

化 学 史 (II)

— 古代の化学から現代の化学を考える —

村 田 勝

A History of Chemistry (II) :

A View of Modern Chemistry through the History of Chemistry
in Ancient

MASARU MURATA

はじめに

現代科学の源をおおまかにたどっていくと、まず近代科学となる。この近代科学は別に西洋科学とも言われており、これをもっとさかのぼると中世ヨーロッパの科学となり、その前がアラビアの科学である。そして、その源は古代ギリシアの科学となり、ついには文明発祥の地といわれるエジプトやメソポタミアの古代の科学にまで溯ると考えられている。

科学のうちで数学や天文学などの学問は、多くの科学史の本などにエジプトやメソポタミア時代に起り発展したと記述されている¹⁾²⁾。これに対して科学の一分野である化学に関しては、近世になって起ったとの記述³⁾⁴⁾⁵⁾が圧倒的で、またその定義が一般的となっている。化学書の一部には化学を純粹(理論)化学、実用(応用)化学と二つに大別しそれぞれの起った時代を述べたものもある⁶⁾が化学としてエジプトやメソポタミア時代に起ったとはしていない。また、古代の化学的理論はギリシア時代に起ったと記述している化学史書もある⁷⁾がここでも化学理論ではなく化学的理論として明確に区別している。

これらのことを前提にして化学の歴史の流れ

を考えるなら、エジプトやメソポタミア時代にみられた化学の萌芽は、ギリシア時代でより大きくなり、それがアラビア時代を経て中世ヨーロッパに伝わった。そして近代になってヨーロッパでようやく化学という学問が起り、近代になって急ピッチに発展していると言わざるを得ない。前報の化学史(I)⁸⁾では、ギリシア時代における“物質の根源は何か”という問いに対する答を化学理論として報告した。ここでは、この化学理論が理論としては幼稚であると言われる化学的理論でなく完全な理論であること。また、このギリシア時代の化学理論より前にすでに高度に発展した金属の精錬技術などの化学技術が存在していたことなどにより化学も他の科学と同じように古代に起ったと考えられることについて記述したい。

また、現代の化学には、専門化し、細分化された数多くの化学理論が存在する。この化学理論に対して一見しただけでは無関係のように化学技術が存在する。化学技術は化学理論以上に細分化され、高度に専門化し、工業化され、その量と質はもはや把握することが不可能な域に達している。しかし、この化学理論も化学技術に対して化学全体の流れなどととらえるならば両者の関係は表裏一体の関係にあると考えられている。すなわち化学においても、技術が理論

を生み、その理論によって新しい技術が開発されていく。この新しい技術がまた新しい理論を生むというこの繰り返して化学全体が進歩し、発展していくのである。ところが古代に化学がもうすでに存在していると仮定して、この化学理論と化学技術の表裏一体の関係が成り立たないのである。

化学技術はすでにエジプトやメソポタミア時代に青銅などの金属の精錬技術、ガラスの製造、うわぐすり、染料など数多くが存在しているが、化学理論はもとより化学的理論さえも見られないのである。長い化学技術のみの時代を経て、これらの化学技術に関係なく突然に、すでに報告したようにギリシア時代になって化学理論が起り、その一部である“物質の根源は何か”に対する答についてのべた。これらについても、またギリシアの化学理論全体にも驚くべき内容や思考方法が存在する。現代のわれわれから考えても驚き、納得さえするようなものであるが、しかしこのギリシア時代において化学技術では見るべきものがほとんどなく、古代の化学においては理論と技術の間には、直接、間接に影響がなく個々別々に発展してきたようである。

現代と違ってなぜ古代において、化学において特に理論と技術の両者の関係が他の科学の分野に比べて異なっているかをエジプトやメソポタミア時代とギリシア時代とにわけてその理由をのべ、現代の化学にどのように対処すべきかの資料としたい。

化学誕生の年代

化学史書などにおいて、同じ時代の技術なのに、その技術に対し化学技術とか化学的技術という言葉を使い、また同じ時代の理論なのに、その理論に対し化学理論とか化学的理論という言葉を使い、それぞれ使い分けをしている。これは化学のおこった時代がいつかということについて統一された答がないからである。しかし、これらの本を注意深く調べてみると、化学の起

った時代や年代について異なっているのは、その時代や年代に決めたのに、それぞれの本に確固たる主張があるためである。

一般的なのが、『元素の概念に関して、はじめて科学的方法論の上にたった定義を与えたのはボイルであり、彼の元素観が近代化学の出発点となった』⁹⁾とか『化学が科学的なものになったのは、やっと16世紀になってからであり、それ以前にさかのぼることはできない』¹⁰⁾とか『化学は中世の錬金術から発展した。科学としての化学の始りが正確にいつであったかは言えないが、よく引用されるのは、フランスの偉大な科学者であるラボアジェが燃焼の正しい解釈をしたとき、すなわち1774年ごろである。』¹¹⁾などである。これらの文を見てわかるように、ただ単に化学は近代になって起ったとか、ボイルが彼の元素観に定義を与えたときよりとか、1774年ごろとかと述べているのではなく、“科学的方法”とか“科学的”そして“科学として”などという形容がついている。これらは現代化学の直接の源がいつであるかを求めたものであるが、これらの本⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾に化学がいつ起ったかについての答がないことから化学の起った時代を近代と考えてのことであろう。この三つの年代を詳しく見ると16世紀から、ボイルが懐疑的な化学者という著書を出したのが1661年で、この本で彼はアリストテレスの元素観を退げ、正確な実験が正確な知識を与えるとして新しい元素観を立てたのである。そしてラボアジェが定量的研究によってプリーストレーが発見した酸素を正確に理解し、『燃焼とは酸素との結合である』¹²⁾としたのが18世紀であり、年代のへだたりはなんとここだけでも2世紀にも及ぶのである。近代のいつとするにもそれぞれの主張があり、その主張で年代が変わってくるのである。年代がはっきりと決めかねて『科学の歴史は記録に残った人類の歴史にくらべて、はるかに新しいものである。それは16世紀の終り、人類が自由に、合理的に物を考えるようになった一連の精神活動にはじめて芽ばえたのであった。ま

ず最初に発足したのは天文学と物理学であって、化学はけっして先駆者ではなかった』¹³⁾と述べざるを得なくなるのであろう。これらの年代のへだたりがなぜ生じるかについては、別の機会に詳しく報告したい。

ギリシア時代の化学理論やアリストテレスの化学理論を最大の拠り所にしてきた中世ヨーロッパの化学理論は実験などを行って得たものではない。すなわち科学的方法で求めたものではないと明確に断言できるのである。しかしこれらの化学理論が数多くの観察や実験を通して得られたものではないが、その思考方法には驚くべき合理性が存在し、なかには科学的と充分に言える思考方法さえ見出すことができる。

一方の化学技術においては、近代以前にすでに高度に発展していたのである。古代のエジプトやメソポタミアにおいてさえも、金属の精錬や合金のつくり方、金属細工、ガラス類の製造そして医薬に関して詳しい知識を有し、製品をつくっていた¹⁴⁾ことが知られており、これらのことより当時の化学技術も相当に高度に確立していたと判断される。現代のわれわれは多くの化学理論を知り、また多くの化学知識を有し、その質と量においては古代の人々に比べて雲泥の差がある。しかし銅の鉱石とスズの鉱石をもってこれ、今からすぐに青銅の茶碗をつくれと言われても多くの困難がありすぐにはつくり得ないであろう。古代のエジプトやメソポタミアの人々の青銅をつくる技術は長い経験の間に“科学的に”という意識はなくとも合理性を求めた結果で科学的な化学技術として確立していったのであろう。中世においては究極の目的が卑金属を貴金属にするとか、不老不死の丸薬をつくるとかの錬金術、錬丹術が盛んとなり、あまりにも目的が前面に出すぎて科学的になり得なかったが、この錬金術や錬丹術から現代の医学をはじめ現代に通じる多くの化学技術ができあがっていったのである。これらのすばらしい化学理論や高度な化学技術が近代以前に存在しているにもかかわらず、化学の起りを近代以前

に求めようとはしていないのである。

多くの本は“正確な実験が正確な知識を与える”とか正確な質量関係を知ることの重要性を説き、自らが質量保存の法則を考え出すなどして近代化学を生み出したボイルやラバアシェのように化学技術と化学理論を結びつけたときに化学が起ったとも一面では考えられるが、しかし一方で化学は科学的方法のみで得た化学理論をさし、化学技術はそれを生むための手段にすぎず、極論するならば、化学技術は化学とは言わないと述べているようである。この考えを認めるなら、まちがいなく化学は近代化学から起ったと言うことになる。しかし、われわれが食品を分析し、その食品に含まれるビタミンなどの含量を求めることなどの化学技術もまちがいなく化学なのである。化学が近代になって起ったという考えは化学理論の面からはあまりに狭すぎるし、またあまりにも理論中心にすぎるとは思わないかと考える。

自然科学はその目的のちがいによって純粋科学(理論科学)と実用科学に大別されることはアリストテレスによっても提唱されている¹⁵⁾がこれは今でも妥当であろう。事実われわれは化学を純粋(理論)化学と実用(応用)化学とに分けて考えることをよく行うのである。そこで理論化学は近世になって起り、応用化学は化学技術である金属の精錬も入ると考えて古代に起ったと考えるのもよいようである。応用化学である化学技術は“火の使用から始まる”とする本も見られる。¹⁶⁾¹⁷⁾しかし火の使用をもって化学が起ったとは直接書いてはいないが、化学技術が応用化学の一部であり、応用化学が化学の一分野であるかぎり、化学の起源をそこに求めてもよいはずである。

火を使って肉などの物を焼くという行為は、肉という物質を火で化学変化させることと考えて化学技術としたのであるが、肉を放置しても微生物が付着し、そのうちそれらが繁殖して肉を腐敗させる。この腐敗もまた物質の化学変化であり、別に人間が少しの手を加えなくとも微

生物は物質を変化させているのである。化学技術を単に物質の変化のみでとらえていくと、微生物の世界にも化学と言う学問が存在するののかという疑問にもぶつかるのである。もちろん火の使用が人間と他の生物との大きな違いにはなるが火の使用だけをもって化学が起ったとはこれもまた言えないのである。火の使用は化学の起るきっかけとなったと考えるべきであろう。

エジプトの「こよみ」は非常に進歩したものである。このエジプトの「こよみ」はローマのユリウスによって四年ごとに1回のうるう年を設け、また16世紀末に法王グレゴリー13世が修正してより正確な「こよみ」となって現在世界中で使われている太陽暦ができあがっている。しかし「こよみ」はエジプト時代の原形を保っている。この「こよみ」をつくり出すには多くの高度な天文学の知識が必要であることなどから天文学はエジプトやメソポタミア時代に起ったと述べている科学史書¹⁸⁾もある。ここでは多くの点で「こよみ」は現在のものよりエジプトやメソポタミア時代の方、特にエジプトの「こよみ」がすぐれているとさえ言い切っている。すなわち、エジプトの「こよみ」では毎月が同じ30日という長さであったが、現在のこよみには28日や30日そして31日という長さに変化があり難しさがあると言うのである。それもローマ時代にユリウスの名誉のために2月を1日とり7月へもっていき、またアウグスツス帝がさらに1日をとって8月へもってきただけで、科学的な必然性のない操作をしているこよみを使っていると言うのである。この必然性の問題を別にして現在のこよみを過去に求めると直接古代のエジプトやメソポタミアの「こよみ」になり、天文学では過去を直接に古代に求めることさえできるのである。

化学もこの天文学と同じように現在使われている化学理論や化学技術を過去に直接求めようとした場合、天文学のように明確には近代以前に求められないのである。現在使われている化学理論の直接の過去は近代になってからであ

り、それ以前にさかのぼることはできない。また化学技術においては、直接の形を「こよみ」のように求めることがむずかしいのである。たとえば、青銅をつくる古代の化学技術がそのまま現在伝わっているのではなく大きく形を変え、古代の形跡を見い出すことが不可能である。また日常生活においてその化学技術そのものを見い出すことができないのである。

科学や化学の本も近頃は現代の科学知識のみを主体としたものだけでなく、異なった立場からながめたものが数多く出版されるようになった。その一つに、現代科学や現代化学にのみ通じる理論や技術のみを集め、それを体系だててあたかも一枚岩ともなっている科学や化学がほんとうの姿ではなく、人々の試行錯誤の結果でき上ったものであることを重視し、それぞれの考え方を批判しながら学んでいく方法である。過去の、現代科学や現代化学に表われない誤った理論にも現在に通じる合理性は十分に存在しまたその理論が認められていた時代には十分に科学的と考えられる側面さえ有していたのである。これらのことを知ることは大いに意義あるものとして科学史や化学史などの本が数多く出版されているのである。

化学は科学の中で独立したものとして取り扱っていたが、化学が理論化学と応用化学に大別され、なお細分化されるに従って、科学の他の分野である生物や物理との境界分野も発展していった。現在では、これは化学だけの問題で物理学の助けも生物学の助けもいらぬのだと言い切れるのが少なくなっており、境界さえはっきりしなくなっている状況である。そして今また科学のそれぞれの分野の境界領域が発達したように、科学と哲学、化学と哲学などの境界ではないかと考えられる出版物も表われてきた。

その科学と哲学とを混合したような本の一冊に次の文を見出した。『ある時代に了解されている「科学的」な方法に固執する限り、科学における新しい展開は抹殺される、という可能性

をわれわれは無視することができない。われわれが、現在「科学的」と思い込んでいる判定基準に従う限り「非科学的」として一笑に付されるもののなかに、二百年後の「科学的」立場から見れば「科学的」真理であると評価されるものが含まれている可能性を、われわれは否定することができないのである。』と述べている。¹⁹⁾ 一般に科学の時代となったといわれる近代になってからも「科学的」と考えられ多くの人々に認められていたフロジストン説が「非科学的」として消えていったり、逆に世間一般からも完全に無視されていたアボガドロの分子説は、彼が発表してから約50年ほどたって弟子のカニツアロによって再発表されて認められ化学に欠くことのできない「科学的」な考えとなった。

このようなことが過去に存在しているので、「科学的」と考えるための判定基準は完全なものであるかと問えば考え込まねばならない。言い換えると、現在のすべての化学理論が「科学的」で永久に通用するとは言えないのである。これは少し極端すぎるであろうが、「科学的」と考えるための判定基準も少しずつ時代と共に変化すると考えれば、現代化学に通じている今の化学理論や化学技術は永遠でなく、また過去の忘れられたものも認められ、見向きもされなかったものが登場する可能性も存在するであろう。また現在が、固定された考え方や理論から脱皮し、いろいろな方面から考えを進めていく時代でもある。

以上述べたように化学の起った時代については一般的には近代になってからというのが圧倒的に多いがそれでも2世紀のへだたりがあり、また二つに化学を大別してそれぞれの起った時代を求めたり、また現在科学的と考えているその基準について疑問を出したりとそれぞれに主張があり化学の起った年代については明確な統一された答がないと考えられる。

そこで、次のような視点から化学をながめ、その立場にたって化学の起った時代を求めてみた。すなわち、自然のいろいろな現象や変化な

どは感覚を通して認識される。そしてその数多くの認識の中から「こうすればこうなる」という自然の法則を見い出すようになる。これは俗に言う自然における「因果応報」である。これを見い出し、なおかつ利用するには多くの経験が必要となり、「因果応報」と経験とが合致してはじめて技術になると考えるのである。また数多くの「因果応報」を見い出すと「なぜ」そのような「因果応報」が起るかを説明しようと試みるようになる。この説明しようという考えを世間の人々が認めてくれるためには合理性が必要であり、またその時代の科学で充分に認められる科学性が存在しなければならない。これらを突破してはじめて理論となるのである。これは科学一般における科学知識、科学技術そして科学理論のつながりとそれらの枠組みを考え、規定し、述べたのである。

この文章で、自然のいろいろの現象や変化などを物質の変化ということに制限した場合は、科学でなく化学について述べたこととなる。すなわち、感覚を通してこの物質の変化の認識は化学知識であり、この自然の「因果応報」と経験から「因果応報」を利用できる技術にしたときにそれは化学技術となり、物質の変化に対する「因果応報」が「なぜ」起るかを説明し、その説明がみんなから認められたときそれは化学理論となる。そしてこの場合の化学技術と化学理論は密接に関係し、一度化学理論ができるとこれによってまた新しい化学技術が確立されそしてまた新しい化学理論へと続くのである。このように考えるなら、微生物には認識するという高度な感覚はなく、微生物が化学の世界をもっているなどの疑問も消え、人々が火を使いはじめたときに化学が起ったのではなく、火を使い、その火力を物質の変化に利用しはじめたときに化学が起ったと考えるのである。これから考えると、化学の起った年代は古代となり、それも記録に残っている時代よりもかなり前に溯ることになるであろう。すなわち、化学技術が化学理論より先行したのである。思考が先走っ

て観念的であるといわれるギリシアの化学理論も、近代のプロジストン説などの化学理論も、科学的に誤まっていて現代化学には直接関係がないが、化学としてはりっぱな化学理論なのである。過去の、現代化学に直接関係のない化学理論なども化学として取扱い、またそれらの欠点を考えることで、より深く化学を理解することができるのである。

エジプト・メソポタミア時代の化学理論

数学が起った時代とその理由についてアリストテレスは『エジプトあたりに最初に数学的諸技術がおこったのである。というのは、そこではその祭司階級のあいだに暇な生活をする余裕が恵まれていたからである』²⁰⁾と述べている。アリストテレスの言うとおりで、その日の食べ物を獲るのに精一杯であった生活では生きていくのがやっとで、化学理論はもちろんのことほかの分野の理論も起り得るはずがなかった。食べ物に余裕ができそして生活にほんの少しの余裕ができたとき、手につかんだ物などの対象物をはじめてじっくり眺めることができるのである。

古代のエジプトやメソポタミアにおいて、祭司は人々から非常に尊び崇められていて、その上に階級も上で一種の支配層でもあった。彼らは神殿につかえ夜の番人として天界の様子を詳しく観察し未来を予測する役目もしていた²¹⁾。古代エジプトにおいては、死んだ者の「たましい」が死後も存在すると信じ、死体に手を加えてミイラとする役目もしていたのである。彼らはその日の食べ物を獲るのに汲々としていた階級ではなく、アリストテレスが言う「暇な生活をする余裕」はもちろん、学問的行為とも言える仕事を生活の糧としていたのである。事実彼らは死体をミイラにする技術と共に、人体についての知識をも有していた²²⁾知的な人々であった。

エジプトの数学がアリストテレスの言う数学

的諸技術のみでなく、数学そのものが高度に発達していたことを紀元前1800年頃にあらわされた、現在では一番古い数学記録だといわれる実用教本で十分すぎるくらい証明できるのである。その中には分数計算はもちろんのこと穀物倉庫の容積の測定法やその理論、そして円の面積の出し方まで出てくるのである²³⁾。円の面積の出し方は、彼らは多くの経験や思考を繰り返して直径からその9分の1を減じたものを一辺とする正方形の面積で求めるという一般論すなわち理論を確立しているのである。これによって円周率 π を計算すると3.14にはならないが3.16という数値が出てくる²⁴⁾のである。現在の円周率に非常に近い値の3.16を仮に円周率として用いても実際の生活の中に大きな違いを見出すことはできないであろう。このように特にエジプトで数学が高度に発達していたのを知ることができる。アリストテレスはこれらの実用的な数学技術や数学理論を熟知していて、その上で数学的諸技術と呼んだのであろう。

ギリシア時代の高度な知識を有していた人々をはじめ、現在の人々からみてもエジプトやメソポタミア時代に数学を含め大きく発展、発達した科学が存在していたことを認めないわけにはいかない。当時、科学という学問が存在していたわけではなく現在から見て区別しているだけであるが、その科学の中に化学理論が少しも見られないのである。金属の精錬に関しての化学技術については発掘された青銅器などより推測されているが化学理論については少しのかけらもみられないのである。理論分野に関してはまちがいなく化学は他の科学や数学に比べて遅れていたのである。アリストテレスの言う「暇な生活をする余裕」は化学理論を生むための絶対必要条件ではあり得るが、これで充分でないことを示しているのである。

一方ヘロドトスによると、エジプト人が幾何学を発明する必要は、彼らの地所の境界が毎年のナイル河の氾濫で消されてしまうため、測量によって引き直さなければならない事情から生

まれた²³⁾と言うのである。現代でいう「必要は発明の母である」という考えであるがもっと強い意味を込めている。すなわち生きていくために必要なのである。額田晋氏の自然科学入門でも『エジプト人の大部分は農業を営んでいたが、ナイル河は南方の高地の豪雨とエチオピア方面の雪どけ水とのために、毎年夏期になるとしだいに水が増してあふれてくる。そこでこの氾濫期をあらかじめ正しく知るために、早くから太陽暦が発達し「こよみ」の基礎としてやはり1年を12か月、1か月を30日と定めていた。また出水の後には、土地を測量する必要から測地術としての幾何学が起り、天文やピラミッドを築くためには、正確な計算が必要となって数学が発達した』²⁵⁾と述べている。これなどはヘロドトスの考えとまったく一致する。

「暇な生活をする余裕」があっても「生きていくための必要性」がないと学問なども生まれないし、またまた「生きていくための必要性」も「暇な生活をする余裕」がないと生れなかったであろう。しかし感覚的にも現実的にも「生きていくための必要性」の方がより強く学問が起った理由として考えられる。古代の祭司達も、星の運行を知り、太陽の運行などを知ることによって未来を占い、それらをもって生活の糧としていたのである。そのためには、より一層正確な星や太陽の運行などを知り、またより確実な未来を予測することを必要としていたのである。

生きていくための生活の必要から数学の技術や理論などが起ったのなら、化学の技術はもちろんのこと理論もこのエジプトやメソポタミア時代に起っていても不思議ではないはずである。仮に必要な度合が数学が高く化学は低いと判断したとしても化学理論のはしりか化学的理論があつてよいはずである。しかしやはりそれらも存在しないのである。これは化学という学問がほかの科学と大きく異なる何かがあると考えねばならないのである。

エジプトやメソポタミア時代の化学が数学や天文学などに比べて全体に発達が遅れていたこ

とや化学理論が少しもおこらなかつたことに対して第一に考えられることは、化学理論を起すことが直接にできたであろう人々に生活の余裕がなかつたことである。

天文学や数学などを取り扱ったのは一種の頭脳労働者でもあつた祭司階級の人々であつたが、化学の分野の仕事をしたのは職人、工人と呼ばれる人々であつた。すなわち金属を溶かしてある形をつくる細工師、鉱石を掘り、運び、より分ける鉱夫と呼ばれる人々、土をこね形をつくり焼く陶工と呼ばれる人々などである。もちろんお酒をつくる職人もいたことであろう。これらの仕事は汚れることはほとんどで、肉体は酷使し、時には生命の危険に直面することさえしばしば遭遇したであろう。このような仕事を当時の暇な余裕ある、一種の頭脳労働者でもある祭司たちが化学分野も自分の仕事として直接に組み入れることはあり得なかつたのである。職人たちは身分的に下層民で朝から晩まで重労働をし、少しの暇もなかつた。当時の職人たちの様子に関して、次の資料から全体をうかがうことができる。すなわち『役人に出世した鍛冶屋もないし、王さまの使者に取り立てられた鋳物師もない』²⁶⁾とか『かまど口で仕事をしている鋳物師は、ワニのような指をして、背は曲り、眼はただれ、くさった魚の卵よりもいやなおいをおいさせている』という当時の手紙²⁷⁾がある。これらからも理解されるように、職人たちの生活は我々の想像を超えて悲惨であり、身分制度のために暇な余裕ある別の職に変わることもできなかつたことなどで、完全に暇のない、暇のできない人々であつたことがわかる。

第二の理由は化学の仕事をした職人たちに読み書きができなかつた²⁸⁾ことであろう。これが特にほかの科学技術に比べて化学技術の発達を遅らせ、その結果として化学理論も起こらなかつたのである。

読み書きができたのは祭司たち一部の人々で、彼らの仕事に天文学や数学などがあり、それらの学問を口で表現し、その上に書いたりし

た。次の代のものが書いた物より知識として吸収し、そして消化してそれ以上の知識を身につけていったのである。すなわち彼らは規則正しく運行する星や太陽などを観察し、その結果を記録したり、天体を模写したりして思考した。これらの思考は自然の法則、「こうすればこうなる」という自然の「因果応報」を知ること以上に重要なことであった。それは思考することにより正確な未来を引き出すことや理論化して一般論を引き出すことが彼らの身分をより強固にすることになるのである。次の代の人々はそれらを書き残したものなどから知り、それ以上のものを求めようと努力したのである。それに対して、読み書きのできない職人たちは自分の仕事に関して、仮に製品などをつくる過程で新しい化学技術を考案しても、その技術が一般に広がることは完全になかったのである。彼らはできあがった製品は世に出したが、その製品にするまでの化学技術の改良法などについて発表する必要も機会もまったくなかったのである。その上に、職人として仕事を受け継ぐ者は、書物から知識として化学技術を吸収することができないので非常に多くの時間をかけて吸収することになり、熟練するのに人生のほとんどを消費し、仮に新しい化学技術を考案しても自分自身のため、また後継者が生きていくために必要であり、今まで以上に秘密の秘伝としてペールに包まれることになるのである。このように化学においては進歩した技術を考案しても非常に伝わりにくい状態にあったのである。

第三の理由は、化学においては特に神の存在から少しも脱皮することができなかったことであろう。化学は簡単に定義すると物質の変化を取り扱かう学問であると考えられるが、物質の生成そのものや、物質を変化させる力についてはエジプト・メソポタミア時代以前に答ができあがってしまっていたのである。すなわち、物質を生成し、物質を変化させ、物質を消滅させるのは神であった。

エジプト・メソポタミア時代よりずっと前の

時代においては、自然界に起る諸現象の中で、特に雷や日食・月食などには大きな驚きと不安をもって接し、早い時期にそれらに神を直接、間接に存在させた。その後のエジプト・メソポタミア時代にはもうすでにすべての自然界の諸現象や物に神を存在させていたのである。すなわち、雷や日食・月食などは神の仕業として神を存在させ、神を祭ることで明日への、未来への安心を求めていっただけでなく食べ物などの日常よく見受けられるものすべてに神を存在させていった。「手から口へ」²⁹⁾の時代では何も考えずに手にしたものを口に入れたのであろうが少し余裕が出てくると手にした物を眺めることができるのである。舌と脳という感覚器での判断であったものから目と脳という感覚器の判断が加わり、より多くの物に対し、より正確な判断ができるようになる。その結果食べれる物と食べれない物との区別もつくようになり、食べれる木の実などに対して来年も豊富に収穫できるように神に祈り、木の実などに対し神の恵みとし間接的に神を存在させた。このようにどんどんすべての物に神を拡大して存在させていったのであろう。

星や太陽や月などに関してそれぞれに神を存在させていたのはもちろんであろうが、それらの運行に関して神を存在させていた。しかし、それらの運行に驚きをもつことから一步深めて規則性に目を向け、その上にモデル化して紙などに書いたりして思考したりするときは、神を必要とせず、また存在もしなかったであろう。神が居ないこれらの世界では、人々は合理的に科学的に判断したのである。そしてその結果が出た場合は、それは神の偉大さとして現実の社会に移入されていき、神の存在をより強固なものへとしていったのである。

それに対して、化学はモデル化したりして紙に書いたりして思考しなかったのである。もちろん化学を取り扱った人々が読み書きができなかったことにもよるがそれ以上に、物質の変化をモデル化したり、変化そのものの様子を具

体的に記録することができなかつたのである。これらのことができるか、または神の存在に疑問をもつか無視するかする以外に物と神との結びつきを切ることができないのである。エジプト、メソポタミア時代は神がすべてに存在して化学理論が生まれる素地など完全になかつたのである。

第四の理由は、物質を変化させる当時の化学技術の幼稚さと物質の変化の微妙さによる再現性の欠如であろう。「こうすればこうなる」という自然の法則を化学以外ではある程度見出し易いが、化学では甚だ難かしいのである。当時の化学ではこの自然の法則を頭に入れることなくただ熟練にたよるだけであつたので同一のもの再現さえ困難であつた。

化学以外の分野での発達の過程や思考の手段の例を具体的に示してみよう。太陽の運行に関して、必ず朝には太陽は東から昇り夕方に沈むし、夏の太陽高度は高く冬は低い。仮に運行させている力や運行自身を神が支配していたとしてもこれらの規則性を見出すことは容易である。これらの規則性を数多く見出し、今までの洪水などでの悲惨な経験などと重ね合わせて、太陽の高度や夜に出ている星で季節を判断することができるようになったのであろう。

また学生に本などを調べることなく、また円周率を使わずに直径10cmの円の面積をなるべく正確に求めよと言つた。彼らは思考するだけでなく紙の上に具体的に直径10cmの円を書き、それに1cmおきや5mmごとに縦線、横線を入れた。そして中心近くの1cm²や0.25cm²の正方形の個数を数え、その後多く足りないのと少し足りないのと1個分、半分ぐらいの2個で1個分などと目分量で合算して出していた。このような方法で面積を出しても、円周率を用いて計算した7.85cm²に非常に近く、何回か行なわせてもだいたい同じ値がでた。学生が現代に住み多くの知識をすでに獲得していることを割り引く必要はあるが、エジプト・メソポタミア時代でもこのようにいろいろな方法で考え実行し、その結果

として天文学や数学などを発達させていったのである。

ところが化学分野である物質の変化についての規則性などを見出すことは昔も今もなかなか困難なのである。たとえば、キャンプなどに行つて肉を焼いて食べるという簡単な操作でも、火が強すぎるところは焦げるし、時には炭化させて真黒にしたりする。場所によっては火が弱すぎて燃焼の木材などから多量の煙をあげて焼き肉ではなく燻製の肉などにしてしまうこともある。これらの変化を目を通して見ても、舌を通して味わつてもなかなか一定の経過や結果が出てこないのである。焼き肉でこの様子であるので少し複雑な化学技術になるともっと多くの困難がある。何回操作しても一定の結果が出るようになるためには非常に多くの時間をかけて熟練するか、現在の実験室のように、使用する容器の形や大きさを一定にし、火力となるバーナーを設備するなどまったく自然と異なる感を与えるまで変化させねばならないのである。時には加える溶液の量や濃度さえ正確に決めねば一定の結果が出ないのである。これらを守らねば化学においては特に再現性があやしくなるのである。

紀元前4000年以上も前にはじめて青銅をつくつたらしいメソポタミア地方のスメール人³⁰⁾などの時代に実験室があつたはずもなく、彼らは何かの機会に鉱石を強熱することがあり、その鉱石の中に偶然に銅とスズの鉱物が存在し、たまたま合金の青銅ができ、異なった金属での合金であることを彼らの1人が見つけ出したのであろう。このように化学は再現性が低いゆえに発見された事例も少なく、化学全体としては他の科学に比べてあまり発達しなかつたと考えるのである。しかし、この青銅をはじめとしてガラスの製造などの化学技術は長い年月と人々のカンと努力そして偶然とでかなりの程度まで発達したのである。

現在の人々は多くの化学知識を有しているが、銅の鉱石とスズの鉱石を与えて青銅の灰皿

を家庭でつくって持って来て下さいとお願いしても多くの方は灰皿をつくることはおろか青銅そのものにもならないであろう。実験室もなく、また物に関しての化学知識が少ないエジプト・メソポタミア時代の人々に高度な数多くの化学技術を望み、それぞれが相互に関連して発達することを望むことは不可能であろう。しかし個々の化学技術は幅が狭く独立したものであるが、高度な技術であり、その化学知識も相当なものであった。たとえば、鉄は赤く熱して急に水につけると斧として使えるくらい堅くなるのがホーマーのオデッセがすでにしている³¹⁾のである。

エジプト・メソポタミア時代において化学技術が数学や天文学の技術に比べて大きく遅れたことや化学理論が起こらなかつた理由を四つにわけて述べたが、これら四つが複雑にからみあって人々に重くのしかかっていたのである。

ギリシア時代の化学理論と化学技術

ギリシア時代になるとエジプト・メソポタミア時代の化学は大きな変貌をとげ大いに発展する。すなわち化学技術の面ではあまり見るべきものがないが化学理論の面ではターレスにはじまり、多くの人々があらわれ、そしてついに古代の化学はアリストテレスによって完成されるのである³⁾。

化学技術があまり発達しなかつたのは物質の変化を直接取り扱っていたのが、エジプト・メソポタミア時代と同様に職人たちだけであつた。ギリシア時代の職人たちもそれ以前の職人たちとほとんど変わることがなかつた。彼らは製品をつくることに生命をかけて生活し、それ以外のことに少しも余裕がなく、階級的にもやはり下層民であつた。物質が変化してできあがつた物、すなわち製品に対する需要は大きくなり職人たちを支配する人々は今まで以上に製品に強く興味を示したが、やはり化学技術そのものにまで踏み込むことはなかつた。そして化学

技術の再現性の困難さは少しも改良されてないのである。その上に人類が火を使ってからエジプト・メソポタミア時代の終わりまでは長い年月であつたが、このギリシア時代は紀元前6世紀頃より約300年の短い期間しかないのである。もちろん現代のように化学技術と化学理論とが表裏一体の関係となっていたなら、この300年の間に化学技術は大いに発達したのであるが、ギリシア時代は両者の関係が少しもないのである。

一方、化学理論においても同様に、自然を数多く認識し、それらの化学知識から経験を通して化学技術をつくり、そしてその技術をも考慮に入れて出された化学理論であればあまり現実と遊離しなかつたであろう。ギリシアの科学者たちが物質の変化そのものに直接携わっている職人たちの仕事場に入り、職人たちの領域にまで踏み込んでいけば化学もほかの科学に遅れてはいたが大いに発達・発展したのである。しかし事実はお互いに少しの影響も与えることなく別々のものとして違った道をたどつたのである。

物への支配が神や超自然的なものであつたエジプト・メソポタミア時代からギリシア時代になると、物の変化や自然の変化に関して神は存在してはいたがそれ以上に知的合理性が大きく優先するようになるのである。そしてついには自然の変化などに神の存在や超自然的なものを直接には認めなくなり、これに代るものを求めていったのであろう。すなわち、個々の確固たる自然の認識による化学知識による出発ではなく、昔の人々が雷や日食などの自然の大きな変化に驚異驚嘆しそこに神々を存在させたのと同様にギリシアの人々は自然の変化などに「なぜ」という言葉ですべてに接したのである。このことは「驚く心よりすべての学問が生まれる」というソクラテスの言葉³²⁾が如実に表わしている。「なぜ木は上に伸びていくのか」とか「なぜ手を離れた石は下に落ちるのか」、「なぜ人間に男と女がいるのか」などの問題の取り上げ方で

ある。

ギリシア時代はこの「なぜ」という設問に対して特徴ある答え方を一般にしている。木が上に伸び、手を離れた石が下に落ち、男と女がいることはまぎれもない事実であり、現在でも同じように問いかけるが、ギリシア時代はなぜそのようになるかについてつごうの良い現象や考えを一例ぐらいもって来てあとはほとんど頭の中で考え組み立てていくのである。たとえば、生木をもやすと、まぎれもなく火が出て、そのうえ生木の燃えてない片方から水がでる。燃えているときに炎のうえの方に陽炎が生じたかとも空気が出ているように見える。そして燃えたあと灰、すなわち土が残る。これらは陽炎を空気としたことに少し無理も感じられるがそのほかは完璧な事実である。この事実から生木は四つの元素「火、水、空気、土」から成りたっているとしそれを物質全体に拡大していくやり方である。ギリシア時代の著名な化学理論であるエンペドクレスはこの四つの元素の提唱者であるが、「なぜ木が上に伸びていくのか」という問いに対して、火の元素はもととが太陽にあったのが飛んで来て地中に入り、それを木の根が吸収する。量が少ないので木は燃えることはないが火の元素は木の上部の先端にそれぞれに行く。火の元素は太陽の所へ帰りたい。その帰ろうとする力が木を上を伸ばすというのである³³⁾。あくまでも四つの元素を補強するために考えだしたものであるが、典型的なスタイルである。このようにギリシア時代の科学理論は頭の中で大部分が考えられ、化学においてはそれ以上に思考中心であったと考えられる。あまりにもギリシア時代の化学理論が思考中心であり、そのために多くの弊害を出していたので近代になってガリレオが「なぜ」と問うかわりに「いかに」ということに着目すべきだと述べている³⁴⁾。「木がなぜ上に伸びていくのか」ということに対しては強引な答がギリシア時代のように出てくる可能性が大きい、「木はいかに伸びていくか」という問いに対しては強引な答を出

しにくく、観察などの多くの事実より推測することになるからである。

一部の自然の変化や物質の変化をとらえて「なぜ」と考え、数少ない自然の中の現象や事実を利用して、強引に、自分につごうよく答えるギリシア時代の化学理論にとって、すでに高度に発達していた化学技術は少しも役に立たなかったのである。

まとめ

- 1 化学がいつの時代に起ったかについては、一般に近代になって起ったと言われるがその近代でも年代に大きなへだたりがあり、またその根拠となる主張にもいろいろあり、統一されていないと考えることができる。
- 2 化学を理論と技術(応用)に大別し、それぞれの起った年代を求めようとしているものもあるが、化学としての出発点は一つで、そこから時代と共に派生して細分化したと考えるべきであり、それからいくと、化学技術は単なる技術でなく化学そのものであると考えられる。
- 3 化学技術としての青銅の精錬などは古代のエジプト・メソポタミアでまず起っているの、化学もこれより前に起ったと考えられる。すなわち、自然の中で物質の変化について「こうすればこうなる」という自然の法則を見出したときであるが年代的には明確にいつということは不可能である。
- 4 エジプト・メソポタミア時代の化学技術は化学理論を生むことができなかった。化学技術を担った職人たちに少しの暇もなく、化学理論を生み出す余裕がなく、また彼らには読み書きができなかった。このことは化学理論はもとより化学技術の発達さえ遅らせることとなった。
- 5 ギリシア時代は化学技術を無視して化学理論が発展した。このことで現実の自然から離れていき、またあまりにも強引に思考中心に

なったので化学というよりは哲学として発展していった。

- 6 現在の化学においても技術面を軽視して、理論面を重視する傾向がみられる。これは化学だけに限らず他の学問すべてに言えるようである。技術と理論は車の両輪であり教育で取り扱うときにはこの点にも十分な配慮をすべきであろう。

文 献

- 1) 額田 晋『自然科学入門』河出書房 1954 P 13
- 2) 久保 昌二『化学史』白水社 1977 P15
- 3) 玉虫 文一『化学—物質研究の道程』培風館 1975 P 6
- 4) 岩永 源作『横観無機化学』培風館 1967 P 1
- 5) 講談社出版研究所(編)『世界科学大事典』講談社 1977 P 2
- 6) 原 光雄『化学入門』岩波新書 1965 P 79
- 7) 久保 昌二『化学史』白水社 1977 P15
- 8) 村田 勝「化学史(I)」別府大学短期大学部紀要, 1982, P91
- 9) 玉虫 文一『化学—物質研究の道程』培風館 1975 P 6
- 10) 大沼 正則ほか(訳) H.M. レスター『化学と人間の歴史』朝倉書店 1981 P 3
- 11) 講談社出版研究所(編)『世界科学大事典』講談社 1977 P 1
- 12) 村上 枝彦『化学暦』みすず書店 1971 P247
- 13) 久保 昌二『化学史』白水社 1977 P15, P 16
- 14) 白井 俊明『化学の歴史』毎日新聞社 1954 P 7
- 15) 原 光雄『化学入門』岩波新書 1965 P18
- 16) 原 光雄『化学入門』岩波新書 1965 P79
- 17) 武田 和子『化学と人間の物語』河出書房新社 1966 P 2, P 5
- 18) 額田 晋『自然化学入門』河出書房 1954 P 12
- 19) 村上陽一郎『歴史としての科学』筑摩書房 1984 P 7
- 20) 出 隆(訳)『アリストテレス全集12形而上学』岩波書店 1977 P 7
- 21)・22) 額田 晋『自然科学入門』河出書房 1954 P12
- 23) 安田徳太郎(訳) ダンネマン『大自然科学史』三省堂 1980 P18
- 24) 安田徳太郎(訳) ダンネマン『大自然科学史』三省堂 1980 P19
- 25) 額田 晋『自然科学入門』河出書房 1954 P 11, P12
- 26)・27)・28) 武田 和子『化学と人間の歴史』河出書房新社 1966 P 6
- 29) 淡野安太郎『哲学思想史』勁草書房 1962 P 12
- 30)・31) 白井 俊明『化学の歴史』毎日新聞社 1954 P 1
- 32) 山岡 望『化学史傳』内田老鶴圃新書 1976 P 2
- 33) 村田 勝「化学史(I)」別府大学短期大学部紀要, 1982, P95
- 34) 新羅 一郎『新しい物理学』講談社 1979 P 23