

## KCoFC-합성비석의 $^{137}\text{Cs}$ 과 $^{90}\text{Sr}$ 흡착에 미치는 몇가지 인자들의 영향

안철주, 박화철

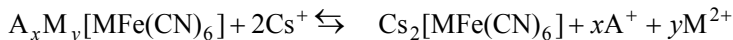
위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 과학연구사업을 더욱 힘있게 벌려 나라의 과학기술수준을 한계단 더 높이며 인민경제를 빨리 발전시키는데 적극 이바지하여야 하겠습니까.》(《김일성전집》 제 77권 261페이지)

핵폭발때 생기는 가장 위험한 핵종인  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 을 동시에 선택적으로 분리하는 흡착제를 개발하는것은 중요한 의의를 가진다.

천연비석은 공존이온( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  등)의 농도가 0.15%일 때  $^{137}\text{Cs}$ 에 대한 분리능이 높으므로 일반수질에서 흡착제로 리용할수 있지만  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 의 농도가 2 000mg/L일 때에는  $^{90}\text{Sr}$ 의 흡착률이 30%밖에 되지 않는다. 따라서 천연비석은 농도가 짙은 염용액에서  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 을 동시분리할수 없다. 또한 티탄산나트륨에 의한  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 분리방법[2]도 연구되였다.

최근 합성비석이  $^{90}\text{Sr}$ 을 선택적으로 분리하며 핵사시아노철산염이  $\text{Cs}^+$ 을 다음과 같은 반응에 의하여 선택흡착한다는것이 밝혀졌다.



여기서  $x+y=4$ , A는 알카리금속 및 암모늄이온, M은 Ni, Co와 같은 2가과도금속이다.

우리는 ZSM-5에  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 과  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 을 침지시켜 만든 KCoFC-합성비석[1]의  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 분리특성을 밝혔다.

### 실험 방법

$^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 을 표식한 각이한 비방사성(2 000~5 000개/min)CsCl과  $\text{SrCl}_2$ 용액 50mL와 KCoFC-합성비석(자체합성) 0.1g을 혼합하여 진탕시킨 후 초기용액과 상등액의 방사능을 NaI(Tl)형섬광검출기가 달린 환수장치(《ПП-8》)와 계수관(《СБТ-7》)으로 측정하였다. 이때  $^{90}\text{Sr}$ 의 방사능측정에 알루미늄가림판을 리용하여  $^{90}\text{Y}$ 의 방사능이 포함되지 않게 하였다.

흡착률  $S(\%)$ 와 분배계수  $K_d(\text{mL/g})$ 는 다음식으로 계산하였다.

$$S = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100, \quad K_d = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \cdot \frac{V}{m}$$

여기서  $A_0$ ,  $A_t$ 는 초기와  $t$ 시간후의 상등액에서 방사능값(개/mL),  $m$ 은 흡착제량(g),  $V$ 는 측정시료의 체적(mL)이다.

## 실험결과 및 해석

접촉시간의 영향 KCoFC-합성비석에서 접촉시간에 따르는  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 흡착률변화는 그림 1과 같다.

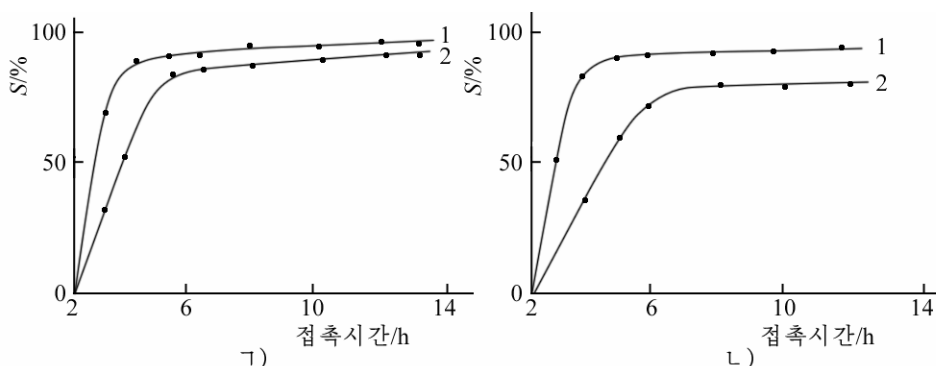


그림 1. 접촉시간에 따르는  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 흡착률변화  
 1) KCoFC-합성비석 2) 합성비석  
 1- $^{137}\text{Cs}$ , 2- $^{90}\text{Sr}$

그림 1에서 보는바와 같이 KCoFC-합성비석에서  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 흡착평형시간은 각각 4, 6h이며 흡착률은 98, 85%정도이다. 또한 합성비석에서  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 흡착평형시간은 각각 4.5, 6.5h이며 흡착률은 95, 75%정도이다.

공존이온의 영향 KCoFC-합성비석에서 공존이온의 농도에 따르는  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 분배결수변화는 그림 2와 같다.

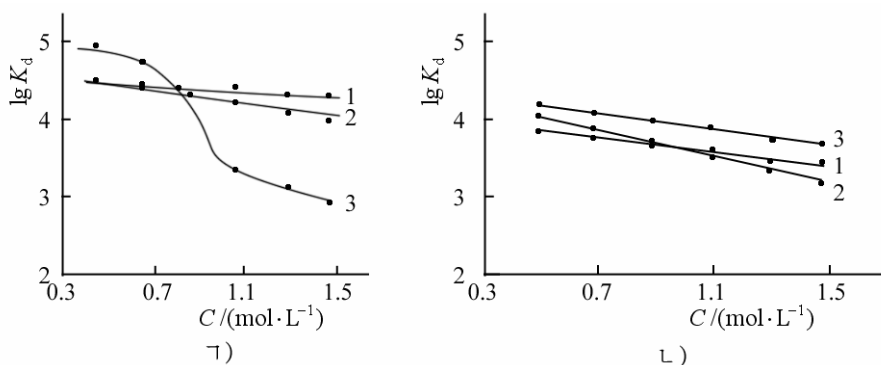


그림 2. 공존이온의 농도에 따르는  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 분배결수변화  
 1)  $^{137}\text{Cs}$ : 1- $\text{K}^+$ , 2- $\text{Na}^+$ , 3- $\text{Ca}^{2+}$ ; 2)  $^{90}\text{Sr}$ : 1- $\text{Mg}^{2+}$ , 2- $\text{Ca}^{2+}$ , 3- $\text{Na}^+$

그림 2에서 보는바와 같이 공존이온의 농도가 0.5~1mol/L일 때 KCoFC-합성비석의  $^{137}\text{Cs}$  분배결수에 큰 영향을 미치지 않지만 그 이상에서는 분배결수가 달라진다. 이것은 처음에는 KCoFC에서 흡착이 일어나 포화될 때까지 분배결수에 영향을 미치지 않지만 공존이온의 농도가 1mol/L이상으로 짊어지면 합성비석과의 흡착이 일어나기때문이라고 볼수 있다.

또한 KCoFC-합성비석의  $^{90}\text{Sr}$ 분배결수변화는  $^{137}\text{Cs}$ 보다 작다. 이것은 흡착제에서 담체인 합성비석이  $\text{Cs}^+$ 보다  $\text{Sr}^{2+}$ 에 대한 선택성이 높다는것을 보여준다.

pH의 영향 가성소다와 염산으로 용액의 pH를 1~12로 조절하면서  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 의 흡착률변화를 측정 한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 KCoFC-합성비석의  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 흡착률은 pH 8이상에서 낮아진다. 이것은 알칼리성매질에서 KCoFC가 불안정하여 분해되기때문이다.

맺 는 말

KCoFC-합성비석은 합성비석보다  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 에 대한 흡착률과 분배계수가 크며 공존이온의 농도가 1mol/L이하일 때 크게 영향을 받지 않으므로 핵시설에서 나오는 산성폐액에서 두 핵종분리에 리용할수 있다.

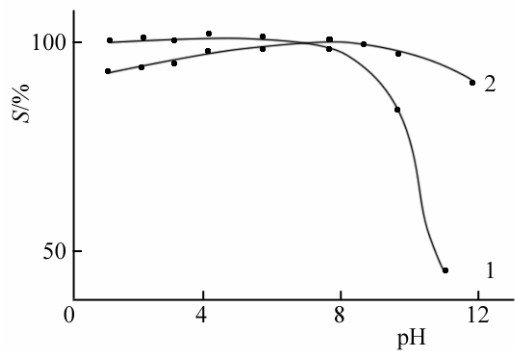


그림 3. pH에 따르는 흡착률변화  
1- $^{137}\text{Cs}$ , 2- $^{90}\text{Sr}$

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 8, 92, 주체101(2012).
- [2] R. D. Hunt; Separation Science and Technology, 40, 2933, 2005.

주체105(2016)년 5월 5일 원고접수

## Influence of Several Factors on the Adsorption of $^{137}\text{Cs}$ and $^{90}\text{Sr}$ of KCoFC-Synthetic Zeolite

An Chol Ju, Pak Hwa Chol

The adsorption rate and distribution coefficient of KCoFC-synthetic zeolite for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  are bigger than synthetic zeolite.

KCoFC-synthetic zeolite can be used to separate  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  from acidic waste liquids of nuclear establishes since adsorption rate and distribution coefficients are not affected when the concentration of co-existing ions is below 1mol/L.

Key words: KCoFC-synthetic zeolite,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , separation