

最近の機器分析の動向と未来

金井 豊・三田 直樹 (技術部)

Yutaka KANAI Naoki MITA

分析化学は物質の化学組成を知り 更にその構造或いは状態に関する知見を得る学問であり 地球科学をはじめとして医学 薬学などあらゆる分野において不可欠な役割を果たしている。分析化学の技術や操作は湿式化学分析といわれる重量法や容量法がかつて主体であったが現在では紫外・可視分光光度法や原子吸光法などに代表される機器分析が湿式化学分析に代わって重要な地位を占めるに至っている。

分析化学の分野に分析機器が姿を現わしはじめたのは今世紀に入ってからであるが それからの科学技術の進歩に伴って機器分析は大きく進歩した。そしてまた新しい機器の開発が急速な科学技術発展の原動力となってこの1世紀の変化はまさに加速度的である。

この機器分析の発展段階と最近の動向をとらえて今後を展望してみるとは 単に分析化学に携わる者に限らず他の分野の科学者にとっても意義深いことであろう。筆者らは日頃 岩石 堆積物をはじめとする地球科学的試料の化学分析を行っており 種々の分析機器を利用する機会が多い。その立場から機器分析の動向と未来について述べるが 分析方法と機器の種類が多岐にわたっており 限られた紙面でそのすべてを語る事ができないことをあらかじめ御了承願いたい。

湿式化学分析が化学反応等の化学的性質の差異を利用しているのに対して 機器分析は 原子 分子及びイオンの物理化学的性質や諸現象を利用した分析方法である。

このような 機器分析法の利用状況の調査は 無機分析の分野について Analytical Chemistry 誌により 1978年に行われている(第1図参照)。そこで 地球科学の分野で現在多く用いられている方法と今後重要になると思われる方法についていくつか述べる。

原子吸光分析 この方法は 原子の外殻電子が その元素特有の波長の光を吸収する現象を利用して分析を行うもので 1955年 Walshによって実用化された。

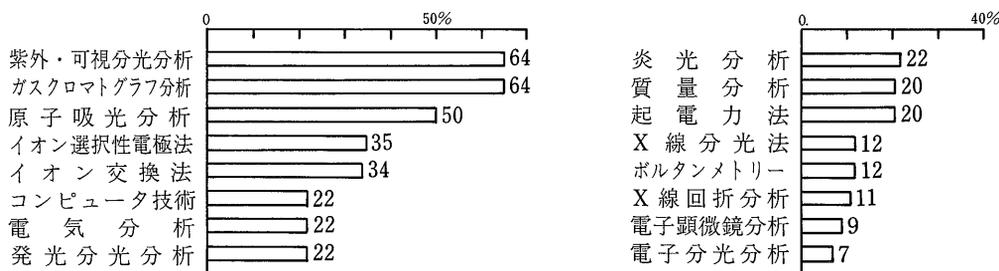
現在 Atomic Absorption News Lettersのような専門誌も発行されており 分析操作の容易さ 装置の価格からみても最もポピュラーな分析法であろう。原子

吸光法では マトリックスの効果*が多少現れて バックグラウンド吸収が妨害となることがあり これを除く方法として D₂ランプや近接線による補正等がなされてきたが 磁場の中で 原子線が ゼーマン分裂することを利用して 同一光源でバックグラウンド補正のできる ゼーマン型原子吸光装置も市販されている。また 試料は溶液化したものを炎中に噴霧するのが一般的であるが 固体試料を直接原子化したり 元素によっては水素化物に変えて測定したりして 感度を高める方法も行われている。

発光分光分析 この方法の歴史は古く 地球化学史に名を残した Goldschmidt は この方法を用いて多くの岩石試料の分析を行った。発光分光分析法は 電極間等に試料を挟んで励起し その輝線スペクトルから多元素の定性 定量を同時に行うものであるが 初期の段階では 半定量的な領域にとどまっていた。しかし最近になって 安定した誘導プラズマを光源とする ICP 発光分光法 (Inductively Coupled Plasma emission spectrometry) が有力となってきた。ICPでは 原子吸光法と比べ 測定濃度範囲(ダイナミックレンジ)が広くかつ高感度である元素が多く また多元素同時分析が行えることもひとつの魅力となっており 地球科学的試料の主成分及び微量成分の分析に盛んに用いられている。試料導入に関しては 原子吸光法と同じような方法によって更に感度を上げる試みがなされている。

蛍光X線分析 X線の照射でたたき出された内殻電子の位置に 外側の電子が移る時に発する元素固有のX線(蛍光X線)を測定して 定性 定量を行う方法である。蛍光X線分析は 迅速に試料中の多元素同時定量が可能のため 工業分野では 金属材料 窯業原料などの品質管理に用いられてきた。地球科学的試料への適用は 金属試料と異なって極めて不均一でマトリックスの影響も大きいため種々の問題があったが 最近では微粉末試料を成形剤とプレスしてペレット状にしたり 溶融してガラス状円板にすることによって 次第に分析値の信頼

*分析成分と共存する環境(共存物質すべて)をマトリックスといい この影響によって測定成分の本来示すべき情報と異なる情報が現われる現象をマトリックス効果という。



第1図 無機分析における機器分析の利用状況

性が向上してきた。

イオンクロマトグラフ分析 各イオンがイオン交換樹脂に捕捉される強度差を利用して それぞれを分離する方法である。以前から イオン交換樹脂カラムで希土類などの分離分析に使用されていたが 溶離液が一定速度でカラムを通過できるようになって迅速な分離定量が可能となり また選択性の良い樹脂の開発に伴って利用度が高まってきた。河川水 地下水 温泉水等の陰イオン アルカリ金属イオン アルカリ土類金属イオンの分析に使用されているが 特に陰イオンの分析には有効なため 今後の発展が期待される。

以上 幾つかの機器分析法を概説してきた。そこでこれらの発展をもたらした要因を探って 更に今後の機器分析の発展の方向を考えてみよう。

まず そのひとつの要因には 検出器の進歩 改良がある。分析の目は次第に「よりミクロへ」と向けられており 高感度 高精度であることが要求されている。こうした意味で放射能や光の検出器が果たした役割は大きい。

次に 機器分析では測定が迅速かつ容易に行えるということと並んで 多元素同時分析が可能であるということが挙げられる。従来の化学分析法では 物質を分離して各々を順次測定しているが 機器分析では各元素特有の信号が得られるため同時分析の可能な場合が多いのである。検出器の進歩にも関係しているが マルチチャンネルアナライザーを用いた ICP 蛍光X線分析 放射化分析などにおける同時測定がその良い例であろう。また 真に物質の本質を理解するためには元素の含有量を知るだけでなく どのような場所にどのような形で存在しているのかという状態分析 キャラクタリゼーションが不可欠で その観点からの応用がこれからますます盛んになるものと思われる。そうして 機器分析が高度なレベルに達している現在 さまざまな角度からより多くの情報を得るために今後は単独ではなく 幾

つかの手法を組み合わせた多面的な機器の活用が望ましい。

機器分析は 機械的作動部分が多いため個人差の入る余地がなく 繰り返し再現性に優れている。また 複雑な分析操作を自動化することは容易である。近年 コンピュータの発展は目ざましく LSI 超 LSI 等の開発に伴い コンピュータは更に小型に かつ多機能になりつつある。マイクロコンピュータを内蔵して制御やデータ処理を行う測定機器もある現状からみて 今後は試料を与えるだけで前処理からデータ解析までを一貫して処理する分析機器が登場するのも時間の問題と思われる 分析化学分野にも「ロボット社会」の到来することも あながち夢ではないだろう。

しかし 機器分析においては ほとんどの方法が相対測定であるため標準試料を必要とする。したがって 今後分析機器を有効に使用するためには 標準試料の果たす役割は大きい。特に地球科学的試料のようにマトリックス効果の大きいものを取り扱う場合には 信頼性の高い分析結果を得るためにも標準試料系列の完備が必要であろう。

機器の利用度は 近年 次第に高まっているが 分析装置は高価なことが多く そう簡単に入手できるものでもない。したがって 高価な装置については共同利用方式を採用していかなければならないと考える。

今まで機器分析のハードの面 ソフトの面から展望してみたが 筆者らは更に大きな夢をみている。機器分析の欠点であるマトリックス効果は 見方を変えれば物質がその内面の状態を語りかけてくれている幾つかの情報のひとつと考えられるのではないだろうか。そこでこのような影響の現れる背景の理論的考察を行い 大型計算機を用いて解析することによって あたかも複雑にからみあった糸をほぐすかの如く 近い将来に物質のもつ本来の姿を解明することができるものと期待している。