

# 化 学 史 ( I )

—— 古代ギリシアの化学史から現代の化学を考える ——

村 田 勝

## A History of Chemistry (1): A View of Modern Chemistry through the History of Chemistry in Ancient Greece

MASARU MURATA

Judging from the developmental process of theories of chemistry in Ancient Greece, the chemists seem to have understood the things observed in the natural world as facts and have made them universal theories. By considering theories advocated from Thales' to Aristotele's times, which are generally subdivided into theory of element, ancient atomic theory, etc. And compared with modern chemistry, to be a stream of thought, we might be able to deepen our knowledge of chemistry more profoundly. In the present paper I am going to state briefly the theories advocated during the above period which trace substance to its origin, and point out that familiarizing ourselves with the evolutionary process of the theories will be of great help in understanding chemistry as science in a broader sense.

### はじめに

一般の化学書では、古代の化学にふれているものは稀である。すなわち、ボイルの気体に関する法則またはラポアジェの質量保存の法則など数量的に明確化した時代より展開し、その後ドルトンの原子説、アボガドロの分子説へと続く一本の学説の流れを整然と述べているのが普通である。もちろん、このような化学理論、化学知識は現代の化学を理解するためには必須のものである。

一般の化学書だけでは、化学という学問が突然近代になって出現したような錯覚にとらわれ、古代や中世には化学知識もなく、化学知識を利用した物もなく、ましてや化学理論などなかったような印象を与える結果となっている。また化学理論や化学知識が環境や生活とは無縁の学問であるようにも写ってくる。しかし化学は古代や中世になかったのではなく、また生活か

ら遊離したものでもなかったのである。その意味で多種多様な化学書が数多く出版されている。たとえば、化学を日常生活と密着させたり、化学を楽しい読み物としたり、化学を科学の一部としてとらえたりしているのである。

多種多様な化学書の中でも特に目を引くのが化学史関係の著書である。化学が一般の化学書にあるように直線的に発展したのではなく、横道にそれたり、誤っていたりしながら発展していく様子がわかったりして興味深いものがある。また理論展開の経緯を知ることにより、誤った理論の問題点はどこにあったかを理解でき、ひいては現代の化学理論をよりの確に把握し理解することもでき、また誤った理論が後の理論にどのように結びついていくかで化学の流れを一つとして把握できる。本論文では古代ギリシアの化学史の要点をまとめた上で、われわれが現代の化学とどのように対応すべきかの材料としたい。

## 古代ギリシアの物質観について

古代ギリシア時代の化学の一部である、物質の根源は何かという化学理論について考察してみよう。

一般に化学や化学史の著書は古代ギリシアの物質の根源は何かという化学理論を二つの独立した説<sup>1)2)3)4)5)</sup>としている。すなわち「物質の本性に関して、ギリシアの哲学者は元素(element)という考えを提唱した。Thalesは水を元素と考え、それによってあらゆる物がつくられると説明した。EmpedoclesとAristotelesは水(water)、空気(Air)、土(earth)および火(fire)の四元素によってあらゆる物がつくれ、かつそれら相互の作用によってさまざまな現象が起こると説明した。物質の本性に関して、ギリシアにはもう一つ別の説があった。それはすべての物質は原子(atom)によってつくられるというのであって、この説はDemocritusなどによって提出された」<sup>6)</sup>

このほか三つの説<sup>7)</sup>と区別したのがある。その一つの説には万物は水からできているとしたターレスにはじまり、アナクシメネスの空気、クセノファネスの土、ヘラクレイトスの火などの一元素説である。第二の説として四元素説がある。エンペドクレスは万物の根源は一つではなく水、空気、土、火の四つであるとし、この説をもとにアリストテレスは水、空気、土、火の元素と四つの基本的性質、熱、冷、乾、湿を組み合わせて説明している。第三の説としてデモクリストなどのように、万物はその究極において、われわれの五感で認めることのできない微小な粒子の集合であるという原子説をとらえたグループもあるとしている。

これらはいずれも、ある一面のみをとらえて分類している。すなわち、物質の根源を成分的にみるか粒子的にみるか、または成分が一種か多種かによって区別したのである。しかし、これらは唐突にそれぞれが提唱されたのではなく、ターレスにはじまる物質の根源は何かという設問に対する答としての一つの流れがあり、それが発展していろいろの理論が現われ、それ

が相互に関連し、欠点を補完しながらアリストテレスの理論としてまとめられたのである。全く別の理論として存在したのであれば、中世の化学も近代の化学もすべて違ったかたちとなっていたであろう。古代のギリシア時代に完成された理論として中世や近世の初期まで絶対的権威を持ちつづけたのはアリストテレスの理論である。

アリストテレスの水、空気、土、火をエンペドクレスの四元素と同じ意味で把握している著書<sup>1)2)5)6)</sup>が多いが、アリストテレスは不生不滅のただ一種の資料に四つの作用、熱、冷、乾、湿のうち二つが作用して四つの物質をつくる。すなわち、冷と湿で水、熱と湿で空気、熱と乾で火、冷と乾で土になるとし、またこれらの四物質は相互に生成変化する。<sup>8)</sup>すなわち、水を空気に変化させるには、水は冷にして湿であるが、これに熱にして乾の火を作用させると、水の冷に対して火の熱がうち勝ち、また火の乾に対して水の湿がまさり、熱と湿の空気ができるというように、これらの四物質は不生不滅でなくまた不変でもない。これに対してエンペドクレスのいう四元素は、不生不滅のこれ以上分解されない根源物質であり同一視できるものではないとした。この意味で二人の説をそれぞれ四元素説<sup>9)</sup>としたり、また四元素説と四“元素”説<sup>10)</sup>と明確に区別するのが妥当である。しかし、それよりも物質の根源は感知することのできない唯一の資料に四つの作用のうちの二つが働いて感知できるもっとも基本的物質の四つの物質、水、空気、土、火を創造することから一元素四要因説とするのが妥当だと思う。しかし、最初に確立した理論があったわけではなく、先覚者の理論の不備の補正を繰り返しながら確立されたと考えるべきであろう。

## 古代ギリシアの化学理論の流れ

ギリシアの化学理論は紀元前6世紀頃に現われ、紀元前338年にマケドニアの侵略で独立国家としての存在を失ったころ、皮肉にもアリストテレスによって完成の域に達した。この時代を境として、かれらの化学理論は急激に衰退して

いった。この間の約300年が物質の根源は何かというのを考えた時代である。この約300年の間に当時の化学理論をつくりあげた代表的な人々を次にあげてみよう。

**ターレス (B.C.600頃活動)** ギリシアの化学理論の創始者はターレスである。彼はミレトスの人で、政治家、土木技師、天文学者、数学者で、また貿易商人でもあった。彼はエジプト、メソポタミア地方など多くの国々を旅し、多くの進んだ知識を吸収した。<sup>11)</sup>そして、その吸収した知識を発展させた中に化学の理論が存在した。

古代のメソポタミア地方の人々は、物質の根源は水であるという考えをもっていた。彼らは物質は何からつくられているかを、むずかしい無からの創造とは考えずに身近な物質であり大量に存在する水からの創造と考えたのであった。しかし、それを創造し支配したのは神々であり、それを補佐し現実の物質をコントロールしたのは僧侶であり神官であった。アダムとイブの二人の男女を創り出したのも決して無からでなく、またこの二人を含め、その世界すべてを支配していたのは神であった。

ターレスは物質界をも支配する超自然的な神を物質と切り離して、科学的とも言うべき理論として物質の根源は水であるとした。彼の著書はなく詳しくは解せないが古代メソポタミアの人々の言い伝えと、次のことによって推論したのであろう。水が凝集して雨となり氷となり、また逆に消えて水蒸気となる。すなわち固体、液体、気体の三態に変化し得る性質を持ち、また多くの物質が水の中に溶けこんで、そのかたちを失って水になったように感じたこと、彼の貿易商としての旅で一番大切なのが水であったこと、エジプトやメソポタミア地方は河の水の近くでは種子が芽を出し成長し収穫でき、木々が大きく成長し快適な生活環境となるが、水のない灼熱しやくの砂漠では種子が芽を出さぬばかりか、人間が生息できぬ環境であることなどを見たり、聞いたりしたことによるのであろう。そして、自由な精神を尊ぶギリシアの風土が彼の思考に影響したと思われる。

アリストテレスは彼を知恵の愛求者とか哲学

の始祖<sup>12)</sup>と称し、ターレスはすべての養分が水の中に含まれ、熱いものでさえその水の中に存在していると観察したのであろうとのべている。

**アナクシマンドロス (B.C.610~546)** ターレスの弟子のアナクシマンドロスは物質の根源はアペイロンであるとした。何の具体的性質をもたない抽象的な物質であり、感知することができないが確かに存在するというこの未分化の物質であるアペイロンは、泡のように現われては消え、さまざまな世界をつくることとした。そして、彼は熱と冷の力が作用し多種多様の物質をつくると考えた。

この熱と冷という考え方は古代の物質観の中で多く見られることであつた。古代のメソポタミア地方では水という根源物質に二つの対立物質をあてはめて、すべての物質の生成をまた消滅を説明した。生と死、昼と夜、光と闇、男と女、乾と湿、熱と冷そして善と悪、愛と憎である。しかし、古代においてあらゆる現象は神々の支配のもとにあると考えられていた。アナクシマンドロスは変化を起こす力として神々から独立した熱と冷を科学的に用いたのである。同様の考えが中国にもある。すなわち、物質の根源そのものとして陰と陽を考え、それらの混合割合に応じていろいろな物質ができることとした陰陽二元説である。<sup>13)</sup>すなわち、彼が熱と冷の作用する力を考え出したのも自然の流れであつた。また対立物の中で一番我々にとって感知できやすいものが熱と冷でもあつた。

ターレスが考えたように、一定の性質をもった水で無数にあるすべての物質をつくり無数の性質ができる、とは考えず、無数の性質になりうるアペイロンという抽象的物質を考え出し、これに熱と冷という対立する作用の力を加えることで多くの組み合わせをつくり現実の自然現象を説明しようとしたのである。

**アナクシメネス (B.C.588~524)** アナクシマンドロスの弟子のアナクシメネスは空気が物質の根源であるとした。彼は師であるアナクシマンドロスが恒星に対する太陽の通り道である黄道の傾きの角度を求めた<sup>14)</sup>ことに注目し、発展

させて恒星と惑星の区別を明確化した。すなわち、恒星は天高くにある天井にはり着き、惑星はこの天井の下側の空気に支えられて浮かんで動いている<sup>15)</sup>と考えたのである。

また師のアペイロンのように、現実感知されないもので現実の感知される物質を説明することの無理を考えた。

彼はまた、師の熱と冷という対立する作用力を発展させた。空気という物質の根源に熱と冷、乾と湿の二組の対立物の二つの作用によって希薄化と濃密化の変化が起こるとし、空気は希薄化されて火をつくり、逆に濃密化されて水となり、さらに濃密化が進めば石となると考えた。このように根源物質としての空気も一応の基準として存在するだけで、これ以上簡単な物質に分解できない最終の物質という元素の概念からは大きくはずれるものとなった。それよりも変化を主とする考え方で、希薄化と濃密化のどちらにもたえず進行し、その結果、自然の中の万物が変化すると考えたのである。すなわち、彼は根源物質である空気に、熱と冷、乾と湿の作用が働くことで希薄化ないし濃密化の変化を生じるとし、今まで以上に自然の現象を明快に説明できるようにしたのである。彼は言う、せばめた口から吐き出す息は冷たく、開いた口から出す息は熱いのはなぜだと。

**クセノファネス (B.C.540年頃活動)** クセノファネスは物質の根源は土であるとした。<sup>16)</sup>そして大地は下方に無限に広がり不動であるとした。

古代から、生きているものはすべて土より生まれ土に帰るという考えがあったが、彼はこの考えを理論化し、明確化したのである。大地はどんなに深く掘っても行きつく所がないと考え、その大地をつくっている土に主眼をおいた。土より生まれた木や人間などはまた土にかえり、一時木や人間などに見えただけで根源は土であり、本質は不動であるとした。

クセノファネスのこの考えはターレスの流れとは異質である。この考えは哲学者としてのパルメニデースなどに受けつがれ化学の理論に多大の影響を与えた。

**ヘラクレイトス (B.C.535~475)** アナクシメネスの物質の変化に注いだ理論はヘラクレイトスによって発展した。彼は物質の根源が何であるかということよりも物質の変化に興味を持ち発展させた。このことは万物は流転するとか、争いは万物の父である<sup>17)</sup>と言った彼の言葉でも理解できる。物質はたえず変化し、その結果、地球上のすべても変化し、そして地球も変化し宇宙も変化するとした。この変化の根源を彼は火においたのである。一定の物質を根源物質におくことはたえない変化を意味しなくなると考えた彼は、自然は変化のみであるとしたのである。火は下方に行くにしたがって水となり土となり、逆に上方に行くとき再び火になる<sup>18)</sup>と考えた。

物質の根源はこれだとする諸説がでるだろうが、一方変化のみに着目する人があらわれてもこれらは自然の流れである。また、彼の理論はパルメニデース (B.C.540~470) の実在はただ一つで不動であるとの考えに対しての反論でもあった。

パルメニデースはエレア学派といわれる哲学の創始者で、あるものはあるだけで、ないものはないだけであると考え、実在はただ一つであるとした。その後、ゼノン (B.C.490~430) は、変化や運動などというようなものが存在するように最初に仮定して自然を見るのでそのように見えるが、これは外見上の仮の姿で、実在はただ一つで普遍的なのだと説いた。このような哲学的論理は多くの人が信じ、また化学の理論における大きな柱となっていった。このことは以後の化学理論が今まで以上に確固たる理論が必要となり、普遍的物質の探求およびみかけかも知れぬが、やはり現実の変化および運動を合理的に、科学的に決めていかざるを得なくなっていた。

**エンペドクレス (B.C.495~435)** エンペドクレスはそれまでに主張されていた水、空気、土の三つの根源物質に、ヘラクレイトスの変化させる根源とした火が目を通じてまぎれもなく感覚でとらえることができることにより、これを根源物質に加えた。そして、これらの四つの根

源物質に不生不滅性を与え現在から見ても科学的に価値ある理論、すなわち、はじめて元素説と呼ぶことのできる理論をうちたて、当時の哲学の流れにも受け入れられたのである。

不生不滅の四つの根源物質、すなわち水、空気、土、火の混合の違いによって無数の物質を生じるとした単なる四つの根源物質の混合でなく愛の力で混合しているとした。また、憎(争い)の力が作用すると分離して違った物質や根源物質になるとして、愛と憎の対立する作用を加えて、混合と分離という現代化学に通じる変化を提唱した。

これらの四つの根源物質は非常に現実的である。すなわち、自然界に大量に、そして独立してそれぞれが存在している。地球の大地はまぎれもなく岩石や砂や土であり、そして大量の海水、河水、湖水があり、空気も同様であり、火の集合体としての太陽もある。また我々が日常よく経験するたき火よりも考えられる。すなわち、木を燃やすと灰(土)が残り、燃えている時に、愛の力によって水を多く含んでいる生木ならもっと顕著に見ることができるが、水が燃えていない木の端から逃げ出している。また火は直接見ることができる。その上炎近くでは空気が出ているようにかげろうが見られる。エンペドクレスもこのような光景は特別な実験をしなくとも日常生活で見て心にとめたことであろう。

また彼はヘラクレイトスの考えた上下の運動にも着目し、また固相、液相、気相の中の気相となる二つの根源物質の空気と火の区別を明確にした。火を最も軽いものとして最上位に位置づけることとした。これは彼が地球の中心を火のような流体と考え、温泉や火山はその熱を火よりもらうとし、さらに地中の火が山岳をつくると考えた。<sup>19)</sup> これは土の中で多量の火を含んで流体となっているが、軽い火は最上位へ動こうとして火山となって爆発し、また山岳をつくるのだと考え、そして植物が空へ向って成長するのは、植物が吸収した地中の火が、最上位の火に近づくようにしていると考えた。

物質の根源、変化それに運動(自然の中での物体

の動き)が区別され、それらが合理的に説明された。

アナクサゴラス(B.C.500~428) エンペドクレスと同時代のアナクサゴラスはエレア学派の、哲学上の実在はただ一つで変化しないという考えをまず宇宙全体におき、宇宙に永遠なる不滅性を与えた。そしてエンペドクレスが、分解というのは目に見えないが一つの物質の小分子が他の物質から分離することによっておこなわれるとした考え<sup>20)</sup>などを発展させて宇宙の不滅性と結びつけた。すなわち、不滅の宇宙の根底となる究極の最小の物質として種子という粒を考え出した。そして、この種子という粒は無数存在するが、この粒が不生不滅であることで普遍性をより一層鮮明にし、宇宙の不滅につながった。

彼はエンペドクレスと同じように変化は混合と分離によって起こるとしたが、その混合させたりする力をエンペドクレスより単純にして物質から離れて自由に動くが、それ自身のみでは作用させたりする力とならないという知性に求めた。すなわち、似たものを引き込み、またそれを分離するとした。

我々が成長するためには食物を摂取するが、肉を食べるとその肉を構成している肉の種子が我々の体の中に入り、似たものである我々の体の肉の部分、すなわち筋肉などに知性が働いて集合して大きくなる。また骨の多い小魚を食べると小魚の骨をつくっている骨の種子が同様に体の中に入り我々の骨を大きく丈夫にするのであるという考えで、肉の種子や骨の種子の粒は単に混合、そして分離を繰り返すのみで、その数、量は変化していないと考えた。

アナクサゴラスは種子と知性は最初から存在し、種子は根源物質として、知性は統制的原理として用いた。この知性が同一の種子を集めて回転して渦動をおこして精気、空気、水、土ができ、また空気、水、土が精気の中で渦動すると精気はそれに光る力を与え、星として輝くとした。

デモクリトス(B.C.460~370) すべての物体を示す性質こそ本質であるとして、これに種子

という粒子の考えを入れて理論をつくりあげたのがアナクサゴラスであったが、レウキッポス(B.C.430頃活動)やその弟子のデモクリトスは、物体を示す性質はもっと単純で明快なことであり、アナクサゴラスの種子の理論を急速に発展させていった。それは現代の我々が古代の原子説という名で呼ぶ理論である。

宇宙にはただ一種の資料が存在する。その資料は不生不滅の原子 atom であるとした。(atom の a は not の意味で非とか否を表わし, tom は分割するの意味。すなわち分割できないものの意味となる。<sup>21)</sup>このただ一つの実在する原子に太さと形の二性質が付与されて多種多様の原子ができ、この原子の形・太さで物質すべての性質が決まるとした。そしてこれらの原子が常に運動しており、その結果として混合や分離が行われ地球上での変化となるとした。

ここで言う運動とは位置を変えることを意味し、粒子は小さくなったり、大きくなったりせず、それでいて充実しているとすれば、位置を変えるに可能な空間が必然的に必要となり、この空間が何かを含んでいれば必然的に空間でなくなるので、この空間は空虚(なにもない場所、現在でいう真空)でなければならないとした。根源物質としての原子とそれに空虚の二つだけで物質の本性、変化それに運動の三つを非常に単純に明確化したのである。

原子と空虚という二つのうちで原子は問題ないがエレア学派の存在はただ一つであるということに対して空虚が大きな問題点であった。

デモクリトスらは、物質にはじめがなく何のもによっても創造されず、また終わりもないとして、在ったものも、在るものも、また在るであろうものも、すべてが永遠の昔からあっただけで、この空虚も原子とともにあっただけであると解釈した。

エンペドクレスが考えた物質の相互変化の力としての愛と憎やアナクサゴラスの統制的作用としての知性という超自然的なもの、すなわち、愛と憎や知性には人間的なニュアンスはあるがやはり神としての力である。デモクリトスの理論は神から完全に脱皮することとなり、単純で

明快、その上に機械論的理論となったのである。

デモクリトスの理論によると、水の原子はなめらかで球形をしている。だから流れやすく、また手を入れても痛くない。しかし水の原子に火の原子が大量に入って沸騰した湯に手を入れると火傷をする。それは火の原子にはトゲがついており、そのトゲをもった火の原子が大量に手に刺さるからである。土の原子はぎざぎざがついているのでからみ合いやすく、そのためにかたまって石となる。また甘い、辛い、苦いの感覚も、原子が丸いと甘く、ぎざぎざがあると辛く、角があると苦いとした。

古代の原子説と我々が認識している原子とは大きな差があるが、共通する考えとして、多種の原子、原子の結合的混合によって物質がなりたち、また質量保存およびエネルギー保存を見ることができることである。これらの数量的な思考はピタゴラスやその学派の人々の理論が大きく影響している。

アリストテレス(B.C.384~322)ギリシア時代の完成された化学理論は、ギリシアの三哲人と我々が呼ぶ偉大な哲学者であり科学者でもあるアリストテレスによって達成された。彼は彼以前の物質の本質についての理論を整理統合し、欠点を補正しながら<sup>22)23)24)25)</sup>彼独自の理論を創りあげた。

彼が歴史的にも論理的にも発展したデモクリトスの理論を基礎にしてその上に成立させていれば一つの流れとして簡単に、またより明確になったであろうが、彼はデモクリトスの空虚をどうしても認めることができなかつたのである。彼にとって空虚は、認識できるものでなく、非論理的で、その上非科学的なものであった。彼の空虚に対する反論は、彼の死後約300年たって編集された、彼の多くの諸文献および講義案である“アリストテレス全集”の“自然学”第四巻の大部分<sup>26)</sup>を使っている。彼によると、空虚というようななにもないものがあるということはないという論理をたて、もし空虚が存在するということ認めるとして、石の原子を現実の石になるまで拡大して考えてみよう。石は手で持ち上げたあと手を離すと現実はまだがいなく下に

落ちるが、これを原子と空虚で説明すると、石は空虚へ移動するが、この場所は上下・左右の区別があるはずがなく、次にどこへ行くと決められない。上下、左右の区別があるのであれば、なにもないという空虚などないことを認めなければならない。このようにして原子と空虚ではどうしても下に落ちることの説明がつかない。だから空虚はないのだとした。

空虚を否定することは原子をも認めぬこととなる。つまり空虚があることで物質間に境界ができ、その結果として粒が存在できるからである。

このことはアナクサゴラスの種子や、ひいてはエンペドクレスの四つの根源物質の水、空気、土、火をも認めぬことになる。このようにして彼はある程度高度に発展してきた先人たちの理論をそのまま受け入れ発展させることができず、これを克服しながら彼独自の理論をつくりあげていくことになった。

彼の化学理論は“アリストテレス全集”の“生成消滅論<sup>27)</sup>”で述べられている。物質の根源は資料という与えられたもので、それは不生不滅であり、また我々の感覚でとらえられるものでもない。その資料と四つの要因、熱、冷、乾、湿、が初めからあった。この四つのうち二つは相反し、対立する性質の二対のみの結合は不可能であるとした。すなわち、熱と冷、乾と湿である。したがって四つの組み合わせだけが存在してくる。資料にその四つの組み合わせのそれぞれが作用して水、空気、土、火ができる。すなわち冷と湿で水、熱と湿で空気、熱と乾には火、冷と乾には土とした。これらの基本物質にはそれぞれ重さがあり、その軽重により存在する場所がきまる。すなわち中心に向う極限として土、その上に水、そして空気、そして片方の極限として火があったとした。基本物質の四つはそれぞれ転化していくとした。

このように、アリストテレスの理論は彼独自の発想だけによるものではない。それは先人の理論を取捨選択した上で、彼の発想を織り込んでまとめあげた理論である。たとえば、彼のいう資料もデモクリトスの原子やアナクサゴラス

の種子の考えに似ている。根源物質として一種とした出発点においてはまぎれもなく類似し、また熱と冷、乾と湿などの対立作用に関しては、古くさかのぼってアナクシマンドロスやアナクシメネスの考えをとっている。四つの基本物質の水、土、空気、火はまぎれもなくエンペドクレスの根源物質である。そして、第五の真の元素もアナクサゴラスの天体に関する種子の渦動より出発している。アナクサゴラスは種子がうずまきを創り出し、その渦によって宇宙ができているし、地球などができているとしたが、アリストテレスは地球上と宇宙を区別して考えた。彼は宇宙には空虚もなく、また無限に広がっているものでもないと考えた。彼は空虚がないとまず考えたように無限もないと考えた。無限でない宇宙において、地上界における直線運動を第五の真の元素に与えると、最後には宇宙の端に行き着き直線運動ができなくなってしまう。また、いつまでも直線運動ができるなら宇宙は無限の広がりを持たねばならない。そこでアナクサゴラスの渦動を発展させ、第五の真の元素に円運動を与えたのである。円運動を第五の真の運動を与えることで、限られた空間の中で永遠の運動ができるとした。<sup>28)</sup>この第五の真の元素としてのアイテールは、近世になってデカルトの神秘なる物質すなわちエーテルとして復活し、ホフィヘンスなどの光の波動説のよりどころとなった。アリストテレスは第五の真の元素を円運動させることで天界を完全なものとし、地球上の万物はこれに支配、統御されているとした。

エンペドクレスの四元素といわれる水、空気、土、火とアリストテレスの四つの基本物質とは全く同じ物質であるが、内容は全く違っている。エンペドクレスの四元素は不生不滅で、物質を構成する最終の成分で粒子としての考えさえ含んでいるのに対して、アリストテレスのいうそれらは感覚でとらえられることのできるだけの最終物質にすぎないのである。この最終物質の真の实在はすべて同一の完全なる資料、すなわち第五の元素なのである。これには少しも粒としての考えが存在しないのである。エンペドク

レスの四元素は根源物質として存在し、作用として愛と憎が働き万物が出来るとしたのに対して、アリストテレスは資料に四つの要因が働き四つの基本物質ができるし、また転化できるとした。すなわち、四つの基本的物質はたんなる性質の組み合わせの結果できる物質であり、その性質はどの程度にも変わりうるのであるから基本物質も変わるのである。火から空気が生ずるには、火は熱にして乾で空気は熱にして湿なので乾なる性質が湿なる性質によって打ち負かされると空気となり、空気から火は、湿なる性質が乾なる性質に打ち負かされると生ずる<sup>29)</sup>として考えたのはその例である。エンペドクレスは火という元素を火山の噴火やたき火で見ることのできる火そのものに対し、アリストテレスのいう火は熱にして乾なるものであり、目で見ることのできる炎は、熱の過剰なものでいわば沸騰したものであり<sup>30)</sup>すべての物体を燃やしてしまうものであった。この考えは近世になって燃素説として復活する。

このように、エンペドクレスの四元素とアリストテレスの四つの基本物質とは根底から異なっているのである。アリストテレスの四つの基本物質間の転化はイオニア学派といわれるターレスなどの考えを強く感じるのである。

アリストテレスの理論は、彼の哲学的発想により完全なる一つのものである資料がまず存在するとし、その根底に立って数多くの自然そのものや自然を詳しく観察し、それを一つにまとめて体系づけるのに多くの人々の理論を総合的に判断しながら一部を少しずつ取り上げて彼独自の理論にまとめあげたのである。

## 化学理論の時代背景

ギリシアの化学理論が、実験的根拠によらないで観察のみから出発してほとんどが思考中心であったことは、当時の社会的、歴史的条件のもとではやむをえなかった。しかし、その中で、我々をも驚嘆させる化学理論が出来上がったのである。

古代のエジプト文明はナイル河によってひらかれたものである。この河は中部アフリカに源

を發し砂漠の中を貫いて流れ、河口に肥沃なデルタを形成して地中海に流れ込む。エジプト人の大部分は農業をいとんでいたが、この肥沃なデルタ地帯で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、毎年夏季になるとしだいに水量が増して氾濫する。この氾濫期を正確に予知するために、天文学が発達し暦ができた。また氾濫後に土地を測量するために幾何学が起り数学が発達した。メソポタミア地方でも同様に、生活の必要から多種の学問が起こった。もちろん、化学も生活の必要から起こったのであるが、それは食物をどのようにすれば長期保存できるとか、金属をどのように精錬するかの応用の分野であり、生活に必要なことのみであった。物質の根源は何かというような直接生活に関係のない分野では発達しようにもその余裕がなかったのである。

ギリシア時代に入るとその余裕ができてきた。多くの植民地との貿易による富によってできた余裕は、現実の生活から離れて化学理論を思考することを可能にしたのである。ただ、このような余裕をもった人々は一部の知識人に限られ、その理論展開も思考中心であった。すなわち、十分な実証なしに一部の観察を事実として受け取り、それを普遍性のある理論として展開しようとしたのである。しかし、彼らの考えの中には神とか僧侶、神官のように絶対的權威をもつものは存在せず、自由であった。神が存在したとしてもそれは、絶対的な神でなく、人間的に苦悩し、喜ぶような神であったのである。アリストテレスの理論にいたっては、化学理論そのものには神は存在せず、また少しの支配も受けていないのである。

## まとめ

1. 古代ギリシアの化学理論の展開過程をみると、自然現象の観察や日常生活のニーズを基にし、実証によらずもっぱら思考によって理論を構成しようとした。その思考も哲学的発想によるものが多く、宗教的思考を取り入れているものさえある。
2. 古代ギリシア時代にアリストテレスによ



表 1 化学理論の流れ

人 名	根源物質		作 用		
	発生と消滅	不生不滅	変化の要因	変化の形態	運動方向
ターレス	水				
アナクシマニドロス	アペイロン		熱と冷		
クセノファネス		土	不動		
アナクシメネス	空気		熱・冷・乾・湿	希薄化と濃密化	
ヘラクレイトス			火	希薄化と濃密化	上と下
エニヘドクレス		水・土・空気・火	愛と憎	混合と分離	上へ
アナクサゴラス		種子	知 性	混合と分離	円運動
デモクリトス		原子	集合と離反	混合と分離	移動
アリストテレス	水・土・空気・火	資料 (第五の元素)	熱・冷・乾・湿	混合と分離	(上下の直線運動 円運動)

ってまとめられた化学理論はまぎれもなく現代の化学理論の源流ではあるが、ほとんどが否定されている。

3. 現代の化学をみると、科学の中で化学が独立した学問として扱われた時代もあったが、現在では化学と物理、化学と生物学間のそれぞれの垣根が取払われ、科学として総合的に考える時代になってきた。化学を学ぶ者は、とかく単純思考に陥りがちであるが、生活・生体に関する化学では自然科学の他部門はもとより人文科学、社会科学など幅広い視野から学ばねばならぬことを古代のギリシアの化学史が教えていると考えられる。

4. ターレスからアリストテレスまでの根源物質や作用などの化学理論に大きく影響したと思われる流れを線で結んで表わすと表1のようになる。

文 献

- 1) 武田和子 化学と人間の物語 河出書店 1966 p. 24
- 2) 白井俊明 化学の歴史 毎日新聞社 1954 p. 11-14
- 3) 久保昌二 化学史 白水社 1977 p. 17
- 4) 大概義彦 原子を見た 講談社 1976 p.p. 16-20
- 5) 額田晋 自然科学入門 河出書房 1954 p. 22
- 6) 玉虫文一 化学 培風館 1974 p. 5
- 7) 草間正夫 教養の化学 地球社 1980 p. 5
- 8) 泉治典・村治龍就 アリストテレス全集5 气象論, 宇宙論 岩波書店 1976 p. 5
- 9) 山岡望 化学史伝 内田老鶴圃新社 1975 p. 4
- 10) 田中実 化学の歴史 朝倉書店 1967 p. 5
- 11) 安田徳太郎(訳) 新訳ダンネマン大自然科学史1 三省堂 1980 p. 225-229p. 216-219
- 12) 出隆(訳) アリストテレス全集12形而上学 岩波書店 1976 p. 14
- 13) 白井俊明 化学の歴史 毎日新聞社 1954 p. 15
- 14) 安田徳太郎(訳) 新訳ダンネマン大自然科学史1 三省堂 1980 p. 285
- 15) 武田和子 化学と人間の歴史 河出書房 1966 p. 2 2
- 16) 桑木或雄 科学思考 河出書房 1944 p. 205
- 17) 淡野安太郎 哲学思想史 勁草書房 1962 p. 20
- 18) 大沼正則(訳) レスター化学と人間の歴史 朝倉書店 1981 p. 22

- 19) 安田徳太郎(訳) 新訳ダンネマン大自然科学史 1  
三省堂 1980 p. 223
- 20) 安田徳太郎(訳) 新訳ダンネマン大自然科学史  
三省堂 1980 p. 232
- 21) 大槻義彦 原子を見た 講談社 1976 p. 17
- 22) 村治能就・戸塚七郎(訳) アリストテレス全集 4,  
天体論, 生成消滅論 岩波書店 1976 p. 3, p.  
12ほか
- 23) 泉治典・村治能就(訳) アリストテレス全集 5,  
気象論, 宇宙論 岩波書店 1976 p. 17ほか
- 24) 山本光雄・副島民雄(訳) アリストテレス全集 6,  
霊魂論, 自然学小論文, 氣息について 岩波書店  
1976 p. 187ほか
- 25) 出隆・岩崎允胤(訳) アリストテレス全集 3 自  
然学 岩波書店 1976 p. 9ほか
- 26) 出隆・岩崎允胤(訳) アリストテレス全集 3 自  
然学 岩波書店 1976 p. 119—159
- 27) 村治能就・戸塚七郎(訳) アリストテレス全集 4  
天体論生成消滅論 岩波書店 1976 p. 235—  
348
- 28) 村治能就・戸塚七郎(訳) アリストテレス全集 4  
天体論, 生成消滅論 岩波書店 1976 p. 5 8
- 29) 村治能就・戸塚七郎(訳) アリストテレス全集 4  
天体論・生成消滅論 岩波書店 1976 p. 314
- 30) 泉治典・村治能就(訳) アリストテレス全集 5  
気象論・宇宙論 岩波書店 1976 p. 10