冶金学の進歩

千 谷 利 三*

Progress of Metallurgy

TITANI Toshizo

近代における冶金学の進歩は実に目覚ましい。今から20年ほど前、筆者が大阪大学に在職中、大阪府下のある旧制高等学校へ呼ばれて講演をしたことがある。そのとき筆者は、周期系を指さし、「諸君、ここにはいちばん軽い水素から、いちばん重いウランまで(当時はまだ超ウラン元素は、少なくともわが国ではまだ知られていなかった)、約90種の元素のあることが知られている。そして、この約90種の元素の大半は金属元素である。けれども諸君、この数十種にのぼる金属元素のなかで、現在われわれが、金属として利用しているものは果して何種類あるであろうか。私が諸君のような若い青年にお願いしたいことは、どうかこれらの未利用金属元素の冶金が一日も早く発達して、われわれの生活に役立つよう、努力していただきたいということである」。それから僅かに20年、現在の状態はどうであろうか。

チタンが開発され、ついでジルコニウムやハフニウムが開発され、さらに希土類元素が開発されるというわけで、まことに言葉どおり枚挙にいとまがないという有様である。先日アメリカから購入された質量分析計を見せてもらったら、イオンを出すフィラメントにレニウムが使つてあつた。これなど筆者が学生のころには、こ

んどドイツでこのような元素がみつかったぞと教えてもらつた程度であつた。そういえばハフニウムなどもそうであつた。また、これは金属とはいえないかも知れないが、ゲルマニウムやケイ素なども、筆者が学生のころは何だかわけのわからない黒い粉のような標本を見せてもらつたくらいであつたが、現在ではピカピカ光つた塊が作られている。特にケイ素などは、金属光沢を持っている。昔のケイ素という概念からは、およそ予想もしなかつたような外見をしている。

現在は原子力の時代であり、宇宙開発の時代であるといわれている。まさにそのとおりであるが、もしも上記のような冶金学の進歩によつて、純度の高いウランやチタンのようなものが作られなかつたとしたら、到底現在の状態は到達できなかつたことは明らかである。それでは、この冶金学の進歩は、どのような道を通つて発展して来たものであり、そして将来どのような方向に進むであろうか。これについて愚見を述べて、筆責を果たさせて頂きたいと思う。

現在の冶金学の進歩に一新紀元を劃したのは、いうまでもなく、アルミニウムの電解製錬法の発明であつた。この電解製錬法の発明は、それまでの炭素還元法に代つて、冶金学に一大革新をもたらしたものであり、これによつて、アルミニウムのほか、マグネシウムその他のいわゆる軽金属の冶金が劃期的な発達をしたことは申し上げるまでもない。実際に「軽金属」という名前も、この電解製錬法の発達に伴つて生まれてきた言葉であると思つている。かくして、この電解製錬法は数十年にわたつて、各方面に広く使われてきたのであるが、この電解製錬法について、冶金界に第二の革新を与えたものは、アルカリ金属、特にナトリウムまたはアルカリ土金属、特にマグネシウムによる四塩化チタンの還元法の発明であつた。現在この方法によつて、チタンはもとより、ジルコニウム、ハフニウム、希土類、さらにはウランまでも作られていることは、よく知られているとおりである。もつとも、このように、アルカリ金属のようなものを

* 東京都立アイソトープ総合研究所 Tokyo Metropolitan Isotope Center

使つて、金属のハロゲン化物を還元しようとする試みは、新しいものではなく、すでにアルミニウムの電解製錬法が発明されるよりも前に、フランスの Deville によつて試みられたものであり、氏はこの方法によつて、アルミニウムやチタンを得ることができた。しかし当時は、この還元を使うナトリウムが高価であつたために、工業化するには到らなかつたのである。それが電解製錬法の発達によつて、ナトリウムやマグネシウムなどが安価に得られるようになったので、始めて工業化のペースに乗るようになったといつて、さしつかえない。

すると、当然誰れでも思いつくことは、ナトリウムやマグネシウムを電解製錬法で作リ、それでさらに他の金属のハロゲン化物を還元するというならば、始めからその金属の適当な化合物を、電解すればよいではないか、ということである。こういうわけで、この線に沿つて、適当な塩の電解によつて、チタン、ジルコニウム、希土類およびウランなどを得ようとする試みが、いろいろと行なわれていることは、これまたよく知られているとおりである。そして、この方法がうまく成功すれば、たしかに製造工程を1つ省略するという点において、喜ぶべきことであるに違いない。しかし少くとも筆者が知つているかぎりにおいては、未だ成功したという例を聞かない。特に、上に述べたような金属は、いずれも高い純度が要求されるものであるが、この純度の点において、金属還元法に及ばないのである。そして、その1つの原因が、電解浴の温度が高いということにあるのは明らかである。

アルミニウムやマグネシウムのような金属は、融点が高いから、電解槽の温度を少し高くすれば、融解した状

態で出てくる。したがつて、純粋な状態で得やすい。ところが、チタンやウランのようなものは融点が高いから、それらを融解した状態で析出されることは、技術的になかなかむずかしい。さればといつて、固体の状態で析出させると、その結晶粒の間に電解浴の中の電解質が混ざりこむという可能性が大きくなる。このようなわけで、融点の高い金属は、それを電解によつて、純粋な形で得ることは容易ではないのである。けれども翻つて見てみると、たとえば、四塩化チタンをマグネシウムで還元してチタンを作る場合をとると、この反応の結果として出てくる塩化マグネシウムは無水で、しかも純粋なのであるから、それはすぐに電解してマグネシウムを得ることができる。また、この電解で得られる塩素は、そのまま四塩化チタンの製造に使うことができる。だから、大きな眼で見れば、これも一種の電解製錬なのであつて、ただその内部の機作が、いままで電解製錬に比べて、やや複雑であるというにすぎない。したがつて、適当な工夫によつて、上記の操作を連続化または自動化すれば、普通の電解製錬と同じように行なうことができるはずである。また、原料としてハロゲン化物を使うということは、すでに古く池田菊苗先生も指摘されているように、ハロゲン化物は一般に揮発度が高いから、精製を行ないやすいという利点がある。以上のように、いろいろな点から見て、融点の高い、還元されにくい金属を製錬するには、やはり現在のようにハロゲン化合物をアルカリ金属またはアルカリ土金属によつて還元するという方法を取り、ただその操作の上に工夫をこらすという方向に努力した方が得策なのではあるまいか、というのが筆者の結論である。