

# 리상품이와의 유사성을 리용한 지식구동형광상예측방법

조 창 희

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구부문에서는 과학기술로 경제발전의 길을 열고 과학기술로 경제를 이끌어 나가야 한다는 관점과 입장을 가지고 우리 경제의 자립성과 주체성을 강화하며 인민생활을 향상시키기 위한 과학기술적방안과 실행대책을 명확히 세우고 집행해나가야 합니다.》

(《조선로동당 제7차대회에서 한 중앙위원회사업총화보고》 단행본 40페이지)

우리 나라에 풍부히 매장된 지하자원을 적극 보호하고 리용하기 위하여서는 그것의 분포상태를 정확히 알아야 한다. 그러므로 논문에서는 리상품이에 대한 유사성에 기초하여 예측대상들의 전망성순위를 결정하는 지식구동형광상예측방법에 의하여 어느 한 광상에 대한 모형화를 진행하고 그것의 믿음성을 검증하였다.

## 1. 방법의 기초

리상품이에 대한 유사성에 기초하여 예측대상들의 전망성순위를 결정하는 방법의 기본원리는 광상예측전망성이 가장 좋은 예측대상들은 정의 리상품이에 가장 가깝고 부의 리상품이로부터는 가장 멀어야 한다는것이다. 정의 리상품이라하는것은 리로움기준이 최대, 비용기준이 최소인 품이를 말하고 부의 리상품이라하는것은 비용기준이 최대, 리로움기준이 최소인 품이이다. 이 방법을 간단히 TOPSIS법(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)이라고 한다.[2]

지식구동형광상예측방법의 알고리즘은 그림 1과 같다.

결음 1 광상전망구역예측을 위한 자료행렬을 작성한다.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서  $x_{ij}$  는 예측대상  $i$ 의  $j$ 번째 징후의 값이다.

결음 2 정규화된 판정행렬  $R=[r_{ij}]$ 를 계산한다.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \quad (2)$$

결음 3 정규화된 판정행렬에 매 징후에 해당하는 무게를 곱하여 정규화된 무게행렬을 계산한다.

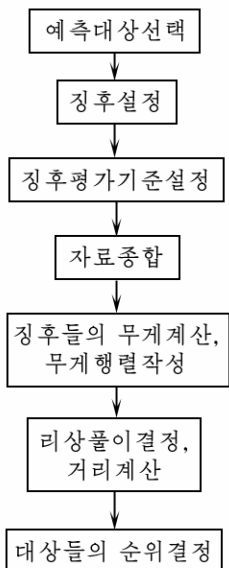


그림 1. 지식구동형광상예측방법의 알고리즘

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (3)$$

여기서  $w_j$ 는  $j$ 번째 징후의 무게이다.

걸음 4 정의 리상플이와 부의 리상플이를 결정한다.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+\}, \quad \{v_j^+\} = \{(\max v_{ij} \mid j \in I') \text{ 혹은 } (\min v_{ij} \mid j \in I'')\} \quad (4)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-\}, \quad \{v_j^-\} = \{(\min v_{ij} \mid j \in I') \text{ 혹은 } (\max v_{ij} \mid j \in I'')\} \quad (5)$$

여기서  $I'$ 는 리로움기준이고  $I''$ 는 비용기준이다.

걸음 5 정의 리상플이와 부의 리상플이로부터 매 대상까지의 거리를 계산한다.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (7)$$

걸음 6 광상예측의 유리성지수값을 계산하고 매 예측대상들의 순위를 결정한다.

$$CC_i^+ = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (8)$$

$D_i^- \geq 0$  이고  $D_i^+ \geq 0$  인것으로 하여 명백히  $CC_i^+ \in [0, 1]$ 이다.  $CC_i^+$  값이 클수록 예측대상의 전망성은 더욱 좋다고 평가한다.

## 2. 지식구동형광상예측방법의 믿음성검증

연구지역에는 시생대 랑림층군과 중-신원생대암석들, 하부고생대암석들이 분포되어있으며 신원생대 연산암군, 중생대 단천암군과 백악기 압록강암군의 관입암과 맥암들이 로출되어있다. 연구지역에는 또한 많은 금광상들이 있다. 금광상들은 주로 양덕관입암체와 성인적으로 련관된 열수성인의 광상들로서 단층구조들과 단층교차점들, 랑림층군, 직현군층, 사당우군층 암석들과 밀접한 공간관계를 가진다.[1]

금광상들은 대체로 단층구조로부터 약 1km정도의 범위안에, 양덕관입암체로부터는 약 10km정도의 범위안에 분포되어있다.(그림 2)

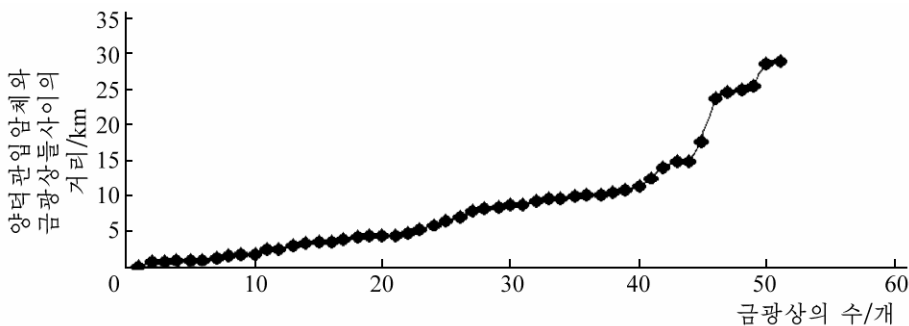


그림 2. 양덕관입암체와 금광상들사이의 거리분포

그러므로 단층구조가 발달한 구역에서는 0.2km의 너비로 4개의 영향대들을, 양덕관입암체의 주변에서는 2km의 너비로 4개의 영향대들을 설정하였다. 그리고 단층교차점에서는

0.5km의 반경으로 3개의 영향대들을 설정하였다.

지식구동형광상예측방법을 적용하기 위하여 다음과 같은 징후들을 설정하였다.(표 1)

표 1. 연구지역에서 설정한 징후들

No.	징 후	No.	징 후	No.	징 후
1	시생대층	10	압록강암군	19	단층교차점영향대 1
2	직현군층	11	북동단층영향대 1	20	단층교차점영향대 2
3	사당우군층	12	북동단층영향대 2	21	단층교차점영향대 3
4	묵천군층	13	북동단층영향대 3	22	양덕관입암영향대 1
5	연탄군층	14	북동단층영향대 4	23	양덕관입암영향대 2
6	중화주층	15	북서단층영향대 1	24	양덕관입암영향대 3
7	흑교주층	16	북서단층영향대 2	25	양덕관입암영향대 4
8	무진주층	17	북서단층영향대 3		
9	연산암군	18	북서단층영향대 4		

연구지역에서 금광화작용의 일반적특징, 단층구조와 관입암체의 분포특징 등을 고려하여 매 징후들에 해당하는 무게를 표 2와 같이 설정하였다.

표 2. 징후들에 해당하는 무게

No.	무게	No.	무게	No.	무게	No.	무게	No.	무게
1	0.082	6	0.023	11	0.021	16	0.071	21	0.047
2	0.066	7	0.006	12	0.058	17	0.045	22	0.056
3	0.040	8	0.004	13	0.047	18	0.045	23	0.043
4	0.018	9	0.016	14	0.041	19	0.043	24	0.046
5	0.025	10	0.030	15	0.036	20	0.048	25	0.042

금광상예측단위의 크기는 연구지역의 지질학적 및 금광화작용특징을 분석한데 기초하여 0.8km×0.8km로 설정하였다. 예측단위의 수는 2 484개이다.

연구지역 징후도들을 라스터자료로 변환한 다음 지식구동형광상예측알고리즘을 리용하여 광상예측의 유리성지수값을 계산하고 매 대상들의 순위를 결정하였다. 다음 유리성지수값에 의하여 등값선도를 작성하였다.(그림 3)

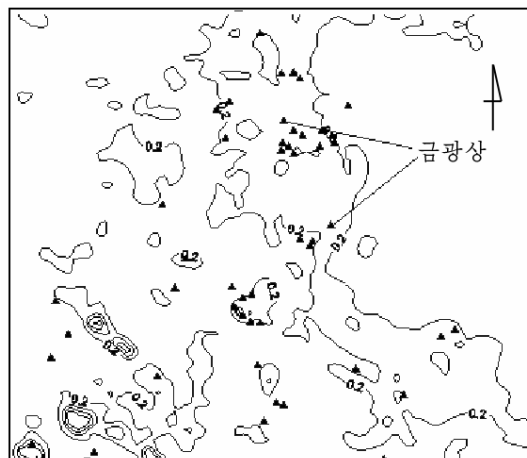


그림 3. 지식구동형광상예측방법에 의한 금광상예측결과

그림 3에서 보는바와 같이 반영된 이상들은 연구지역에서 이미 발견된 금광상들의 85%

정도를 반영하고있다. 그리고 이상들은 양덕관입암체의 변두리를 따라 분포되어있다.  
징후무계법과 징후리론모형에 의한 연구지역 금광상예측결과는 그림 4와 같다.

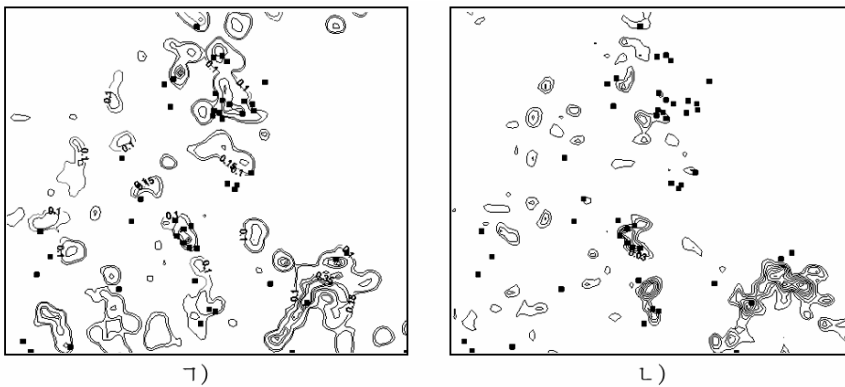


그림 4. 징후무계법(L)과 징후리론모형(L)에 의한 금광상예측결과

그림 4에서 보는바와 같이 징후무계법으로 설정한 이상들도 이미 발견된 금광상들을 많이 반영하지만 지식구동형광상예측방법에 비하여 금광상반영률이 작고 이상들의 공간위치도 차이난다. 그리고 징후리론모형에 의하여 설정한 이상들에는 이미 알려진 금광상들이 적게 반영되어있다. 특히 양덕관입암체의 가까이에 분포된 시생대층과 직현군층, 사당우군층 암석들의 분포지역에서는 전혀 이상들이 나타나지 않았다.

## 맺 는 말

지식구동형광상예측방법은 광상예측모형화를 위한 효과적인 방법의 하나로서 쉽게 적용할수 있을뿐만아니라 예측지역 광상들의 형성과 분포에 대한 전문가들의 지식과 경험, 의견을 충분히 고려할수 있는 우점이 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 리설희 등; 지질탐사, 1, 3, 주체104(2015).
- [2] Kaveh Pazand et al.; Computers & Geosciences, 49, 62, 2012.

주체106(2017)년 6월 5일 원고접수

## A Method of Knowledge-Driven Modeling for Mineral Prospectivity using Similarity to Ideal Solution

Jo Chang Hui

A method of knowledge-driven modeling for mineral prospectivity is an effective method for mineral prospectivity modeling and is applied easily. It also has the advantage that expert's knowledge, experiment and opinion on the formation and distribution of the ore deposits in study area can be considered fully.

Key words: mineral prospectivity, modeling