

講演要旨*

有機地球化学の現状と問題点およびガスクロマトグラフの応用について

米谷 宏

無機物を対象とした地球化学的研究の目ざましい発展に比較して、有機物を対象とした、いわゆる有機地球化学的研究は、かなり立ちおくれている。この立ちおくれる理由として、堆積岩中における有機物量が少ない、試料の保存中に変化しやすい有機物の存在、分析技術面での未解決のことが多いなどのことが指摘できる。

最近、地球上における生物発生の起源、地球外における生物の存在などについての関心の高まりとあいまって、分析機器、測定機の開発も進み、これらのことが国際的地球化学の研究発展にとって、一層の拍車をかける結果になってきた。

今回演者は、所内における有機地球化学の普及宣伝もかねて、おもに国内外における有機地球化学の現状と問題点を概括的に言及した。

有機地球化学の研究に利用されている分析機器のなかでも、ガスクロマトグラフは、これが安価で、取扱いやすい、無機・有機化合物・元素など、その分析適用範囲が広いことから、きわめて注目されてきた機器の一つである。また最近、同位元素の測定技術も開発され、その適用を広めている。

演者は、これまで、ガスクロマトグラフを用いて、地質時代と環境を異にする堆積岩に胚胎する天然ガス中の各種成分の分布を追究してきた。こうした一連の研究結果から、石油・石炭の成因を解明するための方法論的な一定の手がかりを得た。

一般に、無機物を対象とした地球化学に比較して、有機地球化学の研究は、まだ記載的段階であるといえる。

現在、有機地球化学の分野で取り扱われている対象物としては、つぎのようなものである。

1) 国際的：現世堆積物・堆積岩・化石類・石油・石炭・鉱物および損石

2) 国内的：現世堆積物・堆積岩・化石類・石油および石炭であるが、当所では、これらのなかで、石油・化石類についてはまだ行っていない。

つぎに、対象物に含まれている有機物の研究は、現在、おもに分子レベルで行なわれている。現状では、

1) 国際的：炭化水素・炭水化物・色素類・アミノ酸・脂肪酸・フミン酸など、多岐にわたって行なわれている。

2) 国内的：おもに炭化水素・アミノ酸・ポルフィリンおよびフミン酸の研究があげられる。このうち当所では、現在炭化水素とアミノ酸がおもに行なわれている。

有機地球化学の研究成果から期待されるもののなかでは、たとえば

- 1) 石油・石炭の成因
- 2) 地球上における生物の発生源
- 3) 有機性鉱床探査への応用

などがあげられる。

最後に、今後地球化学的研究を進めるにあたって、下記のような問題点について言及した。

1) 現在、現世堆積物・古期堆積岩などのなかに含まれている有機物の抽出には、種々の有機溶剤を用いて行なっている。しかし、この方法では、全有機物の10%程度しか抽出されない。したがって、残り90%（普通これを Kerogen と呼んでいる）の有機物を、その分子構造を破壊しないで抽出する方法の開発。

2) 各種の堆積物・堆積岩などに含まれている有機物の、変成に関する理論的アプローチと、系統的分布および新しい化合物の追究。

(技術部)

全自動液体クロマトグラフと地球化学への応用

渡部 美南子

クロマトグラフィーは、今日では有機分析において欠くことのできぬ重要な分析手段の一つである。この方法がはじめて行なわれたのは今世紀の初めの頃であるが、その全自動化に成功し、汎用型の液体クロマトグラフの分析装置が完成したのはごく最近のことである。

クロマトグラフィーは溶質の混合物を適当な固定相を通じて、分離、精製する方法をいう。その分離の原理は、固定相、移動相、試料の間の物理化学的な相互作用による。分離機構により種々のクロマトグラフィー（吸着、分配、イオン交換など）に分類される。ガスクロマトグラフが揮発性の物質に有用であるのに対して、液体クロマトグラフは非揮発性の物質の分離分析に有用である。

現在最も一般的な汎用万能型の液体クロマトグラフ

* 昭和46年3月24日日本所において開催

は、溶離系、反応系、検出系、記録計からなっている。溶離系の充てん剤(イオン交換樹脂、シリカゲル・活性炭アルミナなどの吸着剤、分子ふるい等)、反応系(比色の場合は種々の発色指示薬)、検出系(光学検出器、熱検出器、屈折率検出器等)を、いろいろ組合わせることによって、種々の有機成分の分析が可能である。実際の分析例として、アミノ酸、糖、蛋白質、ペプチド、核酸、有機酸、色素、炭化水素などがあげられる。地質学サンプルの分析は、現在のところ、アミノ酸と糖のみである。

アミノ酸は蛋白質の、糖は炭水化物の構成単位である。現在天然に存在するあらゆる種類のアミノ酸や糖が、古くは Pre Cambrian からのあらゆる地質時代の化石や堆積岩から検出されている。蛋白質、炭水化物はそれぞれ動物、植物の支持組織を構成するもので、生体の大部分(乾燥試料の30%以上)を占める。したがって当然、有機燃料資源の先駆物質と考えられ、石炭・石油の生成に直接、間接に関与しているものと推測される。

堆積物中の有機窒素の source はアミノ酸と考えられるが、アミノ酸態窒素の時代による減少は、総有機窒素のそれよりも著しい。これは有機物がフミン化するさいに、アミノ酸態窒素をとりこんだものと考えられる。

フムスの生成機構を解明することによって、石炭の生成機構の解明に重要な手がかりを与えることができると考えられる。フミン酸を加水分解すると多量のアミノ酸、糖、フェノール化合物が得られる。その総合過程については、様々な説があるが、これらの物質がフムスの生成に関与していることは明らかである。

演者は液体クロマトグラフをもちいて、安道湖、中海堆積物中の有機物について地球化学的研究を行なっている。現在までに、中海ボーリングコア中の、総有機炭素、総有機窒素、アミノ酸を定量し、その distribution pattern を描いた。糖については、安道湖底泥試料の酸加水分解物から6種類の中性糖を検出した。

最後に将来の方針としては、①種々の有機成分が地質時代ごとにどのように分布しているかを記載するためのデータを集積する、②有機物の続成作用を地球化学的に解明する情報を与える、③石炭・石油の生成機構を明らかにする、ことを目的としてこの機器を有効に利用したいと考えている。

(技術部)

堆積物中のアミノ酸分析について

大島 和雄

日立KLA-3B型、自動アミノ酸分析計は、アミノ

酸およびその類縁化合物をイオン交換クロマトグラフ法で分離し、ニンヒドリン反応によって発色させ、光電光度計で比色し、その結果を記録する一連の分析操作を自動的にこなす装置である。

天然の試料には、たいいて糖・脂質・塩類などを含んでいるので、これらの試料を分析するまえに前処理することが必要である。炭素・窒素自動分析器で、全窒素を定量し、試料中に全窒素が10mg含まれるように調整し、アンプルに6N-塩酸、20mlとともに封管する。100°C、22時間加水分解したのち、Dowex 50H型の樹脂で脱塩する。脱塩したアンモニア溶液にとけているアミノ酸を、減圧下50°Cで蒸発乾固させる。この乾固した試料を10mlのpH2.2のクエン酸ナトリウム緩衝液に溶解して分析試料とした。

この分析計には、オート・サンプラーが付属している。24検体(12試料塩基性および中・酸性アミノ酸)が連続して分析できる。440, 570, 640 m μ の3波長で測定した吸光度が、打点式記録計で記録される。標準アミノ酸試料によって記録されたピークの面積と分析試料のそれを比較することによって、求める分析試料中のアミノ酸が定量される。

アミノ酸分析そのものについては、全く自動化されていて問題はないが、堆積物からアミノ酸を単離または分離することについては、多くの問題が残されている。生物地球化学分析には、いろいろな方法が提唱されているが、代表的なものの一つとして、DEGENS & REUTER (1964)の分析系統表がある。この分析の第3にアミノ酸分析が含まれている。STEVENSON (1954)が、土壌中の試料からアミノ酸の分離にイオン交換樹脂を用いて以来、ABELSON (1960)の方法などが代表的なものである。わが国でも、井尻・藤原以来、数多くの試料調整法がのべられている。しかし、STEVENSON & TILO (1968)は、深海泥の窒素化合物分析の前処理に、弗化水素処理を行なうことによって、これまでの塩酸加水分解処理では得られなかった多量のアミノ酸を定量した。とくに、粘土堆積物に含まれる分析には、弗化水素処理が必要であろう。

これまでのアミノ酸の地球化学的な研究成果については、ABELSON (1963)が総括している。その中で、アミノ酸の生化学的な役割および物性をもとにして、アミノ酸の研究を生地球化学的に位置づけている。生化学的なアミノ酸の役割として、BOLDWIN (1949)は、ATPにフォスフォキナーゼが作用すると、末端の高エネルギー燐酸基がそのエネルギーとともに、そこなわれずに他の物質に移ることをしめした。このときのエネルギー変化

が、機械エネルギーとしては筋肉の収縮；電気エネルギーとしては魚の放電；光エネルギーとしては螢の光などのように、もっとも高能率の可逆変化現象となる。このATPと結合する筋肉タンパクのミオシンは、貝殻化石の肉柱痕に発見され、少なくともカンブリア紀以来の貝類の筋肉活動は現在と同じであったろうと推測している。

ABELSON (1960) は、アミノ酸の安定性を、結晶の溶解温度から検討し、さらにアラニンの水溶液によって、その安定性についての実験をおこなった。その実験結果をArrheniusの公式に代入して、時間と温度の函数としてのアミノ酸の安定性について検討し、アミノ酸の地質温度計としての有用性について言及した。その他、土壌、石炭、堆積物および化石中に含まれるアミノ酸については、多くの分析例が報告されている。とくに、化石貝類、骨、歯などに残されているアミノ酸についての研究は多く、石灰化の問題と結びつけた研究が多い。しかし、アミノ酸の機能代謝についての十分な知識がないため、これまでの分析結果が、古生物学的に言及されたものは少ない。一方、アミノ酸の分解速度は時間の対数函数であって、各地質時代にはほぼ対応していくことが注目される。とくに第四系において、その分解オーダーの差は顕著である。その一例として、中海湖底ボーリング試料の分析例をしめす。

これからのアミノ酸分析研究の方向として

1. 堆積環境による腐植の特性と、そのアミノ酸組成との関係から、堆積環境の指標とする。
2. アミノ酸の分解と保存関係から、堆積物の続成作用の研究をする。
3. 地質温度計として、石炭・石油の形成機構を研究する。
(北海道支所)

蛍光線によるけい酸塩岩石分析の現状と問題点

服部 仁

蛍光X線法によって迅速に再現性よく定量する目的で、多量の岩石試料を短時間に処理し、しかもテクニックを要しない試料調製法を開発した。

最近の分析装置は、機器の調整も比較的簡単で、日常の保守点検に適当な配慮が払われておれば、X線強度の測定値の再現性はきわめて安定している。したがって、分析値のバラツキの原因は、試料調製の段階において生れる確率が高い。

岩石試料を微粉砕し、加圧成型して用いる粉末試料加圧成型法、およびフラックスを混入し溶解する各種の溶解法を追試し、それぞれの特長・短所をまとめた。これ

らの追試結果に基づいて、あらたに、白金95%、金5%からなる白金合金容器（ルツボおよび鑄型として使用）を試作し、条件（フラックスの種類、混合比、溶解温度、冷却速度など）を変えながら、もっとも単純で熟練を必要としない調製法を模索した。

調製法

岩石試料 0.300 g と無水ほう酸リチウム 3.000 g を正確に秤量し、ガラス管瓶中で均質混合したのち白金合金容器に移し、メッセルバーナ上で約10分間加熱溶解する。溶解ガラス中に気泡が残存するときには、容器を白金トングに挟んだまま、バーナ上で傾斜・回転すると気泡は消失するか、あるいは周辺に集まる。約10分間放冷するとガラス円板はきれいに容器から剝離する。

今回の試料調製法は、これまでに行なわれてきた他のどの方法と比較しても、操作手順が少なく、熟練を必要としないばかりでなく、高温加熱時における危険性も少ない。6名の未経験者によってガラス円板を作成する共同実験の結果から、ここに提案した調製法では個人誤差がきわめて小さいことが分かった。

岩石、とくに火成岩中の SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Total Fe, CaO, K_2O を有効数字2桁で再現性よく、しかも迅速に定量分析することが分かった。

これらの元素や、さらに軽い元素の定量および精度向上にまつわる最近の話題と、結晶内の Al や Si の配位数および存在比を研究する、いわゆる状態分析の実例を紹介した。
(地質部)

原子吸光分析法の原理と応用

安藤 厚・寺島 滋

原子吸光分析法の理論と適用についての最初の研究は、1955年、オーストラリアの物理学者 A. WALSH によって発表された。それ以来その優れた有用性が世界中で注目され、ここ約15年間に測定装置の開発と分析化学的研究が著しくすすめられた。その結果優れた市販装置がつくられ、広く各分野で新しい分析化学的手段として用いられるようになった。

この方法は、化学フレイム中に分析試料溶液を霧状にして導入し、ついで熱解離して生成した遊離状の金属原子蒸気（基底状態）がその原子に個有の波長の光を吸収する現象を利用して化学分析を行なう。測定操作は比較的簡単で、専門外の研究者でも容易に取り扱うことができ、かつ再現性が良い (C.V. 3% くらい)。

原子吸光分析法は高感度のため本来微量成分の分析に適している。しかし最近では測定溶液をきしゃくすること

により主成分分析にも用いられている。

原子吸光分析法については最近多くの著作が出版され、その原理と応用について多くの研究論文がまとめられている。その主要なものはおおむね次のとおりである。

- 1) 武内次夫・鈴木正巳 (1968) : 原子吸光分光分析, 南江堂
- 2) W. SLAVIN (1968): *Atomic Absorption Spectroscopy*, Elsevier Pub.; 下村滋ほか訳 (1970) : 原子吸光分析, 広川書店
- 3) 池田重良 (1967) : 炎光・原子吸光分析, 基礎分析化学講座, 18, 共立出版
- 4) J. RAMIREZ-MUNOZIC (1968) : *Atomic Absorption Spectroscopy and Analysis by Atomic-absorption Flame photometry*, Elsevier Pub.
- 5) I. RUBESKA, B. MOLDAN (1969): *Atomic Absorption Spectrophotometry*, The Chemical Rubber Co.
- 6) *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry* (1968): Perkin-Elmer.

このうち最後の Perkin-Elmer 社の Methods book は原子吸光分析法に関する広い分野の標準的分析方法をまとめたもので実用性が高い。この中には地質対象物についての多くの適用例がまとめられている。

地質対象物に関する応用としては

1. 主成分分析 珪酸塩岩石鉱物中の Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe などを原子吸光分析法で分析できる。珪酸塩の迅速定量分析法で有名な米国地質調査所の SHAPIRO や、カナダ地質調査所の ABBEY らは早くから実用化の研究を行ない、ルーチン化している。当所でも寺島がすでに実用化の研究を完了している。K-Ar 法による地質絶対年代測定においては精度の高い K 分析が要求される。寺島・柴田らの検討により原子吸光分析法で良い精度で分析できる。K の標準としては、地質調査所発行の J G-1 の K_2O : 3.95% を用いる。

2. 微量成分分析 珪酸塩物質中の Au, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Li, Ni, Pb, Rb, Sr, Ti, Zn などの微量成分が分析されている。これらについては多数の研究報告があり、個々の分析操作およびデータについては上記出版物の元素別または対象別の項を参照のこと。

地球化学探鉱への応用については F. N. WARD らの総括報告があり便利である。

F. N. WARD et al. (1969): U. S. Geological Survey Bull. 1289.

3. 以上の他 水質分析, とくに重金属分析にさかんに用いられている。水質や大気試料中の Hg, Cd, Pb などの公害物質の定量についてはとくに高感度な、分析操

作や装置の工夫が行なわれている。当所でも水銀の高感度分析装置が試作されている。

加藤甲兵 (1971) : 微量水銀原子吸光装置, 地質ニュース, No. 200, p. 18~22

この他分析のみならず、原子吸光測定法を用いて高温気体中の金属元素の存在状態や蒸気圧などを測定することも試みられている。 (技術部)

ガンマ線エネルギー分析について

金谷 弘

岩石中に含まれる天然放射性元素, ウラン, トリウム, カリウムの物理測定, ガンマ線波高分分析法についてのべる。これはウラン, トリウムの各々の娘核種, RaC の 1.76 MeV, ThC' の 2.62 MeV, カリウムの 1.46 MeV の各エネルギーを測定し, 測定試料を標準試料と比較して定量する。測定試料は岩石粉末 500 g, 40メッシュ以下, 検出器および測定器には沃化ナトリウム [NaI (Tl)]—400 チャンネル波高分析器を用いた。ウラン, トリウム, カリウムの定量は勿論, 化学分析でおこなえるが, これを比較してみるとこの方法の利点としてイ) 同一試料を何度でも繰り返し測定できる。ロ) 妨害元素の影響をうけない。ハ) 3元素を1回の測定で定量できる。ニ) 測定に個人差がなくまた自動化が可能である。ホ) 試料の作成が簡単。他方欠点はイ) 試料が多量 (500 g) にいる。ロ) 測定器が高価。ハ) 岩石試料の風化溶脱の影響がでるなどである。実際に測定した時の測定誤差は試料中の含有量, 試料重量, 測定時間の函数であり表にて説明する。その他 2~3 の問題点について述べる。

(物理探査部)

EPMA の地学への応用

嶋崎 吉彦・小玉 和子

Electron probe X-ray microanalyser (別名 X-ray microanalyser, XMA と略) の原理は簡単にいえば, 十分なエネルギーをもった電子線で物質を照射するとその物質を構成する元素の特性 X 線が発生し, この特性 X 線の波長と強度を測定することによって各構成元素の種類と量を知り得ることである。この場合照射電子線の径を細くすれば微細な範囲の分析が可能になる。

各元素の特性 X 線を用いて分析できるという原理は相当前から知られていた。MOSELEY は 1913 年に周期表中の各元素は比較的単純で特徴的な X 線スペクトルをもっており, $\lambda \propto 1/Z^2$ の関係があることを発見した。この基礎

の上になつてX線による分析実験は色々な人によって行なわれたが、最初に電子線を細く絞ることを考えたのはHILLIER (1943年) であるが実用的な装置を作る段階には到らなかった。

最初の実用機は1950年にCASTAINGによって作られた。商業生産は1950年代の後半から行なわれ、現在では世界で約12社が製造している。鉱物にEPMAが応用されたのは1960年頃からであるが、本格的に使用されたのは1960年代の後半からであつて、その後急速に普及し、現在では珍らしさは全くなくなった。2~3年来生物体の分析に利用され始め、大きく貢献している。

EPMAは次の主要な構成要素からなっている(図)。

1. 電子光学系
2. X線光学系
3. 計数装置
4. 光学顕微鏡
5. 真空系

電子光学系は電子銃・電磁レンズ・電子線走査装置などからなっており、1~50 keVの加速電圧で1μ以下の径の電子線で試料を照射する。

X線光学系は回折結晶と検出器を主要な要素とし、回折結晶を分析する元素の波長によって交換する。また非分散方式により、エネルギー分析によってX線を識別することも可能である。

計数装置はスケーラーによるX線強度の数字表示とレコーダーによる図上記録が可能であり、またオシロスコープ上に走査像を画かせることもできる。

とくに鉱物の分析を行なう場合に有利な点は顕微鏡で

試料を観察しながら測定できる事である。同時にこの顕微鏡は電子線が丁度絞れた位置に試料があるように調節する役目も果す。

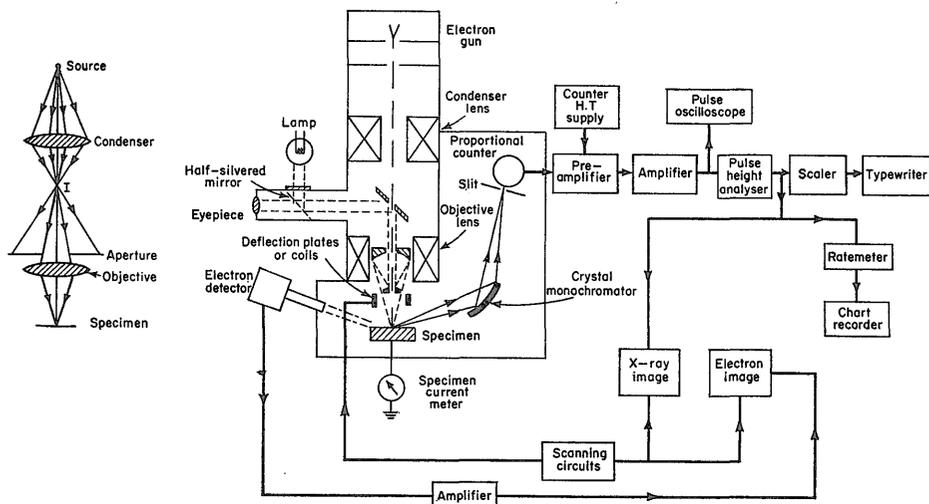
測定はすべて真空中で行ない、 10^{-5} ~ 10^{-6} Hgmmの真空度が保たれている。通常ロータリーポンプと拡散ポンプを使用する。

分析に際しては電導性の低い鉱物は炭素・アルミニウムなど適当な導電体で蒸着し、特性X線の強度を試料と組成の判っている標準物質について測定してその比を求める。次にこの比を試料と標準物質との平均原子番号・X線の吸収ならびに励起などについて補正して定量値を得る。

この場合X線発生について試料と標準物質との条件を同じようにするために試料の表面は平滑である必要がある。このため研磨については相当細く神経を使わねばならない。通常ダイヤモンドペーストによる研磨を行ない、凹凸を1μ以下にするようつとめるが、軟かい試料については困難であつて測定精度は余り良くない。

定量の精度は相対誤差±3%以内は通常の条件で得られるが、原子番号の大きく違う元素が共存する場合や標準物質と試料の性質が著しく異なる場合などでは精度の限界は低くなることもある。また元素の検出限界は条件によって異なるが通常0.03%程度と考えて良い。

鉱物の分析については、従来の方法では数100mg程度の試料の組成の平均値を得ていたに過ぎないが、この方法による分析では非常に微細な部分の化学組成が判るようになった。これによって微小鉱物の分析・zoningの



EPMAの構成図 (J.V.P. Long, 1967より)

定量的扱いなどが可能になった。さらに単一鉱物粒子の化学的不均一性を追求することによって元素間の置換などを明らかにでき、結晶化学にも大きく貢献できるなど地学におけるこの装置の応用範囲は非常に広い。

将来はX線波長の分解能や検出限界の向上など現在用いられている面の改良とともに chemical shift を利用した元素の結合状態の追求や Kossel 法による精密な化学組成と格子定数の関係の研究など EPMA の鉱物学に対する貢献する分野は大きく広いと考える。

(鉱床部)

物探データ処理における電子計算機の役割

— 空中磁気探査の場合 —

小川 克郎

空中磁気探査においても、他の物探の場合と同じく、データ処理における電子計算機の役割を次の3つに分類することができる。

- (1) 時間および労力の省力化
- (2) 処理の客観化あるいは定式化
- (3) 計算機によらねば事実上不可能な処理

1 省力化

空中磁気探査では、空中(航空機)および地上定点(通常2カ所)でデータが同時に測定される。前者では、磁力計、位置(X, Y)、高度、時刻が、後者では、磁力計、時刻が約1秒ごとにアナログあるいはデジタル記録計に収録される。1フィールドの測線長を1万km、測点間隔を60mとすると、合計100万個を超えるデータが発生することになる。

この膨大な量のデータを用いて、短時間に磁気図を作成しそれを解析するには、計算機の利用は不可欠である。私共は従来より処理の計算機化(ソフトウェア)を手のつけやすい部分から進め、現在では、かなりの省力化を達成している。今年度(46年度)はデータのデジタル化記録(ハードウェア)を完了させ、ハード・ソフト直結の計算機化を志ざしている。しかし、解決すべき問題は数多く残されている。

磁気図の自動図化を例にとろう。磁力計の精度に較べ、海域での位置の決定精度がかなり落ちるため、磁力値の精度を落さずに磁気図を作成するための手順が相当複雑になっており、この手順のソフト化がかなりやっかいである。現在小型計算機を用いて手法の試行を行なっている段階である。試行を終えた段階では、実際の処理は大型ないし超大型計算機(例えばGDC6600)を使用

する予定であるが、私共が十分満足する処理を行なった場合に推定される長時間の使用に要するコストが、果して目的とする省力化にみあうものであるかは確かではない。

2 定式化

データ処理においては、個人差は極力除去しなければならない。空中磁気探査にあっては、磁気図の図化の段階は最も個人差を生み易い。これは測定点の偏りに原因がある。測定は測線沿いには約60m間隔と細かいが、一方それと直交方向には測線間隔(通常2~3km)と粗い。この場合、測点間は何らかの方法で磁力値を内挿するのだが、この方法は個人差が大きい。そこで個人差を除くためには、内挿方法を定式化する必要がある。もちろん真の内挿値を知るすべはないのだが、物理的に最も妥当な方法を用いればよい。これは客観化というよりも定式化というべきであろう。いうまでもなくこれは計算機の最も得意とする分野である。

私共では、正方格子点データからの内挿方法のソフト(等高線の自動図化)は完成し、現在、測定点からの直接の内挿による図化のプログラムをテスト中である。

3 計算機によって初めて可能な処理

どのような計算も計算機によらずとも原理的には可能であろうが、実際には計算機を用いなくとも短時間(私共の場合2~3カ月)で仕上げることは不可能な計算は存在する。

空中磁気探査においては、でき上がった磁気図に対して、私共の知りたい構造を極わだたせるためにサンプリングフィルター操作を施す。high passあるいはlow pass filter、多項式による平面回帰解析などがそれである。この種の計算は実際上、計算機に全面的に依存する。また容易に依存し得る。私共でも、最も早期に計算機化を完了した部分である。

磁気図(あるいは重力図)から地下構造を解析する手法の一種であるシュミレーションの計算も計算機なしには考えられない。現在私共でテストしているプログラムでは、一つの構造を計算解析するのに、数時間の演算を必要とする。

4 まとめ

空中磁気探査を例にとり、物探のデータ処理における電子計算機の役割りを述べた。しかし、ここではすでに、私共が計算機を使おうとする時の考え方が、ほぼ出そろっているはずである。

(物理探査部)

レーザーを用いる局所分光分析法

伊藤 司郎

レーザー光を用いて微少部分(数 μ ~100 μ)の発光分光分析を行なうことが可能である。この方法はレーザーマイクロプローブアナライザー(LPMA)と呼ばれる。

レーザーの光源部からふく射された光を、鉍物顕微鏡の対物レンズをとおして、あらかじめ定められた微少分析点へ集光し、その部分を熱エネルギーによって蒸発させ、さらにスパーク補助励起を行ない、発生したスペクトル線を観測して分光分析を行なう。

この技術と応用に関してはすでに多くの研究報告がある。MOENKE(1968)の著作には原理から各論にわたり詳細な解説がなされている。また勝野ら(1968, 1970)の解説は現状を理解する上に役立つ。

現在市販の装置としては、カール・ツァイス・イエナ・LMA-1, ジャーレル・アッシュ Mark II, 日本電子JLM-200がある。これらの装置では、ネオジウムガラスによるノーマルレーザーを一般的な仕様としている。レーザー出力は、0.05~0.5 Jが適当とされる。

LPMAによる主な元素の検出限度は次のとおりである。山根ら(1970)。

10^{-14} g (クレタ 100 $\mu\phi$, 比重 1 の場合, 0.1ppm) Be, Mg, Ca

10^{-13} g (同上条件の場合, 1 ppm) Ag, Cu, Mn, Sr

10^{-12} g (同上条件の場合, 10 ppm) B, Fe, Al, V, Zr

10^{-11} g (同上条件の場合, 100 ppm) Si, Pb, Cr, In, Bi, Mo, Sn, Ti, Zn, Ni

この方法の長所は

- 1 維持管理が容易, 真空系がない。
- 2 試料の形状を問わない。電荷性の有無を問わない。
- 3 分析のための前処理(単体分離, 研磨など)を必要としない。
- 4 0.1 mm ϕ 以下の微少部分の分析が可能。

短所としては

- 1 EPMAのごとく非破壊分析法ではないので反復分析が不可能である。
- 2 光エネルギーの吸収を伴わないので, 無色透明な試料には適用できない。
- 3 検出限度との関係で分析点の大きさに制限を伴う。
- 4 分析点の周囲に熱的影響を与える。

地球化学, 岩石鉍物鉍床学への応用例として,

- 1 共生鉍物間の微量元素の分配に関する研究
- 2 微少鉍物の同定
- 3 岩石鉍物中の微少包有物の分析

文 献

勝野ら(1968): 分析化学, vol. 17, p. 376

勝野・竹内(1970): 分析化学, vol. 19, p. 1438

H. MOENKE, L. MOENKE-BLANKENBURG (1968): *Einführung in die Laseremissions-Spektalanalyse*, 2nd Ed., Geest U. Poltig K.-G., Leipzig.

山根ら(1970): 分光研究, vol. 19, p. 147

(技術部)