



## 「炭酸水」と 「二酸化炭素水」の違い

神奈川大学 松原康郎

皆様は、日ごろ慣れ親しんでいる「炭酸水」というものが、実は「二酸化炭素水」と呼ぶ方が化学的には適切であることをご存知でしょうか？確かに、「炭酸水」は高圧の二酸化炭素ガスを水に吹き込むことによって作られ、実際、液性は酸性になりますが、理科の授業で習うような典型的な酸である塩酸が示す酸性とはその仕組みが全く異なっています。二酸化炭素は、水の中に吹き込まれると、まず水の中に溶解込み、その後、「ほんの一部」が「ゆっくり」と水分子と反応して初めて炭酸が生じます。この炭酸が酸性を示す原因物質なのです。「炭酸水」の中に含まれているのは水以外ほとんど二酸化炭素で、炭酸となっているのは1%もありません[1]。この点で、「炭酸水」は「二酸化炭素水」と呼ぶ方が実を表しているというわけです。一方で、塩酸の場合、塩化水素ガスを吹き込む訳ですが、この塩化水素が「一瞬」にして「全て」酸性を示す原因物質となります。この「一瞬」を光の速さに例えるならば、「炭酸水」における「ゆっくり」というのは蟻が歩く速さぐらいにゆっくりとしたものです。

では、「炭酸水」中の炭酸は取るに足らない微々たるものなののでしょうか？そういうわけではありません。やはり水溶液の液性を決める原因物質として、我々の血液、生物の呼吸、果ては海水の化学的性質において重要な役割を果たしています。人工光合成の研究においても、この炭酸の性質は重要です。今回は、「炭酸水」を用いた二

酸化炭素の電気化学的な還元固定化を例に紹介いたしましょう。

二酸化炭素の還元固定化する反応は様々なものがありますが、ここでは二酸化炭素を工業的に重要な一酸化炭素に変換する反応を例にします。この場合、二酸化炭素 1 個に対して、電子と水素イオンが 2 個ずつ必要で、一酸化炭素と水分子が 1 個ずつ生成します。電気化学的な反応では、電子は電極からやってくるということで良いとして、水素イオンはどこからやってくるのでしょうか？平たく言えば、すべて水分子からということになりますが、より正確には炭酸からです。水素イオンは炭酸から解離することによって生じ、炭酸水素イオンが残されることとなります。この電極反応が比較的遅い場合、これでよいのですが、電極反応が早くなってくると(もちろんそれが望ましいのですが)、先ほど紹介した二酸化炭素から炭酸ができる反応の遅さが問題となってきます[2]。高い性能を示す電極があったとしても、ここで速度が制限されてしまいます。現実には、これを回避するため、また電気伝導度を高めるために「炭酸水」にわざと水素イオン源などを添加して「緩衝作用」を高めた溶液が用いられることが多いです。生物は、呼吸をする上でこの遅さを克服するため酵素の働きによってスムーズな変換を実現しています。我々も、そのような働きを真似してみたいものです。今回かなり単純化して紹介いたしましたが、この遅さは電極表面での反応を考える上で、近年重要な点となっています。

[1] D. M. Kern, *J. Chem. Edu.* **1960**, *37*, 14-23.

[2] M. Dunwell, X. Yang, B. P. Setzler, J. Anibal, Y. Yan, and B. Xu, *ACS Catal.* **2018**, *8*, 3999-4008.