

# 水素風呂の効能についての参考資料

最近、健康に関する情報のなかで「水素水」がよく取り上げられます。

「はなまるマーケット」「あの日に帰りたい」などの番組でも「水素水の効果」が詳しく紹介されました。又、「週刊文春」では2週にわたって特集しており、「水素水の効果」が多くの人に知られる様になっています。

これにともなって、通販市場を中心に水素水や関連商品が人気になっています。

## 水素の研究者

太田成男



- 所属機関 日本医科大学
- 所属部署 大学院医学研究科／老人病研究所 生化学部門
- 役職 教授
- 専門分野 細胞生物学

## 主な研究テーマや研究

### 内容抗酸化物質「水素」の応用

ミトコンドリアから発生する電子と酸素が結びつくことで生まれる活性酸素はその強い酸化力でほとんどの生活習慣病や老化の原因となることは今や広く知られている。しかし活性酸素にはいくつかの種類があり、遺伝子を破壊する「ヒドロキシルラジカル」などの問題になる活性酸素だけを選択的に排除する抗酸化物質が「水素」であることを当研究室で発見し、その水素の医療への応用の可能性を研究室で追及中である。

### 皮膚からも水素を吸収できる水素水入浴

「水素水入浴」すると、皮膚から水素が入り込み、5～10分後には体内をめぐる。また、呼吸により湯面から空気中に抜け出る水素を吸収して、全身の細胞に水素が行き渡ります。水素水を飲む場合よりも何倍もの量の水素を体内に取りこめるので、様々な効果が実感出来ます。

日本医科大・太田教授により「水素水入浴」すると、5～10分後には水素が体内を巡ることが確認されています。（呼気から余分な水素が排泄されることでわかります。）

全身の皮膚から吸収される以外にも、水面から空気中に抜け出る水素を呼吸によって吸収して、全身の細胞に水素が行き渡ります。

水素水を飲んだ場合に比べて数倍の水素を取り込むことが出来ます。

太田教授自身が水素水入浴の際に計測されたそうですが、水素水入浴の時には血圧が下がるそうです。これは血管が拡張して血流が良くなるからではないか、と考えられるそうです。

血行をよくすることができるので、アンチエイジング・クリニックや不妊治療クリニックでは水素水入浴を取り入れているそうです。

水素水を飲んでも、効果を実感するまで時間がかかりますが、「水素水入浴」は身体に取り込める水素の量が圧倒的に多いので、「水素の効果」がすぐに実感出来ます。

水素発生入浴剤の「水素のチカラ」は「AneCan(アネキャン)」などのファッション雑誌で紹介されて、

美容と健康に関心の高い女性の間ではその効果が知られています。

化粧品のレビューサイト「@コスメ」にも多くのレビューがあります。

数多く寄せられた感想をまとめました。

ぼかぼか感が長続きする

圧倒的に汗をかく

疲労が取れる

皮膚がしっとりする

髪がサラサラになる

冷え症が改善される

皮膚に残っていた傷跡がきれいになった

アトピーのかゆみ・赤みがなくなった（週2回ペースで4週間後）

ひげ剃りあとがきれいになった

体重が減った

「子供のアトピーの赤み・かゆみが取れた」ことについて、太田教授も水素水には「抗酸化作用」だけでなく、「抗炎症作用」「抗アレルギー作用」もあるので、納得のいく結果と考えています。と書いています。

「我が家で水素風呂いいこと大百科」というサイトの写です。

ご参考にして下さい。

## 飲む水素水とどう違う？

### 水素風呂と飲む水素水ではどちらの効果が高い？

近年になって、水素の健康効果が注目されたことで、化粧品や健康食品などにも水素を取り入れたものが多く見られるようになってきました。水素風呂や、水素を含んだ飲料水もその一つです。

そこでふと、「水素水のお風呂に入るより、直に飲んだほうが水素の効果が得られるのでは？」と思う方もいるかもしれませんね。実は私も、水素風呂の効果を実感するまでは、そう思っていました。

ですが実際は、**水素風呂のほうがより効率よく体内に水素を取り込むことができ、健康効果も高まる**のだそうです。

その理由は、水素はナノレベルという小さい物質のため、皮膚が行う肌呼吸によって効率よく吸収されるから。また、空気中に発生した水素も、呼吸を通じて肺から体内に吸収されます。つまり、水素のお風呂に入っているときは、肌と口の呼吸で同時に体内へと取り込んでいるわけです。

一方、水素水を飲んだ場合、水素は腸から吸収されます。腸から体内に取り込める量は限られているため、水素風呂と比べると、吸収率は少なくなるのです。

## 医療の分野でも注目される水素風呂

このように、肌と口の呼吸からスムーズに水素を取り込める水素風呂は、医療分野でも活用されているそうです。

その一つが、不妊治療の分野。不妊治療では、女性の血行をよくすることが重要と考えられており、これまでは遠赤外線や低周波医療用レーザーを使って血行を促進する療法が行われてきました。ですが最近では、水素風呂の入浴による血行促進や体温上昇の効果が注目され、療法の一つとして取り入れられているとのこと。

また、がん治療の副作用軽減にも、水素風呂が利用されているそう。抗がん剤によるがん治療には重い副作用があることが知られていますが、水素風呂に入ることによって、その辛さが軽減されるというケースがあるそうです。

## 普通のお風呂よりホッカホカ

### 水素風呂の温浴効果はどのくらい高いのか

一日の終わりにゆったりお風呂につかると、心身の疲労がすーっと抜けていくようで、幸せを感じますよね。もちろん普通のお風呂でもその効果は十分にありますが、水素風呂は普通のお風呂よりも身体を温めてくれる効果が高く、より大きなリラックス・疲労回復効果が期待できます。

水素風呂の高い温浴効果については、ある機関から実証データが発表されています。そのデータによると、普通のお風呂と水素風呂に同じ温度で同じ時間入浴して、体温の変化を比べたところ、普通のお風呂では0.6℃上昇したのに対し、水素風呂では1℃上昇という結果が出たそうです。

また、普通のお風呂だと上昇した体温が約40分で戻るのに対し、水素風呂の場合は約8時間程度も持続するというデータもあるとか。加えて、水素風呂に1週間入り続けると、上がった体温が平熱として定着するというデータも出ているそうです。

私も水素風呂に入るようになってから、身体のポカポカ感が明らかに違って、代謝や血行も良くなっていると実感できました。特に感じたのは、手先や足先の冷えが徐々に改善されたこと。手足の冷えには長年悩まされていたので、そのときは感動してしまいました。

## 身体がホカホカになると色々な健康効果が

水素風呂で体温が上がると、いろいろな健康効果につながります。その一つが、**免疫力の向上**。人間は体温が1℃下がることで、免疫力は30%も低下し、ガンなど重大な病気のリス

クが高まってしまうそう。水素風呂で温まると免疫力も高まり、そうした病気のリスクが下がるんですね。

体温が上がるメリットにはもう一つ、脂肪を消費しやすくなり、ダイエット効果が期待できる点があります。体温の上昇に応じて基礎代謝が促進され、特に内臓脂肪が消費しやすくなるとのこと。お腹まわりが気になる方には嬉しいところではないでしょうか。

## リラックス&疲労回復効果も抜群

### 医学的にも実証されている水素風呂のリフレッシュ効果

水素風呂でなくても、湯船にゆったりつかると疲労回復や心身のリフレッシュ効果が得られます。体が温まることで血液の循環が活性化し、栄養・酸素の供給や老廃物質の運搬が促進されるからです。

人間の血液中には疲労の原因になる「乳酸」という物質がありますが、入浴前と入浴後にその数は大幅に減少するそう。ちなみに、39～41℃程度のぬるめのお湯でゆっくり温まるのが、疲労回復には最も効果的とのこと。

このように、お風呂に入ることにはもともと疲労回復やリラックス効果がありますが、水素の力が加わると、その効果は相乗的に高まるという実験結果が出ているそう。その理由となる実証データを紹介します。



#### 体温の上昇変化

普通の入浴で体温が0.6℃上昇するのに対し、水素入浴では1.0℃上昇。体温が1.0℃上昇すると、免疫力は5倍以上向上するとされています。

また、体温が1.0℃上昇すると、基礎代謝も12～3%向上するといわれています。基礎代謝を上げることは、ダイエットにも繋がります。



#### 血流量／血液循環速度の向上

水素風呂では、普通のお風呂よりも血流量の量が13.6%、循環の速さが17.6%向上。酸素や栄養の補給がよくなり、新陳代謝や肌の若返り、内臓の活性化などの効果が期待できるそうです。



#### 生体ストレス度の減少

入浴前は59KIU(KIU=ストレスの度合いを数値化した単位)だったストレスの数値が、水素風呂に入ったあとは29KIUに減少。これにより、記憶力低下やホルモンバランスの乱れを回復させる効果があるとのこと。

## 脳波の変化

水素風呂に入ることによって、リラックス状態を示すα波が15.0から35.0へと大きく上昇。優れた癒し効果があると認められています。

こうした医学的データからも、水素風呂には普通のお風呂よりも高い疲労回復・リラックス効果があることが証明されています。

余談ですが、草津をはじめ日本の有名温泉から湧き出ている源泉には、ほぼ確実に水素水が含まれていることがわかっているそうです。温泉に入ると疲れが取れてリラックスできるのには、ちゃんと理由があったんですね。

## お肌のツヤが違います

### 毎日の水素風呂でツルツルお肌に

今では「飲む」といったイメージの強い水素水ですが、じつは以前から、エステサロンや美容室で使用されていました。

フェイシャルエステの仕上げに水素パックを使用することで、お肌がツルツル・くすみも取れる、シャンプーの仕上げに水素水を使用することで、パサつきのないサラサラな髪になる…。美意識の高い方にずっと愛されてきたのが、水素水なのです。

水素風呂はそんな水素水へ全身をつけ、髪の毛を洗うことで、その美容効果を最大限に生かせる方法です。

### 老化を防いでいつまでもキレイに

女性にとってはもちろんですが、男性にとっても肌の老化は気になることでしょう。シミやくすみ、肌荒れなどで肌がカサついていると、気分も落ち込んでしまいがちです。水素風呂には、こうした肌トラブルも予防・改善してくれる効果があります。

水素風呂につかっていると、皮膚呼吸によって肌からも豊富に水素が吸収されます。それによって、シミやくすみも改善され、ハリや潤いも戻るのです。私も水素風呂に入るようになってから、肌がツルツルになっていくのを実感できました。

ではなぜ、肌が水素を吸収すると、ハリや潤いが戻るのでしょうか。その理由としては、肌の細胞を蘇らせ、老廃物をキチンと排出できるようにする水素の働きが挙げられます。

肌にシミやくすみができるしまうのは、メラニン色素が皮膚に沈着してしまうからです。メラニン色素は紫外線を浴びた時に肌を守るため、黒い色素となります。健康な肌であれば、変色したメラニン色素は老廃物として体外に排出されますが、肌が衰えていると、その能力が低下し、シミやくすみとして残ってしまうのです。

また、しわやたるみは、皮膚の保水力や皮脂の分泌力などが低下し、肌が乾燥することで起こると考えられています。そして肌荒れは、皮膚が紫外線やアレルギー物質などの影響で炎症を起こしている状態です。

水素が肌の内部に浸透すると、肌の細胞が本来の働きや能力を取り戻し、代謝が正常に行われるようになります。その結果として、上記のようなトラブルも改善され、きれいな肌に戻るといわけです。

もう一つ、大きな理由として挙げられるのが、肌トラブルの原因となる活性酸素を水素が除去してくれることです。これはスキンケアだけでなく、さまざまな病気や症状の予防につながります。



## いま話題の水素水について！

2013年3月11日 5:28 PM

水素の健康面での効果が注目されるようになったのは、まだここ数年のことです。

細胞生物学の権威である日本医科大学大学院の太田茂男教授グループが、水素関連の論文を世界的な医学誌「Nature Medicine」に発表し、その結果として医学的効果が知られるところとなりました。また昨年には TBS TV の「はなまるマーケット」で水素水が紹介され、一般の方にも水素水の名前がかなり知られるようになりました。太田教授の話では、「水素は体内の活性酸素を除去してくれます。活性酸素は肉体を老化させ、さまざまな病気の原因にもなりますが、なかでも一番の悪玉活性酸素であるヒドロキシラジカルと水素はよく反応します。このヒドロキシラジカルと水素が化学反応を起こし、結果として体内で水に変化するのです。さらに水素は体内に素早く入っていきます。ビタミンや内服薬などは胃で吸収され、血液に溶けてから循環しますが、水素は細胞そのものに染み込みます。ですから血管が少ない部位、たとえば関節の軟骨などにも届きます。また、血液脳関門によって薬などが到達しにくい脳にも入って行きます。そうした先で活性酸素を除去してくれます。」ということです。

現在、医療現場における臨床応用としては、静岡県にある西島病院が脳梗塞の治療に利用、また福岡県の上野原病院が関節リウマチの治療に利用、それから順天堂大学ではパーキンソン病の患者さんに約1年間毎日1Lの水素水を飲んでもらい効果を確認しました。

ラットを使った実験ですと、岡山大学が、水素水が歯周病の炎症を抑えてくれるという効果を発表しています。

現在、フィットネスクラブや温浴施設などでは「水素水サーバー」が設置されているところも増えてきて、100円で550ccの水素水が出るようになっています。

実は、水素水を飲む以外にも水素を摂取出来る便利な方法があるので、今日はそれについて皆さんに紹介したいと思います。

最近では、[水素化マグネシウムを使った入浴剤](#)が発売されています。これはマグネシウムに水素が吸蔵された新物質で、水と反応して水素が発生します。

太田教授の話では、「水素の風呂に入ると、全身から水素を吸収することが出来て、ただの温水のお風呂よりも、血管が拡張し血流が良くなる。」そうです。

まだ研究段階ですが、水素水は糖尿病、認知症、動脈硬化にも効果が認められています。

肥満マウスに同じだけの餌を与えた場合、水素水を飲ませた群は普通の水を飲ませた群に比べ、血糖値 19%減少、インスリン 39%減少、中性脂肪 25%減少、体重は 15%も低下するという結果が出ました。また、高脂肪食を与えながら水素水を飲ませた群では、水素水を飲んでいない群に比べ 9%も寿命が延びるという結果が出ました。

認知症の実験において、狭いところに閉じ込めてストレスを与え、マウスの認知力を低下させるという実験方法があるのですが、水素水を与えたマウスでは認知力があまり低下しないという結果が出ました。

さらに、遺伝的に動脈硬化になりやすいマウスに、一定期間、水素水を与えたところ、与えていないマウスと比べて明らかな差が出ました。

筑波大学の研究では、運動部の学生が練習前に水素水を摂取したほうが、そうでない学生よりも乳酸の上昇が



抑えられ、筋電図の周波数解析でも筋肉疲労が抑えられたという結果が出ました。  
現在、ネット上でよく売れている水素水を3つ紹介したいと思います。

ここで飲む水素水と[水素入浴剤](#)の2種類における、体への水素取り込み量の比較をしたいと思います。  
入浴中の呼気中の水素濃度から換算すると、7分間入浴した時点で1.5Lを飲用したのと同程度で、30分間の入浴だと5Lの飲用と同程度です。1.5L といいますと、メロディアンだと5本(約1310円)、スパシアだと3本弱(1170円弱)、KIYORABIだと3本(1575円)必要になります。水素の入浴剤はネットの販売でも15包7200円(単価480円)ですから、明らかに入浴剤のほうが安くすみます。また、入浴剤なら1つ使えば、風呂を利用する家族全員が水素を吸収出来ます。一方、飲用となると家族数人が水素を利用しようと思ったら、その人数分の水素水を購入しなければなりません。

上記のことを考えただけでも水素水を飲用するよりも、入浴剤を使った方がはるかに得だと分かるのですが、現実には、さらに下記のような差も出現するのです。

それは、水素水を飲んだ場合は、全水素量の4割だけしか活用されず、6割は飛んで行ってしまうため、入浴剤の場合と取り込み量が全く同じだったとしても、ヒドロキシラジカル除去の働きには、もっと大きな差が出ると考えられます。また、摂取後の体内分布(動物実験)では、飲水の場合は、胃を中心とした肺、小腸、脾臓などに多く分布し、末梢ではわずかになります。入浴の場合は、湯に浸かっている部分すべてと、かつ血流に乗って身体全体にも広く分布してくれます。

水素水パックでは蓋を取って2分で2.8%の水素が抜けてしまい、1時間放置しておくほとんどが抜けてしまいます。しかし、入浴の場合は8~10時間以上にわたりお湯の中の溶存水素濃度が維持されます。

以上のような理由から、当院ではアトピー性皮膚炎の方の活性酸素対策としては、飲む水素水よりも[未来入浴料 AP](#)のような入浴剤を推奨しています。

未来入浴料 AP は、抗酸化、抗炎症、抗アレルギー、脂質代謝亢進、疲労回復に関して、今までに英文の論文が発表されています。

また、実際に使用した方の体験談としては、「温泉のようにやわらかい肌ざわり」、「体があたたまる」、「皮膚がやわらかくなる」、「赤みが引くのが早い」、「早く汗が出たし、汗自体もさっぱりしていた」、「翌日スッキリ起床出来た」、「睡眠が深かった」、「肌がツルツルになった」、「風呂上りでも体が冷えにくかった」といった声がありました。

いま現在、脱ステロイドを行っていて、風呂上りの皮膚が重症乾燥状態になってしまい、すぐに保湿剤が必要となるような方は、ぜひこの水素風呂を試してみてください。

必ずや、日に日に保湿剤の使用量が減っていくのを実感出来るはずです。

そして、この水素風呂は、体の表面に対しての効果だけでなく(症状を取るだけの対称療法ではなく)、体内の活性酸素を減らしてくれるという根治療法でもあるという点が素晴らしいことだと思います。

# 銀座東京クリニック

## 若々しく美しく、健康な生活を送りたい方の 水素ガス浴

水素ガスは悪玉活性酸素のヒドロキシラジカルを消去し、生体防御や細胞機能に重要な働きを持つスーパーオキシドや過酸化水素は消去しません。

水素ガスを体内に取り込むことは、美容や抗老化(アンチ・エイジング)に極めて有効です。

“今の健康をいつまでも保ちたい”、“いつまでも若々しくありたい”と願う貴方にお勧めします。

水素バブルの健康水素浴です。

### 家庭で水素ガスが安全に使える発泡水素材が開発されました。

首都大学東京と日本のケミカルメーカーによる産学公連携の研究で、世界に類を見ない発泡水素材が開発されました。分子状水素ガス ( $H_2$ ) が大量に発生します。

水素ガスが目で確認でき、家庭で安全に使える世界有数の化学製品です。

この発泡水素材の特長は、素材は全て食品添加物で調合され、お湯に沈めるだけで始まる化学反応で、純度 99.9%の分子状水素ガス ( $H_2$ ) を1グラムあたり 500ml~600ml と大量に発生させます。

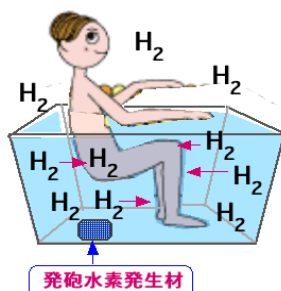


発泡水素材をお湯に入れると、水素ガスが大量に発生します。これが発泡水素材です。



写真の 30g で、市販の 500ml 水素水の 4400 本分の水素ガスが発生します。

### 自宅のお風呂で水素浴！



発泡水素材をお湯に入れるだけで分子状水素ガス( $H_2$ )が大量に発生し、風呂桶いっぱい、水素を豊富に溶存させたお湯を作ります。

この水素浴で、水素ガス分子は、皮膚や肺から血液に入り、全身の細胞の中へ素早く届き、体内の有害な活性酸素ヒドロキシラジカルを消去し、酸化ストレスを軽減します。美容や抗老化の効果が期待できます。

発泡水素材の登場で、水素は飲むから、浴びる・吸引することが可能になりました。

### 水素ガス+入浴の相乗効果

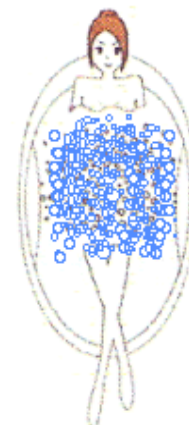
毎日の快適な入浴は疲労回復と心身のリフレッシュに有効です。体が温まると血液循環がよくなります。血液循環が良くなると栄養物質や酸素の供給や老廃物質の運搬が促進されます。血液中の疲労物質「乳酸」の量を測定すると、入浴後には入浴前の3分の1に減っていたという研究結果もあります。

39～41℃程度のぬるめのお湯でゆっくり温まると疲労回復が早まります。このような入浴による血液循環や新陳代謝の活性化の効果に、水素ガスによる酸化ストレス軽減効果が加わると、回復力や自然治癒力が相乗的に高まります。

## ご使用方法:



お好みの位置でご使用になれます



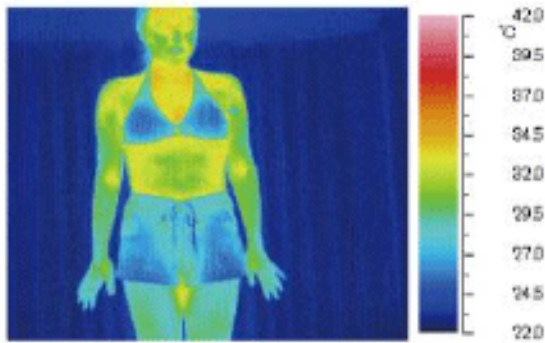
\*必ず専用の容器に入れて、お湯の中に沈めてご使用下さい。

30gで持続時間90分以上、風呂桶一杯に高濃度に溶存する水素水を作ります。水素ガスの溶存時間は6時間以上。家族全員で水素浴を楽しめます。

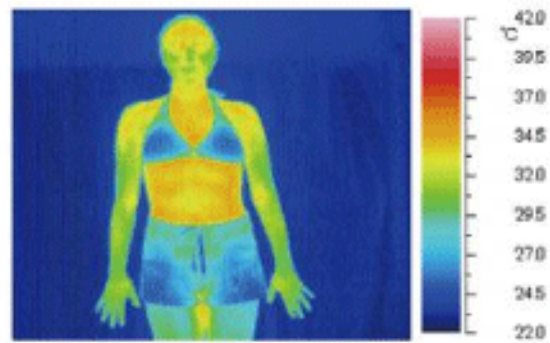
## 足湯でも水素ガスチャージ！

お風呂が苦手な方、療養中で入浴が制限されている方に、足湯でも同様に水素ガスチャージができ、水素ガスの効果が得られます

(1) 水道水・足湯  
20 分間 41°Cの湯加減



(2) 水素浴・足湯  
20 分間 41°Cの湯加減



水素湯の足湯は、からだの中心部が温まり、冷めにくいことが確認できます。

手先、足先の比較では顕著な差異が出て居ます。水素による血管拡張効果、循環の活性が想定されます。

足湯検証データ： **水素湯による足湯【赤文字】** お湯による足湯【黒文字】

	体温	腹部	胸部	足先	ふくらはぎ
入浴前	36.4	32.7	33.1	30.5	31.6
水道水入浴前	36.3	31.6	32.8	28.8	31.6
<b>20 分後</b>	<b>36.8</b>	<b>33.2</b>	<b>33.3</b>	<b>35.5</b>	<b>36.0</b>
水道水20分	36.6	32.0	33.8	31.9	32.2
<b>30 分後</b>	<b>36.7</b>	<b>34.0</b>	<b>34.2</b>	<b>32.5</b>	<b>32.6</b>
水道水30分	36.5	31.8	32.9	31.0	32.2
<b>40 分後</b>	<b>36.6</b>	<b>35.5</b>	<b>34.1</b>	<b>32.0</b>	<b>32.8</b>
水道水40分	36.5	31.2		31.9	31.2

## ヒドロキシラジカルを消去する水素分子(H<sub>2</sub>)

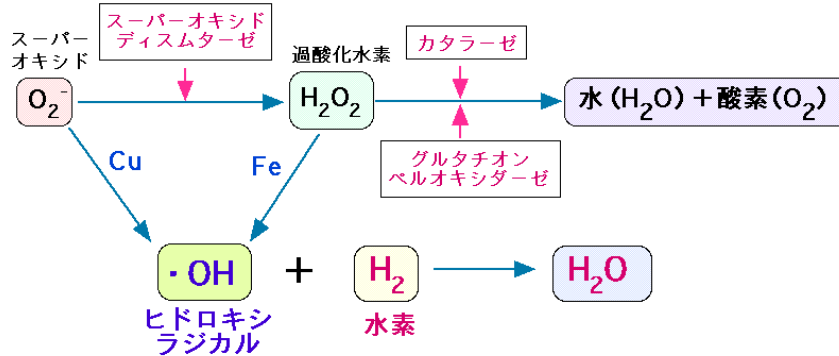
水素(原子番号1、元素記号H)は、物質を構成する元素としては宇宙で最も量が多いのですが、地球の大気中には1ppm以下の微量しか存在しません。水素分子(H<sub>2</sub>)は最も軽く、常温では無色無臭の気体で、非常に燃えやすい特徴を持っています。水素は大気中で5%以上になると空気中の酸素と反応して爆発します。酸素と激しく反応するという事は、酸化性物質と非常に高い反応性(抗酸化作用)を持つことを意味します。

水素は私たちの体内でも発生しています。すなわち、食品中の非消化性食物繊維を大腸内の腸内細菌が発酵する過程で水素が発生しています。また、水素含有ガスの吸入は潜函病の治療に使用され、人体に極めて安全性が高いことも証明されています。(潜函病はダイバーなどの高気圧環境下にいた人が水面に上がることによって急激な減圧により生体内に生じた窒素気泡によって起こる病気です)

太田成男・日本医大教授(細胞生物学)らは2007年に、水素含有ガスが、体に最も有害な活性酸素であるヒドロキシラジカルを効率よく除去し、脳虚血後の障害を軽減できることを報告しました(Nature Medicine 13: 688-94, 2007)。すなわち、脳の血液の流れを一時的に止め、活性酸素を大量に発生させたラット(虚血再灌流モデル)

に1~4%の水素を含んだガスを吸わせると、脳のダメージが軽減することを明らかにしました。

この研究では、水素は活性酸素のうち細胞障害作用の最も強い活性酸素(ヒドロキシラジカル)のみを消去し、細胞機能にも関与しているスーパーオキシドや過酸化水素は消去しないことを示しています。また、水素は生体膜を拡散し種々の細胞内小器官に浸透しうる(血液脳関門も容易に通過する)ので、活性酸素による酸化障害の治療法として理想的な特徴を持っています。(下図)



パーキンソン病モデルラットを用いた実験でパーキンソン病の発症や進行の抑制効果や、臓器移植後の臓器障害の軽減など、酸化ストレスが関係する病態の治療剤としての有効性が報告されています。

マウスを使った実験で、水素ガスの吸入や水素含有水の飲用によって、抗がん剤のシスプラチンの抗がん作用は弱めずに副作用の腎臓障害や体重減少を軽減できることが報告されています。

酸化ストレスを軽減するので、様々な老化性疾患の予防にも有効です。

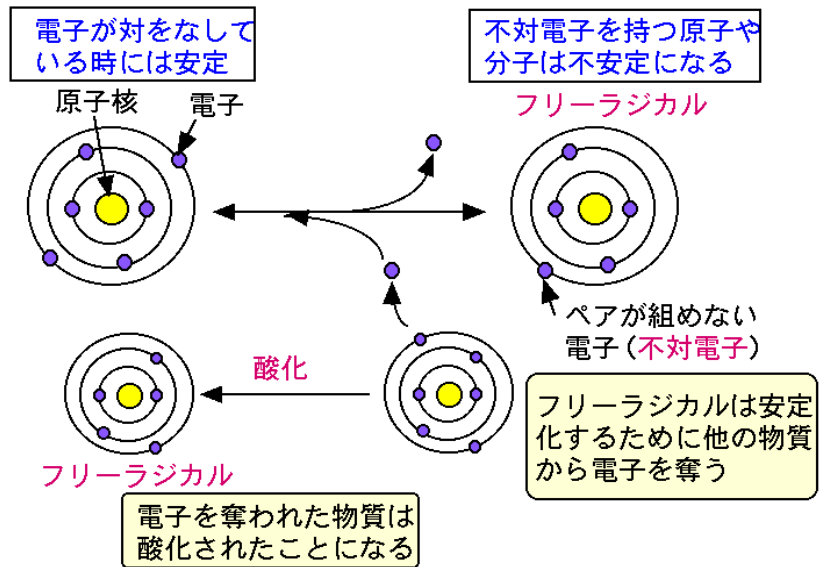
## 活性酸素とフリーラジカル

酸素の働きの一つに「酸化」というものがあります。鉄くぎがいつのまにか赤くさびたり、ゴムが古くなると弾力を失ってポロポロになったりするのも酸化の結果です。私たちの体内でも、呼吸によって取り入れられた酸素の一部が「活性酸素」と呼ばれる酸化力の強い分子に変化し、細胞を酸化することによって、がんや動脈硬化など多くの病気の原因となっています。機械もサビついてくると故障が多くなるのと同じことです。

全ての物質は原子からできています。原子というのは物質を構成する最小の単位であり、原子核を中心にその周りを電氣的に負(マイナス)に帯電した電子が回っているという形で現されます。

通常、電子は一つの軌道に2個ずつ対をなして収容されますが、原子の種類によっては一つの軌道に電子が一個しか存在しないことがあります。このような「不対電子」を持つ原子または分子をフリーラジカル(遊離活性基)と定義しています。

本来、電子は軌道で対をなしている時がエネルギー的に最も安定した状態になります。そのためにフリーラジカルは一般的には不安定で、他の分子から電子を取って自分は安定になろうとします。フリーラジカルとは、不対電子をもっているために、非常に反応性の高まっている原子や分子なのです。そして、フリーラジカルから電子を奪われた物質は酸化されたこととなります(下図)。

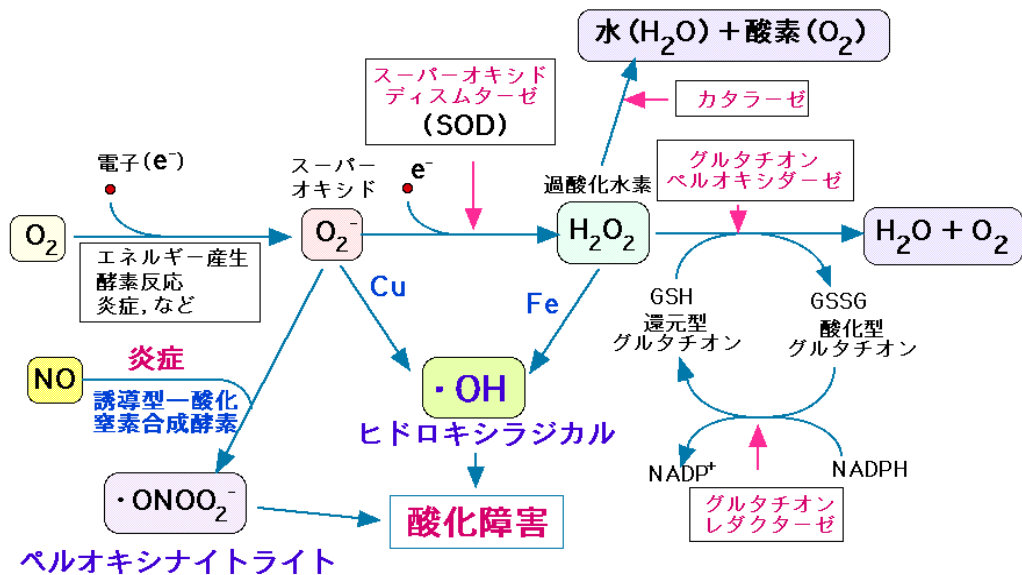


私たちが呼吸によって取り込んだ酸素がエネルギーを産生する過程で **スーパーオキシド・ラジカル ( $O_2^-$ )** という活性酸素が発生します。ふつうの酸素分子は 16 個の電子の持っていますが、スーパーオキシド・ラジカルは 17 個の電子をもっており、そのうち 1 個が**不對電子**になり**フリーラジカル**となるのです。スーパーオキシド・ラジカルは体内の消去酵素(**スーパーオキシド・ジスムターゼ、略して SOD**)によって**過酸化水素 ( $H_2O_2$ )**に変わり、過酸化水素は**カタラーゼ**や**グルタチオン・ペルオキシダーゼ**という消去酵素によって水 ( $H_2O$ ) と酸素 ( $O_2$ ) に変換され、無毒化されます。

しかし、スーパーオキシドや過酸化水素の一部は鉄イオンや銅イオンと反応して、**ヒドロキシルラジカル ( $\cdot OH$ )**が発生します。本来、鉄や銅などの遷移金属は蛋白質を結合して存在しますが、炎症が起こっている部位ではこれらの遷移金属はイオンの形で存在するようになり、これら遷移金属イオンが触媒となって、大量のヒドロキシルラジカルが産生されるようになります。

ヒドロキシルラジカルも一つの**不對電子**をもっており、その酸化力は活性酸素のなかで最も強力で、細胞を構成する全ての物質を手当たりしだいに酸化して障害を起こします。

また、誘導型一酸化窒素合成酵素 (iNOS) によって炎症細胞から産生される**一酸化窒素 (NO)** と**スーパーオキシド・ラジカル ( $O_2^-$ )** が反応すると、**ペルオキシナイトライト ( $\cdot ONOO_2^-$ )** という酸化力の強いフリーラジカルが発生します。ペルオキシナイトライトは炎症疾患における組織の酸化障害や発がん促進の原因となります。(下図)



「酸化」するというのは活性酸素やフリーラジカルが、ある物質の持っている電子を奪い取ることを意

味します。「酸化」の本来の定義は「**電子を奪うこと**」なのです。一方、ある物質が別の物質から電子をもらうことを「**還元**」といいます。フリーラジカルというのは、言い換えれば相手の電子を奪う（酸化する）性質が非常に強い性質のものです。

DNA から電子が奪われると誤った遺伝情報が作られ、がん細胞の発生につながります。DNA 以外にも、体の土台をなしている蛋白質や脂肪からも電子を奪い酸化して細胞の機能の障害を引き起こし、ひいては組織や臓器の機能の低下を招いて、がんになりやすい体になるのです。

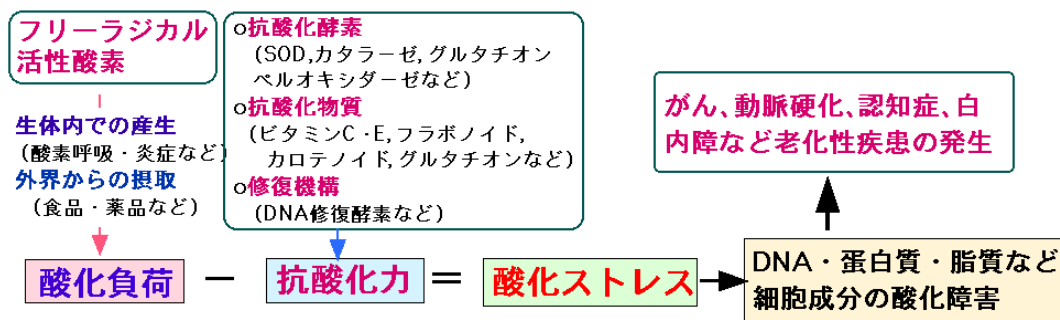
## 酸化ストレスとは

体内では細胞の酸素呼吸によって絶えず活性酸素が発生しています。呼吸で取り入れた酸素の2~3%は、エネルギー産生の過程で活性酸素になると考えられています。炎症が起こると、炎症細胞から活性酸素や一酸化窒素などのフリーラジカルが多く発生し、また、鉄イオンや銅イオンも発生するので、**ヒドロキシラジカル**や**ペルオキシナイトライト**のような強い酸化力を持ったフリーラジカルが大量に産生され、細胞を構成する成分を酸化します。その他、タバコや紫外線、大気汚染、医薬品、アルコール、食品添加物、肉体的・精神的ストレスなど様々な要因がフリーラジカルを発生して体を酸化しています。

このような体の内外から発生するフリーラジカルの害を防ぐ防御機能が体には備わっています。活性酸素を消し去る酵素（**スーパーオキシドディスムターゼ**、**カタラーゼ**、**ペルオキシダーゼ**など）、**ビタミンC**や**ビタミンE**や**グルタチオン**などの抗酸化物質が、絶えずフリーラジカルや活性酸素を掃除してくれています。また、酸化障害によって変異を受けた遺伝子は **DNA 修復酵素**の働きで修復されます。このようなフリーラジカルによる酸化障害を防ぐ防御能が『**抗酸化力**』となります。

しかし、体内での活性酸素やフリーラジカルの産生量が増えたり体の抗酸化力が低下し、フリーラジカルを消去する体の能力(=抗酸化力)を超える過剰な活性酸素やフリーラジカルの発生が起こると、体内の細胞や組織の酸化が進むこととなります。このように体内を酸化する要因が体の抗酸化力に勝った状態を『**酸化ストレス**』と言います。

細胞や組織が酸化ストレスを受けると、細胞内のタンパク質や細胞膜の脂質や細胞核の遺伝子などにダメージが起こり、がんや動脈硬化、認知症、白内障、肌の老化など様々な病気の原因となります。(下図)



遺伝子の本体の DNA は活性酸素によって鎖が切れたり、遺伝情報の文字の役目の塩基と呼ばれる部分 (A,G,C,T の部分) がはずれたり、酸化されて変化したりします。グアニン(G)という塩基が酸化されて生じる8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシン(OHG)が DNA の酸化障害のマーカーとして注目されています。正常の細胞でも OHG が検出され、活性酸素が体のあらゆる部位でたえず生成されていることを示しています。老化した動物は若いものより臓器の OHG の量が多いことや、組織の OHG の量ががんが発生するリスクと相関することなどが報告されています。DNA の酸化障害の蓄積ががんや老化と関係していることが示唆されています。

DNA の変異は蛋白質をつくる情報にも異常を起こします。さらに活性酸素は蛋白質自体にも酸化障害を引き起こします。蛋白質を構成しているアミノ酸の中のいくつかは活性酸素によって酸化されてカルボニル化合物という物質に変わります。脳や目の水晶体などの蛋白質のカルボニル化合物の量は老化によって増加することが報告されています。このような異常な蛋白質の蓄積は、蛋白質自体の機能を低下させ、結果として細胞や組織の機能の低下を引き起こします。

脂質が酸化された過酸化脂質は動脈硬化の原因となります。細胞膜の脂質が活性酸素の攻撃で過酸化脂質を生じると膜の性質が変わったり細胞の老化の原因となります。

このように DNA・蛋白質・脂質など細胞を構成する成分の活性酸素による障害の蓄積が老化を促進する原因として重要であるというのが「**老化のフリーラジカル説(エラー蓄積説)**」です。

すなわち、酸化ストレスというのは、「体のサビ」を増やす状態であり、このサビが過剰になると、様々な疾患や老化の原因となるのです。したがって、酸化ストレスを軽減することは、がんや動脈硬化などの生活習慣病を始め、様々な老化性疾患の予防や軽減に役立つのです。

## 酸化ストレスを軽減する方法

酸化ストレスを軽減する方法は、水素ガス風呂や水素水飲用や点滴の他に、以下のような食事療法やサプリメントや漢方薬なども有効です。

1) 赤身の肉や動物性脂肪の多い食事ががんの発生を促進する一番の原因は、これらの食品が体内で活性酸素やフリーラジカルを発生させる原因になるからです。野菜や果物ががんを予防するのは、活性酸素やフリーラジカルを消去する抗酸化物質が多く含むからです。穀物も精白したものよりも未精白の全粒穀物(玄米など)ががん予防に推奨されている一つの理由は、精白で除去される胚芽や糠の中に、抗酸化作用のある成分が多く含まれているからです。

**野菜や果物や豆類や全粒穀物のように植物が含む抗酸化成分をまとめて摂取することは、がんや老化の予防に効果があることは多くの研究が支持しています。**

2) 体の抗酸化力を高めるためには、抗酸化物質(ビタミン C, ビタミン E, ポリフェノールなど)を取り入れただけでなく、体に備わっている抗酸化酵素(活性酸素消去酵素)の働きを高めることも大切です。種々の微量元素が抗酸化酵素の活性に必須であり、その中で**セレン**(またはセレンウム)は過酸化水素を水と酸素に分解するグルタチオン・ペルオキシダーゼの活性に必要です。セレンを補充することは、体の抗酸化力を高め、老化やがん予防に効果があることが明らかになっています。

セレンを補充すると抗酸化力のみならず免疫力も高まってがんの再発を遅らせる効果が報告されています。抗酸化力を増強するため、がんの化学療法や放射線療法の毒性を軽減し、がん治療の効果を高める効果も報告されています。

セレンには抗酸化力増強だけでなく、がん細胞のシグナル伝達系に作用して、細胞増殖を抑え、細胞死(アポトーシス)を誘導する効果があることも最近報告されています。したがって、がんの治療や再発予防においては、セレンを補充することは有効と言えます。

3) がんの再発予防が進行がんの症状改善に効果が期待できる抗酸化物質として**コエンザイム Q10(CoQ10)**と**アルファリポ酸**があります。

**CoQ10** (コキューテン)は Coenzyme Q10 (コエンザイム Q10)、別名『ユビキノ』とも呼ばれる補酵素で、細胞内のミトコンドリアで ATP (アデノシン3リン酸)と呼ばれるエネルギー物質の産生過程で働く物質です。細胞の老化の原因である活性酸素(フリーラジカル)の害を防ぎます。細胞内のミトコンドリアの中に入っているため、細胞の老化予防に極めて有効な物質です。(くわしくは[こちらへ](#))

**アルファリポ酸**は、活性酸素や一酸化窒素ラジカルなどのフリーラジカルを直接消去し、さらにグルタチオン、ビタミン C、ビタミン E の抗酸化力を再生します。グルタチオンの合成酵素である gamma-glutamylcysteine ligase の産生を高め、グルタチオン産生に必要なシステインの細胞内取り込みを促進し、グルタチオンの産生を高める効果や、フリーラジカルを発生する鉄や銅などのフリーの金属イオンをキレート(結合)することによって活性酸素の産生を抑える効果があります。多くの抗酸化物質は親水性(水溶性)か疎水性(脂溶性)のどちらかの性質しか持ちませんが、アルファリポ酸は、親水性と疎水性の両方の性質を持ちます。したがって、細胞膜でも細胞



質でも核でも働き、蛋白質や脂肪など全ての細胞内成分の酸化を抑制します。血液中の物質の酸化も抑制します。

アルファリポ酸は抗酸化作用だけでなく、ミトコンドリアの TCA サイクルを活性化することによってがん細胞のアポトーシスを誘導する作用も報告されています。(詳しくは[こちらへ](#))

末期のがん患者さんに、CoQ10 やアルファリポ酸などの抗酸化剤を多く投与すると延命効果があることが報告されています。

4) 漢方薬の原料となる生薬は抗酸化物質の宝庫です。植物は光合成を行うことで生命を維持しています。日光の紫外線の刺激から発生する活性酸素から身を守ることは、植物にしてみれば至極当然のことで、その植物が貯えている物質の中に強力な抗酸化物質やラジカル消去物質を数多く含んでいます。生薬は「抗酸化物質の宝庫」といわれますが、植物由来であるから当然のことなのです。

生薬に含まれる抗酸化物質として、カロテノイドやビタミン C・E などの天然抗酸化剤のほか、フラボノイドやタンニンなどのポリフェノール・カフェー酸誘導体・リグナン類・サポニン類などが知られています。

水素ガス浴や水素水飲用や点滴に加えて、上記のような治療法を併用すると、酸化ストレスの増大による様々な疾患の治療に効果を高めます。

## 水素の抗ガン副作用軽減作用について

水素ガスは、活性酸素のうち正常組織にダメージを与えるヒドロキシラジカル( $\cdot\text{OH}$ )を消去しますが、生体防御や細胞機能に重要な働きを持つ活性酸素のスーパーオキシド( $\text{O}_2^-$ )や過酸化水素( $\text{H}_2\text{O}_2$ )は消去しません。抗がん剤治療中は体内でヒドロキシラジカルが大量に発生し、これが肝臓や心臓や腎臓などの諸臓器の機能を低下させ、免疫力や治癒力を低下させる原因になっています。さらにヒドロキシラジカルはがん細胞の悪性化を促進します。

水素ガスを体内に取り込むことは、抗がん剤の副作用軽減に有効です。

### がん治療は酸化ストレスを増大する

抗がん剤の中にはフリーラジカルの破壊力を利用して、がん細胞の核の DNA を破壊し、がん細胞を死滅させるものが多くあります。放射線ががん細胞を殺す力も、放射線が体内の水分と反応して発生する活性酸素によるものです。

このような放射線や抗がん剤により発生するフリーラジカルはがん細胞にだけ作用すればよいのですが、そのように都合よくはいきません。正常な細胞にもフリーラジカルによる障害が及び、DNA の変異を来します。これが、「放射線や抗がん剤は発がん剤」という矛盾を生む理由なのです。抗がん剤治療や放射線治療の後に新たながん(2次がん)の発生率が高まることは多くの研究で確かめられています。

正常な細胞や組織が障害を受けて機能が低下すると、体の抗酸化力や免疫力や体力も低下します。抗がん剤や放射線治療の副作用の最も大きな原因は、これらの治療が正常細胞に酸化ストレスを増大させるからです。手術による組織や臓器の切除は炎症を引き起こし、傷が治る過程で活性酸素やフリーラジカルの産生が高まります。手術によって体力や栄養状態が低下すれば、体の抗酸化力も低下します。すなわち、手術も酸化ストレス

を増大させる原因になります。

このように、抗がん剤や放射線や手術などのがん治療は、酸化負荷を増大し、抗酸化力を低下させ、その結果、酸化ストレスを増大させます。

酸化ストレスの増大は、DNA 障害によって遺伝子変異を引き起こし、がん細胞の悪性進展を促進します。がん細胞が酸化ストレスを受けると、NF-κB や AP-1 という転写因子が活性化されることが知られています。転写因子というのは遺伝子の発現をコントロールする蛋白質です。特に NF-κB や AP-1 という転写因子は、がん細胞のアポトーシスを抑制する蛋白質を産生して、抗がん剤や放射線治療に対する抵抗性を高め、がん細胞の増殖や悪性化を促進します。

さらに蛋白質や脂肪を酸化して細胞の機能を障害し、組織や臓器の機能の低下を招いて、がん細胞に対する抵抗力や免疫力を低下させます。すなわち、酸化ストレスの増大は、がん細胞を悪化させ、さらに体の治癒力や免疫力を低下させるので、がん細胞の増殖・悪性進展や転移・再発を起こしやすくするのです。(下図)

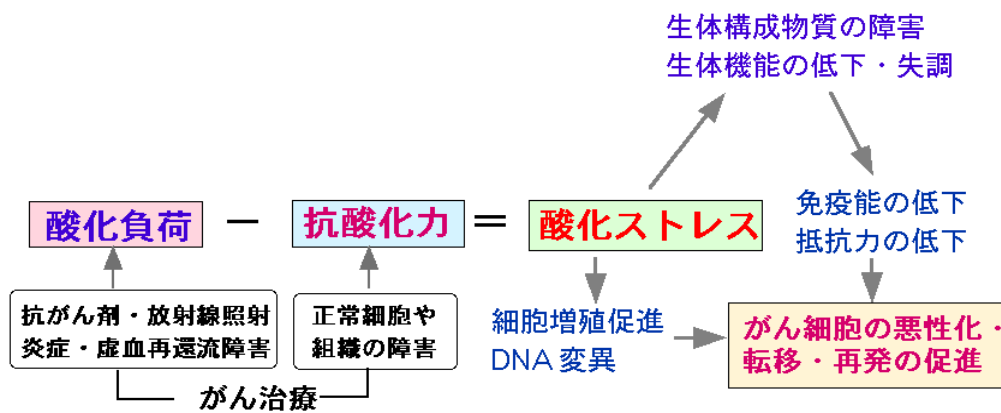


図:細胞内において、フリーラジカルや活性酸素による酸化負荷から抗酸化酵素や抗酸化物質などによる抗酸化力(防御・消去・修復作用)を差し引いたものが酸化ストレスとなる。酸化ストレスは、がん細胞に対して増殖促進(プロモーター活性)とDNA 変異を引き起こしがん細胞の悪性化を進展する。さらに生体構成物質の障害や機能の低下は免疫監視機構を障害してがんの転移や再発を促進する。抗がん剤や放射線や手術などのがん治療は、酸化負荷を増大し、抗酸化力を低下させる欠点がある。

抗がん剤や放射線による治療中の抗酸化性物質の摂取には、副作用を軽減して抗腫瘍効果を高めるという意見と、治療効果を妨げる可能性を指摘する意見が対立していて、コンセンサスが得られていません。

抗がん剤や放射線治療に抗酸化剤を併用して抗腫瘍作用を高める場合は、その抗酸化剤(anti-oxidant)が酸化剤(pro-oxidant)として働くためという意見もあります。一般に抗酸化剤は状況によっては酸化剤として作用するため、がん治療中の抗酸化性物質の摂取については今後の研究結果を待つ必要があります。

しかし、抗がん剤や放射線治療の副作用を軽減し、抗腫瘍効果を高める効果が示された抗酸化剤(水素分子、αリポ酸、セレン、メラトニンなど)もあります。また、がん治療が終了した後は、がんの再発や2次がんの発生の予防に、酸化ストレスを軽減させることが有用だと考えられています。

## 水素の抗がん剤副作用軽減作用について

シスプラチンは多くのがんに効果がある抗がん剤ですが、**腎臓毒性**が用量制限毒性(dose-limiting toxicity)となっており、腎臓障害が発生すると十分な量を投与できなくなります。

シスプラチンは腎臓細胞のミトコンドリアのダメージを引き起こして活性酸素の**ヒドロキシラジカル**の産生量を増やし、このヒドロキシラジカルによって腎臓細胞が酸化障害を受けることが腎毒性の主な原因になっています。一方、シスプラチンは細胞における**還元型グルタチオン**の産生量を減少させるので、細胞の抗酸化力が低下し、腎臓が酸化障害によるダメージを受けやすくなります。このように、ヒドロキシラジカルを主体とする活性酸素による酸化ストレスの増大が、シスプラチンの副作用の原因になっています。

ヒドロキシラジカルのスカベンジャー(消去物質)は、シスプラチンの腎臓障害を軽減できることが動物実験で示されています。

水素分子はヒドロキシラジカルを強力に消去する活性を持っています。**水素分子の投与が、シスプラチンの抗腫瘍効果を弱めることなく、その腎毒性を軽減することがマウスを使った実験で報告されています。**

Molecular hydrogen alleviates nephrotoxicity induced by an anti-cancer drug cisplatin without compromising anti-tumor activity in mice.(水素分子は抗腫瘍効果を弱めることなく、抗がん剤シスプラチンによる腎臓毒性を軽減する)Cancer Chemother Pharmacol. 64(4):753-61. 2009

#### 目的:

シスプラチンは多くのがんの治療に広く使用されている抗がん剤であるが、シスプラチンの投与は酸化ストレス増大による腎臓毒性によって制限されることが多い。私たちの研究グループは水素分子(H<sub>2</sub>)が抗酸化剤として有効であることを報告してきた。(Ohsawa et al. in Nat Med 13:688-694, 2007)。この研究では、酸化ストレスを軽減する効果によって、水素分子がシスプラチンの抗腫瘍効果を阻害することなく、副作用を軽減することを明らかにした。

#### 方法:

マウスにシスプラチン(腹腔内に17mg/kg)を投与した後、水素を1%含有する空気の充満したケージで飼育した。また、水素含有ガスの吸入の代わりに、水素水(0.8mMのH<sub>2</sub>を含む水)を自由に飲用させた。有効性は、酸化ストレス、死亡率、体重減少について評価して対象グループと比較検討した。腎臓障害の程度は、腎臓の病理学的所見、血清クレアチニンと尿素窒素(BUN)の測定によって評価した。

#### 結果:

1) **水素の吸入は、シスプラチンによって引き起こされる死亡と体重減少を改善し、腎臓障害を軽減した。**

シスプラチンを17mg/kg1回投与したマウス(対象群)は、シスプラチン投与2日目から死亡し始め、6日目の生存率は60%であった。一方、シスプラチン投与後1%水素含有空気の充満したケージで飼育したグループ(水素投与群)では、5日目まで生存率は100%で、9日目の生存率は80%であった。

シスプラチン投与3日後の体重減少は、対象群が9.7%で、水素吸入群が3.5%であった。

シスプラチン投与72時間後には、血清クレアチニンと尿素窒素は約2~4倍に上昇した。シスプラチン投与72時間後の血清クレアチニン値の平均値は、対象群が9.6mg/Lに対して水素吸入群は5.7mg/L、尿素窒素(BUN)値の平均は、対象群が863mg/Lに対して水素吸入群は477mg/Lであり、1%水素含有空気の吸入によって腎臓障害の軽減を認めた。

2) **水素水の飲用で水素を体内に投与できる。**

水素分子は水に溶解し、0.8mMの飽和濃度に達した。血中の水素濃度を測定するためには数mlの血液が必要なので、ラットを用いて、水素水の飲用で水素が血中に移行するかどうかを検討した。水素水をラット1匹(230g)当たり3.5mlを胃内にカテーテルで注入し、3分後に血中の水素濃度を測定した。血中の水素濃度は、食後投与

で 3.7 倍、空腹時投与で 7.6 倍に上昇した。すなわち、水素水の飲用で、体内に水素分子を投与することができることが示された。

3) マウスにシスプラチン投与後、水素水を自由に飲用させると、酸化ストレス、死亡率、体重減少が改善した。腎臓における酸化ストレスの評価として、脂質の過酸化によって生じる malondialdehyde (MDA)の量を測定した。シスプラチン投与によって腎臓組織の MDA は約 1.5 倍に上昇したが、水素水を飲用した群では正常レベルに低下した。

水素水の飲用は、病理学的検査で腎臓細胞のアポトーシス(細胞死)の減少を認め、血清クレアチニンとBUNで評価した腎臓障害も軽減した。その効果は 1%水素含有空気とほぼ同じレベルであった。

4) 水素水はシスプラチンの副作用を顕著に軽減したが、シスプラチンの抗腫瘍効果は弱めないことを、培養細胞を使った実験(in vitro)と移植腫瘍マウスを使った実験(in vivo)で確認した。

#### 結論:

水素はシスプラチンの副作用を軽減するので、抗がん剤治療中の患者の QOL(生活の質)を改善する効果が期待できる。

#### 【注釈】

シスプラチンは白金製剤で、細胞分裂しているがん細胞の DNA にダメージを与えて抗がん作用を発揮します。この抗がん作用には水素分子は何ら影響を及ぼしません。

シスプラチンは SH(sulph-hydryl)基に親和性があるため、SH 基を持っているグルタチオン(GSH)の枯渇を引き起こします。その結果、抗酸化力が低下し、活性酸素、とくにヒドロキシラジカルが蓄積して、腎臓障害を引き起こします。シスプラチンは主に腎臓から排泄されるため、腎臓に最もダメージを与えます。

DNA にダメージを与える抗がん剤は、通常は細胞分裂している細胞(骨髄細胞、腸粘膜細胞など)にダメージを与えて副作用を引き起こします。しかし、抗がん剤治療によって活性酸素の産生量が増えたり、抗酸化力が損なわれると、分裂をしていない細胞にも酸化障害によってダメージを与えます。

多くの抗酸化剤(ビタミン E、ビタミン C、セレン、カロテノイド、メラトニンなど)がシスプラチンの腎臓毒性を軽減する効果があることが動物実験で確かめられています。水素分子は、これらと比較して、より高い効果が期待できます。

その理由は、水素はヒドロキシラジカルのみを消去し、スーパーオキシドや過酸化水素には作用しないからです。ヒドロキシラジカルは細胞傷害を引き起こす有害な活性酸素ですが、スーパーオキシドや過酸化水素は、正常細胞の増殖やシグナル伝達や、生体の防御機構にも重要な役割を果たしています。したがって、水素は抗がん剤による酸化ストレスを軽減する理想的な抗酸化剤と言えます。

αリポ酸やセレンやコエンザイム Q10 などの抗酸化剤のサプリメントの摂取に加え、水素ガスの入浴、水素水の飲用や点滴、水素ガス吸入は、抗がん剤の副作用軽減に極めて有効です。