

紀陽会における強酸性電解水の研究と活用の歩み

藤原功一、楠本裕美、荒川昌洋、藤澤達也、田仲 勝

特定医療法人紀陽会 田仲北野田病院

1. はじめに

田仲紀陽先生と強酸性電解水との出会いは、強酸性電解水が驚異の水としてTV放映されてからしばらくして、メーカーとともに来阪された東京在住の知人が強酸性電解水を説明してくれたことであった。強酸性電解水は殺菌効果が高く、即効性であり、耐性菌の発現がなく、安

全性が高く、経済性に優れ、かつ環境にやさしいという特性を持っているというとても興味深い内容であった。当時、関連施設の北条田仲病院で透析装置の配管系に汚染が見られ、苦慮していたこともあったので、強酸性電解水を透析装置の配管の洗浄消毒に使用できないか検討を始めた。その後の経緯は以下の通りである。

- 1994年9月 田仲クリニック（現北条田仲病院）にて強酸性電解水による透析液配管系の洗浄消毒試験を開始。
- 1995年1月 臨床応用を目的に、殺菌検査、保存試験、手洗試験、エンドトキシン不活化等の基礎実験を開始。
- 1995年6月 透析配管への自動洗浄システムを開発。機器への影響について基礎実験を行う。
以後清浄化への長期的検討を開始。
- 1996年1月 術創、創傷、褥創、透析穿刺部等への臨床使用を開始。
- 1996年2月 強電解水を用いたダイアライザの再生方法の研究を開始。
- 1997年6月 強電解水によるダイアライザ再生の臨床応用を目的に、山東医科大学劉子棟先生と共同研究。
- 1999年12月 田仲理事長が中心となり、関西ウォーター研究会を設立。
- 2001年12月 第8回機能水シンポジウム（財団法人機能水研究振興財団）の大会長を務める。
- 2002年12月 日本機能水学会の設立に関西ウォーター研究会が参画。
- 2003年5月 北条田仲病院開設に際し、電解水による中央配管システムを設置。
- 2006年4月 機能水研究振興財団の調査研究事業「強酸性電解水評価委員会研究班」に参画。
- 2007年12月 第6回日本機能水学会学術大会を田仲理事長が大会長として開催。
テーマは「機能水の近未来展望—更なる、科学的解明と社会的評価を目指して—」

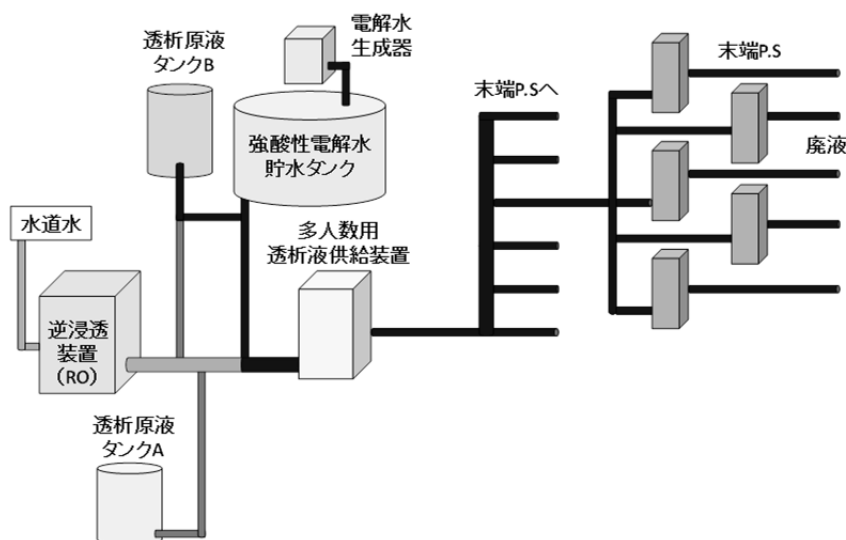


図1. 透析配管系と強酸性電解水送液配管

2. 強酸性電解水を透析装置の配管系に使用するための研究

1) エンドトキシンの不活化

最初に、透析装置配管系の汚染指標であるエンドトキシンの不活化について研究した。透析装置の配管系(図1)において細菌・エンドトキシンが発生する場所は、①消毒液が及ばない配管、② B 原液タンク、③ 液の停滞する場所、④ 配管の継ぎ目や複雑な構造、⑤ 細い配管、⑥ 流れが乱れる場所、である。従来、ホルマリンを使用してエンドトキシンの低減を行ってきたが時間を要することや廃液による環境汚染の懸念があった。

そこで、ホルマリンの代わりに強酸性電解水を用いて以下の実験を行った。配管内に滞留する汚染された RO 水 (ET39531EU/L) を採取し、それを 10, 50 および 100 倍の強酸性電解水で希釈し、直後、2, 4, 8 及び 24 時間後にエンドトキシンを測定した。その結果 (図 2)、すべての条件において 2 時間で 50%、24 時間で 90% の低下を認めた。これはホルマリンに比べて急速な低下であった。なお、強酸性電解水中のエンドトキシンは測定感度以下であった。

図 3 は、強酸性電解水導入後の末端 P.S 部位での透析開

始直前のエンドトキシン (Et.) 値の状況を 2001~2003 年にかけて記録したものである。Et. 値 (EU/l) は、前半 (1 年半) は多少の変動がみられたが、後半 (1 年) はいずれの個所でも安定して低値 (10EU/l 以下) に推移し、強酸性電解水導入による明瞭な改善が認められた。

2) 機材への影響

多人数用透析液供給装置 (NCS-200S) や患者監視装置 (NCU-8) の内部には、ステンレス鋼やポリプロピレン、あるいはシリコンが使用され、部品内部にはシリコンやバイトンゴムのパッキン類が使われている。また、装置間の配管には塩化ビニルやシリコン、ポリプロピレンが使われている。これらの部材が強酸性電解水によってどのような影響を受けるかを調べた。その結果、塩素ガスの影響により金属部品の錆のほか、塩化ビニル・ゴムなどの非金属部品にも悪影響があることがわかった。そこで、透析装置の配管系に使用されている金属部品・非金属部品を研究機関などに持ち込み、材質への影響を確認した。

図 4 は、ステンレス SUS316 (サイズ H×W×T=100×75×1 mm, 平均重量 59.53g) を強酸性電解水 (有効塩

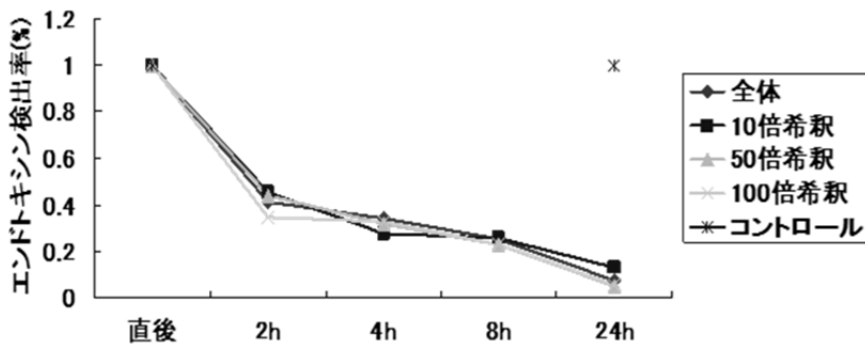


図 2. 強酸性電解水によるエンドトキシンの不活性化

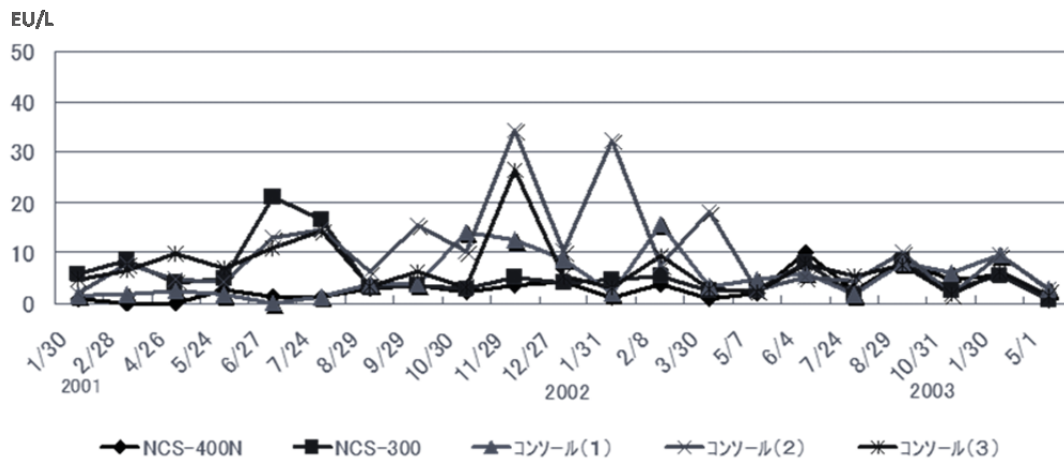


図 3. 透析開始直前のエンドトキシン値

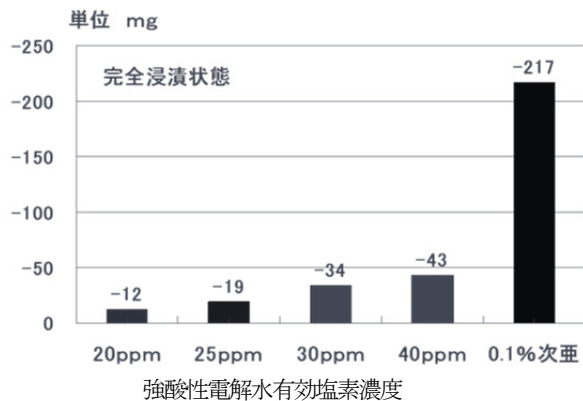


図4. 金属腐食試験 (SUS316 板材の重量変化)

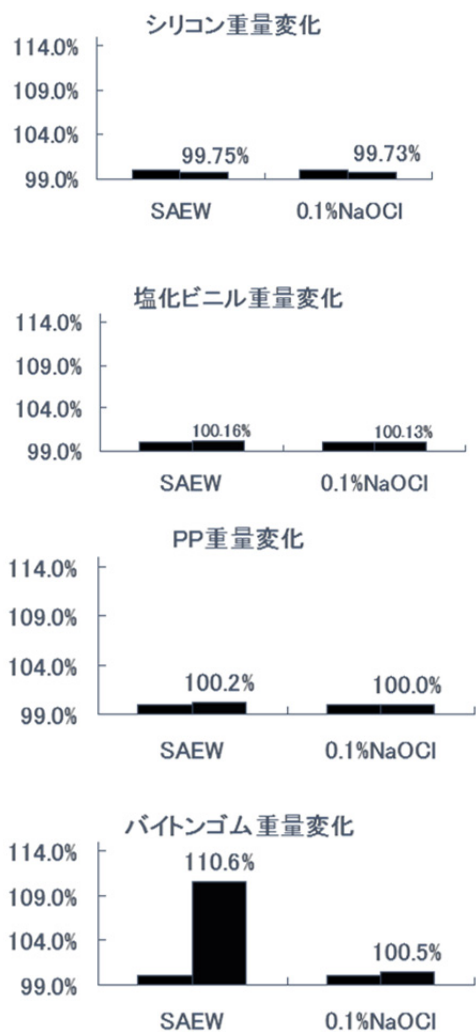


図5. 強酸性電解水の樹脂に対する影響

素濃度 20, 25, 30, 40ppm) と次亜塩素酸ナトリウム液 (NaOCl ; 有効塩素濃度 0.1%) に完全浸漬し、室温で 36 日間 (毎朝交換) 経過後の重量変化量を比較した。その結果、強酸性電解水浸漬では有効塩素濃度に比例した重

量低下が認められたが、その範囲は 200mg 超の低下を示した 0.1%NaOCl 液浸漬に比べて顕著に低いレベル (1/5 以下) であった。

一方、図 5 は樹脂に対する影響をみた結果である。強酸性電解水 (有効塩素濃度 20~30ppm) の影響を浸漬前後の変化で見ると、シリコン、ポリプロピレン (PP) および塩化ビニルに対しては 0.1%NaOCl 液と同様にほとんど変化がなかったが、バイトンゴムに対しては明らかな影響が出た。すなわち、バイトンゴムは、強酸性電解水に浸漬すると重量が増加し、0.1%NaOCl に比べ短時間で劣化を起しやすと考えられた。しかし、使用開始から 4 年半を経過した経験において、バイトンゴムを定期的に交換することで劣化に対応でき、使用上の問題は起きていない。

以上のことについて考察した結果、強酸性電解水を透析装置の配管系に使用するには、有効塩素濃度 20ppm、pH2.7 に調整すると塩素ガスの影響を受けにくく、かつ殺菌効果のあることが分かった。また、透析装置メーカーの協力を得て、強酸性電解水対応の部品に材質変更を行った。この材質変更は、現在の透析装置の開発に役立っている。その後、臨床応用するために、自動化が必要であったので、自動化システムを開発した。それにより、透析配管への実用が可能となり、透析システムのトータルクリーン化の実現に成功した。図 6 のように、使用現場でのメンテナンスガイドを作成し、強酸性電解水の有効使用の徹底を図っている。

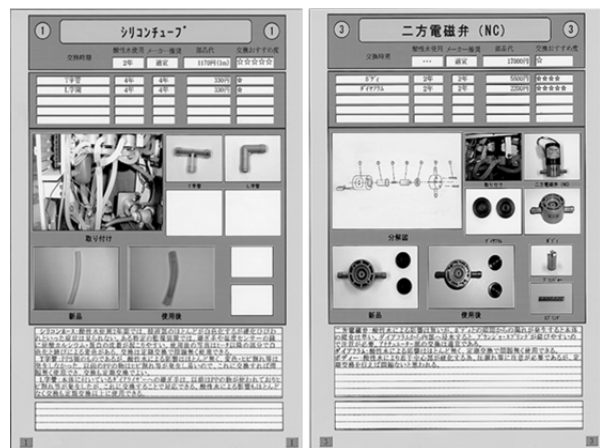


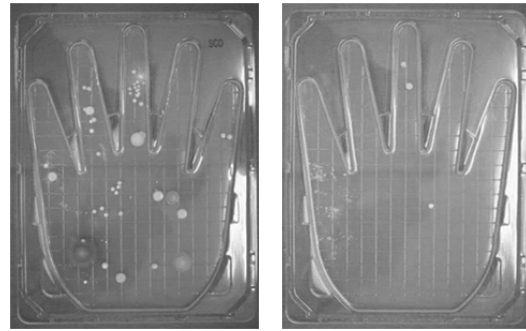
図6. 強酸性電解水による洗浄殺菌システムのメンテナンスガイド

3. 強酸性電解水の生体への利用研究

透析配管の洗浄殺菌研究を通じて自動洗浄システム開発に成功したが、その過程において改善を繰り返しながら積み重ねてきた使用経験を踏まえて、その後、皮膚に



シンクとセンサー（上部）



手洗い前

手洗い後

図7. 強アルカリ性電解水と強酸性電解水の併用による手洗い殺菌効果

応用するための検討を加えた。すなわち、衛生的な手洗い、透析患者の穿刺部位の皮膚殺菌、下肢などの壊疽や潰瘍の洗浄殺菌などについて検討した。その結果、生体でも殺菌効果があり、副作用の発現もなく、安全に使用できることを確認した。

1) 強酸性電解水による衛生的な手洗い

透析施設における衛生的な手洗いに強酸性電解水を活用する目的でいろいろ検討した結果、強酸性電解水生成装置の陰極側から吐水される強アルカリ性電解水（pH11～11.5の電解水で、 H_2 ガスを含むNaOH水溶液と同等性があり、油脂・タンパク質除去能をもつ）で最初に手洗いしてから、強酸性電解水で手洗いすることが手指の有機物汚染と細菌汚染の除去に有効で、手荒れもしないことが明らかになった。結果として、以下の手順で衛生的な手洗いをする自動手洗いシステムを確立した。すなわち、図7のように、院内の各シンクのところまで強酸性電解水と強アルカリ性電解水のラインが来ており、シンクの上のセンサー部の前に手をかざすと、最初に吐水する（10秒）強アルカリ性電解水で衛生的な手洗いを行う。次いで、吐水は自動的に強酸性電解水に切り替わり20秒流れ出るので、それで衛生的な手洗いを行う。吐水が停止したら、ペーパータオルで手を拭く。この手洗い方式は、後に機能水研究振興財団のプロジェクトで検証され、電解水による衛生的な手洗い法の確立へ発展した。一方、吐水が停止して3秒後に、再び強アルカリ性電解水が7秒するが、これは中和によって廃水配管を保護するためである。

2) 強酸性電解水による穿刺部位の洗浄除菌

衛生的な手洗いと同様に、強アルカリ性電解水と強酸性電解水の併用（各15秒）による透析患者のシャント肢穿刺部位の洗浄を検討した結果、従来方式（ハンドソープと水道水による洗浄）と同等の成績が得られた。また、

透析前の穿刺部の消毒に強酸性電解水スプレー法（図8）を検討した。強酸性電解水を5回以上噴霧後、滅菌ガーゼで水滴を拭取った後、強酸性電解水を再度噴霧し滅菌ガーゼで拭取った。スタンプ法とATP法で測定した結果、細菌数とRLU値は、処理後顕著に低下した。皮膚へのダメージもないことからアルコール綿の代替法となり得る可能性が十分ある方法である。



図8. 電解水による穿刺部位の洗浄

4. その他の利用

その他、紀陽会では、術創（上肢肘関節部に作成された内シャントや大腿部に移植された人工血管とその周辺）や院内の医療機材（手術器具や内視鏡）の洗浄殺菌（衛生管理）、厨房における食料・食器・器材の洗浄、壁や床の清拭、便所の除菌、さらにはうがいへの使用についても研究・実践している。

5. おわりに

田仲紀陽先生をはじめ我々は、従来の消毒剤にはない効果と安全性を合わせ持つ機能水（強酸性電解水）が社会に貢献できるものと一貫して考え、研究によって得た科学的エビデンスに基づいて機能水の使用を実践してき

た。こうしたエビデンスと常に改善を心掛けながらの使用経験に基づいて、2003年に新築した北条田中病院（加西市）には、使用目的に応じて2種類の有効塩素濃度の強酸性電解水を使える独自の中央配管供給システムを構築し導入した。その他の施設を含めて紀陽会では今日まで強酸性電解水を衛生管理・感染制御に有効利用している。今後も故田仲紀陽先生の遺志を受け継ぎ、機能水の更なる発展に寄与したいと思っている次第である。

参考文献

- 1) 藤原功一ら：電解強酸性水を用いた血液透析装置の洗浄消毒法. *人工臓器* **25(2)**: 393-398, 1996.
- 2) 大門敏也ら：電解強酸性水を用いた血液透析装置の洗浄消毒法（続報）. *人工臓器* **26(1)**: 130-134, 1997.
- 3) 大門敏也ら：電解強酸性水を用いた血液透析装置の洗浄消毒—長期使用における評価— . *人工臓器* **27(1)**: 124-128, 1998.
- 4) 山本昌則ら：電解強酸性水による透析液ラインの洗浄（第1報）*腎と透析* **40(4)**: 641-645, 1996.（第2報）*腎と透析* **41(1)**: 133-136, 1996.（第3報）*腎と透析* **42(5)**: 683-688, 1997.
- 5) 田仲紀陽ら：透析施設における電解強酸性水の使用. *臨床透析* **13(6)**: 753-758, 1997.
- 6) 田仲紀陽ら：透析施設における電解強酸性水の使用（続報）. *臨床透析* **13(8)**: 1167-1173, 1997.
- 7) 堀田国元：科学的・技術的および社会的側面からみた電解機能水の信頼性と将来展望. *医工学治* **20(1)**: 12-18, 2008.
- 8) 左官愛野、西島基弘：電解水の手洗い効果. *医工学治* **20(1)**: 24-29, 2008.
- 9) 山本昌則、田仲紀陽：医療施設における電解水の有効利用. *医工学治* **20(1)**: 35-39, 2008.
- 10) 船戸和恵ら：強酸性電解水を用いたシャント穿刺部の消毒方法の有用性. *大阪透析研究会会誌* **17(1)**: 47-50, 1999.
- 11) 田仲紀陽ら：透析医療と強酸性電解水. *日本透析医学会雑誌* **37(5)**: 1273-1283, 2004.
- 12) 山本昌則、田仲紀陽：医療施設における電解水の有効利用. *医工学治* **20(1)**: 35-39, 2008.

Footsteps of Kiyokai in research and application of strongly acidic electrolyzed water

K. FUJIWARA, H. KUSUMOTO, M. ARAKAWA, T. FUJISAWA and M. TANAKA
Tanaka Kitanoda Hospital