

모호종합평정에 의한 광상의 개발전망성평가방법

황광철, 김명선

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《땅속에 묻혀있는 자원을 똑똑히 알아야 탄광, 광산들에서 헛굴진과 반복시공을 없애고 생산을 정상화할수 있으며 확보매장량을 늘이고 유망한 새 개발후보지를 찾아내여 새로운 탄광, 광산을 전망성있게 개발할수 있으며 채취공업을 계획적으로 발전시켜나갈수 있습니다.》(《김정일선집》 증보판 제14권 500페이지)

광상의 개발전망성을 정확히 평가하는것은 원료와 연료를 사회주의강성국가건설에 효과적으로 리용하는데서 중요한 의의를 가진다.

광상의 규모를 평가하는 기준은 나라마다 서로 다르다. 우리 나라에서는 최저산업적기준매장량의 500배이상을 대단히 큰 규모로, 100~500배사이를 큰 규모로, 20~100배사이를 중간 규모로, 20배보다 작은것을 작은 규모로 규정하였다.[1]

논문에서는 모호종합평정을 리용하여 광상의 개발전망성을 정량적으로 평가하는 방법을 제기하고 그 효과성을 검증하였다.

1. 모호종합평정의 원리

모호종합평정이란 대상들에 모호성이 내포되어있을 때 모호수학적방법을 적용한 종합평정을 말한다.[2-4]

평가하려는 하나의 대상을 U 라고 하고 평정조건에 따르는 요소들의 모임을 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 이라고 하자. 이것은 대상 U 를 평가할 때 n 개의 요소들을 종합적으로 고려하여야 한다는것을 의미한다. 그리고 평가언어모임을 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 이라고 하자.

이제 평가언어모임 Y 에서 정의되는 매 요소 x_i 에 대한 모호평가를 $\tilde{R}_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$ 이라고 하면 n 개 요소에 대하여 n 개의 모호평가 $\tilde{R}_1, \tilde{R}_2, \dots, \tilde{R}_n$ 을 얻을수 있다. 즉 다음과 같은 행렬

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

을 얻는데 이 행렬을 한요소평정행렬이라고 한다.

매 요소에 대한 무게벡토르 $\tilde{A} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, $a_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 이 주어지면 \tilde{A} 와 \tilde{R} 에 의하여 대상 U 에 대한 종합평정 \tilde{B} 을 구할수 있다.

$$\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R}$$

$$(a_1, a_2, \dots, a_n) \cdot \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

여기서 $b_j(j=1, \overline{m})$ 는 대상 U 의 j 번째 소속도이다.

만일 $b_k = \max\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 이면 대상 U 가 b_k 에 해당하는 부류에 속한다고 평가한다.

2. 모호종합평정에 의한 광상의 개발전망성평가

1) 평가인자확정

모호종합평정을 리용하여 광상의 규모를 평가하기 위하여서는 우선 평가인자들을 확정하여야 한다.

우리는 광석의 품위, 함량, 채굴가능한 광석의 품위, 채굴가능한 함량 이 4개의 평가인자들을 가지고 4개의 부류로 구분하려고 한다.

먼저 요소모임 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ 를 구성하였다.

여기서 x_1 은 품위, x_2 는 함량, x_3 은 채굴가능품위, x_4 는 채굴가능함량이다.

그리고 평가언어모임을 우리 나라 광상의 규모평가원칙에 따라 4개 즉 대단히 큰 규모, 큰 규모, 중간 규모, 작은 규모로 구성하였다.

다음으로 모호계산을 위해 4개의 평가인자들을 4개의 부류로 나누는 징표모호모식을 구성하였다.

실례로 어떤 광종의 최저산업적기준매장량이 10kg이므로 함량은 200kg이하를 작은 규모, 200~1 000kg을 중간 규모, 1 000~5 000kg을 큰 규모로, 5 000kg이상을 대단히 큰 규모로 구분하였다. 그리고 품위는 최저산업적품위(2g/t)와 광상의 규모구분을 고려하여 표 1과 같이 설정하였다.

표 1. 부류별징표모호모식표

평가	품위/(g·t ⁻¹)	함량/kg	채굴가능품위/(g·t ⁻¹)	채굴가능함량/kg
대단히 크다.	10<	5 000<	10<	5 000<
크다.	5~10	1 000~5 000	5~10	1 000~5 000
중간이다.	2~5	200~1 000	2~5	200~1 000
작다.	<2	<200	<2	<200

2) 성원함수결정

모호수학적방법으로 계산을 진행할 때 가장 중요한것은 성원함수를 정확히 결정하는 것이다.

우리 나라 200여개의 광상자료들을 종합한데 기초하여 품위, 함량, 채굴가능품위, 채굴가능함량들의 성원함수를 다음과 같이 결정하였다.

① 품위성원함수

$$R = \begin{cases} [1 + 0.2 \times (\ln 28 - \ln y)]^{-1} \\ \{1 + [(7.5 - y)/7.5]^2\}^{-1} \\ \{1 + [(3.5 - y)/7.5]^2\}^{-1} \\ \{1 + 0.05 \times [(1.11 - y)/1.11]^2\}^{-1} \end{cases}$$

② 함량성원함수

$$R = \begin{cases} [1 + 0.2 \times (\ln 142\,909 - \ln y)]^{-1} \\ \{1 + [(3\,000 - y)/3\,000]^2\}^{-1} \\ \{1 + [(600 - y)/600]^2\}^{-1} \\ \{1 + 0.45 \times [(100.5 - y)/100.5]^2\}^{-1} \end{cases}$$

③ 채굴가능품위성원함수

$$R = \begin{cases} [1 + 0.2 \times (\ln 28 - \ln y)]^{-1} \\ \{1 + [(7.5 - y)/7.5]^2\}^{-1} \\ \{1 + [(3.5 - y)/7.5]^2\}^{-1} \\ \{1 + 0.05 \times [(1.15 - y)/1.15]^2\}^{-1} \end{cases}$$

④ 채굴가능함량성원함수

$$R = \begin{cases} [1 + 0.2 \times (\ln 127\,688 - \ln y)]^{-1} \\ \{1 + [(3\,000 - y)/3\,000]^2\}^{-1} \\ \{1 + [(600 - y)/600]^2\}^{-1} \\ \{1 + 0.45 \times [(100.5 - y)/100.5]^2\}^{-1} \end{cases}$$

3) 평가인자의 무게벡토르결정

무게벡토르결정에서 중요한것은 인자들가운데서 어느것이 가장 중요한 작용을 하는가를 결정하는것이다.

품위, 함량, 채굴가능품위, 채굴가능함량가운데서 가장 중요한 작용을 하는것은 채굴가능함량이다. 그것은 채굴가능함량이 인민경제적으로 가장 큰 의의를 가지기때문이다. 그러므로 채굴가능함량의 무게를 가장 크게 주어야 한다.

두번째로 중요한 작용을 하는 인자는 채굴가능품위이다. 그것은 채굴가능품위가 낮으면 기술경제적조건으로 볼 때 채굴이 불가능하기때문이다.

4개 인자의 작용크기와 중요성정도를 분석평가한데 의하면 그것들의 무게를

품위 : 함량 : 채굴가능품위 : 채굴가능함량 = 0.1 : 0.1 : 0.3 : 0.5

로 결정하였다.

4) 광상들의 규모에 대한 평가

우리 나라 200여개 광상들의 매장량자료로부터 우의 성원함수들을 리용하여 매 광상의 최종소속도를 결정한 다음 광상들의 규모를 정량적으로 평가하였다.

실례로 Ⅱ광상인 경우 성원함수들에 의하여 결정한 소속도는 표 2와 같다.

표 2. Ⅰ광상평가인자들의 매 부류에 따르는 소속도

평가인자	1부류	2부류	3부류	4부류
품위	0.748 3	0.914 7	0.950 6	0.594 50
함량	0.814 4	0.004 9	0.000 2	0.000 01
채굴가능품위	0.741 5	0.892 7	0.966 3	0.631 70
채굴가능함량	0.786 8	0.009 9	0.000 3	0.000 02

평가인자들의 무게를 고려하여 매 부류에 소속될 수 있는 최종소속도값은 표 3과 같다.

표 3에서 보는바와 같이 1부류의 소속도값이

표 3. 매 부류의 최종소속도

가장 크므로 Ⅰ광상의 규모는 1부류로 평가한다.

이와 같은 방법으로 200여개 광상들의 매장량자료를 계산한 결과 실천에서 매우 크다고 하는 광상들이 1부류로 평가되었으며 지난 시기에 낮은 부류에 속하였던 일부 광상들도 1부류 광상으로 평가되었다.

1부류	2부류	3부류	4부류
0.772 1	0.364 5	0.385 1	0.249 0

맺 는 말

모호종합평정을 리용하면 광상의 개발전망성을 평가하는데서 모호성을 없애고 정량화를 실현할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 배영수 등; 지질탐사학, 김일성종합대학출판사, 156~159, 주체101(2012).
- [2] 리광선 등; 경제수학 2, 고등교육도서출판사, 216~222, 주체97(2008).
- [3] 张延勋; 地质与勘探, 31, 6, 41, 2001.
- [4] 阵力 等; 吉林大学学报(地球科学版), 38, 5, 837, 2008.

주체103(2014)년 7월 5일 원고접수

The Method to Estimate the Developing Prospect of Mine by Fuzzy Synthetic Decision

Hwang Kwang Chol, Kim Myong Son

We suggested the method to estimate quantitatively the extent of mine by using the fuzzy synthetic decision in this paper.

In order to estimate quantitatively the developing prospect of mine, ore's grade and content, possible ore's grade for mining and potential content for mining were chosen as the factor of estimation.

Key word: fuzzy synthetic decision