

은파광상 7지구에서 암석지구화화이상의 분리

최 철 만

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

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

지구화학탐사방법을 널리 받아들이며 그 탐사효과를 높이는데서 우리 나라의 실정에 맞는 자료처리 및 이상기준값결정방법을 연구하는것은 중요한 문제의 하나이다.

선행연구[1-4]에서는 은파광상의 지질과 성인, 원소분포특성, 지표이상의 삭박수준평가와 관련한 문제들을 제기하였지만 암석지구화화이상마당을 분리하기 위한 연구는 진행되지 못하였다.

본문에서는 은파광상의 7지구에서 진행한 1:1만 암석지구화학탐사자료로부터 몇가지 지시원소들의 이상을 분리하기 위한 이상기준값을 결정하였다.

1. 연구지역의 간단한 지질

연구지역은 지체구조적으로 평남요곡지 해주침강대 사리원, 서흥요함대의 남서부에 위치하고있다.[1]

광상구역에는 원생대 직현군층, 사당우군층, 묵천군층, 멸악산군층 암석들과 여러가지 맥암류들이 분포되어있다. 기본합광층은 은적산주층 상부분층이다.

광체들은 교회질석회암을 따라 발달하는 파쇄대안에 포함되어있으므로 광체들의 놓임새와 크기는 파쇄대의 모양에 의해 규정된다.

광체의 주요금속광물들은 섬아연광, 방연광, 황철광, 황동광, 유동광, 반동광, 휘은광, 류카드미움광이고 비금속광물은 방해석, 교회석, 석영, 형석, 중정석 등이며 차생광물은 갈철광, 탄산철광, 이극광, 백연광, 적철광, 공작석, 동람 등이다.

2. 연구지역에서 원소들의 분포특성

원소분포특성을 연구하기 위한 기초자료로 100m×25m의 직사각형망으로 채취한 6 120건의 암석지구화학탐사시료들을 살창분광기(《CTO-1》)로 근사정량분석하여 얻은 30여개 원소들의 함량값을 리용하였다.

우선 분석결과에서 출현률이 높은 11개의 원소들(Co, Zn, Cu, V, Mo, Ni, Cr, Mn, Pb, Ba, Sr)의 함량값들의 분포에 대한 통계적특성량들을 계산하였다.(표 1)

표 1에서 보는바와 같이 변동계수가 큰 원소들은 Pb, Zn이다. 이로부터 연구지역에서는 이 두가지 원소의 광화작용이 세계 진행되었다는것을 알수 있다.

표 1. 출현률이 높은 원소들의 함량값들의 분포에 대한 통계적특성량

원소	평균함량/(g.t ⁻¹)	최소함량/(g.t ⁻¹)	최대함량/(g.t ⁻¹)	표준편차/(g.t ⁻¹)	변동계수
Co	6.71	1.00	500	14.48	2.16
Zn	32.59	10.00	10 000	140.96	4.33
Cu	17.37	1.00	2 000	44.81	2.58
V	20.65	1.00	400	33.84	1.64
Mo	1.80	0.50	50	2.08	1.15
Ni	14.65	2.00	300	23.44	1.60
Cr	23.04	2.00	600	42.72	1.85
Mn	511.99	10.00	4 000	301.93	0.59
Pb	17.61	2.00	10 000	146.88	8.34
Ba	247.22	20.00	10 000	288.20	1.17
Sr	296.63	100.00	6 000	308.87	1.04

다음으로 출현률이 높은 원소들사이의 상관계수를 계산하였다.(표 2)

표 2. 출현률이 높은 원소들사이의 상관계수

원소	Co	Zn	Cu	V	Mo	Ni	Cr	Mn	Pb	Ba	Sr
Co	1.00	0.17	0.48	0.58	0.28	0.67	0.49	0.50	0.01	0.22	-0.16
Zn	0.17	1.00	0.17	0.14	0.09	0.19	0.12	0.14	0.87	0.05	-0.02
Cu	0.48	0.17	1.00	0.28	0.15	0.45	0.25	0.27	0.01	0.09	-0.06
V	0.58	0.14	0.28	1.00	0.44	0.83	0.71	0.60	0.01	0.36	-0.28
Mo	0.28	0.09	0.15	0.44	1.00	0.43	0.39	0.31	0.02	0.20	-0.10
Ni	0.67	0.19	0.45	0.83	0.43	1.00	0.76	0.67	0.02	0.36	-0.26
Cr	0.49	0.12	0.25	0.71	0.39	0.76	1.00	0.55	0.01	0.36	-0.25
Mn	0.50	0.14	0.27	0.60	0.31	0.67	0.55	1.00	0.02	0.33	-0.19
Pb	0.01	0.87	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	1.00	0.01	0.01
Ba	0.22	0.05	0.09	0.36	0.20	0.36	0.36	0.33	0.01	1.00	-0.07
Sr	-0.16	-0.02	-0.06	-0.28	-0.10	-0.26	-0.25	-0.19	0.01	-0.07	1.00

표 2에서 보는바와 같이 광상의 주광종원소인 Zn과 상관성이 높은 원소들은 Pb, Ni, Cu, Co이며 Pb와 상관성이 높은 원소는 Zn뿐이다. 이로부터 연구지역에서의 광체탐사에 가장 적합한 지시원소는 Pb, Zn이며 이밖에 Ni, Cu 등을 리용할수 있다는것을 알수 있다.

다음으로 Zn과 Pb에 대하여 원소함량 및 함량로그값분포의 정규성검정을 위한 비대칭계수와 뾰족계수를 계산하였다.(표 3, 4)

표 3. 지시원소함량분포의 정규성검정을 위한 비대칭계수와 뾰족계수

원소	비대칭계수(A)	뾰족계수(E)	$\frac{A}{\sqrt{6/n}}$	$\frac{E}{2\sqrt{6/n}}$
Zn	59.69	4 121.64	1 906.46	65 817.33
Pb	58.10	3 707.22	1 855.58	59 199.55

표 4. 지시원소의 함량로그값분포의 정규성검정을 위한 비대칭결수와 뽀족결수

원소	비대칭결수(A)	뽀족결수(E)	$\frac{A}{\sqrt{6/n}}$	$\frac{E}{2\sqrt{6/n}}$
Zn	1.07	0.46	34.16	7.31
Pb	-0.39	1.62	-12.34	25.82

비대칭결수와 뽀족결수에 의한 정규성검정을 진행한 결과 원소들의 함량분포는 정규분포나 로그정규분포를 따르지 않는다. 그러므로 이상기준값을 결정하는데 일반적으로 리용되는 수리통계적방법을 적용할수 없다.

또한 연구지역의 자료들은 서로 다른 분석자들에 의하여 분석된 18개의 분석대장의 자료를 종합한것으로서 분석조건과 감정자가 다른것으로 하여 분석대장별로 일정한 계통오차들이 존재한다. 분석대장에 따르는 지시원소함량분포의 통계적특성량들은 표 5와 같다.

표 5. 분석대장별 지시원소함량분포의 통계적특성량

분석대장	원소	평균값	표준편차	분석대장	원소	평균값	표준편차
궁-75	Zn	47.08	105.79	궁청-84	Zn	16.72	18.38
	Pb	20.31	91.29		Pb	10.75	9.54
궁-76	Zn	30.87	165.77	수-60-2	Zn	31.55	30.85
	Pb	17.15	82.05		Pb	14.66	13.05
궁-80	Zn	29.84	29.10	수-95	Zn	32.38	32.76
	Pb	19.99	33.40		Pb	16.34	27.50
궁-81	Zn	30.62	45.56	수-104	Zn	20.28	17.26
	Pb	22.10	41.45		Pb	13.11	6.09
궁-86	Zn	23.13	17.49	신-85	Zn	22.95	27.63
	Pb	12.65	10.93		Pb	13.69	10.03
궁-87	Zn	29.50	26.23	신-2039	Zn	204.89	853.80
	Pb	14.22	6.21		Pb	76.84	854.03
궁-96	Zn	29.82	27.53	운-7-1	Zn	35.06	29.89
	Pb	17.26	15.00		Pb	18.48	10.59
궁청-16	Zn	29.19	80.59	운-7	Zn	26.43	26.64
	Pb	34.09	322.30		Pb	9.51	10.15
궁청-61	Zn	22.74	21.52	운-61	Zn	20.31	32.10
	Pb	13.42	9.07		Pb	3.50	7.90

표 5에서 보는바와 같이 분석대장별로 원소함량평균값과 표준편차가 크게 차이난다. 이것은 분석자들의 분석기능에서의 차이로 인한 계통오차의 영향으로 볼수 있다. 즉 계통오차의 영향을 제거하기 위한 일정한 처리를 하지 않고서는 전체 연구지역에 대한 이상기준값을 설정할수 없다.

3. 분석대장별 계통오차교정과 이상분리

이상기준값결정방법의 하나인 분구별제거법은 암석류형에 따르는 원소함량의 차이를 고려할수 있을뿐아니라 원소함량의 분포류형에 관계없이 이상기준값을 결정할수 있는 우점이 있다. 이로부터 분구별제거법을 리용하여 분석대장에 따르는 계통오차의 영향을 제거하였다. 그 과정은 다음과 같다.

먼저 자료들을 분석대장별로 구분한다.

다음 매 분석대장별로 배경평균값을 결정한다.

해당 분석대장에 속하는 전체 분석값(함량자료)을 가지고 산수평균값 \bar{C}_1 와 표준편차

s_1 을 결정한 다음 $\bar{C}_1 + 2s_1$ 보다 크거나 $\bar{C}_1 - 2s_1$ 보다 작은 분석값은 이상시료의 분석값이라고 보고 제거한다. 나머지 분석값들을 가지고 평균값 \bar{C}_2 와 표준편차 s_2 를 결정하고 $\bar{C}_2 + 2s_2$ 보다 크거나 $\bar{C}_2 - 2s_2$ 보다 작은 분석값은 이상시료의 분석값이라고 보고 제거한다. 이러한 과정을 반복하여 더는 제거할 분석값이 없을 때의 \bar{C}_n 를 해당 분석대장에 속한 분석값들의 배경평균값으로 설정한다.

우와 같은 방법으로 결정한 분석대장별 지시원소들의 배경평균값들은 표 6과 같다.

표 6. 분석대장별 지시원소들의 배경평균값

분석대장	원소	순환수/회	배경평균값	분석대장	원소	순환수/회	배경평균값
궁-75	Zn	5	19.95	궁청-84	Zn	4	10.00
	Pb	5	12.81		Pb	2	8.82
궁-76	Zn	6	10.00	수-60-2	Zn	2	29.40
	Pb	3	11.20		Pb	3	12.43
궁-80	Zn	2	27.88	수-95	Zn	6	10.00
	Pb	4	13.58		Pb	3	14.05
궁-81	Zn	6	14.38	수-104	Zn	6	10.00
	Pb	4	17.36		Pb	3	13.23
궁-86	Zn	3	19.22	신-85	Zn	4	10.00
	Pb	3	11.16		Pb	3	11.45
궁-87	Zn	6	16.50	신-2039	Zn	4	111.57
	Pb	3	14.17		Pb	4	3.26
궁-96	Zn	8	10.00	운-7-1	Zn	5	20.33
	Pb	3	14.85		Pb	2	16.97
궁청-16	Zn	5	10.00	운-7	Zn	5	10.00
	Pb	6	5.31		Pb	4	6.69
궁청-61	Zn	6	10.00	운-61	Zn	3	10.00
	Pb	3	12.57		Pb	5	2.00

이와 같이 결정한 배경평균값으로 해당 분석대장의 전체 분석값들을 나눈 대조도평균값(표 7)을 이상기준값결정을 위한 기초자료로 리용하면 분석대장별로 차이나는 계통오차의 영향을 없앨수 있다.

표 7. 분석대장별 지시원소들의 대조도평균값

분석대장	원소	대조도평균값	분석대장	원소	대조도평균값
궁-75	Zn	2.36	궁청-84	Zn	1.672
	Pb	1.59		Pb	1.22
궁-76	Zn	3.09	수-60-2	Zn	1.07
	Pb	1.53		Pb	1.18
궁-80	Zn	1.07	수-95	Zn	3.24
	Pb	1.47		Pb	1.16
궁-81	Zn	2.13	수-104	Zn	2.03
	Pb	1.27		Pb	0.99
궁-86	Zn	1.20	신-85	Zn	2.30
	Pb	1.13		Pb	1.20
궁-87	Zn	1.79	신-2039	Zn	1.84
	Pb	1.00		Pb	23.57
궁-96	Zn	2.98	운-7-1	Zn	2.27
	Pb	1.16		Pb	1.29
궁청-16	Zn	2.92	운-7	Zn	2.27
	Pb	6.42		Pb	1.29
궁청-61	Zn	2.27	운-61	Zn	2.03
	Pb	1.07		Pb	1.75

우리는 대조도평균값들을 기초자료로 하여 전체 연구지역에서 이상기준값을 결정하기 위한 방법으로 EDA법을 리용하였다.(표 8) 그것은 EDA법이 기초자료의 통계적분포류형에 관계없이 적용할수 있으며 이상기준값결정과정의 간단하고 직관적이라는 우점이 있기 때문이다.[5]

표 8. EDA법에 의한 이상기준값계산결과

원소	하절점값	상절점값	h	이상기준값
Zn	0.70	2.15	1.45	4.33
Pb	0.71	1.42	0.71	2.49

h 는 상절점값과 하절점값사이의 차
분구별제거법으로 계통오차의 영향을 제거하고 EDA법으로 이상기준값을 설정한 결과와 원시자료에 직접 EDA법을 적용하여 이상기준값을 설정한 결과를 비교하면 그림과 같다.

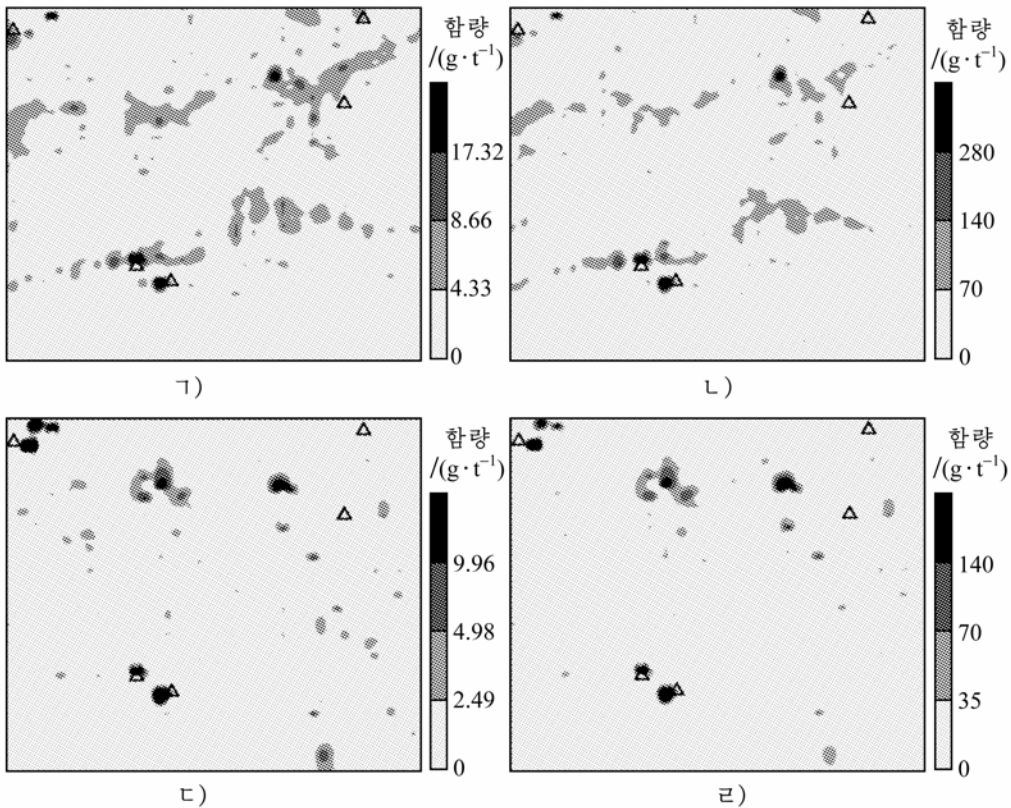


그림. 연구지역의 이상분리결과

a), c)는 각각 계통오차를 없앤 후의 Zn, Pb이상분포, b), d)는 각각 계통오차를 없애기 전의 Zn, Pb이상분포; Δ 광체의 위치

그림에서 보는데와 같이 계통오차를 제거한 경우에 분리된 이상들은 광체반영률이 높고 면적이 크며 세기도 높다.

맺 는 말

분구별제거법의 원리를 리용하면 분석결과에서 분석조건에 따르는 계통오차의 영향을 효과적으로 제거할수 있다.

계통오차의 영향을 제거한 후 EDA법으로 분리한 암석지구화학이상은 원시자료를 그대로 리용하여 분리한 이상에 비하여 광체반영효과가 높다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 57, 2, 174, 주체100(2011).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 8, 196, 주체98(2009).
- [3] 김일성종합대학학보(자연과학), 40, 9, 91, 1994.
- [4] 최병숙 등; 조선지질총서 6, 공업출판사, 190~212, 주체100(2011).
- [5] 李文娟 等; 现代矿业, 542, 6, 58, 2014.

주체106(2017)년 4월 5일 원고접수

Separation of Rock Geochemical Anomaly in “ㄱ” Area of Unpha Deposit

Choe Chol Man

It is useful to apply the principle of removing method per sector in removing the influence of the systematic error related to the analyzing condition.

The rock geochemical anomaly separated by EDA method after removing the influence of the systematic error has the higher effect reflecting the ore body over the original datum.

Key words: rock geochemical anomaly, systematic error, EDA method