

## 전극법에 의한 $C_{\text{유}}$ 결정방법의 개선과 그 적용

심학철, 조성길

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《현대적기술에 토대하여 기초공업부문의 주체화수준을 높이고 나라의 자원을 종합적으로 효과있게 리용하며 원유를 비롯한 중요자원들을 적극 개발하여야 합니다.》(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 46페이지)

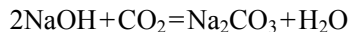
원유지표지구화학탐사방법인  $C_{\text{유}}$  (유기탄소함량)결정방법은 지층을 통하여 지표로 올라온 원유나 가스광체로부터 토양이나 암석속에 형성된 매우 적은 량의 변화산물들을 측정대상으로 하므로 측정에서 높은 정확도를 요구한다.[3]

$C_{\text{유}}$  값의 믿음성을 높이기 위하여서는 정확도가 높은 새로운 방법들을 적극 받아들여야 한다. 그러므로 우리는 전극법을 리용하여  $C_{\text{유}}$  결정방법을 개선하고 그 정확도를 높이기 위한 연구를 하였다.

### 1. 전극법에 의한 $C_{\text{유}}$ 결정방법

지금까지 토양이나 암석시료를 일정한 온도구간에서 가열할 때 방출되는  $\text{CO}_2$ 의 량을 결정하기 위하여  $\text{NaOH}$ 용액에  $\text{CO}_2$ 을 흡수시키고  $\text{HCl}$ 용액으로 적정하는 적정법을 많이 리용하였다.

시료를 가열할 때 방출되는  $\text{CO}_2$ 은  $\text{NaOH}$ 용액과 다음과 같은 반응을 일으킨다.



그러므로 적정법에서는 방출된  $\text{CO}_2$ 과 반응하고 남은  $\text{NaOH}$ 용액을  $\text{HCl}$ 로 적정하여  $\text{CO}_2$ 의 량을 결정한다.

$$C_{\text{유}} = \frac{(M_{\text{전}} - M_{\text{후}}) \times 44}{2m} \times 100 = 2200 \frac{M_{\text{전}} - M_{\text{후}}}{m} \quad (1)$$

여기서  $M_{\text{전}}$ 과  $M_{\text{후}}$ 는 각각 반응전과 반응후  $\text{NaOH}$ 의 몰수,  $m$ 은 시료의 질량이다.

$\text{NaOH}$ 용액인 경우  $M = N \cdot V$ 이고  $\text{NaOH}$ 용액의 체적이 반응전과 반응후에 거의 변하지 않으므로 식 (1)을 다음과 같이 표시할수 있다.

$$C_{\text{유}} = 2.2 \cdot \frac{(N_{\text{전}} - N_{\text{후}}) \times V}{m} \quad (2)$$

여기서  $V$ 는  $\text{NaOH}$ 용액의 체적이다.

따라서  $\text{NaOH}$ 용액의 체적과 시료의 질량, 그리고 반응전과 후의  $\text{NaOH}$ 용액의 몰농도 변화를 알면 방출된  $\text{CO}_2$ 의 량을 결정할수 있다.

전극법의 원리를 보면 다음과 같다.

용액의 몰농도  $N$ 과 pH사이에 어떤 관계가 있는가를 보자.

물은 센염기에서 해리도는  $\alpha \approx 1$  이므로

$$[\text{OH}^-] = N, \text{ pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg N, \text{ pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg N$$

이다. 즉

$$N = 10^{\text{pH}-14}. \quad (3)$$

식 (3)을 식 (2)에 대입하면 다음식을 얻는다.

$$C_{\text{유}} = \frac{(10^{\text{pH}_{\text{전}}-14} - 10^{\text{pH}_{\text{후}}-14}) \cdot V}{m} \quad (4)$$

여기서  $\text{pH}_{\text{전}}$ 과  $\text{pH}_{\text{후}}$ 는 각각 반응전과 반응후 NaOH용액의 pH이다.

전극법은 간단하고 정확도가 높은 방법으로서 NaOH용액의 반응전과 반응후의 pH를 측정하여 쉽게 암석이나 토양시료를 열분해할 때 방출되는  $\text{CO}_2$ 의 양을 결정할수 있다.[2, 3]

## 2. 전극법에 의한 $C_{\text{유}}$ 결정방법의 정확성검증

우리는 제기한 방법의 정확성을 검증하기 위하여 어느 한 지구의 1개 탐사선상에서 수집한 시료 15건에 대하여 적정법과 전극법으로 결정한 값들을 비교하였다.(표)

표. 적정법과 전극법으로 결정한  $C_{\text{유}}$  값

시료 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
적정법 /%	0.40	1.15	2.18	2.62	3.01	3.40	3.49	3.70	3.62	3.56	3.45	3.48	3.23	3.26	2.96
전극법 /%	0.10	1.26	2.08	2.68	3.09	3.34	3.55	3.65	3.65	3.60	3.50	3.41	3.31	3.20	3.04

두가지 방법으로 결정한 값들에 기초하여 회귀분석을 진행하고 얻은 회귀곡선은 그림 1과 같다.

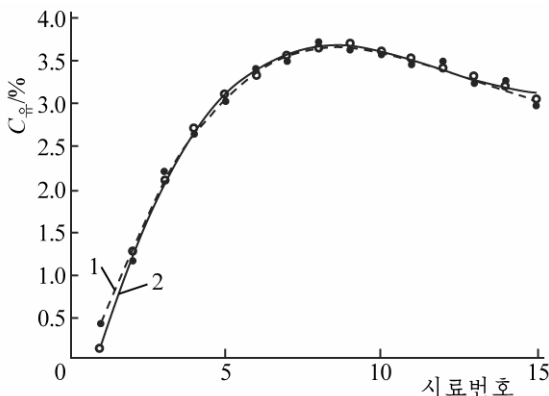


그림 1. 적정법(1)과 전극법(2)으로 얻은 회귀곡선

○, ●는 각각 전극법과 적정법으로  
측정한  $C_{\text{유}}$  값

적정법과 전극법으로 결정한 값들의 표준 편차는 각각 0.077 0, 0.046 1이다. 그림 1에서 보는바와 같이 전극법으로 결정한 값들은 적정법으로 결정한 값들에 비하여 회귀곡선에 가깝게 분포되어있다.

이로부터 다음과 같은 결론을 얻을수 있다.

첫째로, 적정법과 전극법에 의한  $C_{\text{유}}$  결정

방법은 정확도가 비교적 높다.

둘째로, 전극법에 의한  $C_{\text{유}}$  결정방법은 적정법에 비하여 간단하고 효과적인  $C_{\text{유}}$  결정방법이다.

우리는 전극법으로 어느 한 지구에서 수집

한 토양시료의  $C_{\text{유}}$  값을 결정하였다. 이때 시료채취면적은  $200\text{km}^2$ 이고 탐사선사이간격은  $1\text{km}$ 이며 시료수는 130건이다. 그리고 채취한 시료들을 건조하여 분쇄한 다음 릫도가  $0.12\sim 0.16\text{mm}$  인것들을 선별하고  $15\text{g}$ 씩 취하였다.

$C_{\text{유}}$  값들에 대하여 정규분포검정을 하고 정규분포하는 자료에 대하여  $C_{\text{유}}$  이상의 배경 값과 이상아래한계를 선행연구[1, 4]에 준하여 각각 0.1, 0.15로 설정하였다.

연구지역의  $C_{\text{유}}$  이상도는 그림 2와 같다. 그림에서 굵은 선이 이상아래한계선이다.

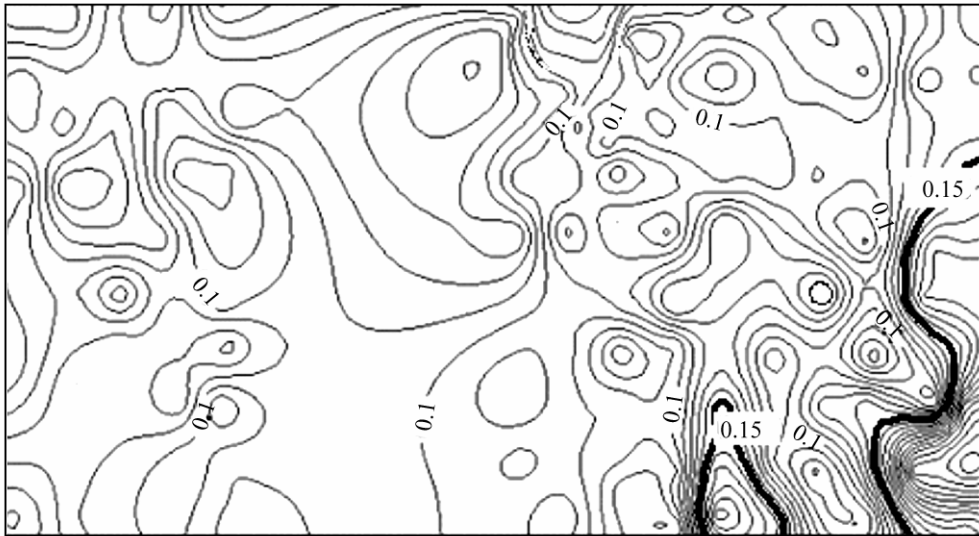


그림 2. 어느 한 지구의  $C_{\text{유}}$  이상도

그림 2에서 보는바와 같이 이상은 대체로 오른쪽 아래부분에 치우쳐 발달한다. 연구지역에서는 지난 시기 일정하게 원유징후를 발견한것만큼  $C_{\text{유}}$  자료와 함께 다른 탐사자료들을 리용한다면 원유광체와 관련된 이상구역을 정확히 밝힐수 있다.

## 맺 는 말

전극법은 용액의 pH를 측정하여 시료의 유기탄소함량을 결정하는 방법으로서 종전의 적정법보다 간단하고 정확도가 보다 높다.

## 참 고 문 헌

- [1] 최일영 등; 김책공업종합대학학보, 3, 27, 주체95(2006).
- [2] Xiaobing Zhuo et al.; International Journal of Greenhouse Gas Control, 7, 20, 2012.
- [3] 郝石生; 油气地球化学勘探方法与应用, 石油工业出版社, 28~78, 2009.
- [4] 蒋涛; 天然气地球科学, 19, 2, 280, 2008.

주체105(2016)년 6월 5일 원고접수

## **Improvement of Measurement of $C_{\text{org}}$ by using Electrode Method and Its Application**

*Sim Hak Chol, Jo Song Gil*

We described the method to improve accuracy in the measurement of  $C_{\text{org}}$  with the electrode method. Experimental results show that the measurement method of  $C_{\text{org}}$  by electrode method is more correct, simple and effective than the titrimetry.

Key words: electrode method, regolith geochemical exploration