

ウランの螢光分析と透過型螢光光度計

ウランの螢光分析

微量のウランを定量分析する時には比色法が一般に用いられているが、螢光法という普通の分析法とは少し変わった方法がある。

ウラニル塩が螢光を出すことは100年以上前から知られていたが、1926年ウラニル塩が弗化ナトリウムと溶融すると紫外線によってとくに強い螢光を出すことが発見された。1934年 Harnegger と Karlik はこの現象をウランの分析に応用して、きわめて微量のウランの螢光分析に成功した。これ以後多くの人々により分析方法や測定装置が研究され、螢光法は今日では1 μg (100万分の1g)以下のウランの定量分析にすばらしい威力を発揮している。たとえば0.01 μg (1億分の1g)というきわめて微量のウランですら比較的容易に分析することができるのである。螢光法は感度の高いこと、妨害元素の少ないこと、短時間に大量の試料を処理できること、定量範囲の広いことなどの特長があるので、鉱石・岩石ばかりでなく、動物・植物・水などいろいろの物質のなかの微量のウランの定量法として、広く利用されている。

螢光法にはいろいろな方法があるが、いずれも一定量の弗化ナトリウムとウランを溶融してできた融成物が紫外線によって黄緑色の螢光を発生し、この時の螢光の強さが弗化ナトリウム中に存在するウランの量に比例するという事実を基礎としている。

直接法 (稀釈法)

試料を弗化ナトリウムと溶融した時、紫外線によって螢光を発生するのはウランだけであるが、鉛・マンガン・ニッケル・鉄など幾つかの元素は、ウランの螢光を弱くすることが知られている。従ってこれらの妨害元素を除くため、試料を適当な方法で分解したのち、ウランを有機溶媒で抽出し、弗化ナトリウムと溶融するのが普通であ

る。(地質ニュース No.33参照) しかし、精度は少し劣るが、分析時間の短い直接法 (Direct method) または、稀釈法 (Dilution method) と呼ばれる方法もよく行なわれている。

この方法は、試料を溶液とし十分に薄めたのち、妨害元素の量が無視できるぐらい少量を白金皿に分取し、蒸発乾固したのち、弗化ナトリウム溶剤 (弗化ナトリウム・炭酸ナトリウム 炭酸カリウムを溶融後粉砕したもの) を加えて溶融するか、または妨害元素の量が無視できる位に少量の試料を白金皿に直接とり、弗化ナトリウム溶剤を加えて溶融したのち、融成物の螢光を螢光光度計で測定する方法である。いずれの方法を用いるとしても、白金皿に最終的にとる試料の量は1 mg 以下になるようにする。妨害元素のとくに少ないものであれば数 mg を用いてもよい。この直接法は野外調査などで放射能のあるものを発見した場合、その放射能がウランによるものか、トリウム・ラジウムのようにウラン以外のものによるのかを知りたい時や、大体のウランの品位を知りたい時など、簡単な操作でできるので、便利な方法である。

透過型螢光光度計

弱い螢光を測定するには十分鋭敏な螢光光度計を必要とするわけであるが、ウランの螢光を測定するには特別な透過型螢光光度計という装置が作られている。

弗化ナトリウム溶剤で溶融してできた融成物は、白色の固体なので、普通分光光電光度計に螢光付属装置をつけて用いられている。この装置は、第1図に示すような構造で、水銀灯から出る光のうち可視部の光をUV-D1フィルターによって吸収させ、紫外線だけを融成物に当てて発光させる。また、螢光と融成物の表面から反射される紫外線をプリズムによって分光し、ウランの螢光だけを光電子増倍管によって増幅し、光を電流に変えて螢光の強さを測定するようになっている。

これに反し、第2図に示すような透過型螢光光度計は、融成物の表面から紫外線を照射し、裏面に光電子増倍管をおくという、一見固体の螢光を測る光度計とは思えない特殊な構造をもっている。これは、いままで不透明であると思われていた融成物が、案外光を通し、裏面に光電子

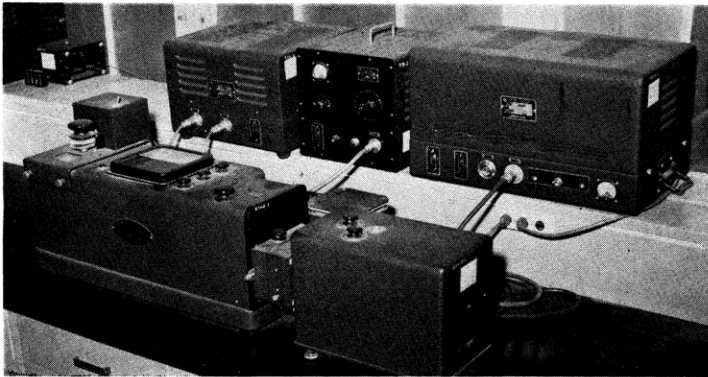
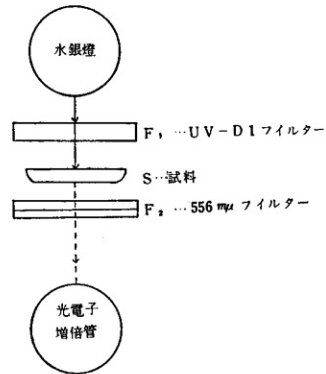
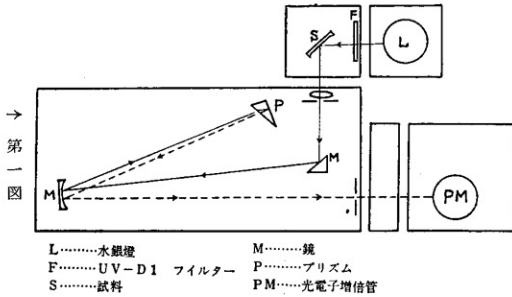
増倍管を置いても弱い蛍光を測定できること 水銀灯からの光の大部分は融成物の表面で反射され 裏面に出る光が非常に少ないのでフィルターで十分であることが判ったためである。

透過型蛍光光度計の大きな特長は 従来の光度計に比べてすぐれた感度を持っていることである。高感度のものが製作できる理由は「光の強さは光源からの距離の自乗に逆比例する」という法則から容易に考えられることと思うが 透過型の場合は水銀灯・試料・光電子増倍管を非常に接近して配列できるので 照射紫外線も融成物から出る蛍光も ほとんど弱くならないからである。また高感度であるという特長のほか 構造が簡単であるし 取り扱いが容易である。特別な光学系がないので安価であるし小型なので野外調査に携行できるなど多くの利

点をもっている。この型式の光度計は国産の市販品がないため 各大学・研究所などは独自の設計により製作使用している現状である。従って性能もいろいろ異なっているが 地質調査所で使用している FMT-1 型蛍光光度計の性能を参考までに記すこととする。

- ・電 源 : 水銀乾電池 5.2V×16
- ・測定範囲 : $0 \sim 1 \mu\text{g}$
 $0 \sim 0.1 \mu\text{g}$
 $0 \sim 0.01 \mu\text{g}$ } 三段切換
- ・寸 法 : 本 体 高さ 29×幅25×奥行25.5 (cm)
 電源部 高さ 18.5×幅32×奥行17 (cm)
- ・重 量 : 本 体 11.0kg
 電源部 14.5kg (電池を含む)
- ・特 長 : ポータブル型
- ・製 作 所 : 日本無線医理学研究所

(技術部化学課 関根節郎技官)



↑ 蛍光測定装置をつけた分光光電光度計

