

100 mc Am²⁴¹-Be 中性子源에 依한 망간礦의 射化分析

諸 元 穆 · 柳 得 秀

漢陽大學校 工科大學 原子力工學科

(1972. 3. 9 接受)

The Activation Analysis of Manganese Ores with

100 mc Am²⁴¹-Be Neutron Source

Won Mok Jae and Deuk Soo You

Department of Nuclear Engineering, College of Engineering, Hanyang University

(Received March 9, 1972)

中性子源에 依한 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 Am²⁴¹-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礦中の 망강을 定量하여 一般濕式分析과 比較検討하였다.

本 實驗에 使用된 中性子源은 英國 The Radiochemical Center에서 購入한 100 mc (2.5×10^5 n/sec) Am²⁴¹-Be 中性子源이다.

放射線 測定은 G-M counter를 使用하였다.

實驗에 使用된 망간礦 試料는 國立地質調查所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 簡便하게 測定하기 為하여 Fig. 1과 같은 裝置를 만들었다.

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

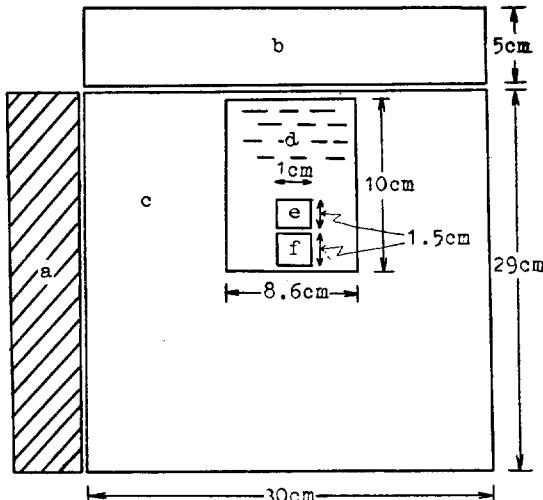


Fig. 1. Water-paraffin moderated Am²⁴¹-Be neutron source apparatus for irradiation.
a : Lead shielded, b : Paraffin cover,

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를 強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 補正是 試料의 量 그리고 幾何學的條件를 一定하게 하므로서 除去할 수 있지만 試料自體의 內部吸收効果는 試料

定量에 큰誤差를招來한다.

平面板인境遇의中性子吸收率 α_{slab} 는 다음과 같이表示된다.

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

여기서

$$X = \mu d$$

μ : absorption coefficient for neutrons

d : thickness

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

圓筒인경우中性子吸收率 α_{cyl} 는 다음과 같이表示된다.

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

A : radius of cylinder

이問題를다루기爲하여圓筒의비닐照射容器를使用하였다. AgNO_3 20 gr.를蒸溜水에녹여20cc로만든다음이중1.8cc를取하여照射容器에넣어中性子源에서1.5cm떨어진距離에서10分間照射하여3分間放置시킨다음Al planchet에넣어5分間計測하였다.

다음에이容液을蒸溜水로稀釋하여各各0.9

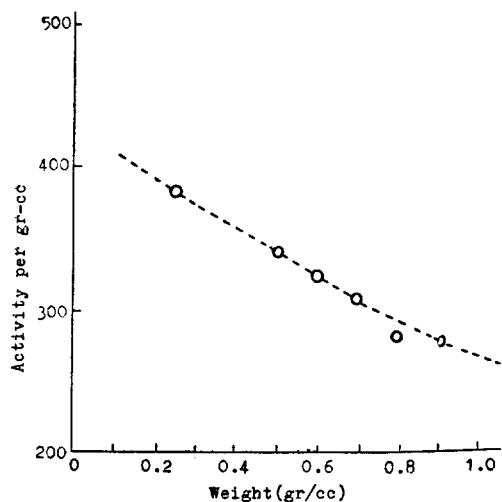


Fig. 2. Inner self-shadowing effect of 2.3min Ag^{108} using cylindrical tube (dia. 1cm, height 2cm)

gr/cc, 0.8 gr/cc, 0.7 gr/cc, 0.6 gr/cc, 0.5 gr/cc, 0.25 gr/cc로만들어서이와같은方法으로處理한後計測하였다.

그림2에서圓筒型試料筒에對한濃度變化에따르는放射能의變化를表示하였다.

1 gr/cc當放射能은 AgNO_3 의濃度(gr/cc)가增加함에따라거의直線的은로減少를보이고있다. 이結果는(2)式에서보는바와같이中性子吸收率 α 는第1近似로 μa 에比例하고지금圓筒의半徑이固定되어있음으로 α 는 μ 에比例한다. 銀의放射化斷面積 σ_a 는一定함으로結局 α 는 N 에比例한다. 여기서 N 는1cc當原子數를表示함으로Fig. 2의結果는理論과좋은一致를보이고있다.

國立地質調查所에서求得한두個의망간의試料에對하여放射化分析을하여그結果를化學分析值와比較하고자한다. 먼저1gr의試料를17時間照射하여3分間放置시킨다음約10~30分間隔을두고5分間씩計測하여그崩壞曲線을그려半減期를求해본結果2.47時間을얻었다.

이값은 Mn^{59} 의半減期2.58時間과거의一致하므로放射化는망간단에依한것으로判定되었고또한定性的으로망강의存在를確認하였다.

다음에Table 1과같은比率로 MnO_2 와 SiO_2 를各各混合하여標準試料A,B,C를만들어망강礦의試料A,B와함께17時間照射하여그放射能을測定하였다.

이때 SiO_2 를充填劑로使用한理由는試料照射에있어서一定한幾何學的條件를維持시켜서試料內의中性子吸收率를同一한條件를維持시켜줌과同時에放射能測定時도試料內에서의自己吸收를같은條件를維持함으로서測定의精密度를높이기爲해서이다.

礦石中の망간以外의成分은大部分이 SiO_2 이고少量의 다른成分이含有되어있더라도質量吸收係數는別로變動이없으므로같은量의試料에依한自己吸收係數는同一하다고볼수있다. 試料內의中性子吸收問題를다를때論議한바와같이放射化된元素의量과나타내는放射

能은 比例하지 않고 含量이 클수록 낮은 放射能을 나타낸다.

이 中性子의 内部吸收效果에 對한 誤差를 줄이기 為해서는 分析因子하는 試料와 標準試料中的 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 A 는 含量이 가장 類似한 標準試料 A 로서 망간의 含量을 計算하였고 試料 B 는 標準試料 B 로서 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 때 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 操作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 等에 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	Simple Weight	Counts per 10 min	Percentage of Mn in ore by Activation analysis	Percentage of Mn in ore by wet analysis
Standard A	MnO ₂ 0.1 gr. SiO ₂ 0.9 gr.	637	—	—
Standard B	MnO ₂ 0.2 gr. SiO ₂ 0.8 gr.	1,111	—	—
Standard C	MnO ₂ 0.5 gr. SiO ₂ 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

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