

태백산 광화대의 금속광상 부존가능지역 예측 모델링

Weights of Evidence Modeling for Metallic Ore Deposits Potential Mapping in Taebaeksan Area

이흥진*, 지광훈*, 백맹언**

* 한국지질자원연구원 국가지질자원정보센터

** 부경대학교 환경지질학과

E-Mail : leehj@kigam.re.kr

요 약

태백산 광화대는 1960년대부터 광물자원에 대한 조사 및 개발이 활발하게 이루어지고 있는 지역으로 지질관련 자료들이 많이 축적되어 있으므로 자료의 이용이 용이하고 예측 모델링을 적용한 결과와 기존 결과의 비교가 가능한 지역이다. 본 연구에서는 태백산 광화대 지역의 금속광상의 부존가능지역 예측을 위하여 지화학 자료를 이용하여 주제도를 작성하였다. 부존가능지역 예측을 위하여 사용한 기법은 GIS 기반의 예측 기법 중 하나인 Weights of Evidence 모델링 기법으로 연구지역에 시범 적용함으로써 국내 환경에의 적용 가능성을 검토하고 구조선과 광상간의 공간적 상관성을 확인하였다.

1. 서론

태백산 광화대는 1960년대부터 광물자원에 대한 조사 및 개발이 활발히 이루어진 지역으로 지질관련 자료들이 많이 축적되어 왔다. 또한 이 지역은 비(卑)금속 및 귀금속 광상을 개발하기 위한 등록광구가 약 280여 곳에 달하고 있다. 특히 연-아연 광상의 경우는 남한 총 생산의 80%를 차지하고 있으나 그 생산량이 감소하는 추세이다.

일반적으로 광물자원탐사는 지표지질조사, 지질구조 해석, 지화학 탐사, 항공물리탐사, 원격탐사 영상 분석 등의 여러 방법에 의해 수행되어왔다. 그러나 이러한 전통적인 조사에 의해 수집된 자료는 체계적으로 종합, 분석되지 않고 각각의 자

료로 사용되는 문제점을 가지고 있다. 최근에는 GIS를 기반으로 하는 자료통합기법이 발전되어 왔으나, 이러한 기술들은 대부분 화상처리기법에 기반을 두고 있어 광물 및 에너지 자원 탐사에 직접적으로 적용하기에는 무리가 있다. 이러한 이유로 미국, 캐나다 등 외국에서는 정량적인 자료통합기술을 개발하여 광물 부존가능지역을 예측하는 연구를 수행하고 있으나 국내에서는 그에 대한 연구가 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 GIS 기반의 예측 기법 중 하나인 Weights of Evidence(WofE) 모델링 기법을 시범 적용하여 국내 환경에 적용 가능성을 검토하고 구조선과 광상간의 상관성을 확인하고자 하였다.

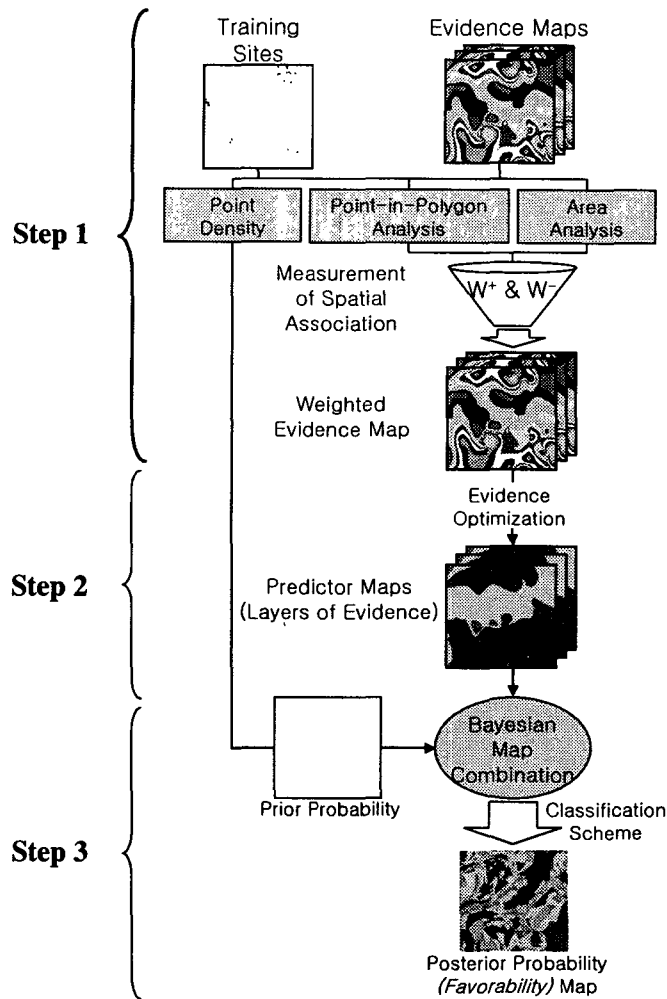


Fig. 1. Flow chart illustrating the Weights of Evidence modelling method.

2. 적용 기법

GIS 기반의 Weights of Evidence 모델링 기법은 예측 모델을 구축하고 공간 데이터 패턴을 통합하기 위한 자료 유도형 방법으로 기존 광상 위치와 지질정보 사이의 특성 분포를 함수로 표현하여 최종적으로 광물 부존가능 지역을 예측하기 위해 사용되어질 수 있다. Weights of Evidence 모델링의 장점은 상대적으로 해석이 용이하고, 프로그램이 간단하며, 단

순한 공간 분포를 갖는 패턴과 복잡한 공간 분포의 패턴에 대해서 동일한 방법을 적용할 수 있다는 것이다.

Weights of Evidence 모델링은 크게 세 단계로 나눌 수 있다(Fig. 1). 첫 번째 단계에서는 조건 확률을 사용하여 훈련 지역과 주제도 간의 공간 상관성을 결정하는 단계이다. 두 번째는 훈련 지역의 정보(present or absent)를 이용하여 훈련 지역과 입력 주제도 간의 공간 상관성을 최적화하는 단계이다. 세 번째는 최적화

된 주제도에 Bayesian combination rule 을 적용하여 금속광상 부존가능지역 예측도를 산출하는 단계이다.

본 연구에서는 기존에 발간된 각종 문헌 자료를 검토한 결과 조사 자료가 풍부하여 본 연구를 통해 얻어진 결과의 검증 및 해석이 용이한 태백산 광화대 중 일부 지역을 Weights of Evidence 모델링을 시범 적용할 지역으로 선정하였다. 선정된 지역은 지질도 상에서 임계, 호명지역으로 정선 및 예미 도폭을 일부 포함하고 있다. 연구지역내에는 캄브리아기의 풍춘석회암을 기저로 하여 캄브로-오도비스기의 조선누층군, 석탄기의 만항층, 쥐라기의 반송층과 이를 관입한 화성암류들이 분포하고 있다.

연구지역에 대한 문헌연구를 통하여 금속광상과 관련된 120여개의 광맥을 훈련 지역으로 선정하였다. 또한 최근 한국지질자원연구원에서 한반도 동부지역에 대한 정보 구축 사업의 일환으로 재조사가 이루어진 지화학 자료를 입력 주제도로 사용하였다.

3. 적용 결과

우선 금속광상 부존가능지역 예측의 시범 적용을 위해서 각 광맥의 연장 규모를 계산하였다. 광맥의 수평 연장 길이는 최소 15미터에서 최대 350여 미터에 이르는 것까지 다양한 양상을 보이는데 이는 수직 채굴 심도를 고려하지 않고 지형도 상에서 수평 길이만을 계산한 결과이다. 본 연구에서는 광맥의 평균 수평 길이를 계산하여 최소 단위 영역으로 반경 120미터를 할당하였다. 지화학자료는 금속광상과 관련된 Ca, Mg, Na 등에 대해서 Kriging 기법을 이용하여 래스터 맵을 작성하였다. 이러한 과정을 통해서 구축된 자료를

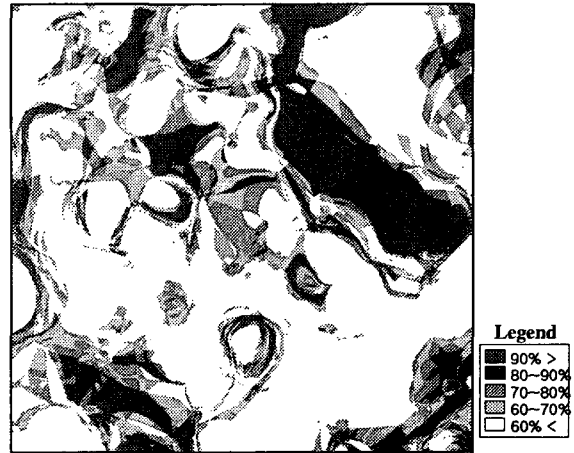


Fig. 2. Mineral resource potential map using Weights of Evidence.

Weights of Evidence 모델에 적용하여 산출된 금속광상 부존가능지역 예측도 작성하였다(Fig. 2). 금속광상과 관련하여 1996년까지 집계된 등록광구의 현황과 예측도를 비교하여 보면 부존 가능성이 높게 나타난 지역 중 상당수가 광구로 등록되어 있음을 알 수 있으며, 등록광구를 포함하여 광구의 인근지역이 잠재성이 높은 것을 알 수 있다.

개발된 광산과 지질 구조선과의 관계를 파악하기 위해서 단층, 트러스트, 그리고 암상 경계 등을 이용하였다. 구조선에 관련된 자료는 기본적으로 1:5만 지질도의 단층에 대한 정보, 문헌 자료에 나와 있는 단층 및 트러스트에 대한 정보와 연구지

Table 1. Spatial association between proximity to faults and mines.

Distance(m)	Mines	%
100 <	35	29.7
200	27	22.9
300	25	21.2
400	14	11.9
500	7	5.9
500 >	10	8.5

역의 DEM 자료를 이용하여 연구지역 내에 존재하는 선구조를 추출한 자료를 이용하였다. 구조선과 광상의 공간적 상관성을 계산하기 위하여 구조선을 중심으로 반경 100m 단위로 버퍼링을 수행하였다. Table 1에서와 같이 전체 광맥의 90% 이상이 구조선에서 반경 500m 이내에 위치하고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

태백산 광화대의 지역의 지화학 자료를 주제도로 사용하여 GIS 기반의 정량적 자료통합기법 중 하나인 Weights of Evidence 모델링 기법에 적용한 결과, 금속광상의 부존 가능성이 높게 나타난 지역에 대해서 상당수의 등록 광구가 분포하였다. 또한 연구지역내에 존재하는 광상들은 구조선의 중심으로부터 500m 이내에 90%이상이 존재하기 때문에 공간적 상관성이 높다는 것을 알 수 있었다. 이번 연구에서는 지화학 자료만을 예측 모델링 기법에 적용하였으나, 이후의 연구에서는 보다 다양한 자료의 적용 가능성의 검토가 필요하며, 구조선과 광상의 공간적인 상관성뿐만 아니라 구조선에 대한 광종 및 지질 환경의 상관성에 대한 정량적인 연구가 필요하다.

참고문헌

김정환, 기원서, 서상기, 1996, 태백산지역 북부, 여량-임계지역의 지질구조, 지질학회지, Vol. 32, No. 1, 1-15
 김정환, 기원서, 1991, 강원도 임계지역의 지질구조, 광산지질, Vol. 24, No. 1, 43-55
 민경덕, 조광은, 1995, 중력탐사에 의한 삼척-태백간의 지하지질 및 지질구조 연구, 자원환경지질, Vol. 28, No. 1, 79-88
 Bonham-Carter, G.F., Agterberg, F.P.,

Wright, D.F., 1988, Integration of geological datasets for gold exploration in Nova Scotia, Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 54, No. 11, 1585-1592
 Bonham-Carter, G.F., Agterberg, F.P., Wright, D.F., 1990, Weights of evidence modelling: A new approach to mapping mineral potential, in Agterberg, F.P. and Bonham-Carter, G.F., Statistical Applications in the Earth Sciences: Geol. Survey of Canada, 89-9, 171-183
 Chad S.L, Mark J.M., Stephen G.P., 2002, Weights-of-Evidence modeling of sedimentary rock-hosted Au deposits, P.R. China, USGS Open-File Report 02-131 Chapter 6, 338-403
 Chung, C.F. and Fabbri, A.G., 1993, The representation of geoscience information for data integration, Nonrenewable Resources, Vol. 2, No. 2, 122-139
 KIGAM, 1994, Study on the statistical evaluation of mineral resource potentiality using geographic information system
 KIGAM, 1995, Study on the statistical evaluation of mineral resource potentiality using remote sensing and spatial geoscience data(I)
 KIGAM, 1997, Study on the statistical evaluation of mineral resource potentiality using remote sensing and spatial geoscience data(II)
 KIGAM, 2001, Construction of GIS-based Geological Database of South Korea Area
 Mark J.M, 1999, Mineral potential modelling of gold and silver mineralization in the Nevada Greate Basin - A GIS-based analysis using Weights-of-Evidence