

## 生物と金属

### 生命体に必要な金属イオンバナジウムの考察

最近各地でさまざまなミネラル天然水と称するものが販売されている。カルシウム、マグネシウム、リン等が一般的に強調され、ガソリンの値段よりも高価なものとなっている。

その中で、特に麦飯石の深層より採水した麦飯水の中にバナジウムが成分の一部として含まれていることが注目されている。中国の明の時代、漢方薬の大家 李時珍は麦飯石のことを薬石と呼んでいたようであるが、近年これら麦飯水にも含まれているバナジウムについての研究は、およそ90年前にドイツの化学者 M. Henze (1911)が、ナポリの臨海実験所で採集したホヤの一種 *Phallusia mammillata* の血球に高濃度のバナジウムが含まれていることを発見したことから始まった。

当時、すでに鉄がヘモグロビンの、銅がヘモシアンニンの補欠分子族を構成していることが解っており新たに発見された、バナジウムが第三の呼吸色素ではないかと考えられている。

原始生命が誕生した頃の地球は、還元的環境であったといわれている。鉄は、還元環境下の水溶液には2価の陽イオンとして溶存する。そのため、原始海洋には多量の2価鉄が溶け込んでおり、原始生命体はその2価鉄を利用して進化を開始した。2価鉄と3価鉄の間の酸化還元電位はおよそ-0.8ボルトから+1.3ボルトのかなり広い範囲の値をとる。このことは、生体で起こる化学反応のかなり多くに関与できることを意味する。加えて、鉄は生物にとってきわめて有用な金属イオンであったため、ほとんどすべての生命体が利用するようになった。

ところが、地球上に藻が出現し光合成を開始すると、鉄の利用は劇的に制限されることになった。光合成の結果生成した酸素は、海水中にそしてやがて空気中に放出されていった。放出された酸素は2価鉄を酸化し3価鉄に変えた。3価鉄の多くは海底に沈殿した。これまでに自由に鉄を利用していた生命体は、ひじょうな努力を傾けて鉄を確保するか、鉄に変わる金属イオンを求めるなどを余儀なくされた

銅は鉄によく似た性質をもつ金属であるが、還元状態では金属のままで存在し、水溶液には溶けないそのため、酸素がほとんどなかった太古の海水中には、銅は溶解していなかったと考えられる。ところが、酸素濃度が上昇して鉄が沈殿するようになった18億年前ほど前から、2価鉄の銅イオンが海洋に溶解するようになった。その証拠に、銅タンパク質や銅酵素は15億年前に出現した真核細胞性物のみみいだされるのである。また、嫌気性バクテリアには銅タンパク質や銅酸素はみられないが、18億年前くらいから出現した好気性バクテリアには、銅を含むタンパク質や酸素が存在する。（落合 1991）

このように、生命体は有効で比較的得やすいものを取り入れて、生物進化を成し遂げていったと考えられる。（江上、1980）。それゆえ、ホヤの血球から高濃度のバナジウムが検出されたとき、バナジウムが鉄と銅につぐ第3の呼吸色素を構成しているのではないかと考えられたのは、自然なことであった

## バナジウムとは

バナジウムは、原子番号23番の元素である。1831年にスウェーデンの化学者N. G. Sefströmによって発見され、北欧の女神VanadisにちなんでVanadiumと名付けられたという。この元素は第1系列主遷移金属に属し、典型的な金属としての特徴をそなえている。硬度と融点が高く、電気伝導度と熱伝導度も大きい。科学的には多数の酸化数をとり、溶液のpHと酸化還元電位、濃度によってさまざまな化学種を生成する。また、錯体をつくりやすいため、生体内で重要な酸化還元反応、あるいは電子伝達に関与しているのではないかと考えられている。

地殻に含まれるバナジウムの量は比較的多い。元素の存在量を多い順に並べると、バナジウムは20番目に位置し、地殻の約0.02%を占める。

## 金属イオンと生命体

金属イオンは酸素の運搬、浸透圧調節、膜電位の保持、細胞内情報伝達、電子伝達、金属酸素等重要な生理機能の発現に欠くことができない。生命体は、進化の過程でそれぞれの機能に適合した金属イオンを選択的に利用してきた。生命体がどのようにして金属イオンを選んできたかは、鉄と銅にその端的な例をみることができる。

これらのことにより、バナジウムの生命体における役割の重要性が少しずつ解ってきましたが、特に最近では、バナジウムを濃縮している細胞（バナドサイト）のモノクローナル抗体についての研究や、バナジウムの生体内でのキレート作用、アントシアニンとバナジウムとの相乗作用、及び抗菌、抗ウイルス等の研究が活発になってきております。今後の研究の成果により、私達の毎日の健康維持管理に重要な成分として、これからもっと注目されていくことでしょう。

※バナジウムは体内になかなか摂取することが難しく、水や一部の海産物等で有効に食することが好ましいと考えられます。

麦飯水等は直接飲料とするほか、各種スープ、お米の炊飯等で生命力の相乗作用を期待することができるでしょう。

文献 佐藤 基行 ホヤの生物学 東京大学出版界 1998年

道端 育 重金属の濃縮機構

旭川医科大学細菌学講座 黒加倫抽出物の機能性-抗ウイルス作用を中心に

(VOL. 33 食品と開発)

江上 不二夫 生命を探る「第二版」 岩波書店 1980年

\* 全国生活習慣病予防協会

谷内 良秋

2000年10月5日