

水銀触媒が招いた悲劇

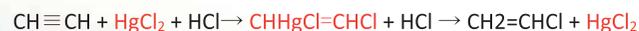
化学反応を促進・優先させる働きがあり、自身が反応の前後で変化しない物質を一般に「触媒」と呼んでいる。触媒作用は、反応物質が触媒と特異的に結合することにより効果を発現させるが、その活性点には金属元素が選ばれることが多い。複数の酸化状態を持ち、それらの状態が比較的容易に切り替えることができる金属元素は、特定の反応分子の化学反応を仲立ちすると考えられている。

●触媒作用と水俣病

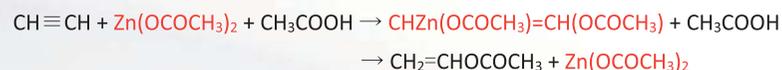
水銀は、亜鉛族元素として、有機合成とりわけアセチレンを材料とするビニル樹脂の製造に、長く触媒として用いられてきた。亜鉛族元素の触媒は、アセチレンと中間体を形成して付加反応を促進すると考えられ、この反応のための触媒は、今のところ亜鉛族金属以外は知られていない。このプロセスの中で、アセトアルデヒド製造のために使用された水銀触媒が、工程内でメチル化して環境中に放流されたために起こったのが水俣病である。

ビニル樹脂製造の反応系

塩化ビニルモノマー(触媒: HgCl_2)



酢酸ビニル(触媒: $\text{Zn}(\text{OCOCH}_3)_2$)



ビニルアルコール・アセトアルデヒド(触媒: HgSO_4)



触媒は、反応の前後で変化しないと言われているが、実際にはいくつもの中間体が生成され、それが反応条件によっては元に戻らないことも珍しくない(触媒が失活したとも言われる)。その中間体から毒性の高いメチル水銀が生成したことで水俣の悲劇が起きた。その後、水俣病の教訓から水銀を使用しない製造プロセスが求められ、

近年は、アセチレンの代わりにエチレンを原材料とすることにより、水銀触媒の使用を避けている。

●水銀触媒削減の道のり

アセチレン(石炭から合成)からエチレン(石油から合成)へ原材料を変更するというのは、言うのは簡単だが、その実態は産業構造を石炭化学から石油化学に大転換するということである。日本では、1960年代まではアセチレンプロセスが主流であったが、1970年代にエチレンプロセスに転換され、現在水銀触媒を用いた製造プロセスは国内に存在しない。このようなプロセス転換が可能だったのは、水俣病の教訓はもちろんだが、この時期に国内の炭鉱が相次いで閉山し、国全体として石炭の供給が大きく減少したことも要因の一つになっている。このため、石炭を輸入する代わりに石油を輸入することで比較的容易にプロセス転換を進めることができたと言えよう。

一方でこのプロセス転換に苦勞しているのが、隣国中国である。中国は、今でも世界最大の石炭生産国であり、国内での石炭需要を維持するためにも、アセチレンプロセスにより安価なビニル樹脂(特に塩化ビニル)の製造を続けている。ちなみに、中国の塩化ビニル樹脂の製造量・使用量は、ともに世界一である。現在中国では、水銀に代わる新たな触媒の開発を進めるとともに、使用済みの触媒をリサイクルすることで水銀の排出を削減することに取り組んでいる。

2015年時点の世界の水銀需要推計では、約4分の1が塩化ビニルモノマー製造のために使われていることになっており、しかもその量は増加傾向にある。グローバルレベルでの水銀需要の削減が求められる中、水銀触媒の使用削減は喫緊の課題である。