

電解水による紅茶汚染布の漂白力

Bleaching Power of Tea Stained Cotton Cloth by Electrolyzed Water

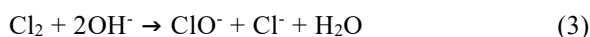
仁井田海渡¹⁾
指導教員 北折典之¹⁾

1) 国立東京工業高等専門学校 物質工学科 無機機能性材料研究室

キーワード：漂白，電解水，次亜塩素酸イオン，電気分解，安定性

1. 序論

次亜塩素酸イオンは強い酸化力を有し、漂白力を持つ。次亜塩素酸イオンは、塩化物イオンを含む水溶液を電気分解することで生成する。このとき起こる化学反応を以下に示す。



次亜塩素酸イオンの平衡組成は pH に依存し、酸性下では次亜塩素酸、塩基性下では次亜塩素酸イオンとして多く存在する。次亜塩素酸は酸化力が強く不安定である一方で、次亜塩素酸イオンは安定性が高いものの、酸化力は次亜塩素酸に劣る。それゆえ、電解水の漂白力は pH に依存すると考えられる。電気分解における塩化物イオンの供給源として塩化ナトリウムを用いた場合には、次亜塩素酸イオンの一部はナトリウムと結合して次亜塩素酸ナトリウムとして存在する。このように、塩化物イオンの供給源となる化学種を変えた場合には電解水中の組成や電気分解の条件が変化する。それに伴って、電解水の漂白力も変化すると思われる。

そこで、本研究室では、電解における塩化物イオンの供給源である化学種を変え、生成された電解水の漂白力を測定した。それにより、漂白に適した電解水が生成される電解条件を探索した。具体的には、電気分解における塩化物イオンの供給源として塩酸、塩化ナトリウム、塩化カリウムの3種類の化学種を使用して電気分解を行い、次亜塩素酸イオンを含む電解水を生成した。生成した次亜塩素酸イオンを含む電解水を用いて紅茶汚染布の

漂白を行い、その漂白率を測定した。一般に、漂白率は80%を超えると汚れが落ちたと感じる人が多いとされている。そのため、本研究の目標は漂白率80%と設定した。また、通電する電気量を増大させたときの漂白力の変化についても報告する。

2. 方法

2.1. 電解水の漂白力

0.1 mol/L の塩酸、塩化ナトリウム、塩化カリウムの水溶液 300 g を調製した。これらの水溶液に、白金電極(電極面積 4.80 cm², 電極間距離 0.97 cm)を用いて 1.5 A の電流を 300 秒間または 690 秒間流した。このとき、溶液は 400 rpm で攪拌した。続いて、電解水に紅茶汚染布(白布(金巾3号, #2003布)を市販の紅茶(日東紅茶)で煮込んで染色したもの, 7 cm×7 cm)を 600 秒間浸漬して漂白試験を行った。漂白試験前後の反射率から以下の式を用いて漂白率を算出した。

$$\text{漂白率}[\%] = \frac{\text{漂白後の反射率} - \text{汚染布の反射率}}{\text{白布の反射率} - \text{汚染布の反射率}} \times 100 \quad (4)$$

また、電解終了直後および漂白試験終了後に電解水の有効塩素濃度と pH を測定した。

2.2. 電解水の安定性

2.1.と同様の方法で塩酸、塩化ナトリウム、塩化カリウムの電解水を作製した。このとき、通電時間は 690 秒とした。これらを室温、開放系にて 48 時間放置し、時間の経過に伴う有効塩素濃度を測定した。

3. 結果と考察

3.1. 電解水の漂白力

300 秒間および 690 通電したときの電気分解終

了直後と漂白試験終了後の電解水の pH および有効塩素濃度、漂白率を Table.1 に示す。これより、300 秒間通電したとき、電解質として塩酸を用いた場合には、有効塩素濃度および漂白率共に最も低かった。電解水の pH が酸性下であるため、酸化力の強い次亜塩素酸が多く存在しているはずである。しかしながら、漂白率が低いのは、他の 2 種類の電解水と比較して有効塩素濃度が非常に低いからであると考えられる。塩化ナトリウムと塩化カリウムについては、塩酸を用いた場合より高い漂白率が得られた。この 2 つを比較すると、有効塩素濃度は塩化カリウムを用いた場合が高い。一方で、漂白率は塩化ナトリウムを用いた場合が高い。これより、有効塩素濃度と漂白率は単純に相関しないことが示唆された。また、通電時間 690 秒のときの結果に着目すると、流した電気量の増大に伴い、いずれの電解質においても、通電時間 300 秒の場合と比較して有効塩素濃度は高くなった。しかしながら、塩酸を用いた場合には漂白率に変化は見られず、他の 2 種類の塩では向上したことがわかる。したがって、酸性条件下での次亜塩素酸による漂白において、有効塩素濃度が漂白率に与える影響は極めて小さいと考えられる。塩化ナトリウムと塩化カリウムの電解水の漂白率は 80% に近く、目標に非常に近い値が得られた。

3.2. 電解水の安定性

時間経過に伴う有効塩素濃度の残存率を Fig.1 に示す。これより、有効塩素濃度は電解質が塩酸のときに最も早く減少し、電解からおおよそ 45 時

間後には元の濃度の 20% 程度になった。これに対して塩化ナトリウムと塩化カリウムでは、48 時間後の残存率は 90% 以上であり、ほとんど減少しなかったことがわかる。これは、塩酸の電解水は pH が低く、不安定な溶存塩素ガスや次亜塩素酸が多く存在したのに対し、塩化カリウムと塩化ナトリウムの電解水は pH が高く、安定な次亜塩素酸イオンが多かったことによると考えられる。

4. 結論

塩化ナトリウムまたは塩化カリウムの水溶液に十分な電気量を流して電気分解を行い、次亜塩素酸イオンを生成させて漂白に用いると、80% に近い漂白率が得られることがわかった。また、電気分解が終わってから 50 時間程度であれば、有効塩素濃度を保つことができることがわかった。このように、塩化ナトリウムや塩化カリウムの水溶液を電気分解した溶液の漂白力や次亜塩素酸イオンの安定性にはほとんど差がなかった。

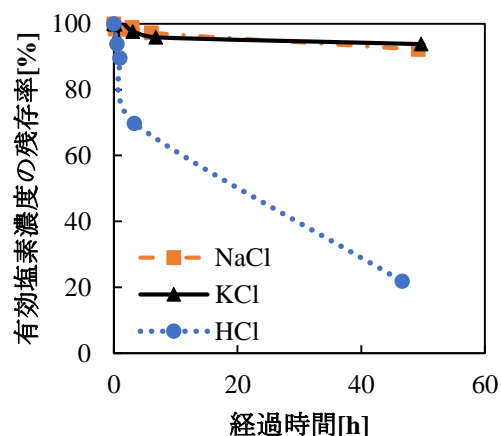


Fig. 1 時間経過に伴う有効塩素濃度の変化

Table 1 電解水の pH, 有効塩素濃度および漂白力 (上段: 電解直後, 下段: 漂白後)

電解質	通電時間 300 秒			通電時間 690 秒		
	pH	有効塩素濃度 [ppm]	漂白率 [%]	pH	有効塩素濃度 [ppm]	漂白率 [%]
HCl	1.27	81	57.5	1.80	180	57.0
	1.16	62		1.63	120	
NaCl	8.66	158	67.5	9.19	345	79.3
	8.41	110		9.06	315	
KCl	8.90	177	65.5	9.15	400	77.9
	8.82	142		9.00	367	