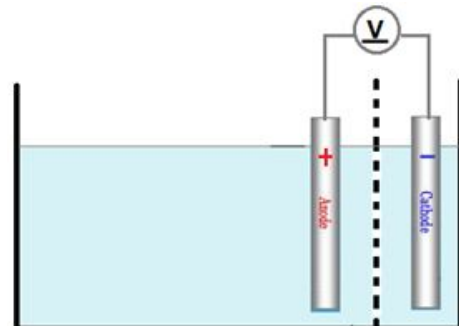


図3. 有隔膜非対称型電解槽

(3) 殺菌効果の検証

今回試作した2つの装置にて作成した陽極側電解水の殺菌効果を、3種類の日和見感染では問題となる細菌(大腸菌 *E. coli*、黄色ブドウ球菌 *S. aureus*、セレウス菌 *B. cereus*)を用い標準平板菌数測定法にて観察した。

4. 研究成果

(1) AC濃度と電気伝導度

強酸性電解水の比色法で測定したAC濃度と電気伝導度は有意な相関関係がみられた( $r=0.87$   $p<0.01$ )(図4)

また、電気伝導度から推測したAC濃度と比色定量した実測AC濃度は、図5のごとく有意な相関関係にあった( $r=0.87$   $p<0.01$ )

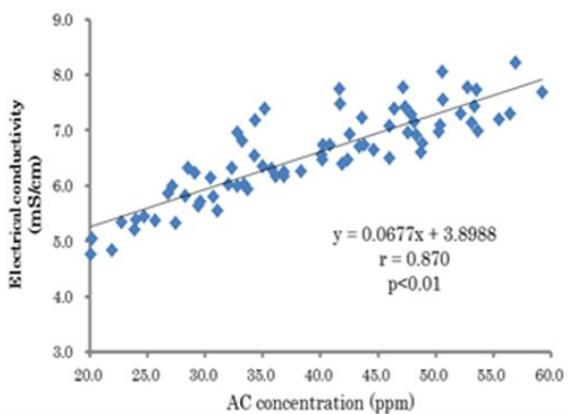


図4. 電気伝導度とAC濃度との関係

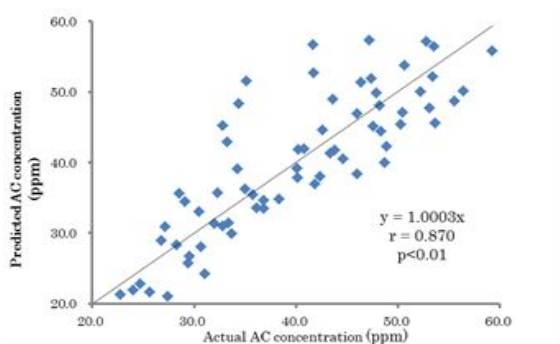


図5. 電気伝導度から推測したAC濃度と実測したAC濃度との関係

(2) 食塩水から微酸性、中性電解水の生成

今回試作した無隔膜円筒型電解槽装置にて作成した陽極側電解水のpHは5.7、AC濃度12.3ppmであり、微酸性電解水が生成し、二層式有隔膜非対称型電解槽ではpHは3.9、AC濃度は31.0ppmの弱酸性電解水が生成した(表1)

表1. 試作装置で生成した電解水の性状

	pH	AC濃度 ppm
無隔膜円筒型電解槽	5.7	12.3
有隔膜非対称型電解槽	3.9	31.0

(3) 殺菌効果の検証

2通りの装置で作成した陽極側電解水の殺菌作用は、いずれの3種類の細菌に対し強い殺菌効果がみられた(表2)

表2. 試作装置で生成した電解水の殺菌効果

Bacteria	Control (cfu/ml)	無隔膜円筒型	有隔膜非対称型
<i>E. coli</i>	$5.2 \times 10^7$	0	0
<i>S. aureus</i>	$3.7 \times 10^7$	0	0
<i>B. cereus</i>	$4.8 \times 10^6$	0	0

以上より、本研究期間にて検討した電気伝導度によるAC濃度の検出および円筒型、非対称型の各電解水生成装置は、在宅ケアに向け低コスト化による実現可能な殺菌消毒液生成装置として大いに期待できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

1. Koichi Umimoto, Aki Kamada, Masahiro Miyata, Syunji Nagata and Junichiro Yanagida “Studies on the Use of Electrolyzed Water as a Disinfectant at Home Care.” GLOBAL HEALTH 2014 : The Third International Conference on Global Health Challenges. pp.5-7, 2014 (査読有)

2. 海本浩一、鎌田亜紀、柳田潤一郎：“高齢者の健康維持に向けた在宅での電解水利用に関する研究”大阪ガスグループ福祉財団調査・研究成果報告集 Vol.27, pp.93-96, 2014 (査読有)

[学会発表](計4件)

1. Koichi Umimoto, Aki Kamada, Masahiro Miyata, Syunji Nagata, Junichiro Yanagida: Studies on the Use of Electrolyzed Water as a Disinfectant at Home Care. The Third International Conference on Global Health Challenges GLOBAL HEALTH 2014 (2014年9月25

日 イタリア・ローマ)

2. 海本浩一、鎌田亜紀、宮田賢宏、永田俊司：在宅用電解水装置の工夫 第 16 回 関西ウオータ研究会 (2014 年 7 月 12 日 千里朝日阪急ビル・大阪府豊中市)

3. 鎌田亜紀、宮田賢宏、永田俊司、海本浩二：臨床工学技士の立場から見た電解水利用の可能性 呼吸療法および医療機器管理分野について 第 16 回 関西ウオータ研究会 (2014 年 7 月 12 日 千里朝日阪急ビル・大阪府豊中市)

4. 森本延幸、鎌田亜紀、宮田賢宏、永田俊司、海本浩二：在宅医療に向けた非対称型有隔膜式電解槽の有効性について 第 53 回日本生体医工学会 (2014 年 6 月 26 日 仙台国際センター・宮城県・仙台市)

〔産業財産権〕

出願状況(計 2 件)

名称：DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING ELECTROLYZED LIQUID

発明者：海本浩一、永田俊司

権利者：大阪電気通信大学

種類：特許

番号：PCT/JP2013/001271

出願年月日：2013 年 3 月 1 日

国内外の別：国外

名称：DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING ELECTROLYZED LIQUID

発明者：海本浩一、永田俊司

権利者：大阪電気通信大学

種類：特許

番号：PCT/JP2012/008363

出願年月日：2012 年 12 月 27 日

国内外の別：国外

〔その他〕

6. 研究組織

(1)研究代表者

海本 浩一 ( UMIMOTO KOICHI )

大阪電気通信大学 医療福祉工学部 教授

研究者番号：9 0 3 4 0 6 3 7

(2)研究協力者

永田 俊司 ( NAGATA SYUNJI )

大阪電気通信大学 客員教授