

○지역의 표토분산마당에서 허스트파라미터에 의한 원소함량분포특성

장광혁, 신철남

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

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

화학의 최신성과에 기초하여 지하자원을 찾아내는 지구화학탐사방법은 가장 효과적인 탐사방법이며 현대탐사기술발전의 주되는 추세로 되고있다.

선행연구[1, 2]에서는 ○지역의 표토분산마당에서 원소함량분포특성을 정량적으로 고찰하지 못하였다.

본문에서는 허스트파라미터로 ○지역의 표토분산마당에서 지구화학원소분포특성을 정량적으로 고찰하였다.

1. 방법의 원리

연구지역은 연, 아연을 비롯한 조광원소들과 배태암성분들이 뒤섞여있는 2차분산마당이다.

연구지역근방에는 큰 관입암체가 없고 맥암류들인 휘장휘록암맥과 황반암맥들이 발달되어있다. 이 암맥들은 연-아연광체의 함광구조형성과 일정한 련관이 있다.

휘장휘록암은 주로 탄산염암층을 따라 분포되어있으며 충상체, 맥상체로 나타난다. 휘장휘록암맥들은 북동계렬의 암맥과 북서계렬의 암맥으로 구분된다. 황반암맥들은 주로 탄산염암석들에 주입되어 북서계렬구조들을 따라 발달하는데 동쪽 혹은 서쪽으로 비탈져 있다.

허스트파라미터(H)는 시계렬의 자기상사성정도를 나타내는 량으로서 프락탈차원과 직접적으로 련관되어있다.

H 의 기대값은 0과 1사이에 있다. $H=0.5$ 이면 원소함량분포가 우연적이고 $H<0.5$ 이면 원소함량분포가 불연속적이며 $H>0.5$ 이면 원소함량분포가 련속적이다.[3-5]

이제 허스트파라미터로 원소함량분포특성을 평가하는 방법에 대하여 보기로 하자.

시료채취점사이의 평균거리를 $r=\Delta X$, 시료채취점 X_i 에서의 원소함량을 $Z(X_i)$ 라고 하면 i 번째 시료채취점에서 원소함량변화량은 $\Delta Z_i = |Z(x_i + r) - Z(x_i)|$ 이다.

또한 i 번째 시료채취점으로부터 $i+1$ 번째 시료채취점까지의 원소함량곡선길이는 $\delta_i = \sqrt{r^2 + \Delta Z_i^2}$ 이고 전체 원소함량곡선길이는 다음과 같다.

$$L(r) = \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (1)$$

만일 $\Delta X \ll 1$ 이면 전체 원소함량곡선길이는 다음과 같이 표시된다.

$$L(r) = C \cdot r^{(1-1/H)} \quad (2)$$

여기서 C 는 결수이다.

식 (2)는 임의의 탐사선에서 원소함량곡선길이(원소함량의 공간분포)와 시료채취점사이 평균거리의 관계를 나타낸다.

식 (2)의 양변에 로그를 취하면

$$\lg L(r) = (1-1/H) \lg r + \lg C$$

$1-1/H=D$ 라고 하면 $\lg L(r) = D \lg r + \lg C$ 이다.

최소두제곱법으로 회귀직선의 경사도 D 를 구하면 H 를 계산할수 있다.

2. 연구 결과

연구지역에서 탐사선사이거리는 100m, 시료채취점사이의 평균거리는 20m로 정하고 총연장길이가 96km에 달하는 구간에서 표토시료를 채취하였다.

다음 채취한 표토시료들에 대한 자외선발광분석을 진행하였다. 이때 분석되는 34개의 원소들은 Sr, Co, Zn, Y, Yb, Ag, Cu, Cd, Ce, La, Li, Sn, Mo, Sc, Be, Bi, V, Ba, Ni, Cr, Ga, Mn, Ge, Ti, Pb, Nb, Zr, In, W, Sb, P, Tl, Hf, As이다.

이 가운데서 연-아연광화작용과 련관이 없거나 함량변화에서 련속성이 없는 14개 원소들을 제거하고 20개 원소들인 Sr, Co, Zn, Y, Ag, Cu, La, Li, Sn, Mo, Be, V, Ba, Ni, Cr, Ga, Mn, Ti, Pb, Zr를 해석에 리용하였다.

먼저 Sr의 허스트파라메터 H 를 구하자.

시료채취점사이의 평균거리 $r=20\text{m}$ 일 때 식 (1)에 의하여 전체 원소함량곡선길이를 구하면 $L(r)=4.73 \times 10^8 \text{m}$ 이다. 그리고 $r=320\text{m}$ 일 때 $L(r)=5.15 \times 10^6 \text{m}$, $r=620\text{m}$ 일 때 $L(r)=1.75 \times 10^6 \text{m}$ 이다.

이와 같은 방법으로 여러개의 r 에 따르는 $L(r)$ 값을 계산하고 그 로그값을 얻어 직각자리표계에 표시한다.

다음 최소두제곱법으로 회귀직선의 경사도를 구하면 $D=-1.63$ 이므로 $H=0.38$ 이다.

마찬가지 방법으로 연구지역에 있는 20개 원소들에 대한 함량분포의 허스트파라메터와 그 적합도를 계산하였다.(표)

표. 연구지역에서 원소함량분포의 허스트파라메터(H)와 그 적합도(R)

| 원소 | H | R | 원소 | H | R | 원소 | H | R |
|----|------|------|----|------|------|----|------|------|
| Zn | 0.93 | 0.98 | Cu | 0.52 | 0.95 | Be | 0.23 | 0.94 |
| Y | 0.62 | 0.98 | Mn | 0.53 | 0.99 | V | 0.36 | 0.98 |
| Ag | 0.78 | 0.99 | Pb | 0.56 | 0.98 | Ba | 0.35 | 0.95 |
| Sr | 0.38 | 0.98 | Cr | 0.49 | 0.94 | Ni | 0.22 | 0.95 |
| Co | 0.33 | 0.96 | Ti | 0.44 | 0.97 | Ga | 0.33 | 0.98 |
| Li | 0.32 | 0.98 | La | 0.43 | 0.96 | Zr | 0.38 | 0.96 |
| Mo | 0.35 | 0.98 | Sn | 0.46 | 0.97 | | | |

표에서 Zn, Y, Ag의 함량분포의 H 값은 0.62~0.93으로서 모두 0.5이상이므로 원소함량분포가 련속적이다.

한편 Sr, Co, Li, Mo, Be, V, Ba, Ni, Ga, Zr의 함량분포의 H 값은 0.22~0.38로서 모두 0.5이하이므로 원소함량분포가 불연속적이다. Cu, Mn, Pb, Cr, Ti, La, Sn의 함량분포의 H 값은 거의 0.5이므로 원소함량분포가 우연적이다.

허스트파라미터곡선을 리용하면 원소함량분포를 직관적으로 고찰할수 있다.(그림)

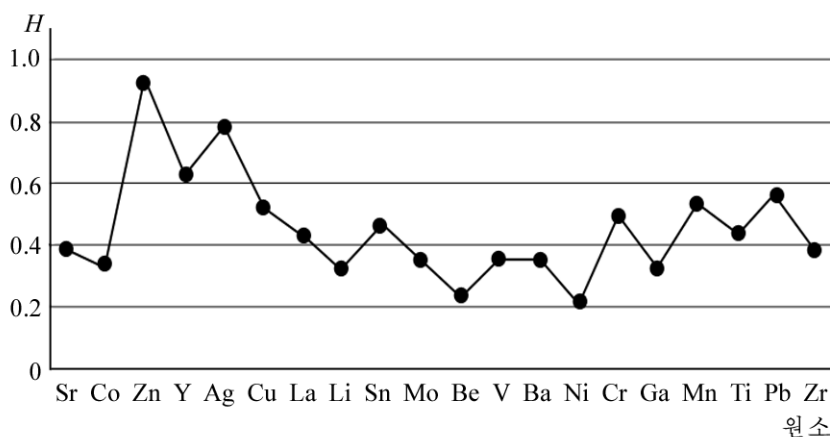


그림. 원소함량분포의 허스트파라미터곡선

연구지역에서 Zn과 Pb는 광화작용과 연관되는 기본 주광종원소이다. 그런데 Zn과 Pb의 H 값을 비교해보면 Zn함량분포의 H 값은 0.93으로서 0.5보다 훨씬 크므로 원소함량분포의 연속성이 좋지만 Pb함량분포의 H 값은 0.56으로서 0.5에 다가가므로 원소함량분포가 우연적이다. 이것은 연구지역의 표토분산마당에서 Zn이 Pb에 비하여 광화작용의 연속성이 매우 좋고 더 균일하게, 더 넓게 분포되어있다는것을 보여준다.

이러한 현상은 Zn과 Pb의 지구화학적성질과 일치한다.

류화물의 산화작용은 본질에 있어서 전기화학적과정이다.

실례로 섬아연광(ZnS), 방연광(PbS)과 같은 류화광물들에서 일어나는 전기화학적용해과정의 총 반응식은 다음과 같다.



여기서 ZnSO_4 이 PbSO_4 보다 용해도가 크므로 Zn이 Pb에 비하여 더 넓게 분포한다.

또한 방연광의 전극전위($0.30 \pm 0.10\text{V}$)가 섬아연광의 전극전위($-0.05 \pm 0.01\text{V}$)보다 크므로 이 두가지 류화광물이 공반될 때 섬아연광이 방연광보다 먼저 산화된다.

결국 Zn은 전반적으로 이상마당의 규모가 크고 균일하지만 Pb는 이상마당의 규모가 작고 불균일하다. 이러한 지구화학적현상은 Zn의 H 값이 Pb에 비하여 크다는 사실과 일치된다.

맺는 말

연구지역의 표토분산마당에서 허스트파라미터에 의하여 원소함량분포특성을 평가할 수 있다. Zn, Y, Ag의 H 값은 0.62~0.93, Sr, Co, Li, Mo, Be, V, Ba, Ni, Ga, Zr의 H 값은 0.22~0.38, Cu, Mn, Pb, Cr, Ti, La, Sn의 H 값은 거의 0.5이다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 48, 1, 127, 주체91(2002).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 48, 4, 146, 주체91(2002).
- [3] Renguang Zuo; Journal of Geochemical Exploration, 102, 37, 2009.
- [4] Q. Cheng; Geoinformatics, 13, 2, 46, 2002.
- [5] Q. Cheng; Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 29, 6, 733, 2004.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

The Element Content Distribution Characteristic by Hurst Parameter in Soil Dispersion Field of the ○ Region

Jang Kwang Hyok, Sin Chol Nam

In this paper, we have considered the method estimating the element content distribution characteristic by Hurst parameter in soil dispersion field of the ○ region.

Hurst parameters of Zn, Y and Ag are 0.62~0.93, H of Sr, Co, Li, Mo, Be, V, Ba, Ni, Ga and Zr are 0.22~0.38, H of Cu, Mn, Pb, Cr, Ti, La and Sn are nearly 0.5 respectively.

Keywords: geochemical exploration, Hurst parameter, soil dispersion field