

高校教員が考える分析教育の在り方

青木 祐太

「えー、また滴定ですか？」

大垣養老高校食品科学科の教員になって 3 年目になるが、毎年必ず生徒が口にする言葉である。食品科学科ではパンやクッキーといった加工品を製造する「食品製造」、酵母の培養や食品の衛生検査実験を行う「微生物利用」、食品中の糖度や塩分濃度、ビタミンを分析する「食品化学」という 3 つの分野があり、私は主に食品化学の実験を担当している。具体的な内容としては、ヨーグルトに含まれる乳酸量の定量や醤油の塩分量の定量であるが、これらの実験は全て滴定と呼ばれる操作で行うため、生徒は食品化学といえば滴定の実験だと認識している。

滴定とは、化学反応を用いて化学物質の量を測定する定量分析法である。被滴定物質に対して、濃度が既知の標準物質である滴定剤をビュレットから滴下して反応を進行させる。全ての被滴定物質が反応し尽した時点を当量点とよび、呈色指示薬を使って比色法で決定する。当量点に達するまでに必要とした滴定剤の体積をビュレットの目盛りより求め、化学量論的な計算により被滴定物質の量を求める。

「今日は食酢に含まれる酢酸の定量実験をします」

どこのスーパーにも売っている穀物酢が実験の試料である。食酢はそのまま実験に共試すると濃度が高く実験が長引くため、100 倍に希釈したものを使用する。試料を 10ml 精確に採取し、100ml 容メスフラスコに定容するのだが、少量の液を精確に採取する場合、本校ではホールピペットを生徒に使用させる。ホールピペットとは、ガラス製の実験器具で、吸い口を口に含み、採取したい溶液を標線まで口で吸い上げて使用する。勢いよく吸い込んで試料の食酢を口に含んでしまう生徒が毎年必ず一人はいるため注意が必要だ。無事に希釈ができたならビュレットに 0.1mol-NaOH を入れ、指示薬にフェノールフタレインを用いて滴定する。2 年生や 3 年生になると、機械的に無駄のない動きで実験の準備が進んでいくが、慣れていない 1 年生には難しい。ビュレットは使用する溶液で共洗するのが正しいが、純水で洗ってみたり共洗せずに使用したりすることが多く、一人一人正しい操作が行えているかチェックするのが大変である。

「先生、入れすぎました」

最初無色だった溶液が、フェノールフタレインの効果により淡いピンク色に変化したところが中和点であるが、ビュレットから 1 滴でも入れすぎると中和点を通り越し、溶液は濃い紅色へと変化してしまう。ビュレットのコックを片手でゆっくりと開けていき、先端から 1 滴を落とすためには熟練した技術が必要で、このコック操作を身につけた生徒はまさに滴定職人ともいえる。当然 1 年生にはこのような技術は無く、中和点を通り越してしまう生徒が続出するのである。そういった場合は、1 滴の体積である約 0.05ml を滴下量から引いてやることで正しい中和点を求めることができる。補助輪的な救済措置だが、慣れる

まではこの方法で精確な実験結果を求めていく。

この滴定という実験方法は、応用の幅が広く、様々な成分の定量実験に用いることができる。しかし、企業や研究所の食品分析分野では機器分析が主流であり、ビュレットを使用した人海戦術的な手法をとることは少ない。本校からは食品会社に就職する生徒も多く、機器分析を経験させることは将来役に立つと考えられるが、公立高校のため予算も少なく、生徒一人一人に満足な実験を行わせることは困難である。それでもなんとか生徒のためと思い、20年前に導入された分光光度計(島津 UV-1200V)を数台引っ張り出し、放課後に空いた時間を使ってメンテナンスをした。ROM チェックができないなど、基盤に問題がある物を除いていくと最終的に使えるものは3台しか残らなかった。40人クラスであるため、一度には実験できず、10人ずつ4回実験することにした。

実験内容は過マンガン酸カリウム溶液の検量線作成という基本的なもので、操作としてはセルと呼ばれるガラス製の小さな容器に溶液を入れ、機械にセットしボタンを数回押すだけである。それでも、今まで定量といえば滴定だった生徒達にとって、機械を使えることは新鮮に感じたようであった。

「機械ってすごいね、早いし正確だし」

いつもは1時間かかる分析が10分足らずで終わってしまうと、生徒達は感嘆の声を上げた。滴定という操作の煩雑さを知っているからこそ、機器分析の簡便さが身体で理解できるのである。

ここ数十年の機器分析はめまぐるしく発達し、誰でも高度な分析ができる時代になりつつある。そんな時代であるからこそ、まずは基礎技術を習得させ、その上で機器分析の素晴らしさを教えていくことが専門高校の役割であると私は考える。そして生徒達が将来、化学分析のプロフェッショナルとして活躍できるよう、その素質を伸ばしてあげられる教員をめざし、自己研鑽に励んでいきたい。

写真：中和滴定の授業風景

