

水素水の抗酸化作用：水素水は身体にいいか？

太田 成男¹⁾

Anti-Oxidation Effect of Hydrogen Water : Is It Effective for Our Health?

Shigeo OHTA¹⁾

1. 水素水とは何か？

一般に、砂糖を水に溶かした溶液を「砂糖水」といい、食塩を水に溶かした溶液を「食塩水」という。そして、水素分子 (H_2) を水に溶かした溶液を「水素水」と呼ぶ。水素分子が水に溶けている状態は、酸素分子 (O_2) が水に溶けている状態とほぼ同じと考えればよい。酸素分子が水に溶けることは、魚が水の中の酸素分子を取り入れて呼吸していることからよくわかる。

水素分子は、1気圧の水素ガスと水が接していれば常温で 0.8 mM 程度溶ける。重量濃度でいうと 1.6 ppm (parts per million) である。溶存水素分子量を ppm 表示するとその値は小さいので、水素分子は溶けにくいような印象を与えるかもしれないが、分子量が小さいので重量濃度では値が小さくなるだけである。また、水素分子の溶解度は温度によって、あまり変動せず 100°C でも 0.4 mM 溶ける。水素水には暖めて飲むこともできる利点がある。

水素分子は、プラスチックを透過するので、保存するにはアルミニウム（あるいは酸化アルミニウム）の容器を必要とする。したがって、ペットボトルで販売されている水があったら、それは水素水ではないと判断してよい。

2. 水素分子の効果

砂糖水が甘いのは、砂糖が溶けたために水自身が甘くなったのではなく、砂糖が甘いのである。水分子の性質が変化したわけではない。水素水（すなわち水素分子が溶けた水）に何らかの効果があるとすれば、水の物理的性質が変化した訳ではなく、水素分子自身に何らかの効果があるはずである。

¹⁾ 日本医科大学大学院医学研究科加齢科学系専攻 〒211-8533 川崎市中原区小杉町 1-396. ¹⁾ Institute of Development and Ageing Sciences, Graduate School of Medicine, Nippon Medical School, 1-396 Kosugi-machi, Nakahara-ku, Kawasaki 211-8533, Japan.

そこで筆者らは、水素分子の抗酸化効果を以下の順により調べた。

1) 無細胞化学反応系における水素分子の反応性

試験管内で、スーパーオキシド ($\cdot O_2^-$)、過酸化水素 (H_2O_2)、ヒドロキシルラジカル ($\cdot OH$)、過酸化亜硝酸 ($ONOO^-$)、一酸化窒素 (NO) をそれぞれ化学反応によって発生させ、溶液にとけた水素分子によって還元できるかどうかを調べた。すると、酸化力の強いヒドロキシルラジカルと過酸化亜硝酸を水素分子は還元し、その他の活性酸素種は還元しないことがわかった。

2) 培養細胞による水素分子の効果

培養液に水素分子を溶かして、培養細胞中で水素分子が活性酸素種を還元できるかどうかを調べた。ヒドロキシルラジカルの半定量は蛍光色素の蛍光強度、電子スピン共鳴にて測定した。無細胞実験系と同じように水素分子はヒドロキシルラジカルを選択的に還元し、実際に細胞障害性を軽減することを明らかにした。

3) 水素ガスの吸引効果. 再還流

水素ガスを吸引させることによって脳、心臓 (ラット)、肝臓 (マウス) の虚血再灌流障害が軽減された。新生仔の低酸素による脳細胞死を水素ガス吸引が抑制した (ラット)。小腸移植が水素ガスを吸引させることによって改善された (ラット)。これらの結果で強調したいのは、(a) 水素ガス濃度は 2% 程度で十分効果を発揮したこと、(b) 認可されている他の医薬品よりも効果的であったことである。

3. 水素分子の安全性

「水素は身体にいいか？」を論じる前に、まず安全性について述べたい。

1) 水素分子は爆発するか？

水素というと爆発のイメージを持たれる方が多いようだが、水素分子は空気中でも 4.7% 以下の濃度なら、火を近づけても燃えないし、爆発もしない。水素ガスボンベを病室に持ち込んでも法的には問題はない。1937 年の飛行船ヒンデンブルグ号での爆発は有名であるが、記録映画でみると白黒画像でも炎が見える。水素分子が燃えるときには炎は見えない。実は、ヒンデンブルグ号の爆発でも、水素分子が最初に燃えたのではないことは明らかである。

2) 水素水を飲んでも酸欠にはならない。

水素分子は、通常の温度ではプラチナ金属や銅金属のような触媒なしには、酸素と反応して水になることはない。したがって、水素分子を体内に取り入れても、酸欠 (酸素不足) になることはない。

触媒学会のホームページ (<http://www.shokubai.org/general/kaisetsu/genri.html>) で「触媒とは？」のページでは「水素と酸素から水が生成する反応 $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$ を考えてみましょう。水素と酸素の混合ガスをガラス容器に入れ 200°C に加熱しても何の反応も起こりません。」と記載されている。

3) 食品としての安全性が認められている。

水素分子は既存添加物の番号 192 として食品として使う事が厚生労働省から認められている。既

存添加物とは、1995 年の食品衛生法及び栄養改善法の一部を改正する法律附則第 2 条第 4 項で規定される既存添加物名簿に収録された食品添加物のことで、1996 年、既存添加物名簿の告示が行われた。既存添加物の安全性評価に関する調査研究は、平成 8 年、11 年、15 年、16 年、19 年と 5 回にわたり続けられ、安全性に問題があると認められた物質は名簿から順次削除されている。したがって、水素分子は、度重なる安全性の調査研究によって、安全性が認められていると言える。また、催奇性も認められない。

4) 副作用について

効果があれば副作用もあるというのが一般的な考え方である。しかし、副作用が無視できない薬剤があれば、副作用が軽度のものもある。副作用が顕著になる理由として、過剰摂取、体内の蓄積、体内における有害物質への変化などがあげられる。しかし、水素分子の副作用はほとんどないと予想される。まず、水を飲める限界があるので、水素水として摂取する場合には水素分子の過剰摂取はありえない。錠剤のサプリメントなら茶碗いっぱい食べることも可能だが、水素水では 10 L の水素水を飲むことはまず不可能である。また、余分な水素分子は水素ガスとして体外へ放出されてしまうので、体内に蓄積することはない。水素分子は、ヒドロキシルラジカルと反応した後は水分子となるので、有害物質には変化しない。

5) 必要な活性酸素種を還元しない。

近年、抗酸化サプリメントの過剰摂取による弊害が多数報告されている。工業的に合成したある種の抗酸化サプリメントを摂取した人はむしろ短命であることが疫学調査から判明した。スーパーオキシド、過酸化水素や一酸化窒素は体内のシグナルとして重要な役割をはたしている必要な活性酸素種をも還元してしまうために、害の消去よりも益の消去が勝ってしまったためだろう。前述のように、水素分子は、これらの必要な活性酸素種を還元しないので、従来の抗酸化物質より生じる弊害は、遥かに少ないと予想できる。

6) 潜水病の予防としての水素ガスの利用

深水においては高圧のために窒素ガスが血液に過剰に溶ける。急激に減圧させると窒素の気泡が生じ潜水病になる。窒素ガスの気泡が抹消血管を塞いでしまうためである。窒素ガスの代わりに、水素ガスあるいはヘリウムとの混合ガスを吸うことによって、潜水病を予防することができることが広く知られている。この方法は実際に使われており、水素ガスを長期にわたって吸い続けても何ら副作用が生じないことが証明されている。高圧下では、窒素分子 (N_2) は麻酔作用を示すが、水素分子は麻酔作用もない。水素分子は、むしろ窒素分子よりも安全であると言える。

4. 水素水の顕著な飲用効果

1) 短期投与の効果

短期投与として、抗がん剤のシスプラチンの副作用の軽減作用についてマウスで調べた。シスプラチンは腎臓に蓄積し、酸化ストレスを上昇させ、腎障害をおこす。水素水を自由摂取されると、形態学的にも機能的にも腎障害は軽減し、致死率も低下した。

2) 身体的拘束による認知機能低下を抑制

拘束することで長期間身体的ストレスを与えたマウスは、学習・記憶能力の認知機能が低下す

る。このマウスに6週間水素水を与えるとその低下を予防することができた。拘束により脳における酸化ストレスの蓄積と歯状回神経前駆細胞の増殖低下が観察されるが、そのいずれも水素水によって抑制された。

3) 長期投与

動脈硬化の原因として、LDL-コレステロールの酸化があげられる。そこで、動脈硬化が促進されるマウスとして、apoE ノックアウトマウスに水素水を自由に飲ませた。厳密に比較したわけではないが、同じ apoE ノックアウトマウスを用いた実験結果と比較すると、葉酸、ビタミン E、 α -リポ酸よりも水素水がより効果的であった。

4) その他

水素水の共通な効果は、抗酸化作用である。さらに、水素水を利用して動物実験を始めた研究者にとって、予想していたよりもはるかに効果が顕著であった、ということが共通の感想である。厳密な比較実験が必要であるが、現段階では、他の抗酸化物質よりも非常に効果的であると言える。さらに、当初予想していたよりも低濃度の水素濃度でも効果が見られた。飽和5%の水素水を飲ませただけで、パーキンソン病モデルマウスの予防効果を示すことが報告され、私の研究室でも飽和10%の水素水の飲用による効果をマウスで認めている。今後、厳密に同じ条件で他の抗酸化物質と比較して、水素分子の優位性を明らかにするのが課題のひとつである。

その抗酸化作用効果に加えて、抗炎症作用と抗アレルギー作用が認められるようになった。これらの複合的な作用が相乗効果を発揮して、水素分子の顕著な効果を示すのかもしれない。そして、水素分子には、生体内シグナルとして機能している可能性が浮上してきた。水素分子の効果がどの程度まで多彩な機能を有するのかを明確にしていくことと、そのメカニズムを解明することが、今後の課題である。

5. 水素医学の広がり

さらに、水素分子を溶かした生理的食塩水（水素生食）を、静脈注射や、腹腔への注射した効果も多数報告された。水素水を飲む効果は、健康維持や予防医学に適しているように思われるが、水素生食の注射は緊急時の治療に効果的であるように思われる。

また、水素生食を点眼することによって、眼の治療に効果があることも示唆された。水素生食を点眼するだけで、眼球の中にまで到達できる事を示したので、水素分子は体内の隅々まで拡散で行き渡ることが実際に示された。

6. 臨床試験

動物実験を基盤にして、実際に人に対しての水素水の臨床試験が始まっている。すでに、臨床試験の報告は3報に及び、現在、少なからず数の臨床試験が進行している。

二型糖尿病患者30名に対し、無作為割付二重盲験で一日900 mLの水素水を8週間飲ませた。その結果、2種類の酸化ストレスマーカーの減少を認めた。他のマーカーが変動しなかったため、水素分子の副作用は認められなかった。境界型糖尿病6人患者では糖負荷試験の結果が改善した。

7. 蛇足的な注意書き

現段階では、水素水の効果は動物実験で確認され、様々な疾患への予防効果が期待されている。しかし、医薬品として認可されているわけではなく、薬事法でいう「効果効能」を明記できる段階にも達していない。現段階では、水素水は安全な飲料水として販売されている。

なお、本稿では、水素分子、水素ガス、水素水という表記をし、わざわざ水素分子と分子をつけて記載したのは、水素という名のつく非科学的な商品がいろいろ販売されているからである。活性水素（原子状水素=H）やマイナス水素イオン（ H^- ）のような体内で存在し得ない物質を標榜する商品は、本稿とは無関係である。水素は通常の状態では H_2 という分子あるいは H^+ というプラスイオン（陽イオン）で存在する。

文 献

関連文献は、ホームページに逐次掲載しているので参照していただきたい。

<http://hra-japan.org/paper.htm>