

개선한 C형전환법에 의한 지구화학배경과 계통오차의 교정

최철만, 황광철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《지질탐사부문에서는 우리 나라 지질조건과 특성에 맞는 방법론을 세우고 그에 따라 여러가지 지구화학탐사방법을 적용하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제14권 505페이지)

론문에서는 지구화학탐사자료를 처리할 때 서로 다른 도폭들에서 나타나는 배경과 계통오차의 차이를 줄이기 위하여 C형전환법을 개선하고 그 효과성을 검증하였다.

1. 개선한 C형전환법의 배경과 계통오차교정원리

지구화학탐사에서 원소함량의 높고낮음은 대조도결수로, 원소함량변화의 크기는 변동결수로 특징지을수 있다. C형전환법은 대조도결수와 변동결수를 결합하여 원소함량의 높고낮음과 변화의 크기정도를 합리적으로 평가할수 있게 한다.

$$C_i = \frac{x_i}{\bar{x}} \cdot \frac{s_i}{\bar{x}_i} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

여기서 C_i 는 i 번째 시료채취점에서의 C결수값, x_i 는 i 번째 시료채취점에서의 분석값, \bar{x} 는 평균값, s_i 는 i 번째 시료채취점의 일정한 구역에서의 표준편차, \bar{x}_i 는 i 번째 시료채취점의 일정한 구역에서의 평균값이다.

일부 연구자들은 C형전환법의 배경과 계통오차교정효과에 대한 문제를 론하기 위하여 다음과 같은 가설을 세웠다.[1, 2]

① 도폭안의 임의의 구역의 평균값은 전체 도폭의 평균값과 같으며 임의의 구역에서의 표준편차는 전체 도폭에서의 표준편차와 같다.

② 서로 다른 도폭들에서 원소함량의 평균값, 표준편차는 같지 않다.

이러한 가설에 의하여 도폭의 C결수평균값과 표준편차는 각각 다음과 같다.

$$\bar{C} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2)$$

$$Q = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (C_i - \bar{C})^2} = \left(\frac{S}{\bar{x}} \right) \quad (3)$$

식에서 보는것처럼 C결수평균값은 해당 도폭에서 원소함량의 변동결수와 같으며 표준편차는 변동결수의 두제곱과 같다는것을 알수 있다. 즉 도폭상에서 C결수평균값과 표준편차는 도폭의 변동결수에 따라서 변화되는데 이러한 방법으로는 배경값을 교정하기가 어렵다. 이러한 부족점을 없애기 위하여 C형전환공식을 다음과 같이 개선하였다.

$$C'_i = \frac{x_i}{\bar{x}} \cdot \frac{s_i}{\bar{s}_i} - \frac{S}{\bar{x}} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

여기서 S 는 전체 도폭구역에서 원소분석값의 표준편차, \bar{x} 는 전체 도폭구역에서 원소분석값의 평균값이다.

개선한 C 형전환공식에 의한 배경값교정효과를 이론적으로 따져보면 다음과 같다.

우에서 제기한 가설에 따르면 1개의 도폭안에서 C'_i 의 평균값 $\overline{C'}$ 와 표준편차 Q' 는 각각 다음과 같다.

$$\overline{C'} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C'_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(C_i - \frac{S}{\bar{x}} \right) = 0 \quad (5)$$

$$Q' = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (C'_i - \overline{C'})^2} = \left(\frac{S}{\bar{x}} \right)^2 \quad (6)$$

식 (5)에서 보는바와 같이 개별적인 하나의 도폭에서 C 결수의 평균값은 다 0으로 되므로 서로 다른 도폭들사이의 배경값의 차이를 교정할수 있다.

지구화학시료측정의 오차는 측정값과 실제값사이의 차로써 다음과 같다.

$$\varepsilon_i = y_i - Y \quad (7)$$

여기서 y_i 는 i 번째 측정값, Y 는 실제값, ε_i 는 i 번째 측정의 오차이다.

어떤 한 시료의 실제값은 일반적으로 그 시료를 여러차례 측정한 값들의 평균값으로 대신할수 있으므로 위의 식을 다음과 같이 고쳐쓸수 있다.

$$\varepsilon_i = y_i - \tilde{y} \quad (8)$$

$$y_i = \tilde{y} + \varepsilon_i \quad (9)$$

여기서 \tilde{y} 는 여러차례 측정한 값들의 평균값이다.

식 (9)에서 오차 ε_i 는 우연오차와 계통오차를 포함하는데 다음과 같이 쓸수 있다.

$$\varepsilon_i = \varepsilon_i^R + \varepsilon_i^S \quad (10)$$

여기서 ε_i^R 는 우연오차, ε_i^S 는 계통오차이다.

측정회수가 많아질수록 측정값의 평균값은 실제값에 가까와가므로 오차의 평균값은 0에 다가간다. 이로부터 일반적으로 자료처리과정에서 우연오차는 고려하지 않는다. 그러면 식 (9)를 다음과 같이 고쳐쓸수 있다.

$$y_i = \tilde{y} + \varepsilon_i^S \quad (11)$$

계통오차에 대하여 측정값과 실제값사이에 다음과 같은 관계가 있다고 가정하자.[3]

$$y_i = \tilde{y} + \varepsilon_i^S = k\tilde{y} \quad (12)$$

여기서 k 는 분석실에서 어떤 원소를 다량분석할 때의 계통오차와 관련되는 결수이다.

식 (12)를 리용하여 개선한 C 형전환공식을 변형하면 다음과 같다.

$$C'_i = \frac{x_i}{\bar{x}} \cdot \frac{s_i}{\bar{s}_i} - \frac{S}{\bar{x}} = \frac{k\tilde{x}_i}{k\tilde{x}} \cdot \frac{k\tilde{s}_i}{k\tilde{s}} - \frac{kS}{k\tilde{x}} = \frac{\tilde{x}_i}{\tilde{x}} \cdot \frac{\tilde{s}_i}{\tilde{s}} - \frac{S}{\tilde{x}} \quad (13)$$

식 (13)으로부터 C'_i 값은 비록 계통오차가 포함된 측정값으로부터 계산해낸것이지만 실제값을 리용하여 계산한 결과와 같다는것을 알수 있다. 다시말하여 계통오차의 영향을 없앨수 있다.

이상과 같이 개선한 C형전환공식을 리용하여 여러 도폭들사이에서 배경값과 계통오차의 차이로부터 오는 영향을 제거할수 있다는것을 알수 있다.

2. 적용실례

연구지역은 4개의 1:5만도폭으로 되어있는데 7 518개의 망간함량분석자료들이 있다. 매 도폭들에서 망간함량분석자료들의 통계적특성량들은 표 1과 같다.

표 1. 망간함량분석자료의 통계적특성량

도폭번호	최소값/ %	최대값/ %	평균값/ %	표준편차
1	0.027	0.48	0.054	0.042
2	0.038	0.9	0.091	0.081
3	0.036	0.82	0.1	0.081
4	0.029	0.58	0.084	0.053

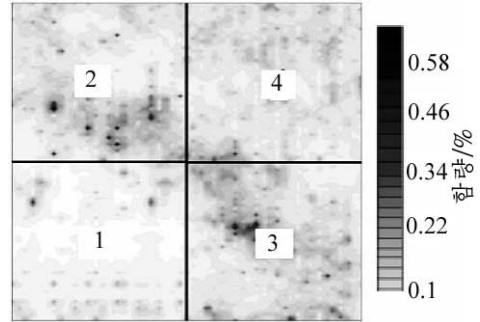


그림 1. 망간함량분석자료로 그린 등값선도

표 1과 그림 1에서 보는것처럼 도폭 1의 측정값은 다른 도폭들보다 작다. 개선한 C형전환공식에 의하여 연구지역의 모든 시료분석값들을 처리하였다. C형전환후 C결수값들의 통계적특성량들은 표 2와 같다.

표 2. C형전환후 C결수값들의 통계적특성량

도폭번호	최소값	최대값	평균값	표준편차
1	-0.64	8.68	-0.073	0.7
2	-0.77	8.27	-0.1	0.77
3	-0.69	6.27	-0.079	0.64
4	-0.46	4.66	-0.034	0.42

표 2에서 알수 있는것처럼 C형전환후 도폭 1과 다른 도폭들의 배경값차이가 크게 줄어들었다. 이것은 배경과 계통오차의 차이가 명백하게 감소되었다는것을 보여준다.

C형전환법과 기타 몇가지 방법으로 진행한 자료를 가지고 얻은 등값선도는 그림 2와 같다.

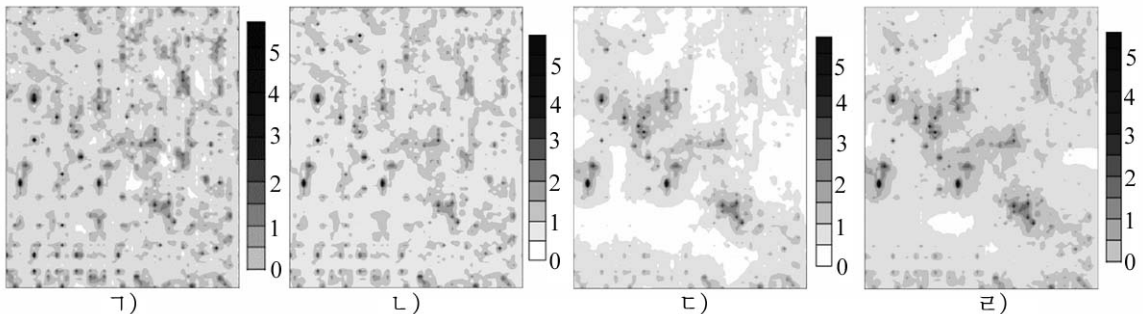


그림 2. 여러가지 자료처리방법으로 얻은 등값선도
가) 이동표준화법, 나) 대조도결수법, 다) 종전 C형전환법,
라) 개선한 C형전환법

그림 1과 2를 대비하면 다음과 같은것을 알수 있다.

그림 2에서는 그림 1에서 나타나던 도폭들사이의 배경값수준에서의 차이가 기본적으로 없어졌다. 그림 2의 ㄱ)와 ㄴ)는 해당 지역의 이상분포특징을 충분히 반영하지 못한다.

그림 2의 ㄷ)는 이상분포특징을 반영하지만 서로 다른 도폭들사이에서 수값의 수준상 차이는 아직 남아있다.

그림 2의 ㄹ)에서는 이상분포특징이 잘 나타날뿐아니라 도폭들사이에서 수값의 수준상 차이도 없어졌다는것을 알수 있다.

결과는 개선한 C형전환법이 다른 몇가지 방법들에 비하여 배경과 계통오차교정에서 좋은 효과를 나타낸다는것을 보여준다.

맺 는 말

개선한 C형전환법은 여러 도폭들의 지구화학탐사자료처리에서 다른 방법들에 비하여 좋은 배경과 계통오차교정효과를 얻을수 있게 한다.

참 고 문 헌

- [1] 纪宏金 等; 地质与勘探, 37, 4, 56, 2001.
- [2] 路璐 等; 地质通报, 29, 10, 1594, 2010.
- [3] 戴慧敏 等; 地球学报, 35, 5, 648, 2014.

주체106(2017)년 11월 5일 원고접수

Correction of the Geochemical Background and Systematic Error by Application of the improved C Type Conversion

Choe Chol Man, Hwang Kwang Chol

The improved C type conversion can get better background and systematic error correction effect in comparison with other methods in geochemical data processing.

Key words: C type conversion, geochemical background, system error