

果物の酸を用いた水道水の塩素除去

Tap water chlorination using fruit acids

Abstract

Tap water contains chlorine for disinfection purposes. This gives it a distinctive taste and odor, which can be eliminated by a redox reaction. This reaction is carried out using fruit acids to find out which fruit is the most efficient. I would also like to find out about the taste of tap water after the oxidation-reduction reaction.

1. はじめに

水道水には、消毒を目的とした塩素が含まれている。その塩素が水道水特有のにおいや味の原因となっている。そこで、果物の酸と酸化還元反応させることで塩素をほかの物質に変えることで味やにおいを防ぐことが本研究の目的である。

2. 実験 1 の研究方法

実験 1 水道水モデルの作成

水道水は、通る水道管や季節によって塩素濃度に差ができてしまう。そこで本研究では国が定めている塩素濃度の基準(0.1mg/L)に基づいて水道水モデルを作り、水道水と見立てた。今回は次亜塩素酸カルシウムを塩素として使用し、希釈によって濃度を調整した。塩素が溶液中に含まれているのかを判断するためにウォーターチェッカーを使用した。ウォーターチェッカーとは DPD 試薬のことである。本研究では KURITA 社の「残留塩素測定試薬ウォーターチェッカー」を用いた。溶液と混ぜ合わせることによって、溶液中に塩素があると溶液が赤く染まる(図 1)。



図 1 ウォーターチェッカーと反応した水道水

DPD 試薬とは、塩素を含む溶液に加えると、その濃度によって赤色～桃色に変化する試薬のことである。それによって溶液中の塩素濃度を簡易測定することができる。反応後の色と塩素濃度の関係については次のとおりになっている(図 2)。



図2 反応後の色と塩素濃度の関係[mg/L]

図2の表と図1の写真を見比べてみると図1の溶液の塩素濃度は1.00mg/Lとわかる。このようにして溶液の塩素濃度を簡易測定することができる。

DPD 試薬の原理を次に示す。

図3のN,N-ジエチルパラフェニレンジアミンは塩素によって酸化する。N,N-ジエチルパラフェニレンジアミンは酸化することによってキノンジイミンとなる(図4)。キノンジイミンがまだ反応していないN,N-ジエチルパラフェニレンジアミンと反応することによって呈色反応を起こすことでN,N-ジエチル-セミキノン中間体となる(図5)。

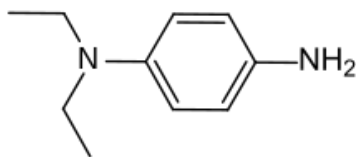


図3 N,N-ジエチルパラフェニレンジアミンの構造式

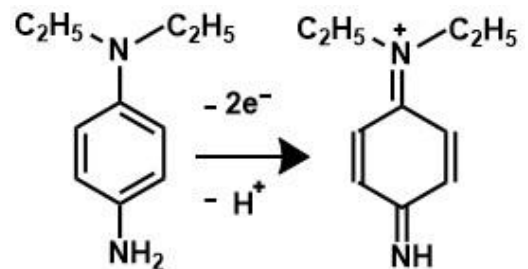


図4 N,N-ジエチルパラフェニレンジアミンからキノンジイミン

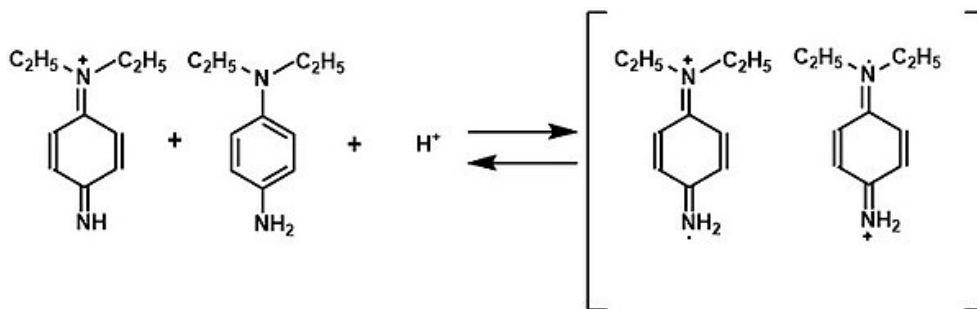


図5 N,N-ジエチルパラフェニレンジアミンとキノンジイミン N,N-ジエチル-セミキノン中間体

・水道水モデル作成方法

- ① 次亜塩素酸カルシウムを10mg、1mg、0.1mg、0.01mgそれぞれ蒸留水に溶かし、次亜塩素酸カルシウム水溶液をそれぞれ10mlずつ作り試験管に入れた。
- ② ウォーターチェッカー1袋を溶かした溶液を200ml作り、10mlずつに試験管に分けた。
- ③ ①の溶液と②の溶液をそれぞれ混ぜ合わせた合計20mlの溶液を水道水モデルとした。

上記の手順で作成した水道水モデルの色を観察することによって水道水モデル内に塩素が残っているのか、またウォーターチェッカーが塩素を判別する試薬として正常に働いているのかを判

断することができる。

3. 実験1の結果

試験管に含まれる次亜塩素酸カルシウムの量とウォーターチェッカーの色の関係を次に示す(表1)。

表1 次亜塩素酸カルシウムの量とウォーターチェッカーの関係

次亜塩素酸カルシウムの量[mg]	10	1	0.1	0.01
反応	なし	なし	反応が見られたが、すぐに色が消えた。	反応があり、色もくっきりと残った。

結果より次亜塩素酸カルシウムの濃度が5 mg/L の水道水モデルの反応が一番見やすいと分かった。そのため、今回の実験ではこの濃度で実験2を行うこととした。

4. 実験2の方法

- ① 5mg/L の次亜塩素酸カルシウム水溶液を 10ml ずつ作った。
- ② アスコルビン酸を 1000mg, 100mg, 10mg, 1mg, 0.1mg をそれぞれ蒸留水に溶かしたアスコルビン酸水溶液を 5ml ずつ作った。
- ③ ウォーターチェッカー水溶液を 100ml 作り、5ml ずつ分けた。
- ④ ①②③で作ったものを混ぜ、反応を観察した。

5. 実験2の結果

表2 実験2の結果

アスコルビン酸の質量[mg]	1000	100	10	1	0.1
ウォーターチェッカーとの反応	なし	なし	なし	なし	なし

結果より、アスコルビン酸によって次亜塩素酸カルシウムが除去され、どの試験管でもウォーターチェッカーとの反応がなかったとわかる。

6. 考察

実験2より 0.1mg のアスコルビン酸が入っている試験管でもウォーターチェッカーの呈色反応が見られなかったことから、次亜塩素酸カルシウムと同じ量のアスコルビン酸でも次亜塩素酸カルシウムを除去できると分かった。実験中に反応を観察していると、アスコルビン酸を入れてすぐに赤色が消えたことから溶液に含まれる塩素の量より少ない量のアスコルビン酸でも塩素を除去できると考えた。また、果物に含まれている酸はアスコルビン酸だけでなく葉酸、パントテン酸なども含まれているため果汁で塩素を除去するならばもっと少ない量でも可能だと考えた。

7. 今後の課題

果物に含まれている酸は他にも複数あるためその酸で実際に塩素を除去することができるのかを調べる。それらの酸に塩素を除去する効果があるかを調べた後、果汁を用いて塩素を除去することができるか調べる。それにより実際に人が飲む際の安全を補償でき、本研究の動機でもある水道水特有のにおいを防ぐことができる。

また、果物の酸にこだわらず、塩酸など酸化させる効果がある物質を用いることによって新たな発見があるのではないかと考えた。

8. 参考文献

ビタミンCを用いた水道水の塩素除去(天野裕伽 2021) プルーフ2 報告書
「残留塩素の濃度を測る DPD 試薬とは？」<https://www.maplelink.co.jp/>
(閲覧日 2021 年 4 月 18 日)