

機械化・感覚・レオロジー

大塚肇

物理学や物理化学の実現にたずさわっていると、人間の感覚がどこまで正確なものであるか考えざるを得なくなる。物理量と呼ばれるものは、すべていろいろの測定機械を使用して、測定者の主観に捉われることなく、客観的に判定される。自記装置を備えている最近の精密機器では、測定の結果がすべて数字や図表として記録せられるから、われわれの感覚の影響は全く除外されるだろう。しかし今日われわれが実験室で行なっている事柄がすべてわれわれの感覚の外にあるわけではない。長さを測る物差の目盛、時間を測る時計の目盛、電気計器の目盛など視覚に訴えてはじめて判定することができるのである。すべ

て感覚に訴える判定には個人的誤差が伴ない、誤差をできるだけ少なくして正確を期するためには、習熟ということが必要になる。すなわち感覚の訓練が必要である。たとえばストップ・ウォッチで何分の一秒という時刻を測る場合に、竜頭の押し方によってもかなりの個人差を生じることが経験者の認めるところであろう。そしてこれは単に指先の感覚の問題ではなく、知覚の伝達を司る神経中枢の働きにも関係する。客観的方法といわれる物理測定ですら、現在普通に行なわれている方法では、感覚に頼らなければならぬ場合が多く、従つて経験がものを言うことは否めない事実であると思う。

眼を転じて広くわれわれの日常生活やあらゆる産業の分野を見渡すとき、科学技術の目ざましい発達にともない、生活の合理化、生産のオートメーション化の普及によつて、次第に感覚的判断は機械による客観的判定法に置きかえられつつあるのを認める。対象を物質に限定するとして、物の性質を判定する方法を機械的方法と感覚的方法に大別することができよう。前者は客観的方法であり、後者は主観的方法である。物理学や化学の実験で必要なのは勿論客観的測定法である。これはまた物理的方法とも呼ばれる。諸種の産業や一般日常生活の中にこれが採用されるようになったのは、その合理性と能率の良さによるものである。すなわち従来多くの産業において、原料や製品の品質の判定には主観的判定法が多く用いられた。判定が適正に行なわれるためには多年の経験と熟練とが必要である。同じ品物を大量に生産する場合に、製品の品質が一定していることが要求せられる。しかし熟練者といえども、判定の正確さと能率の点において機械におよぶべくもないので、製造工程の管理は熟練者の手から機械による自動管理（オートメーション）に

移り変わったのである。

一口に物の性質といってもいろいろあるが直接感覚を通して知ることのできるものは、視・聴・嗅・味・触のいわゆる五感によって知覚しうるものである。視覚と聴覚にそれぞれ対応する光と音の現象については、例えば色の相違や音色の相違なども物理的方法によって測定され、感覺的には質的な差違を量的に表示しうることは周知のとおりである。しかし今日でもまた物理的方法で測定することのできない「物の性質」が沢山ある。物のあらゆる性質が物理的測定によって判定し得るというところまで至っていない現状では、感覺的判定の必要性はなくなるわけではないのである。従つて熟練者はある分野では依然として欠くことのできない存在である。そのような場合問題となる事柄は、人間（この場合熟練者を指すが）の感覺がどこまで正確な判定をなしうるか、感覺的判定を合理的ならしめるには如何にこれを利用すればよいかの二点であると思われる。

レオロジー学者として知られている英国の Scott Blair 氏は、この問題に関連した興味ある一連の実験を行なつて心理レオロジー

Psycho-rheology と呼ばれる新しい分野を開拓したことはわが国においても紹介されている。レオロジー rheology は流動学とも訳され、物体の変形と流動に関する科学であると定義されているが、平たく言うると、物体の「かたさ」（硬さ）とか「強さ」とかの感覺的性質に相当するものを取扱う学問である。

Scott Blair 氏は（一九三九年）チーズ作りの職人がチーズのかたさを判定するために、行なつてゐる handling という操作によつて、物のかたさをどの程度まで判定できるかを調べる目的で最初に行なつたのがつぎの実験である。ところでわれわれが感覺的に判断するかたさという概念は非常に複雑なもので、物理的に定義せられた弾性率とか粘性率とかいつた一つの物理的量によつて表わされるものではないが、同時に両者のいづれにも密接な関係を有することは否定できないので Blair 氏は handling という感覺的判定法により、人間は弾性と粘性とをどこまで正確に判断しうるかを調べてみたのである。実験法の詳細は省略するが、弾性の判定試料には弾性ゴムで作つた小さな円筒が用いられ、また粘性の判定には瀝青に油を加えて作つたいくつかの

小球が使用せられた。被実験者は十名から十三名で年令、職業、経験、男女などの別によつてグループに分けられた。この実験の結果から一般的に認められる事実として、弾性率の弁別閾が粘性率の弁別閾の三分の一であること、換言すれば人間の手の感覺は粘性の変化よりも弾性の変化の方が三倍も敏感に感じられるということである。このような事実に対しては次のような説明が与えられる。すなわち弾性体の変形は力を加えた瞬間に起るが、変形の大きさは加えた力に比例するもので、同じ力で握つてゐる限り、変形はそのままの大きさを保つてゐるのである。そして力を取り去れば、物体はもとの状態に戻るから、何回でも反復してしらべることが可能である。これに反して、粘性体の場合には、力を加えると流れを生じ、変形は力を加えている限り、いくらでも大きくなつて行く。そして力を取去つても元の状態に戻らない。同じ力を加えた場合、弾性率の方は変形そのものの大小で決まるのに対し、粘性率の方は変形速度の大小で決まるから、後者の場合は同じ条件でテストを反復することが難しい。

さらに興味があるのは、被実験者のグループ

プ差についてである。職業別による成績はチーズ作りの職人が意外に悪く、分析化学者が優秀であった。また年長者や教育程度の高者が劣っていたことが報告されている。さらに Scott Blair 氏は Coppen 氏 (Coppin) (一九四〇年) 感覺的判定において、練習や経験がどのように影響するかをしらべる目的で、レオロジー的性質がチーズによく似た試料を複雑な材料を用いて合成し、これによって、テストを行なった。このテストは八種の試料を「かたさ」の順に並べるもので、十九名の被実験者が二十数回の実験を行ない、その結果から確信性と習熟因子を比較したところ、分析化学者たちはこの種の仕事には慣れていないにもかかわらず、最も確信性においてすぐれ、一方チーズ業者のグループは習熟因子において他のグループより劣っていたことが注目される。

以上のような事実に対しては種々の解釈が下しうらと思う。たとえば分析化学者は日頃から繰返し同じような実験を行なうことになれており、感覺的訓練がなされているとともに実験を行なう心構えができてくるからだと考えることができる。またチーズ業者は前記

のテストでは成績が劣っていたが、チーズそのものの「かたさ」の判定では最もすぐれていたという。これはチーズ業者が日頃 Hand-ling によってチーズのかたさをしらべ、その品質を判定しているのだから、言い換えれば本職として当然であると考えればそれまでであるが、研究者が指摘しているように、彼等のチーズのかたさの判定においては、その粘性や弾性以外にもっているチーズのほかの性質に頼っているのではないかと想像せられる。結局 Blair 氏等の結論としては、感覺的判断は、粘性率と弾性率のような次元の異なる物理量を同時に判定しようとしても、複雑な要素をもった心理的綜合作用であることが認められるのである。

以上は Scott Blair 氏等一派の心理レオロジーに関する研究報告の一部に過ぎないが、私自身が興味を以って読んだ事柄である。私は決して最初に提示したような問に対する解答を見出したわけではない。ただ目ざましい科学技術の進歩にともなつて、人間の行為が機械に頼ることになり、あらゆる産業はもとよりわれわれの日常生活までが機械化されつつある現在、その利便さ、能率の良さをよろ

こぶと同時に、考えなければならぬ問題が多いことを痛感するのである。われわれの実験室にある種々の機械の中で、天秤はきわめてありふれた基礎的な測定器である。精密な質量の測定にはいわゆる化学天秤が使用されているが、最近では直示天秤の出現によって非常に便利になった。しかし学生の基礎実験においては、やはり従来の化学天秤を使用させている。学生達の中には、このような前世紀的で非能率的で取扱いの面倒な機械を原子時代の今日何故に使用しなければならぬかと批判する人がいる。これは経費の節約のためではない。質量測定法の原理を理解させ、精密機械の取扱いに必要な細心の注意力と微妙な感覺を養うためには、普通の化学天秤の方がはるかに適していると考えらるからである。学生実験のあり方は当面の研究能率の増進にとられることなく、視野の広い教育的見地から立案されねばならない。人間の感覺がどこまで正確であるかを問題にする前に、われわれは文明の利器の恩恵に浴するのあまり、感覺的訓練を怠り、ひいては思考力の減退を来すことのないよう警戒しなければならぬ。

(女子大学教授・物理学・物理化学)