

ドキッ！疑惑だらけの水素水

中村 海斗 赤沢 孔明 上田 結大 飛田 直大 山添 雅幸
兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

体内の活性酸素を還元することで健康や美容など様々な良い効果があるとして市販されている水素水であるが、その効果が疑問視されている。水素水に良い効果があるとする主張の“根拠”には、科学的根拠に基づいていないと考えられるものが数多くある。我々はその中から「水の電気分解における陰極付近の溶液にイソジンを滴下するとヨウ素の赤褐色が消える。これは水素がヨウ素を還元しているからだ。」「アルカリイオン水は酸化還元電位の値が低い。」「水素水はヒドロキシルラジカルを還元する能力が高い。」という3つの“根拠”について検証を行った。結果として、今回検証した3つは根拠とするのに不足している点があると考えられる。

1. はじめに

水素水とは、水素を多く含んだ水溶液のことである。

水素は還元剤であるため、水素水を飲むことにより体内の有害な活性酸素を除去することが期待されてきた。2007年には水素水に体内の活性酸素*1を選択的に還元する作用があるという報告[1]がなされており、現在では虚血-再灌流傷害などへの治療が期待されている。[2]

このように現在盛んに研究が行われている水素水であるが、家庭用に販売されているものについてはその効果が疑問視されている。

我々は、健康や美容、ダイエットにまで効果があるとされる[3]市販水素水の真偽を確かめたいと考えたが、高校生ができる範囲での検証には無理があることが分かった。さらに水素水について調査を進めていく中で、水素水に良い効果があるとする主張の“根拠”の多くが科学的検証を伴わないものであることに気が付いた。そこで、その“根拠”を科学的に検証することを目的とした。

*1) 不対電子を持つ原子や分子、イオンであるフリーラジカルのうち、酸素原子が不対電子を持っているもの。

2. “根拠” 1

「水の電気分解における陰極付近の溶液にイソジンを滴下するとヨウ素の赤褐色が消える。これは水素がヨウ素を還元しているからだ。」[4]

2.1. 仮説

もし水素がヨウ素を還元しその色を消すのであれば、電気分解により水素が発生する陰極付近の溶液に滴下したヨウ素は色が消える一方で、水素が発生しない陽極付近の溶液に滴下したヨウ素は色が消えないはずである。

2.2. 実験方法

ケニス製電気分解装置(No. 123-560)と酸化バナジウム電極を用いて、1.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液と 9.80 %硫酸水溶液を電気分解する。そして、陰極及び陽極付近にイソジン(ポリピロリドンヨード)を滴下し、色の変化を観察する。

2.3. 結果

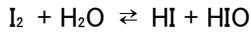
水酸化ナトリウム水溶液
陽極 イソジンの色が消えた
陰極 イソジンの色が消えた

硫酸水溶液
陽極 褐色の沈殿が生じた
陰極 褐色の沈殿が生じた

2.4. 考察

陽極か陰極かにかかわらずそれぞれの溶液に固有の結果を示していることから、水素がヨウ素を還元しているのではないということがわかった。

このような結果になった原因は、ヨウ素と水が反応してわずかにヨウ化水素と次亜ヨウ素酸が生成する反応



であると考えられる。

水酸化ナトリウム水溶液中では多量に存在する OH⁻によって平衡が右に傾くことでヨウ素がヨウ化物イオンに変化することで色が消えた。その一方で、硫酸水溶液中では多量に存在する H⁺によって平衡が左に傾きヨウ素が沈殿したのだと考えられる。

3. “根拠” 2

「アルカリイオン水*2 は酸化還元電位(ORP)*3 の値が低い。」[5]

*2) 水素水の中で、特にアルカリ性を示すもの。

*3) 溶液の相対的な酸化性、あるいは還元性を示す指標。標準水素電極電位である 0V を基準とし、正の値であれば酸化性、負の値であれば還元性を持つことを示す。

3.1. 仮説

pH の大きい水素水溶液と pH の小さい水素水溶液との ORP を比較した場合、pH の大きい水素水溶液の方が低い値をとる。

3.2. 実験概要

水上置換法を用いて水素水溶液、窒素水溶液を作成する。窒素水溶液は比較対象である。それぞれに数種の溶質を加え、ORP と pH を測定し、その関係性について調べる。

3.3. 実験方法

I. 水素水溶液の作成

- ① 純水を 90℃ まで加熱して脱気し、メジューム瓶(以下瓶)へ満杯に入れる。
- ② 流水で瓶を冷ます。
- ③ 図 1 のように水槽内で水素ポンベから瓶に水素を入れ、瓶に蓋をする。この時、瓶内の水がおよそ 100 mL になるようにする。

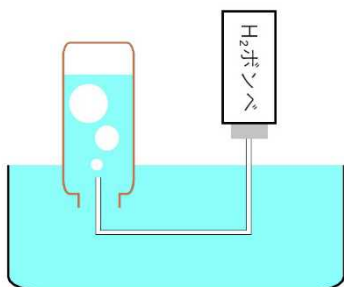


図 1 水素の充填法

④ 5 日ほど静置する。

II. ORP と pH の測定

⑤ 水素水溶液の pH を調整するため、瓶内に以下の試料を 0.010 mol 加える。これをそれぞれ 3 つ、何も加えない瓶を 3 個ずつ、計 18 個用意する。

- 塩化ナトリウム
- 水酸化ナトリウム
- 炭酸水素ナトリウム
- 濃硫酸(98%)
- 酢酸

⑥ ORP メータ HM-25R 型と水素ポンベを用いて、室温(25℃付近)で水素を通気しながら ORP 測定する。

⑦ pH メータを用いて pH を測定する。

III. 対照実験

上記の実験系において、水素を窒素に置き換えて同様の実験を行う。

3.4. 結果

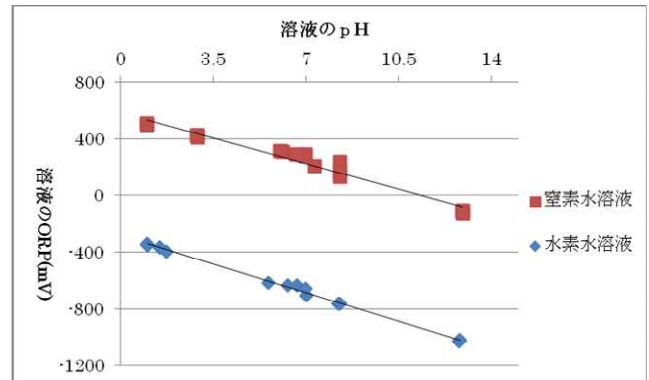


図 2 溶液の pH と ORP の相関

水素水溶液、窒素水溶液共に pH が大きくなると ORP の値が低くなっていることがわかる。

図 2 より、水溶液の ORP と pH には負の相関があるといえる。相関を表す直線の傾きは先行研究[6]と一致している。

3.5. 考察

アルカリイオン水の ORP が低い値を示すのは、全ての水溶液に当てはまる ORP と pH の相関が原因であると考えられる。しかし、ホメオスタシス機構により体内の pH はほぼ一定に保たれる。よって、飲用する前のアルカリイオン水は ORP が低い状態にあるが、作用する際には pH の変化によって ORP が高くなるため、水素水の pH が大きい方がより有効であるとはいえない。

4. “根拠” 3

「水素水はヒドロキシルラジカル*4を還元する能力が高い。」[7]

*4) 体内に存在する活性酸素種のうち、最も酸化力が強いといわれているもの。

4.1. 仮説

水素水は多くの活性酸素を短い時間で還元することができる。

4.2. 実験概要

水素水と市販の抗酸化物質が多く含まれる飲料、測定基準となる純水の抗酸化力を、DPPH法*5を用いて測定し比較する。

水素水と純水との比較により、水素水の還元力の有無を調べ、水素水と抗酸化物質として有名なビタミンCを多く含む飲料や、他の抗酸化物質を含む飲料との比較により、抗酸化飲料としての水素水の有効性を調べる。

*5) DPPH法…不安定で測定が困難なヒドロキシルラジカルの代わりに、比較的安定な有機ラジカルであるDPPH(図3)を用いて抗酸化能を測定する方法。DPPHは、溶媒に溶かすと紫色を呈し、また、酸化剤として働くとその色が薄くなるという特徴がある。その特徴を利用し、物質をDPPH溶液と混合し、その溶液の512 nmの波長の吸光度を測定することで物質の抗酸化能を評価する。

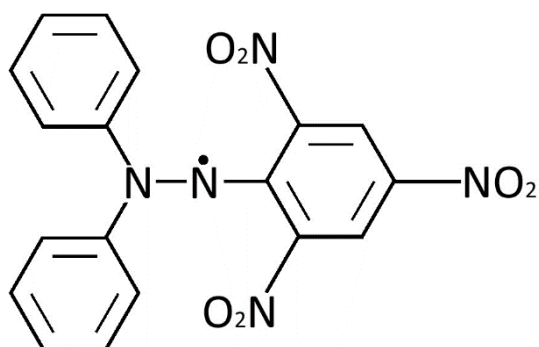


図3 DPPHの構造式

4.3. 実験方法

①試薬として市販のお茶、ビタミンC飲料、マスカットジュース、水素水を用意し、それぞれ16倍希釈したものを16 mL作る。

使用した試料

- 1 純水(対照実験)
- 2 キレートレモン(ポッカサッポロ)
- 3 welch's マスカットブレンド100(アサヒ飲料)
- 4 お〜いお茶(伊藤園)
- 5 アルミパウチ入り水素水(Y社)

②12 mgのDPPHをエタノール207 mLに溶かしたDPPH溶液を作る。

③4種の試薬溶液0.060 mLに対しそれぞれDPPH溶液2.94 mLを混合し、混合溶液を3.00 mL作る。

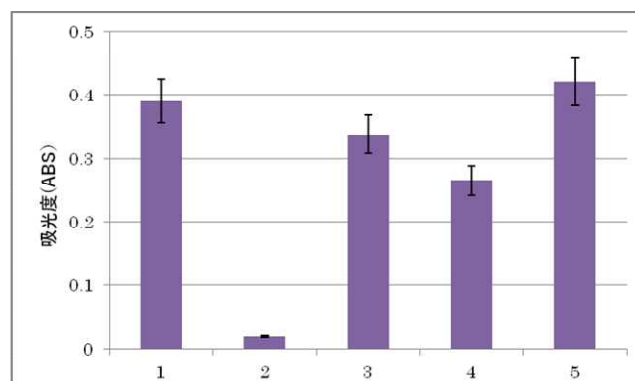
④混合溶液をそれぞれ3つの1 mL分光セルに分配し、A, B, Cとする。

⑤分光光度計で、512 nmの光に対する各溶液の吸光度を以下のスケジュール(表1)に従い、測定する。

表1 測定スケジュール

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	混合			○			○			○	
B	混合				○			○			○
C	混合					○			○		
全体	混合			A測定	B測定	C測定	A測定	B測定	C測定	A測定	B測定
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A		○			○			○			○
B			○			○			○		
C	○			○			○			○	
全体	C測定	A測定	B測定	C測定	A測定	B測定	C測定	A測定	B測定	C測定	A測定
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
A			○			○			○		
B	○			○			○			○	
C		○			○			○			○
全体	B測定	C測定	A測定	B測定	C測定	A測定	B測定	C測定	A測定	B測定	C測定

4.4. 結果



- 1 純水
- 2 ビタミンC飲料
- 3 マスカットジュース
- 4 お茶
- 5 水素水

図4 各試料の512 nm波長の吸光度
吸光度の値が低いほど、より多くのDPPHを還元していることを示す。

図4のように、各飲料で吸光度に違いが見られた。しかし、水素水と純水との吸光度の差は小さく、水素水が還元した DPPH は検知できないほど少なかったと考えられる。一方、ビタミンC飲料とお茶は吸光度が大きく減少しているため、抗酸化力が強いことがわかる。

4.5. 考察

水素水が活性酸素を還元する作用は、今回の実験では検知できないほど弱いものであると考えられる。ただし、DPPH は体内に存在する活性酸素種とは異なるラジカルであるため、体内にある活性酸素種に対する除去能力は否定できない。また、試料溶液に含まれる水素の物質量はDPPHのおよそ1/140倍であり、ビタミンC飲料のビタミンC量のおよそ1/490倍である。このことから、水素水に含まれる水素の量がこの実験で評価できないほど小さかったと考えられる。

5. おわりに

この研究で我々は

「水の電気分解における陰極付近の溶液にイソジンを滴下するとヨウ素の赤褐色が消える。これは水素がヨウ素を還元しているからだ。」

「アルカリイオン水は酸化還元電位の値が低い。」

「水素水はヒドロキシルラジカルを還元する能力が高い。」

という3つの“根拠”を検証した。それぞれの根拠について科学的に正しくないと考えられる点が見られた。

今回は1つの観点からのみ検証を行ったが、今後ほかの観点からの検証が行われることで水素水の真偽についての議論がより一層科学的検証に基づいたものになることが期待される。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたって監督・助言して下さった中澤先生、そして実験に関わるアドバイスを頂いた神戸高校サイエンスアドバイザーの牧千雄先生及び東邦大学理学部の松本紋子先生をはじめとする全ての方々から感謝の意を表します。

7. 参考文献

- [1]Ohsawa I, Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals, Nature Publishing Company, Nature Medicine 13,688-694, 2007
- [2]Li D・Ai Y, Hydrogen saline suppresses neuronal cell apoptosis and inhibits the p38 mitogen-activated protein kinase-caspase-3 signaling pathway following cerebral ischemia-reperfusion injury, Spandidos Publications, Molecular Medicine Reports, 5321-5325, August 21, 2017
- [3] <https://suisosui-pw.biz>, 水素水の驚くべき効果を知って、健康・美容に自信あふれる毎日を！(最終閲覧日:2018年1月29日)
- [4]<http://www.renostage.co.jp/blog/denkaisuisosui>, 電解水素水はすごい！?, 株式会社リノステージ(最終閲覧日:2018年1月29日)
- [5] <http://minna-suisosui.com/articles/GFxDv>, みんなの水素水(最終閲覧日:2018年1月29日)
- [6]武藤暢夫・金甲守, 酸化還元電位値に影響を及ぼす要因に関する実験的検討, 水質汚濁研究 第9巻 第10号, 661-667, 1986
- [7]<http://ismz.co.jp/labriller.html>, 株式会社イズミズ(最終閲覧日:2018年1月29日)
- [8] 哇五月, 各種ペットボトル入り茶の抗酸化活性ならびにビタミンC量と保存による両活性の変化, 順正短期大学研究紀要 第36号 17-22, 2007