

## 100 mc Am<sup>241</sup>-Be 中性子源에 의한 망간鑛의 射化分析

諸元穆·柳得秀

漢陽大學校 工科大学 原子力工學科

(1972. 3. 9 接受)

## The Activation Analysis of Manganese Ores with 100 mc Am<sup>241</sup>-Be Neutron Source

Won Mok Jae and Denk Soo You

Department of Nuclear Engineering, College of Engineering, Hanyang university

(Received March 9, 1972)

中性子源에 의한 放射化分析은 原子炉 또는 中性子發生器에 比하여 價格低廉, 携帶性, 簡便性等 長點이 있지만 致命的인 短點은 低中性子束으로 因하여 分析可能한 元素가 極히 限定되어 있다는 事實이다.

本 實驗은 100 mc Am<sup>241</sup>-Be 中性子源을 利用하여 물-파라핀減速劑속에서 熱中性子束의 分布狀態를 調査하여 試料照射의 가장 適當한 位置選定 및 試料內의 中性子束 低下로 因한 實驗誤差의 補正問題를 다루었다.

그리고 망간鑛中의 망간을 定量하여 一般濕式 分析과 比較檢討하였다.

本 實驗에 使用된 中性子源은 英國 The Radiochemical Center 에서 購入한 100 mc ( $2.5 \times 10^5$  n/sec) Am<sup>241</sup>-Be 中性子源이다.

放射線 測定은 G-M counter 를 使用하였다.

實驗에 使用된 망간鑛 試料는 國立地質調査所에서 求得하였다.

過去에 使用된 中性子減速劑는 主로 파라핀 또는 물을 使用하였으나 本實驗에서는 中性子源을 容易하게 固定시키고 또한 中性子源周圍의 中性子束分布를 쉽게 測定하기 爲하여 Fig. 1 과 같은 裝置를 만들었다.

물은 파라핀에 比해서 密度가 크기 때문에 中性子減速効率が 좋고 따라서 中性子源 近處에서 높은 中性子束을 얻을 수 있는 特徵이 있다.

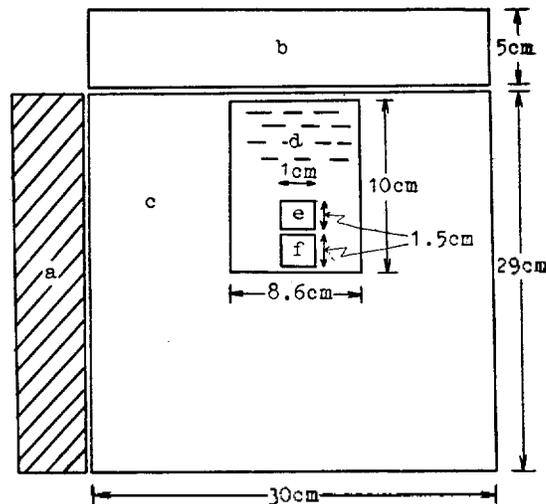


Fig. 1. Water-paraffin moderated Am<sup>241</sup>-Be neutron source apparatus for irradiation.

a : Lead shielded, b : Paraffin cover,  
 c : Paraffin moderator d : Water moderator,  
 e : Neutron source, f : Vinyl source support

低中性子束 放射化分析에서는 試料의 量이 많고 放射化斷面積이 커야하므로 試料自體가 中性子を 强하게 吸收한다. 따라서 試料內의 中性子減少를 招來한다.

中性子束의 非均一性에 對한 補正은 試料의 量 그리고 幾何學的條件을 一定하게 하므로써 除去할 수 있지만 試料自體의 內部吸收效果는 試料

定량에 큰 誤差를 招來한다.

平面板인 境遇의 中性子吸收率  $\alpha_{slab}$  는 다음과 같이 表示된다.

$$\alpha_{slab} = 1 - e^{-x} (1 - X) - X^2 E_1(X) \quad (1)$$

여기서

$$X = \mu d$$

$\mu$ : absorption coefficient for neutrons

$d$ : thickness

$$E_1(X) = \int_x^\infty \frac{e^{-t}}{t} dt$$

圓筒인 경우 中性子吸收率  $\alpha_{cyl}$  는 다음과 같이 表示한다.

$$\alpha_{cyl} = 2\mu a \left[ 1 - \frac{4}{3}\mu a + \frac{1}{2}(\mu a)^2 \ln\left(\frac{2}{\mu a}\right) + \frac{1}{2}(\mu a)^2 \left(\frac{5}{4} - 0.577216\right) \right] \quad (2)$$

$A$ : radius of cylinder

이 問題를 다루기 爲하여 圓筒의 비닐 照射容器를 使用하였다.  $\text{AgNO}_3$  20 gr. 를 蒸溜水에 녹여 20 cc로 만든 다음 이중 1.8 cc를 取하여 照射容器에 넣어 中性子源에서 1.5 cm 떨어진 距離에서 10分間 照射하여 3分間 放置시킨 다음 Al planchet 에 넣어 5分間 計測하였다.

다음에 이 溶液을 蒸溜水로 稀釋하여 各各 0.9

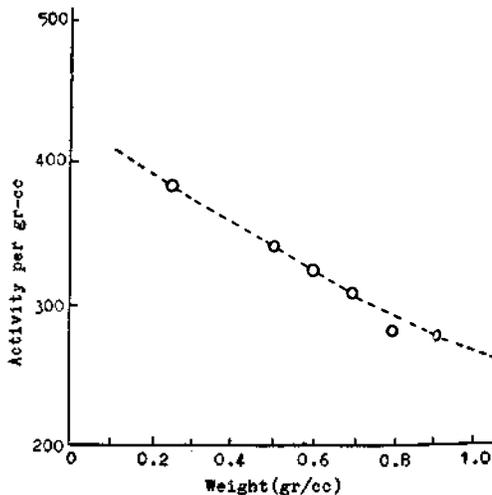


Fig. 2. Inner self-shadowing effect of 2.3min  $\text{Ag}^{108}$  using cylindrical tube (dia. 1cm, height 2cm)

gr/cc, 0.8 gr/cc, 0.7 gr/cc, 0.6 gr/cc, 0.5 gr/cc, 0.25gr/cc로 만들어서 이와 같은 方法으로 處理한 後 計測하였다.

그림 2에서 圓筒型試料筒에 對한 濃度變化에 따르는 放射能의 變化를 表示하였다.

1 gr/cc 當 放射能은  $\text{AgNO}_3$ 의 濃度 (gr/cc)가 增加함에 따라 거의 直線의 形式으로 減少를 보이고 있다. 이 結果는 (2)式에서 보는바와 같이 中性子吸收率  $\alpha$ 는 第1近似로  $\mu a$ 에 比例하고 지금 圓筒의 半徑이 固定되어 있음으로  $\alpha$ 는  $\mu$ 에 比例한다. 銀의 放射化斷面積  $\sigma_a$ 는 一定함으로 結局  $\alpha$ 는  $N$ 에 比例한다. 여기서  $N$ 는 1cc 當 原子數를 表示함으로 Fig. 2의 結果는 理論과 좋은 一致를 보이고 있다.

國立地質調查所에서 求得한 두 個의 망강의 試料에 對하여 放射化分析을 하여 그 結果를 化學分析值와 比較하고자 한다. 먼저 1 gr의 試料를 17時間 照射하여 3分間 放置시킨 다음 約 10~30分間隔을 두고 5分間씩 計測하여 그 崩壞曲線을 그려 半減期를 求해 본 結果 2.47時間을 얻었다.

이 값은  $\text{Mn}^{59}$ 의 半減期 2.58時間과 거의 一致하므로 放射化는 망강만에 依한 것으로 判定되었고 또한 定性的으로 망강의 存在를 確認하였다.

다음에 Table 1과 같은 比率로  $\text{MnO}_2$ 와  $\text{SiO}_2$ 를 各各 混合하여 標準試料 A, B, C를 만들어 망강鑛의 試料 A, B와 함께 17時間 照射하여 그 放射能을 測定하였다.

이때  $\text{SiO}_2$ 를 充鎮劑로 使用한 理由는 試料照射에 있어서 一定한 幾何學的 條件을 維持시켜서 試料內의 中性子 吸收率을 同一한 條件을 維持시켜 줄과 同時에 放射能測定時도 試料內에서의 自己 吸收를 같은 條件을 維持함으로서 測定의 精密度를 높이기 爲해서이다.

鑛石中の 망강以外的 成分은 大部分이  $\text{SiO}_2$ 이고 少量의 다른 成分이 含有되어 있더라도 質量 吸收係數는 別로 變動이 없으므로 같은 量의 試料에 依한 自己 吸收係數는 同一하다고 볼 수 있다. 試料內의 中性子 吸收問題를 다룰 때 論議한 바와 같이 放射化된 元素의 量과 나타내는 放射

能은 比例하지 않고 含量이 클수록 낮은 放射能을 나타낸다.

이 中性子の 内部吸收效果에 對한 誤差를 줄이기 爲해서는 分析코자하는 試料과 標準試料中의 含量이 類似해야 한다.

勿論 (2)式에 代入하여 計算하는 것도 可能하지만 여러가지 濃度에 對한 放射能의 變化를 圖表로 作成하여 比較하는 것이 第一 簡便한 方法이라고 생각된다.

따라서 試料 A는 含量이 가장 類似한 標準試料 A로서 망간의 含量을 計算하였고 試料 B는 標準試料 B로서 算出하였다.

Table 1에서 보는바와 같이 放射化分析에서

얻은 分析結果는 一般的으로 化學分析에서 얻은 結果보다 망간의 含量이 많은데 이것은 化學分析에 試料의 溶解沈澱過程에서 若干의 損失이 있었지 않는가 생각된다.

이 망간의 放射化分析에서 보는 바와 같이 化學分析에서 처럼 번잡한 化學的 分析過程이 必要없고 單純한 操行으로 쉽게 分析할수 있음을 알 수 있다.

그러나 一般的으로 低中性子束으로 因한 計測上의 誤差가 많으므로 精密한 分析은 不可能하고 따라서 精密을 要하지 않은 工業分析, 鑛物分析 등에 널리 利用될 것으로 期待된다.

Table 1. Comparison of Manganese analysis in Ores between the activation analysis and wet analysis. (Irradiation 17 hrs., cooling 3 min.)

Sample	Smple Weight	Counts per 10 min	Percentage of Mn in ore by Activation analysis	Percentage of Mn in ore by wet analysis
Standard A	MnO <sub>2</sub> 0.1 gr. SiO <sub>2</sub> 0.9 gr.	637	—	—
Standard B	MnO <sub>2</sub> 0.2 gr. SiO <sub>2</sub> 0.8 gr.	1,111	—	—
Standard C	MnO <sub>2</sub> 0.5 gr. SiO <sub>2</sub> 0.5 gr.	2,360	—	—
Manganese ore A	1 gr.	396	3.93%	3.77%
Manganese ore B	1 gr.	2,950	29.1%	27.61%

\* Ore A with standard A  
Ore B with standard B

## References

1. W. W. Meinke, R. E. Anderson; *Anal. Chem.*, **25**, 778 (1953); *ibid.*, **26**, 907 (1954).
2. A collection of Comprehensive Scientific papers on the Application and Measurement of Radioactivity Bulletin No. 10 (1964).