

日本で産出される数少ない資源 利用価値が注目されるヨウ素

今年、フランスのベルナル・クルトアによって「ヨウ素」が発見されて二百年にあたる。「資源国」である日本が輸出している数少ない資源が、原子番号53のハロゲン元素の一つであるヨウ素だ。米国地質研究所の二〇一一年

度統計によれば、一〇年の世界産出量は二万九千トンで、そのうち九千八百トンを日本が生産している。一位はチリの一万八千トンであり、上位二カ国でシェアのほとんどを占める。そして、日本は約一億ドル(国連統計局)のヨウ素を輸出しているのだ。

このうち八割が千葉県で生産される。一八〇〇年代から、この地では海藻を原料として工業的に生産されてきたが、現在は天然ガスとともに汲み上げられる「かん水」に含まれるものを取り出している。

小学校の理科でヨウ素液を使っ

た、「ヨウ素でんぶん反応」実験での鮮やかな紫色を覚えているだろう。また、ヨードチンキやうがい薬の成分としてもヨウ素は身近な物質といえる。

三月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故以降は、ヨウ素は一躍患者になった。しかし、原発から放出されたのは、核分裂生成物の放射性同位体で、質量数が異なるI-131だった。千葉で生産されているのは、安定元素であるI-127(I₂)である。

そして、ヨウ素は医薬品だけでなく、工業的に極めて有用な物質である。特に近年、パソコンやテレビなどのディスプレイの偏光フィルムとしての需要が大きい。液晶ディスプレイは、二枚の偏光フィルムの間を電極板に挟まれた「液晶」が入っている。このフィルムはポリビニルアルコールの

フィルムをヨウ素やヨウ化カリウム溶液に浸し、特殊な処理をした後に薄く延ばされる。すると、延ばされた方向に並ぶポリビニルアルコールの分子鎖の間に、ポリヨウ素イオンが整列し、偏光フィルムとなる。

ポリヨウ素イオンとは、通常のI⁻と異なり、I³⁻やI⁵⁻といった具合に複数のヨウ素原子によりイオンが形成されたものだ。原子価殻に八個以上の電子を持つ典型元素のみが取り得る「超原子価」と表現される状態だ。

ヨウ素の用途は他にもある。「クロスカップリング」は、二人の日本人に昨年ノーベル化学賞をもたらした人類科学史に残る大きな業績だ。簡単に言えば、二つの物質を結合させる「カップリング」において、構造が異なる物質を反応させるのが「クロスカップリング」

だ。ただ、目的の物質を混ぜようが煮ようが、簡単に結合が起きないことは言うまでもない。

そのために導入されるのが「触媒」だ。ノーベル賞を受賞した根岸英一博士らが開発した「根岸カップリング」と、鈴木章博士らの「鈴木・宮浦カップリング」に共通しているのは、触媒としてパラジウムを使うところである。

パラジウムとは原子番号46の遷移金属であり、いわゆる「レアメタル(希少金属)」として有名だ。世界産出量のうち、八割以上をロシアと南アフリカが占め、日本は輸入に頼っている。中国による「レアアース禁輸騒動」をみてもわかる通り、外国に依存する状態は戦略的に危うさを伴う。

このカップリング触媒にヨウ素を使う研究をしているのが、立命館大学薬学部の北泰行教授らと長

瀬産業グループらのチームだ。レアメタルのかわりにヨウ素を触媒として用いて電気伝導性を持つ高分子化合物(導電性ポリマー)をクロスカップリングにより開発することに成功した。しかも、反応させたい二つの物質に官能基を導入する必要がなく、わずかに一工程で操作が終わり、高い収率を達成できるといふ。導電性ポリマーは、有機ELや、さまざまな電子部品へ活用が可能な塗料への応用が期待される物質で、既にチームでは有望な候補物質の実用化に向けた取り組みも始まっている。

二〇〇一年に同じくノーベル化学賞を受賞した野依良治理化学研究所理事長は、光学活性な物質を選別的につくりだす「不斉合成」での業績が認められた。構造が非対象のために「鏡映し」の構造を持つ分子について、目的の構造のものだけを作る技術だ。不斉合成では、その触媒として金属触媒や有機触媒が使用される。そして金属触媒では、クロムやマンガンといった自然環境や人体にとって有害な金属がよく使用されてきた。

名古屋大学大学院工学研究科の

石原一彰教授らのグループは、やはりヨウ素を触媒として使用する手法の研究に取り組んでいる。ヨウ素はいわゆる「劇物」に指定されているものの、うがい薬などとして口に入れることからわかる通り、人体への影響は重金属などと比較すれば大幅に小さい。

ヨウ素には、遷移金属と同じように、価数を変化させる能力がある。これはすなわち電子のやり取りができるということであり、「酸化還元能」を持つことに他ならない。石原教授らは、前出の北教授らが開発したヒドロキシナフチルカルボン酸の不斉分子内酸化的カ

ップリング反応に有効なヨウ素を使った触媒の開発に成功した。これにより、医薬品中間体である、スピロラクトンを高い効率で生成することができたという。

医薬品だけではない。同様にポリマー樹脂などの原料となる物質の生成にも成功している。石原教授らのグループは、カルボン酸とカルボニル化合物から α -アシロキシカルボニル化合物を合成する際に使用できる、安全な触媒を使った。これは、アンモニウムヨウジドと呼ばれるものだが、アンモニウムとヨウ素の化合物である。従来、こうしたポリマー樹脂原

料を合成する際には、やはりマンガンや鉛といった有害金属が使用されていた。この場合、合成後に金属を除去する必要があり、そのための手間とコストがかかった。つまり、石原教授らの手法は、安全性を高めるばかりか、低コストにも繋がるものなのだ。

ヨウ素の可能性はこれだけではない。再生可能エネルギーとして注目される最新の「色素増感型太陽電池」では、電解液のなかにポリヨウ素イオンが使用される。エネルギー問題の一助としても活躍する。また、数々の可能性を持つヨウ素は「無限」に存在するものではない。いかに日本で産出されているとはいえず、将来のことは見据え、「リサイクル」についての研究も進んでいる。多くの大学、企業がヨウ素の有効活用に取り組んでいるが、なかでも一つの「拠点」となっているのが、千葉大学だ。地元で産出される「戦略物質」についての研究が学際的に行われている。ヨウ素発見から二百年。日本でとれる数少ない資源の一つであるこの物質の、さらなる有効利用が期待される。



原発事故で悪役になってしまった「ヨウ素」とは別物(水道水から放射性ヨウ素が出て配布された水を求める母親、3月24日、東京)