

지리정보시스템(GIS) 및 Weight of Evidence 기법을 이용한 강릉지역의 퇴적기원의 비금속 광상부존가능성 분석

이사로* · 오현주** · 민경덕**

Sedimentary type Non-Metallic Mineral Potential Analysis using GIS and Weight of Evidence Model in the Gangreung Area

Sa-Ro Lee* · Hyun-Joo Oh** · Kyung-Duck Min**

요 약

본 연구에서는 GIS 및 확률 기법을 이용하여 광상의 위치와 지질, 지화학 및 지구 물리 자료들 간의 상관관계를 분석하고, 광상부존가능도(Mineral potential map) 작성 및 검증 수행하였다. 연구지역은 1:25만 강릉도폭지역 a이며, 구축된 데이터베이스 자료는 1:25만 광상분포도, 지화학도, 지질도, 부우계 중력이상도, 자력이상도이다. 본 연구에 사용된 광상은 퇴적기원의 비금속광상(고령토, 도석, 규석, 운모, 연옥, 석회석, 납석)이다. 원소별 지화학도 작성은 채취된 각 시료 3,595개의 원소별 분석치를 이용하여 IDW 보간법으로 만들었다. 구축된 지화학도는 Al, Alkalinity, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Si, Sr, V, W, Zn, Cl⁻, F⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻, pH, Eh 및 Conductivity로 총 32개이다. 이러한 광상과 관련 요인들 간의 상관관계는 확률기법인 weight of evidence를 적용하여 계산하였고, 이를 바탕으로 광상부존가능도를 작성하였다. 광상부존가능도는 wieght of evidence의 W+와 W- 값을 GIS 중첩 분석에 적용하여 작성하였다. 계산된 광상부존가능지수는 기존 광상부존가능성을 정량적으로 설명하고 표현하며 검증할 수 있는 값이다. 각 기법을 이용하여 작성한 광상부존가능도의 검증결과는 85.66%의 정확도를 나타내었다.

주요어 : 지리정보시스템(GIS), 광상부존가능도, 퇴적기원, 비금속광상, weight of evidence, 검증, 강릉

*한국지질자원연구원 지질자원정보센터(leesaro@kigam.re.kr)

**연세대학교 지구시스템학과(hyun_joo80@hotmail.com, min@yonsim.yonsei.ac.kr)

ABSTRACT : Mineral potential mapping is an important procedure in mineral resource assessment. The purpose of this study is to analyze mineral potential using weight of evidence model and a Geographic Information System (GIS) environment to identify areas that have not been subjected to the same degree of exploration. For this, a variety of spatial geological data were compiled, evaluated and integrated to produce a map of potential mineral in the Gangreung area, Korea. For this, a spatial database considering mineral deposit, topographic, geologic, geophysical and geochemical data was constructed for the study area using a GIS. The used mineral deposits were non-metallic(Kaolin, Porcelainstone, Silicestone, Mica, Nephrite, Limestone and Pyrophyllite) deposits of sedimentary type. The factors relating to mineral deposits were the geological data such as lithology and fault structure, geochemical data, including the abundance of Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Si, Sr, V, Zn, Cl⁻, F⁻, PO₄⁻³, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, Eh, pH and conductivity and geophysical data, including the Bouguer and magnetic anomalies. These factors were used with weight of evidence model to analyze mineral potential. Probability models using the weight of evidence were applied to extract the relationship between mineral deposits and related factors, and the ratio were calculated. Then the potential indices were calculated by summation of the likelihood ratio and mineral potential maps were constructed from Geographic Information System (GIS). The mineral potential maps were then verified by comparison with the known mineral deposit areas. The result showed the 85.66% in prediction accuracy.

Keywords : GIS, mineral potential map, verification, likelihood ratio, Gangreung, potential index, weight

1. 서 론

미국, 캐나다, 호주 등에서는 GIS 및 확률, 통계 방법을 적용하여 지질, 광상, 지화학, 원격탐사 및 지구물리 자료들의 통합 및 분석 연구를 바탕으로, 광상부존가능도(Mineral potential map) 작성연구가 활발히 진행되고 있다(Mark, 1999). 이는 광상탐사의 효율성과 성공률 향상을 위한

새로운 방법으로 대두되고 있다. 기존의 연구로 Bonham-Carter et al.(1988)는 Bayesian 확률기법을 이용한 weights of evidence 분석방법을 적용하여 캐나다 Nova Scotia 지역의 금광 지역을 예측하였고, Mark(1999) 역시 미국 Nevada 지역의 금광 부존가능지역 예측을 수행하였다. 이 밖에도 Agterberg(1992), Agterberg et al.(1993)가 있다. Moon(1990)과 An et al.(1991)은 다양한 지구물리 탐사자료, 지질조사 자료 및 원격탐사 자료를

통합하기 위하여 Fuzzy 분석 방법을 적용하여 캐나다 Lake area에서 비금속(base metal)과 철광상의 부존가능지역을 예측하였다. 이외에도 인공신경망 모델(Brown et al., 2000; Harris et al., 2001; Brown et al., 2003; Porwal et al., 2003; Rigol-sanchez et al., 2003), 로지스틱 회귀분석 모델(Chung and Agterberg, 1980; Agterberg, 1988; Carranza, 2001; Harris et al., 2001)등을 이용한 연구가 수행되었다. 이러한 외국의 사례 연구에서 확인할 수 있듯이, 외국의 경우에는 광물자원을 포함한 다양한 분야에서 예측 모델 연구에 대한 기술이 확보되어 있으며, 실제로 적용하고 있음을 알 수 있다.

광물자원탐사는 지질조사, 지구물리탐사, 지화학탐사, 원격탐사등 여러 방법에 의해 얻어진 자료로 수행되어 왔으나, 이러한 방대한 자료들은 체계적으로 종합 분석되지 않는 문제점을 가지고 있다. 그러나 다양한 분야에서 이용되고 있는 GIS(Geographic Information System) 기법을 응용하면, 방대한 자료를 분석 및 해석할 수 있기 때문에 광상부존가능 지역을 예측할 수 있을 것이다(Bonham-Carter, 1994)

본 연구에서는 GIS를 이용하여 광상부존가능도 작성을 목적으로 하고 있다. 분석기법으로는 확률기법인 weight of evidence 적용하였다. 이 분석기법은 광산 및 관련 요인간의 관계를 확실히 파악할 수 있었으며, 주관적인 방법에 비해 정량적이고, 객관적인 상관관계를 제시할 수 있다. 그리고 이 weight of evidence의 W+와 W- 값을 GIS 중첩분석에 적용하여 광상부존가능도는 작성하였다. 마지막으로 이 광상부존가능성도를 AUC (Area Under Curve)

방법을 이용하여 정량적으로 검증하였다. 본 연구에서는 이러한 방대한 자료를 분석할 수 있는 기본 도구로 GIS를 이용하였다.

연구지역은 강릉도폭 1:25만으로서 매우 광범위한 지역이며 강원도의 대부분과 경상북도 울진군, 봉화군, 영주시의 일부, 충청북도의 증원군, 제천군, 단양군의 일부분이 포함한다. 지리좌표상으로는 경도 127° 45' ~ 129° 35' E, 위도 37° 00' ~ 38° 00' N 이고 면적은 약 13,593km²이다 ([그림 1]). 이 지역은 선캠브리아시대의 변성암으로 구성된 경기육괴와 영남육괴, 현생이언의 퇴적물로 구성된 옥천대, 중생대 화강암과 시대미상의 변성퇴적 암 등으로 구성되어 있다. 연구지역의 북서부에 분포하는 경기육괴에는 열수맥상 Au-Ag 광상이 밀집 분포하고 있다. 남동부에 분포하는 영남육괴에는 열수맥상 Au-Ag 광상과 열수교대 Pb-Zn 광상이 분포하고 비금속 광상은 열수변질 견운모 광상이 우세하게 분포한다. 연구지역의 중심부에 분포하는 옥천대는 북동부에 열수맥상, 스퀴른, 열수교대 광상들이 산출되고 있고 퇴적기원의 석회석 광상들이 매우 우세하게 분포하고 있다.

2. 관련 이론 : Weight of Evidence

베이지안 확률 모델 식의 일종인 Weight of Evidence는 광상부존가능도 제작에 적용되었으며, Bonham-Carter (1994), Bonham-Carter et al. (1989), Emmanuel et al.(2000) 들로부터 종합적으로 다루어 졌다. 일반적으로

연구지역을 표본공간 T로 표시하고, 일정한 크기를 갖는 단위 픽셀 s로 나누면, $N\{T\}=t/s$ 는 표본공간 T에 대한 총 단위 픽셀들이 된다. 광산의 위치를 점으로 표시하고 그 사상을 D로 나타내면, 경우의 수는 $N\{D\}$ 로 나타낼 수 있으며, 표본공간 T에 대한 사전확률은 다음과 같다.

$$P\{D\} = \frac{N\{D\}}{N\{T\}} \quad (1)$$

일정한 크기를 갖는 단위 픽셀들로 이루어진 연구지역 주제별 요소를 사상 B로 나타내면, 경우의 수는 $N\{B\}$ 로 나타낼 수 있으며, 사상 D와 사상 B의 공통 사건의 경우의 수는 $N\{D \cap B\}$ 로 나타낼 수 있다. 사상 B가 발생하였을 때 사상 D가 발생할 가능성을 베이저안 이론을 적용하여 나타내면 다음과 같다.

$$P\{D|B\} = \frac{P\{D \cap B\}}{P\{B\}} = P\{D\} \frac{P\{B|D\}}{P\{B\}} \quad (2)$$

여기서, $P\{D|B\}$ 는 사상 B가 발생하였을 때 사상 D가 발생할 가능성을 나타낸 사후확률을 나타내며, $P\{B|D\}$ 는 사상 D가 발생하였을 때 사상 B가 발생할 가능성을 나타낸 조건부확률을 나타내며, $P\{B\}$ 는 사상 B가 발생할 가능성을 나타낸 사전확률을 나타낸다. 같은 경우로서 여사상 \bar{B} 가 발생하였을 때 사상 D가 발생할 가능성을 베이저안 이론을 적용하여 나타내면 다음과 같다.

$$P\{D|\bar{B}\} = \frac{P\{D \cap \bar{B}\}}{P\{\bar{B}\}} = P\{D\} \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}\}} \quad (3)$$

여기서, $P\{D|\bar{B}\}$ 는 여사상 \bar{B} 가 발생하였을 때 사상 D가 발생할 가능성을 나타낸 사후확률을 나타내며, $P\{\bar{B}|D\}$ 는 사상 D가 발생하였을 때 여사상 \bar{B} 가 발생할 가능성을 나타낸 조건부확률을 나타내며, $P\{\bar{B}\}$ 는 여사상 \bar{B} 가 발생할 가능성을 나타낸 사전확률을 나타낸다. 베이저안 이론은 odds 식으로 표현될 수 있으며, 여기서 odds는 0로 나타낼 수 없으며, 다음과 같이 정의된다.

$$O = P/(1-P) \quad (4)$$

식 (2)와 (3)을 odds로 표현하면 각각 다음과 같이 된다.

$$O\{D|B\} = O\{D\} \frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}} \quad (5)$$

$$O\{D|\bar{B}\} = O\{D\} \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}|\bar{D}\}} \quad (6)$$

여기서, $O\{D|B\}$ 와 $O\{D|\bar{B}\}$ 는 Posterior odds를 나타내며, $O\{D\}$ 는 Prior odds를 말한다. 식 (5)의 과정을 유도 하면 다음과 같다. $P\{D|B\}$ 을 식 (4)을 이용하여 표현하면

$$O\{D|B\} = \frac{P\{D|B\}}{1-P\{D|B\}} \quad (7)$$

여기서, $1-P\{D|B\} = P\{\bar{D}|B\}$ 이므로

$$O\{D|B\} = \frac{P\{D|B\}}{P\{\bar{D}|B\}} \quad (8)$$

여기서, $P\{D|B\}$, $P\{\bar{D}|B\}$ 로 표현하여 각 유도를 하면 다음과 같다.

$$P\{D|B\} = \frac{P\{D \cap B\}}{P\{B\}} = \frac{P\{B\} \cdot P\{D|B\}}{P\{B\}} = \frac{P\{D\} \cdot P\{B|D\}}{P\{B\}} \quad (9)$$

$$P\{\bar{D}|B\} = \frac{P\{\bar{D} \cap B\}}{P\{B\}} = \frac{P\{B\} \cdot P\{\bar{D}|B\}}{P\{B\}} = \frac{P\{\bar{D}\} \cdot P\{B|\bar{D}\}}{P\{B\}} \quad (10)$$

(9)와 (10)을 식 (11)에 대입하면

$$O\{D|B\} = \frac{P\{D|B\}}{P\{\bar{D}|B\}} = \frac{P\{D\}}{P\{\bar{D}\}} \cdot \frac{P\{B\}}{P\{B\}} \cdot \frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}} \quad (11)$$

여기서, $\frac{P\{D\}}{P\{\bar{D}\}}$ 은 식 (4)에 의해

$$O\{D\} = \frac{P\{D\}}{1 - P\{D\}} \quad (12)$$

그러므로 식(11)은 식(5)와 같이 표현되며, 식(6) 또한 동일한 과정을 거친다.

식 (5), (6)에 $\frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}}$, $\frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}|\bar{D}\}}$ 은 각각 sufficiency ratio(LS), necessity ratio(LN)라고 하며, 또한 LS와 LN은 우도비라고 한다.

weights of evidence는 LS와 LN에 자연로그를 취함으로써 다음과 같이 정의 된다.

$$W^+ = \log_e \frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}} \quad (13)$$

$$W^- = \log_e \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}|\bar{D}\}} \quad (14)$$

여기서 식 (13), (14)를 각각 positive weights of evidence, negative weights of evidence이라고 한다. Weights 사이에 차이는 contrast로부터 알 수 있으며, 다음과 같이 정의 된다.

$$C = W^+ - W^- \quad (15)$$

Weights에 대한 분산은 다음과 같이 정의된다(Bishop, Feinberg, and Holland, 1975).

$$S^2(W^+) = \frac{1}{N\{B|D\}} + \frac{1}{N\{B|\bar{D}\}} \quad (16)$$

$$S^2(W^-) = \frac{1}{N\{\bar{B}|D\}} + \frac{1}{N\{\bar{B}|\bar{D}\}} \quad (17)$$

Contrast, C 의 표준편차는 weights의 분산 값을 이용하여 다음과 같이 정의된다(Bonham-Carter, 1994).

$$S(C) = \sqrt{S^2(W^+) + S^2(W^-)} \quad (18)$$

Contrast, C 값을 표준편차로 나눈 값을 Studentized value라고 하며, $C/s(C)$ 값은 최적의 절단 값으로 정의된다. 다시 식 (3-5), (3-6)를 양변에 자연로그를 취한 후 정리하면, 다음과 같은 수식으로 표현된다.

$$\log_e O\{D|B\} = \log_e O\{D\} + W^+ \quad (19)$$

$$\log_e O\{D|\bar{B}\} = \log_e O\{D\} + W^- \quad (20)$$

지금까지의 과정을 일반화하면, 사상 B 가 일어났을 때, 사상 B 을 일으킬 수 있는 사상들이 n 가지가 있고, 조건부 독립일 때, 사상 B 가 발생할 수 있는 모든 확률 $P\{B\}$ 는 다음과 같다.

$$P\{B\} = P\{B_1 \cap B_2 \cap \dots \cap B_n\} \quad (21)$$

따라서 식 (2)는 다음과 같은 수식으로 표현된다.

$$P\{D | B_1 \cap B_2 \cap \dots \cap B_n\} = P\{D\} * \prod_{i=1}^n LS_i \quad (22)$$

식 (22)를 odds 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\log_e O\{D | B_1 \cap B_2 \cap \dots \cap B_n\} = \sum_{j=1}^n W_j^k + \log_e O\{D\} \quad (23)$$

여기서 k 값은 + 또는 - 부호를 가지며, 여사상일 경우 - 부호를 가진다.

3. 연구지역 공간데이터베이스 구축

본 연구지역인 강릉지역(127° 45' ~ 129° 35' E, 37° 00' ~ 38° 00' N)의 1:25만 광산분포도(고상모 외, 2003)를 ARC/INFO 커버리지 형태로 구축하였다. 본 연구지역의 퇴적기원의 비금속 광상은 모두 48개로 점 커버리지 형태로 구축되었다 (그림 1).

지질도(김정찬 외, 2001)도 ARC/INFO 커버리지 형태로 구축하였다. 단층선은 GRID 형태의 단층밀도도를 구축하였다. 지화학도는 각 측점에 대한 원소별 분석치(이진수 외, 1998)에 대하여 IDW(Inverse distance weighted) 보간법을 적용하여, GRID 형태로

구축하였다. 지구물리 자료는 1:25만 중자력 이상도(조진동 외, 2003; 구성본 외, 2001)를 커버리지 형태로 디지털화하고 GRID 형태로 구축하였다. 지화학도는 채취된 각 시료 3595개의 원소별 분석치를 IDW 보간법을 적용하여, 각 원소별로 구축하였다. 구축된 지화학 원소들은 양이온 Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Si, Sr, V, W, Zn과 음이온 Cl⁻, F⁻, HCO₃⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻ 그리고 pH, Eh, Conductivity이며, 32개 이다.

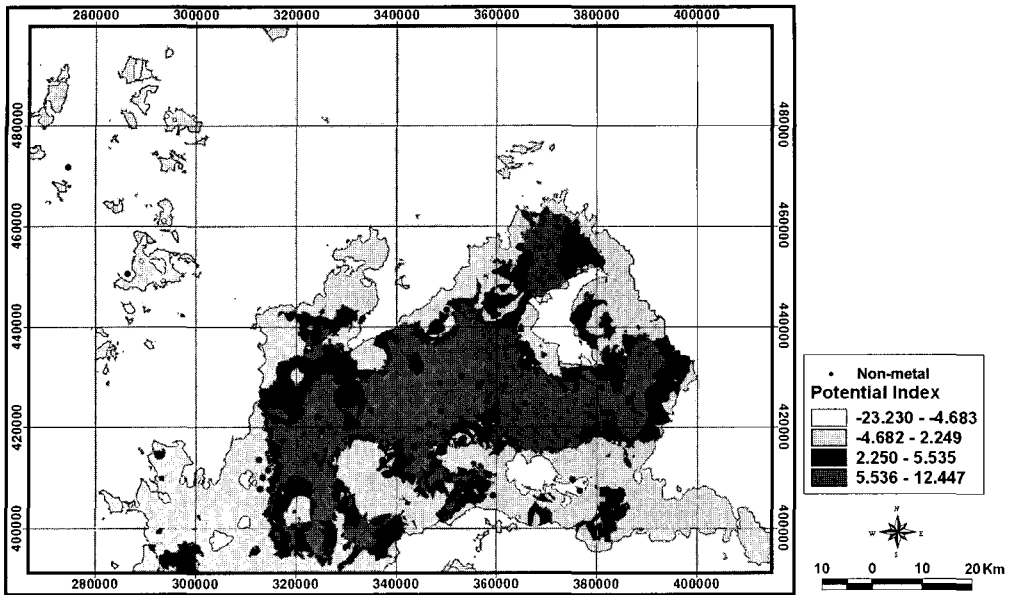
이러한 과정을 거쳐서 GIS상에서 구축된 공간 데이터베이스는 100m×100m으로 구성되었으며, 연구지역의 격자수는 1505×1122 이다. 본 연구지역에 대해 구축된 공간데이터베이스는 <표 1>과 같다.

4. 광상부존가능도 작성 및 검증

Weight of evidence를 이용한 분석은 각 요인의 등급별 광산위치 면적 비율을 각 요인 등급이 전체 면적에 차지하는 비율로 나누었다. 이 비율(W+) 값에 자연로그를 취하여 양과 음의 Weights 값을 구하고, 두 값을 서로 빼주어 C값을 구하여 C

<표 1> Data layer of study area.

Classification	Sub-Classification	Data Type	Scale
Mineral deposits	Non-metal(sedimentary type)	Point cov.	1:250,000
Basic Maps	Geochemical maps	Point cov.	1:250,000
	Geological Map	Line cov.	1:250,000
	Lineament Map	Polygon cov.	1:250,000
	Geophysical Maps	Line cov.	1:250,000



[그림 3] Mineral potential map

값의 표준편차로 나누어 주었다. 이 값 (studentized contrast)중 가장 큰 값을 기준으로 각 요인의 값을 W+와 W-값으로 이분화 하였다. 이러한 weight of evidence 값은 <부록>과 같다. 광상부존가능도 작성을 위해 각 요인에 대해 W+ 와 W- 값을 주어, 이를 GIS 중첩분석을 통하여 광상부존가능지수를 구하였다. 즉 광상부존가능지수는 광상위치와 각 요인과의 관계인 W+와 W- 값을 각 요인의 등급값으로 하였고, 식 (5-2)와 같이 각 요인에 대해 가중치를 1로 주고 더한 값이다.

$$MPI = \sum Cr$$

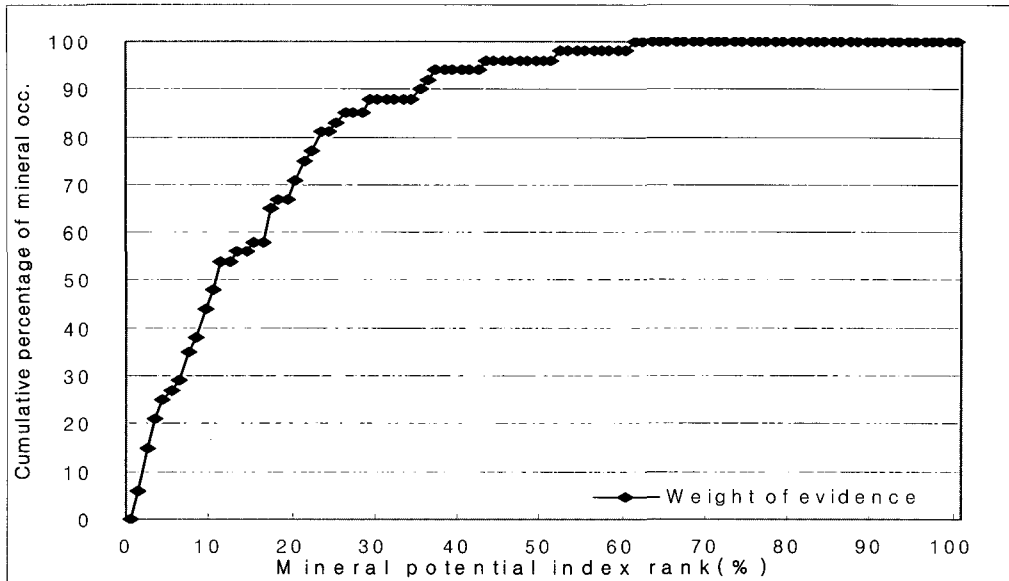
(Cr : Contrast value of W+ and W- for a factor range or type.) (5-2)

이러한 MPI 값을 도면으로 나타낸 것이 바로 광상부존가능성도이며 [그림 3]

과 같다.

우도비, Weight of evidence, 로지스틱 회귀분석, 인공신경망 기법을 적용하여 광상부존가능도를 작성하였다. 광상부존가능지수의 값들은 일종의 추정(assessment) 값에 해당되는데, 예측(prediction)을 위해서는 검증(validation)이 필요하다. 본 연구에서는 각 분석기법으로 작성된 가능도가 얼마나 올바른 추정치인지를 검증해보고자 한다.

가능도에서 얻어진 광상부존가능지수 값을 등면적당 광산이 위치한 곳의 비율 값을 그래프로 나타내면 [그림 4]와 같다. 이 그래프는 X축에는 광상부존가능지수가 높은 지역을 상위 퍼센트로 나열한 값이고 Y축은 광산이 위치한 하위 퍼센트 값을 나타낸다. 예를 들어 X축의 값이 1%일 때 Y축의 값이 100%라면 광상부존가능도에서 가능성이 높게 나타난 1%의



[그림 4] Success rate curve which are illustration of cumulative likelihood diagram showing mineral potential index value rank (x-axis) occurring in cumulative percent of mineral occurrence (y-axis)

픽셀안에 광산의 위치가 모두 속한다는 것을 의미하며, 광산부존가능 예측이 올바르게 되었음을 의미한다.

광상부존가능도에서 얻어진 광상부존가능지수 값을 등면적당 광산이 위치한 곳의 비율 값을 그래프로 나타내면 Fig. 3과 같다. 이 그래프는 X축에는 광상부존가능지수가 높은 지역을 상위 퍼센트로 나열한 값이고 Y축은 광산이 위치한 하위 퍼센트 값을 나타낸다. 예를 들어 X축의 값이 1%일 때 Y축의 값이 100%라면 광상부존가능도에서 가능성이 높게 나타난 1%의 픽셀안에 광산의 위치가 모두 속한다는 것을 의미한다. X축과 Y축을 1:1로 곱하면 그래프의 면적을 구할 수 있다. 이를 이용하면 보다 정량적인 비교가 가능하기 때문에 그래프에 해당하는 면적

비율을 구하였다. 그 결과 면적비는 85.66%를 나타내었다.

5. 결론 및 토의

본 연구에서는 광상부존가능도 작성 및 검증을 위하여 1:25만 도폭의 강릉 지역을 선정하였다. 연구를 위한 기본 자료로서는 1:25만 광상분포도, 지질도, 지화학도, 부우계 중력이상도 및 자력이상도이고, 이를 공간 데이터베이스로 구축하였다. 본 연구에 사용된 광상은 퇴적광상의 비금속 광상으로 모두 48개이다. 이러한 광상분포와 관련 요소들간의 상관관계를 구하기 위하여 확률기법인 우도비 기법에 적용하여 광상부존가능도를 작성하였

다. 작성된 가능도는 계산된 광상부존가능지수를 기존 광상부존가능성을 정량적으로 설명 및 표현하기 위하여 추정능력을 계산하여 검증하였다. 그 결과 검증결과는 85.66%의 예측 정확도를 나타내었다.

연구의 결과가 보다 정확하려면 우선 광상의 수가 많아야 하며, 신빙성 있는 자료들을 공유와 수집이 선행되어야 한다. 또한, 각 분야의 전문가들의 네트워크 연결이 이루어져야 한다. 광축척의 입력자료 및 표현의 한계로 인하여 소축척의 입력자료를 이용한 연구가 요망된다. 즉 광역지역에서 협의지역으로 연구해 나가야 할 것이다. 협의 지역의 연구에 있어서는 광상의 위치가 많지 않기 때문에 광상과 지질정보 사이의 특성 분포를 함수로하는 확률 모델을 표현하기가 곤란하다. 그렇기 때문에 앞으로 협의 지역을 연구할 경우에는 전문가의 경험적인 의견을 고려하여 자료를 표현할 수 있는 퍼지와 뉴럴-퍼지 모델을 적용하는 방법도 있다(Alok Porwal and Carranza, 2004; An, P et al., 1991). 또한 원격탐사 초다분광 센서에서 얻은 영상 자료를 이용하는 연구도 있다.

우리나라는 첨단산업의 급속한 발전으로 인하여 금속자원의 수요는 지속적으로 증가하고 있으며, 현재 90%이상 해외수입에 의존하고 있다. 또한, 국제사회의 자원 무기화 및 국내의 경제상황 등으로 미루어 볼 때 광물자원의 수급에 많은 장애가 예상된다. 이는 산업발전에 큰 저해요인으로 작용될 것이다. 그러므로 우리나라는 국내에 필요한 자원을 장기적이고 안정적으로 공급할 수 있는 광물자원 부존가능 지역을 사전에 확보하기 위해 본 연

구에서 개발된 기술이 해외자원 확보에 도움이 될 수 있다.

참 고 문 헌

- 고상모 외, 2002, 국내광물자원 자료전산화 및 광상재평가 종합시스템 개발연구 III(1:250,000 서울, 강릉도폭) 보고서, 산업자원부.
- 구성분 외, 2001, 광역물리탐사보고서, 산업자원부.
- 김정찬 외, 2001, 1:250,000 강릉-속초 지질도폭 설명서, 한국지질자원연구원.
- 이사로, 2000, “지리정보시스템(GIS)을 이용한 산사태 취약성 분석 기법 개발 및 적용 연구”, 연세대학교 박사 학위 논문.
- 이진수 외, 1998, 지화학조사연구(1:250,000 강릉도폭 광역 지화학도)보고서, 한국지질자원연구원.
- 최재원, 2002, “지리정보시스템(GIS) 및 Bayesian 확률기법을 이용한 보은지역의 산사태 취약성 분석 및 검증”, 연세대학교 석사 학위 논문.
- Agterberg, F. P., 1992, “Combining indicator patterns in weights of evidence modeling for resource evaluation”, *Nonrenewable Resources* 1 (1), pp.3950.
- Agterberg, F. P., Bonham-Carter, G. F., Cheng, Q. and Wright, D. F., 1993, “Weights of evidence modeling and weighted logistic regression for mineral potential mapping”, In *Computers in Geology, 25 Years of Progress*, Edited by J. C. Davis, and U. C. Herzfeld (Oxford: Oxford University Press), pp.13-32.
- Agterberg, F. P., 1988, “Application of recent developments of regression analysis in regional mineral resource evaluation”, In: Chung, C. F., Fabbri, A.G., Sinding-Larsen, R. (Eds.), *Quantitative Analysis of Mineral and Energy*

- Resources. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, pp.1-28.
- Alok Porwal, E. J. M. and Carranza, M. H., 2004, "A Hybrid Neuro-Fuzzy Model for Mineral Potential Mapping", *Mathematical Geology* 36(7), pp.803-826.
- An, P., Moon, W. M and Andy, R., 1991, "Application of Fuzzy Set Theory to Integrated Mineral Exploration", *Canadian Journal of Exploration Geophysics*, Vol. 27, pp.1-11
- Bonham-Carter, G. F., 1994, *Geographic Information Systems for geoscientists, modeling with GIS*, (Oxford: Pergamon Press).
- Bonham-Carter, G. F., Agterberg, F. P. and Wright, D. F., 1988, "Integration of geological datasets for gold exploration in Nova Scotia", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54, pp.1585-1592.
- Bonham-Carter, G. F., Agterberg, F. P. and Wright, D. F., 1989, "Weights of evidence modeling: A new approach to mapping mineral potential", In: Agterberg, F. P. and Bonham-Carter, G. F., (Eds.), *Statistical Applications in the Earth Sciences: Geological Survey of Canada*, Paper 989, pp.171-183.
- Brown, W. M., Gedeon, T. D., Groves, D. I., and Barnes, R. G., 2000, "Artificial neural networks; a new method for mineral prospectivity mapping", *Australian Journal of Earth Sciences*, Vol. 47, pp.757-770.
- Brown, W., Groves, D. and Gedeon, T., 2003, "Use of Fuzzy Membership Input Layers to Combine Subjective Geological Knowledge and Empirical Data in a Neural Network Method for Mineral-Potential Mapping". *Natural Resources Research* 12 (3), pp.183-200.
- Carranza, E. J. M., 2001, "Logistic Regression for Geologically Constrained Mapping of Gold Potential", *Baguio District, Philippines, Explor. Mining Geol.* 10 (3), pp.165-175.
- Chung, C. F. and Agterberg, F. P., 1980, "Regression models for estimating mineral resources from geological map data". *Mathematical Geology* 12 (5), pp.473-488.
- Emmanuel J, Carranza M and Martin Hale, 2000, "Geologically constrained probabilistic mapping of gold potential, Baguio district", *Philippines. Natural Resources Research*, 9, pp.237-253.
- Harris, J. R., Wilkinson, L., Heather, K., Fumerton, S., Bernier, M. A., Ayer, J. and Dahn, R., 2001, "Application of GIS Processing Techniques for Producing Mineral Prospectivity Maps A Case Study: Mesothermal Au in the Swayze Greenstone Belt", *Ontario, Canada. Natural Resources Research* 10 (2), pp.91-124.
- Mark, J. M., 1999, *Mineral potential modelling of gold and silver mineralization in the Nevada Great Basin - A GIS-based analysis using Weights-of-Evidence*.
- Moon, W. M., 1990, "Integration of geophysical and geological data using evidential belief function". *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28, pp.711-720.
- Porwal, A., Carranza, E. J. M. and Hale, M., 2003, "Artificial Neural Networks for Mineral-Potential Mapping : A Case Study from Aravalli Province", *Western India. Natural Resources Research* 12 (3), pp.155-171.
- Rigol-Sanchez, J. P., Chica-Olmo M. and Abarca-Hernandez, F., 2003, "Artificial neural networks as a tool for mineral potential mapping with GIS". *Int. J. Remote Sensing* 24 (5), pp.1151-1156.

<부 록> Spatial relationship between metallic deposits and related factors.

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Al (ppb)	0-25.75	1	2.083	136880	10.071	0.207	-1.576	0.085	-1.661	-1.643
	0-34.41	2	4.167	273554	20.126	0.207	-1.575	0.182	-1.757	-2.433
	0-41.75	2	4.167	410699	30.216	0.138	-1.981	0.317	-2.298	-3.182
	0-50.50	3	6.250	546643	40.218	0.155	-1.862	0.450	-2.312	-3.877
	0-60.66	4	8.333	682182	50.190	0.166	-1.796	0.610	-2.405	-4.606
	0-74.50	5	10.417	817857	60.171	0.173	-1.754	0.811	-2.564	-5.427
	0-93.58	13	27.083	953246	70.132	0.386	-0.951	0.893	-1.844	-5.677
	0-111.25	28	58.333	1089152	80.131	0.728	-0.317	0.741	-1.058	-3.614
	0-137.08	43	89.583	1224311	90.075	0.995	-0.005	0.048	-0.054	-0.114
	0-497.50	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Alkalinity (ppm)	2.39-14.83	0	0.000	138753	10.208	0.000	NaN	0.108	NaN	NaN
	2.39-17.33	0	0.000	274445	20.192	0.000	NaN	0.226	NaN	NaN
	2.39-21.83	0	0.000	413198	30.400	0.000	NaN	0.362	NaN	NaN
	2.39-27.16	0	0.000	551523	40.577	0.000	NaN	0.520	NaN	NaN
	2.39-34.33	1	2.083	686430	50.502	0.041	-3.188	0.682	-3.870	-3.830
	2.39-44.00	6	12.500	822447	60.509	0.207	-1.577	0.796	-2.373	-5.436
	2.39-61.83	7	14.583	956948	70.405	0.207	-1.574	1.060	-2.634	-6.441
	2.39-108.33	11	22.917	1091291	80.289	0.285	-1.254	1.364	-2.617	-7.622
	2.39-172.00	29	60.417	1225493	90.162	0.670	-0.400	1.392	-1.793	-6.073
	2.39-300.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
As (ppb)	0-0.58	0	0.000	136573	10.048	0.000	NaN	0.106	NaN	NaN
	0-2.25	0	0.000	272717	20.064	0.000	NaN	0.224	NaN	NaN
	0-4.23	1	2.083	408864	30.081	0.069	-2.670	0.337	-3.007	-2.975
	0-6.43	3	6.250	544721	40.076	0.156	-1.858	0.448	-2.306	-3.867
	0-9.98	4	8.333	680781	50.087	0.166	-1.793	0.608	-2.401	-4.598
	0-14.12	9	18.750	816671	60.084	0.312	-1.165	0.711	-1.875	-5.071
	0-19.14	13	27.083	952344	70.066	0.387	-0.951	0.890	-1.841	-5.668
	0-26.22	22	45.833	1088099	80.054	0.573	-0.558	0.999	-1.557	-5.374
	0-35.78	28	58.333	1223710	90.031	0.648	-0.434	1.430	-1.864	-6.367
	0-50.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Ba (ppb)	-2.01-3.38	2	4.167	136281	10.026	0.416	-0.878	0.063	-0.941	-1.303
	-2.01-4.38	4	8.333	273242	20.103	0.415	-0.881	0.137	-1.018	-1.949
	-2.01-5.51	6	12.500	409505	30.128	0.415	-0.880	0.225	-1.105	-2.531
	-2.01-6.79	12	25.000	545775	40.154	0.623	-0.474	0.226	-0.700	-2.099
	-2.01-8.37	20	41.667	682070	50.181	0.830	-0.186	0.158	-0.344	-1.174
	-2.01-10.08	25	52.083	817676	60.158	0.866	-0.144	0.185	-0.329	-1.138
	-2.01-11.97	28	58.333	953712	70.167	0.831	-0.185	0.334	-0.519	-1.772
	-2.01-14.36	34	70.833	1088939	80.116	0.884	-0.123	0.383	-0.506	-1.594
	-2.01-18.25	42	87.500	1224208	90.068	0.971	-0.029	0.230	-0.259	-0.593
	-2.01-158.52	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

지리정보시스템(GIS) 및 Weight of Evidence 기법을 이용한 강릉지역의 퇴적기원의 비금속 광상부존가능성 분석

Factors	Classa	Mineral occ. points (W ⁺) ^b	% occ. (W ⁺)	No of pixels in domain (W ⁺) ^c	% Domain (W ⁺)	Ratio (W ⁺) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Ca (ppm)	1.10-3.38	0	0.000	137365	10.106	0.000	NaN	0.107	NaN	NaN
	1.10-4.49	0	0.000	273728	20.139	0.000	NaN	0.225	NaN	NaN
	1.10-5.56	0	0.000	409750	30.146	0.000	NaN	0.359	NaN	NaN
	1.10-6.73	1	2.083	545752	40.152	0.052	-2.959	0.492	-3.451	-3.415
	1.10-8.41	1	2.083	681595	50.146	0.042	-3.181	0.675	-3.856	-3.816
	1.10-11.23	5	10.417	817131	60.118	0.173	-1.753	0.809	-2.562	-5.423
	1.10-16.96	6	12.500	952659	70.089	0.178	-1.724	1.073	-2.797	-6.410
	1.10-27.61	11	22.917	1088354	80.073	0.286	-1.251	1.353	-2.604	-7.582
	1.10-38.86	28	58.333	1223819	90.039	0.648	-0.434	1.431	-1.865	-6.370
	1.10-50.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Cd (ppb)	0-0.16	2	4.167	169397	12.463	0.334	-1.096	0.091	-1.186	-1.642
	0-0.41	4	8.333	304277	22.386	0.372	-0.988	0.166	-1.155	-2.211
	0-0.66	11	22.917	454068	33.407	0.686	-0.377	0.146	-0.523	-1.523
	0-0.91	15	31.250	599439	44.102	0.709	-0.344	0.207	-0.551	-1.771
	0-1.14	20	41.667	726357	53.440	0.780	-0.249	0.225	-0.474	-1.620
	0-1.41	32	66.667	861247	63.364	1.052	0.051	-0.094	0.145	0.475
	0-1.81	39	81.250	986665	72.591	1.119	0.113	-0.380	0.492	1.331
	0-2.75	46	95.833	1112127	81.822	1.171	0.158	-1.473	1.631	2.258
	0-4.68	47	97.917	1235706	90.914	1.077	0.074	-1.473	1.547	1.531
	0-10.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Cl ⁻ (ppm)	1.01-1.71	1	2.083	137133	10.089	0.206	-1.577	0.085	-1.663	-1.645
	1.01-2.06	2	4.167	273909	20.152	0.207	-1.576	0.182	-1.759	-2.435
	1.01-2.42	6	12.500	409610	30.136	0.415	-0.880	0.225	-1.105	-2.532
	1.01-2.77	7	14.583	545597	40.141	0.363	-1.013	0.356	-1.368	-3.345
	1.01-3.14	14	29.167	681708	50.155	0.582	-0.542	0.351	-0.893	-2.814
	1.01-3.61	21	43.750	817942	60.178	0.727	-0.319	0.345	-0.664	-2.283
	1.01-4.29	31	64.583	954363	70.215	0.920	-0.084	0.173	-0.257	-0.851
	1.01-5.32	40	83.333	1090017	80.195	1.039	0.038	-0.173	0.211	0.545
	1.01-7.19	46	95.833	1225216	90.142	1.063	0.061	-0.861	0.922	1.277
	1.01-20.85	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Co (ppb)	0-0.33	1	2.083	137062	10.084	0.207	-1.577	0.085	-1.662	-1.645
	0-0.83	5	10.417	279270	20.546	0.507	-0.679	0.120	-0.799	-1.692
	0-1.24	9	18.750	421327	30.998	0.605	-0.503	0.163	-0.666	-1.801
	0-1.66	11	22.917	573012	42.158	0.544	-0.610	0.287	-0.897	-2.611
	0-2.08	12	25.000	711948	52.380	0.477	-0.740	0.454	-1.194	-3.582
	0-2.67	21	43.750	845029	62.171	0.704	-0.351	0.397	-0.748	-2.571
	0-3.24	30	62.500	977054	71.884	0.869	-0.140	0.288	-0.428	-1.435
	0-3.99	39	81.250	1108003	81.518	0.997	-0.003	0.014	-0.018	-0.048
	0-5.16	45	93.750	1233721	90.768	1.033	0.032	-0.390	0.422	0.709
	0-9.91	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Conductivity (μ S/cm)	0-40.58	0	0.000	136326	10.030	0.000	NaN	0.106	NaN	NaN
	0-49.54	0	0.000	272323	20.035	0.000	NaN	0.224	NaN	NaN
	0-57.86	0	0.000	408274	30.038	0.000	NaN	0.357	NaN	NaN
	0-67.25	2	4.167	544395	40.052	0.104	-2.263	0.469	-2.732	-3.783
	0-79.92	3	6.250	680263	50.048	0.125	-2.080	0.630	-2.710	-4.545
	0-100.84	5	10.417	816117	60.043	0.173	-1.752	0.807	-2.559	-5.416
	0-139.75	6	12.500	952183	70.054	0.178	-1.724	1.072	-2.796	-6.406
	0-200.50	13	27.083	1087908	80.040	0.338	-1.084	1.296	-2.379	-7.325
	0-264.50	28	58.333	1224048	90.056	0.648	-0.434	1.433	-1.867	-6.377
	0-439.66	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Cr (ppb)	0-0.25	3	6.250	142661	10.496	0.595	-0.518	0.046	-0.565	-0.947
	0-0.75	7	14.583	287909	21.182	0.688	-0.373	0.080	-0.454	-1.109
	0-1.07	11	22.917	424881	31.259	0.733	-0.310	0.115	-0.425	-1.238
	0-1.33	17	35.417	583661	42.941	0.825	-0.193	0.124	-0.317	-1.049
	0-1.66	24	50.000	729525	53.673	0.932	-0.071	0.076	-0.147	-0.510
	0-1.99	29	60.417	861631	63.392	0.953	-0.048	0.078	-0.126	-0.428
	0-2.41	34	70.833	994066	73.136	0.969	-0.032	0.082	-0.114	-0.360
	0-3.14	39	81.250	1116200	82.121	0.989	-0.011	0.048	-0.058	-0.158
	0-4.65	48	100.000	1238039	91.085	1.098	0.093	NaN	NaN	NaN
	0-10.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Cu (ppb)	0-0.75	3	6.250	140648	10.348	0.604	-0.504	0.045	-0.549	-0.920
	0-1.50	8	16.667	293965	21.628	0.771	-0.261	0.061	-0.322	-0.831
	0-1.91	11	22.917	451576	33.223	0.690	-0.371	0.144	-0.515	-1.499
	0-2.25	18	37.500	591128	43.491	0.862	-0.148	0.101	-0.249	-0.835
	0-2.58	22	45.833	720832	53.033	0.864	-0.146	0.143	-0.289	-0.996
	0-2.91	26	54.167	851998	62.683	0.864	-0.146	0.206	-0.352	-1.214
	0-3.33	34	70.833	1002123	73.728	0.961	-0.040	0.105	-0.145	-0.455
	0-4.00	40	83.333	1124427	82.727	1.007	0.007	-0.036	0.043	0.111
	0-5.25	45	93.750	1244479	91.559	1.024	0.024	-0.301	0.324	0.544
0-22.83	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Eh (mV)	0-5.73	0	0.000	154098	11.337	0.000	NaN	0.120	NaN	NaN
	0-133.55	13	27.083	288058	21.193	1.278	0.245	-0.078	0.323	0.994
	0-149.38	26	54.167	421996	31.047	1.745	0.557	-0.408	0.965	3.331
	0-164.60	37	77.083	555888	40.898	1.885	0.634	-0.947	1.581	4.604
	0-180.80	42	87.500	689795	50.750	1.724	0.545	-1.371	1.916	4.390
	0-197.91	43	89.583	823734	60.604	1.478	0.391	-1.330	1.721	3.642
	0-215.60	44	91.667	957640	70.456	1.301	0.263	-1.266	1.529	2.927
	0-233.69	45	93.750	1091534	80.307	1.167	0.155	-1.148	1.302	2.184
	0-278.16	47	97.917	1225374	90.153	1.086	0.083	-1.553	1.636	1.619
	0-500.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

지리정보시스템(GIS) 및 Weight of Evidence 기법을 이용한 강릉지역의 퇴적기원의 비금속 광상부존가능성 분석

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
F ⁻ (ppm)	0	7	14.583	141299	10.396	1.403	0.338	-0.048	0.386	0.945
	0-0.03	26	54.167	326251	24.003	2.257	0.814	-0.506	1.320	4.555
	0-0.06	34	70.833	477089	35.100	2.018	0.702	-0.800	1.502	4.730
	0-0.10	40	83.333	644377	47.408	1.758	0.564	-1.149	1.713	4.423
	0-0.14	42	87.500	765976	56.355	1.553	0.440	-1.250	1.690	3.873
	0-0.19	43	89.583	895701	65.899	1.359	0.307	-1.186	1.493	3.160
	0-0.25	44	91.667	1030616	75.825	1.209	0.190	-1.065	1.255	2.403
	0-0.31	46	95.833	1142708	84.071	1.140	0.131	-1.341	1.472	2.038
	0-0.38	48	100.000	1251588	92.082	1.086	0.082	NaN	NaN	NaN
	0-0.96	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Fe (ppm)	0-5.16	7	14.583	136251	10.024	1.455	0.375	-0.052	0.427	1.044
	0-7.90	16	33.333	272439	20.044	1.663	0.509	-0.182	0.690	2.255
	0-10.18	21	43.750	408535	30.057	1.456	0.375	-0.218	0.593	2.039
	0-12.50	28	58.333	544609	40.068	1.456	0.376	-0.364	0.739	2.524
	0-15.48	32	66.667	680918	50.097	1.331	0.286	-0.404	0.689	2.251
	0-19.39	35	72.917	816910	60.102	1.213	0.193	-0.387	0.581	1.788
	0-25.09	40	83.333	952784	70.098	1.189	0.173	-0.585	0.757	1.956
	0-33.44	45	93.750	1088353	80.072	1.171	0.158	-1.160	1.317	2.209
	0-48.09	46	95.833	1223888	90.044	1.064	0.062	-0.871	0.933	1.292
	0-94.83	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
K (ppm)	0.16-0.45	4	8.333	138441	10.185	0.818	-0.201	0.020	-0.221	-0.423
	0.16-0.55	6	12.500	281472	20.708	0.604	-0.505	0.099	-0.603	-1.382
	0.16-0.64	12	25.000	430883	31.701	0.789	-0.237	0.094	-0.331	-0.993
	0.16-0.72	16	33.333	572539	42.123	0.791	-0.234	0.141	-0.375	-1.226
	0.16-0.81	22	45.833	715282	52.625	0.871	-0.138	0.134	-0.272	-0.939
	0.16-0.92	26	54.167	852821	62.744	0.863	-0.147	0.207	-0.354	-1.223
	0.16-1.07	34	70.833	984377	72.423	0.978	-0.022	0.056	-0.078	-0.246
	0.16-1.25	43	89.583	1110975	81.737	1.096	0.092	-0.561	0.653	1.382
	0.16-1.59	47	97.917	1235822	90.922	1.077	0.074	-1.472	1.546	1.530
	0.16-5.82	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Li (ppb)	-0.77--0.01	2	4.167	38484	2.831	1.472	0.386	-0.014	0.400	0.554
	-0.77-0.01	13	27.083	187933	13.827	1.959	0.672	-0.167	0.839	2.584
	-0.77-0.21	28	58.333	336060	24.725	2.359	0.858	-0.591	1.450	4.952
	-0.77-0.64	37	77.083	482691	35.513	2.171	0.775	-1.035	1.810	5.269
	-0.77-0.99	40	83.333	568589	41.832	1.992	0.689	-1.250	1.939	5.007
	-0.77-1.00	40	83.333	739858	54.433	1.531	0.426	-1.006	1.432	3.696
	-0.77-1.37	41	85.417	897268	66.014	1.294	0.258	-0.846	1.104	2.699
	-0.77-2.00	42	87.500	1060553	78.027	1.121	0.115	-0.564	0.679	1.555
	-0.77-3.04	45	93.750	1209948	89.018	1.053	0.052	-0.564	0.615	1.032
	-0.77-9.54	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Mg (ppm)	0-0.73	0	0.000	141099	10.381	0.000	NaN	0.110	NaN	NaN
	0-0.90	1	2.083	280812	20.660	0.101	-2.294	0.210	-2.505	-2.478
	0-1.08	1	2.083	417667	30.729	0.068	-2.691	0.346	-3.037	-3.006
	0-1.29	2	4.167	557248	40.998	0.102	-2.286	0.485	-2.771	-3.837
	0-1.55	4	8.333	691627	50.884	0.164	-1.809	0.624	-2.433	-4.659
	0-1.98	5	10.417	825216	60.713	0.172	-1.763	0.824	-2.587	-5.475
	0-2.88	9	18.750	959319	70.579	0.266	-1.326	1.016	-2.341	-6.331
	0-4.13	18	37.500	1093009	80.415	0.466	-0.763	1.160	-1.923	-6.451
	0-7.03	34	70.833	1226314	90.223	0.785	-0.242	1.093	-1.335	-4.204
0-30.13	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Mn (ppb)	0-1.16	4	8.333	138057	10.157	0.820	-0.198	0.020	-0.218	-0.417
	0-1.91	16	33.333	285310	20.991	1.588	0.462	-0.170	0.632	2.065
	0-3.00	21	43.750	428729	31.543	1.387	0.327	-0.196	0.524	1.799
	0-4.00	26	54.167	573304	42.179	1.284	0.250	-0.232	0.482	1.665
	0-5.08	28	58.333	708422	52.120	1.119	0.113	-0.139	0.252	0.859
	0-7.50	28	58.333	838963	61.724	0.945	-0.057	0.085	-0.141	-0.483
	0-11.00	35	72.917	969440	71.324	1.022	0.022	-0.057	0.079	0.244
	0-17.83	38	79.167	1100428	80.961	0.978	-0.022	0.090	-0.112	-0.316
	0-29.91	43	89.583	1230432	90.526	0.990	-0.010	0.095	-0.105	-0.223
0-148.66	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Mo (ppb)	0-0.06	13	27.083	158186	11.638	2.327	0.845	-0.192	1.037	3.192
	0-0.16	22	45.833	314148	23.113	1.983	0.685	-0.350	1.035	3.572
	0-0.34	28	58.333	450764	33.164	1.759	0.565	-0.473	1.037	3.543
	0-0.60	30	62.500	581723	42.799	1.460	0.379	-0.422	0.801	2.686
	0-0.99	40	83.333	711974	52.381	1.591	0.464	-1.050	1.514	3.909
	0-1.57	45	93.750	842663	61.997	1.512	0.414	-1.805	2.219	3.721
	0-2.46	46	95.833	972053	71.516	1.340	0.293	-1.922	2.215	3.066
	0-3.94	48	100.000	1101729	81.057	1.234	0.210	NaN	NaN	NaN
	0-6.68	48	100.000	1230831	90.555	1.104	0.099	NaN	NaN	NaN
0-10.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Na (ppm)	-14.40-0.67	10	20.833	137354	10.105	2.062	0.723	-0.127	0.851	2.393
	-14.40-0.89	22	45.833	274698	20.210	2.268	0.819	-0.387	1.206	4.164
	-14.40-1.18	30	62.500	410427	30.196	2.070	0.727	-0.621	1.349	4.524
	-14.40-1.54	35	72.917	547000	40.244	1.812	0.594	-0.791	1.386	4.266
	-14.40-1.93	37	77.083	684380	50.351	1.531	0.426	-0.773	1.199	3.491
	-14.40-2.38	42	87.500	821285	60.424	1.448	0.370	-1.153	1.523	3.489
	-14.40-2.88	42	87.500	957536	70.448	1.242	0.217	-0.860	1.077	2.468
	-14.40-3.53	45	93.750	1091947	80.337	1.167	0.154	-1.146	1.301	2.181
	-14.40-4.83	46	95.833	1225652	90.174	1.063	0.061	-0.858	0.919	1.272
	-14.40-232.43	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

지리정보시스템(GIS) 및 Weight of Evidence 기법을 이용한 강릉지역의 퇴적기원의 비금속 광상부존가능성 분석

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Mg (ppm)	0-0.73	0	0.000	141099	10.381	0.000	NaN	0.110	NaN	NaN
	0-0.90	1	2.083	280812	20.660	0.101	-2.294	0.210	-2.505	-2.478
	0-1.08	1	2.083	417667	30.729	0.068	-2.691	0.346	-3.037	-3.006
	0-1.29	2	4.167	557248	40.998	0.102	-2.286	0.485	-2.771	-3.837
	0-1.55	4	8.333	691627	50.884	0.164	-1.809	0.624	-2.433	-4.659
	0-1.98	5	10.417	825216	60.713	0.172	-1.763	0.824	-2.587	-5.475
	0-2.88	9	18.750	959319	70.579	0.266	-1.326	1.016	-2.341	-6.331
	0-4.13	18	37.500	1093009	80.415	0.466	-0.763	1.160	-1.923	-6.451
	0-7.03	34	70.833	1226314	90.223	0.785	-0.242	1.093	-1.335	-4.204
0-30.13	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Mn (ppb)	0-1.16	4	8.333	138057	10.157	0.820	-0.198	0.020	-0.218	-0.417
	0-1.91	16	33.333	285310	20.991	1.588	0.462	-0.170	0.632	2.065
	0-3.00	21	43.750	428729	31.543	1.387	0.327	-0.196	0.524	1.799
	0-4.00	26	54.167	573304	42.179	1.284	0.250	-0.232	0.482	1.665
	0-5.08	28	58.333	708422	52.120	1.119	0.113	-0.139	0.252	0.859
	0-7.50	28	58.333	838963	61.724	0.945	-0.057	0.085	-0.141	-0.483
	0-11.00	35	72.917	969440	71.324	1.022	0.022	-0.057	0.079	0.244
	0-17.83	38	79.167	1100428	80.961	0.978	-0.022	0.090	-0.112	-0.316
	0-29.91	43	89.583	1230432	90.526	0.990	-0.010	0.095	-0.105	-0.223
0-148.66	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Mo (ppb)	0-0.06	13	27.083	158186	11.638	2.327	0.845	-0.192	1.037	3.192
	0-0.16	22	45.833	314148	23.113	1.983	0.685	-0.350	1.035	3.572
	0-0.34	28	58.333	450764	33.164	1.759	0.565	-0.473	1.037	3.543
	0-0.60	30	62.500	581723	42.799	1.460	0.379	-0.422	0.801	2.686
	0-0.99	40	83.333	711974	52.381	1.591	0.464	-1.050	1.514	3.909
	0-1.57	45	93.750	842663	61.997	1.512	0.414	-1.805	2.219	3.721
	0-2.46	46	95.833	972053	71.516	1.340	0.293	-1.922	2.215	3.066
	0-3.94	48	100.000	1101729	81.057	1.234	0.210	NaN	NaN	NaN
	0-6.68	48	100.000	1230831	90.555	1.104	0.099	NaN	NaN	NaN
0-10.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Na (ppm)	-14.40-0.67	10	20.833	137354	10.105	2.062	0.723	-0.127	0.851	2.393
	-14.40-0.89	22	45.833	274698	20.210	2.268	0.819	-0.387	1.206	4.164
	-14.40-1.18	30	62.500	410427	30.196	2.070	0.727	-0.621	1.349	4.524
	-14.40-1.54	35	72.917	547000	40.244	1.812	0.594	-0.791	1.386	4.266
	-14.40-1.93	37	77.083	684380	50.351	1.531	0.426	-0.773	1.199	3.491
	-14.40-2.38	42	87.500	821285	60.424	1.448	0.370	-1.153	1.523	3.489
	-14.40-2.88	42	87.500	957536	70.448	1.242	0.217	-0.860	1.077	2.468
	-14.40-3.53	45	93.750	1091947	80.337	1.167	0.154	-1.146	1.301	2.181
	-14.40-4.83	46	95.833	1225652	90.174	1.063	0.061	-0.858	0.919	1.272
	-14.40-232.43	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Ni (ppb)	0-0.06	0	0.000	137958	10.150	0.000	NaN	0.107	NaN	NaN
	0-2.14	1	2.083	274012	20.160	0.103	-2.270	0.204	-2.474	-2.448
	0-3.57	1	2.083	410980	30.237	0.069	-2.675	0.339	-3.014	-2.983
	0-4.83	5	10.417	547838	40.306	0.258	-1.353	0.406	-1.759	-3.723
	0-5.92	7	14.583	684392	50.352	0.290	-1.239	0.543	-1.782	-4.357
	0-7.25	10	20.833	819392	60.284	0.346	-1.063	0.690	-1.752	-4.930
	0-8.89	16	33.333	954414	70.218	0.475	-0.745	0.806	-1.551	-5.065
	0-10.58	26	54.167	1089872	80.184	0.676	-0.392	0.839	-1.231	-4.249
	0-13.06	39	81.250	1224696	90.104	0.902	-0.103	0.639	-0.742	-2.008
	0-20.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
NO ₂ ⁻ (ppm)	0	35	72.917	1007126	74.096	0.984	-0.016	0.045	-0.061	-0.187
	0-0.03	41	85.417	1063852	78.270	1.091	0.087	-0.399	0.486	1.189
	0-0.06	45	93.750	1105954	81.367	1.152	0.142	-1.092	1.234	2.069
	0-0.10	45	93.750	1146161	84.326	1.112	0.106	-0.919	1.025	1.720
	0-0.17	45	93.750	1184478	87.145	1.076	0.073	-0.721	0.794	1.332
	0-0.24	46	95.833	1222186	89.919	1.066	0.064	-0.884	0.947	1.311
	0-0.37	47	97.917	1257719	92.533	1.058	0.057	-1.277	1.333	1.319
	0-0.53	47	97.917	1292111	95.063	1.030	0.030	-0.863	0.892	0.883
	0-0.78	47	97.917	1326207	97.572	1.004	0.004	-0.153	0.157	0.155
	0-1.87	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
NO ₃ ⁻ (ppm)	0.29-1.57	0	0.000	137668	10.129	0.000	NaN	0.107	NaN	NaN
	0.29-2.31	3	6.250	273637	20.132	0.310	-1.170	0.160	-1.330	-2.230
	0.29-3.18	4	8.333	410001	30.165	0.276	-1.286	0.272	-1.558	-2.984
	0.29-4.13	9	18.750	546634	40.217	0.466	-0.763	0.307	-1.070	-2.893
	0.29-5.02	12	25.000	683029	50.252	0.497	-0.698	0.411	-1.109	-3.326
	0.29-6.13	17	35.417	818289	60.203	0.588	-0.531	0.484	-1.015	-3.362
	0.29-7.38	23	47.917	953528	70.153	0.683	-0.381	0.557	-0.938	-3.246
	0.29-9.31	32	66.667	1088901	80.113	0.832	-0.184	0.516	-0.700	-2.287
	0.29-12.92	38	79.167	1224457	90.086	0.879	-0.129	0.743	-0.872	-2.453
	0.29-35.22	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Pb (ppb)	0-0.05	0	0.000	181882	13.381	0.000	NaN	0.144	NaN	NaN
	0-1.44	1	2.083	312891	23.020	0.091	-2.402	0.241	-2.643	-2.615
	0-3.92	1	2.083	443843	32.654	0.064	-2.752	0.374	-3.126	-3.094
	0-7.09	4	8.333	574702	42.282	0.197	-1.624	0.463	-2.087	-3.996
	0-10.64	10	20.833	705592	51.912	0.401	-0.913	0.499	-1.412	-3.971
	0-13.95	12	25.000	836491	61.542	0.406	-0.901	0.668	-1.569	-4.706
	0-18.62	16	33.333	967234	71.161	0.468	-0.758	0.838	-1.596	-5.214
	0-24.37	26	54.167	1098057	80.786	0.670	-0.400	0.869	-1.269	-4.381
	0-32.04	41	85.417	1228736	90.401	0.945	-0.057	0.418	-0.475	-1.161
	0-50.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
pH -log ₁₀ [H ⁺]	2.55-6.88	2	4.167	141195	10.388	0.401	-0.914	0.067	-0.981	-1.358
	2.55-7.02	3	6.250	284085	20.901	0.299	-1.207	0.170	-1.377	-2.310
	2.55-7.13	5	10.417	426706	31.394	0.332	-1.103	0.267	-1.370	-2.899
	2.55-7.23	5	10.417	565447	41.601	0.250	-1.385	0.428	-1.813	-3.836
	2.55-7.33	7	14.583	705251	51.887	0.281	-1.269	0.574	-1.843	-4.507
	2.55-7.45	9	18.750	839922	61.795	0.303	-1.193	0.755	-1.947	-5.265
	2.55-7.63	15	31.250	973937	71.655	0.436	-0.830	0.886	-1.716	-5.510
	2.55-7.85	28	58.333	1103816	81.210	0.718	-0.331	0.796	-1.127	-3.850
	2.55-8.15	38	79.167	1236274	90.955	0.870	-0.139	0.834	-0.973	-2.738
	2.55-100.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
PO ₄ ³⁻ (ppm)	0	48	100.000	1218605	89.655	1.115	0.109	NaN	NaN	NaN
	0-0.02	48	100.000	1235941	90.931	1.100	0.095	NaN	NaN	NaN
	0-0.04	48	100.000	1255448	92.366	1.083	0.079	NaN	NaN	NaN
	0-0.06	48	100.000	1265594	93.112	1.074	0.071	NaN	NaN	NaN
	0-0.07	48	100.000	1282095	94.326	1.060	0.058	NaN	NaN	NaN
	0-0.09	48	100.000	1298608	95.541	1.047	0.046	NaN	NaN	NaN
	0-0.11	48	100.000	1315670	96.797	1.033	0.033	NaN	NaN	NaN
	0-0.13	48	100.000	1333200	98.086	1.020	0.019	NaN	NaN	NaN
	0-0.18	48	100.000	1346781	99.086	1.009	0.009	NaN	NaN	NaN
	0-1.49	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Si (ppm)	0.37-2.18	25	52.083	136410	10.036	5.190	1.647	-0.630	2.277	7.879
	0.37-2.69	33	68.750	273858	20.148	3.412	1.227	-0.938	2.166	6.954
	0.37-3.22	36	75.000	411828	30.299	2.475	0.906	-1.025	1.932	5.795
	0.37-3.63	39	81.250	547541	40.284	2.017	0.702	-1.158	1.860	5.030
	0.37-4.00	39	81.250	685936	50.466	1.610	0.476	-0.971	1.448	3.915
	0.37-4.40	42	87.500	821536	60.442	1.448	0.370	-1.152	1.522	3.487
	0.37-4.79	45	93.750	958192	70.496	1.330	0.285	-1.552	1.837	3.081
	0.37-5.23	47	97.917	1094014	80.489	1.217	0.196	-2.237	2.433	2.408
	0.37-5.81	47	97.917	1227935	90.342	1.084	0.081	-1.534	1.614	1.597
	0.37-9.58	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
SO ₄ ⁻ (ppb)	2.52-4.05	1	2.083	136659	10.054	0.207	-1.574	0.085	-1.659	-1.642
	2.52-4.92	2	4.167	272820	20.072	0.208	-1.572	0.181	-1.754	-2.428
	2.52-5.68	4	8.333	409218	30.107	0.277	-1.284	0.271	-1.556	-2.979
	2.52-6.48	5	10.417	546479	40.206	0.259	-1.351	0.404	-1.755	-3.714
	2.52-7.32	10	20.833	682976	50.248	0.415	-0.880	0.465	-1.345	-3.784
	2.52-8.35	12	25.000	819287	60.277	0.415	-0.880	0.636	-1.516	-4.547
	2.52-9.71	16	33.333	954585	70.231	0.475	-0.745	0.806	-1.551	-5.067
	2.52-12.13	26	54.167	1089618	80.166	0.676	-0.392	0.838	-1.230	-4.245
	2.52-17.74	38	79.167	1224456	90.086	0.879	-0.129	0.743	-0.872	-2.453
	2.52-66.80	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Sr (ppb)	8.38-20.91	1	2.083	136083	10.012	0.208	-1.570	0.084	-1.654	-1.637
	8.38-26.76	2	4.167	271991	20.011	0.208	-1.569	0.181	-1.750	-2.423
	8.38-32.61	5	10.417	407899	30.010	0.347	-1.058	0.247	-1.305	-2.762
	8.38-38.40	8	16.667	543922	40.018	0.416	-0.876	0.329	-1.205	-3.110
	8.38-44.62	8	16.667	679856	50.018	0.333	-1.099	0.511	-1.610	-4.157
	8.38-52.06	15	31.250	815734	60.015	0.521	-0.653	0.542	-1.195	-3.836
	8.38-61.71	19	39.583	951694	70.018	0.565	-0.570	0.701	-1.271	-4.306
	8.38-74.97	27	56.250	1087545	80.013	0.703	-0.352	0.783	-1.136	-3.904
	8.38-96.62	41	85.417	1223386	90.007	0.949	-0.052	0.378	-0.430	-1.052
	8.38-238.12	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
V (ppb)	0-0.06	0	0.000	296248	21.796	0.000	NaN	0.246	NaN	NaN
	0-0.33	5	10.417	428698	31.540	0.330	-1.108	0.269	-1.377	-2.914
	0-0.75	14	29.167	562152	41.359	0.705	-0.349	0.189	-0.538	-1.695
	0-1.00	21	43.750	705521	51.907	0.843	-0.171	0.157	-0.328	-1.126
	0-1.25	29	60.417	828044	60.921	0.992	-0.008	0.013	-0.021	-0.072
	0-1.58	37	77.083	956080	70.341	1.096	0.092	-0.258	0.349	1.018
	0-1.91	41	85.417	1072027	78.871	1.083	0.080	-0.371	0.450	1.102
	0-2.41	48	100.000	1179964	86.812	1.152	0.141	NaN	NaN	NaN
	0-3.33	48	100.000	1271263	93.530	1.069	0.067	NaN	NaN	NaN
	0-10.00	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
W (ppb)	0-0.05	16	33.333	535225	39.378	0.847	-0.167	0.095	-0.262	-0.855
	0-0.24	22	45.833	635272	46.738	0.981	-0.020	0.017	-0.036	-0.126
	0-0.49	30	62.500	726200	53.428	1.170	0.157	-0.217	0.373	1.253
	0-0.80	34	70.833	818220	60.198	1.177	0.163	-0.311	0.474	1.491
	0-1.19	38	79.167	909278	66.898	1.183	0.168	-0.463	0.631	1.777
	0-1.85	42	87.500	999893	73.564	1.189	0.173	-0.749	0.922	2.114
	0-3.24	43	89.583	1089800	80.179	1.117	0.111	-0.643	0.754	1.596
	0-7.82	45	93.750	1179627	86.788	1.080	0.077	-0.749	0.826	1.385
	0-18.33	48	100.000	1269453	93.396	1.071	0.068	NaN	NaN	NaN
	0-44.85	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Zn (ppb)	0-1.07	3	6.250	136254	10.024	0.623	-0.472	0.041	-0.514	-0.861
	0-1.09	9	18.750	272345	20.037	0.936	-0.066	0.016	-0.082	-0.223
	0-2.27	14	29.167	410211	30.180	0.966	-0.034	0.014	-0.049	-0.153
	0-3.05	19	39.583	546557	40.211	0.984	-0.016	0.010	-0.026	-0.089
	0-4.11	23	47.917	682042	50.179	0.955	-0.046	0.044	-0.091	-0.313
	0-5.55	31	64.583	818325	60.206	1.073	0.070	-0.117	0.187	0.619
	0-7.09	38	79.167	954066	70.193	1.128	0.120	-0.358	0.479	1.346
	0-8.68	41	85.417	1089684	80.170	1.065	0.063	-0.307	0.371	0.906
	0-12.23	44	91.667	1224630	90.099	1.017	0.017	-0.172	0.190	0.363
	0-34.51	48	100.000	1359210	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN

지리정보시스템(GIS) 및 Weight of Evidence 기법을 이용한 강릉지역의 퇴적기원의 비금속 광상부존가능성 분석

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Bouguer (mGal)	-48--21	1	2.083	176700	13.057	0.160	-1.835	0.119	-1.954	-1.934
	-48--18	7	14.583	319400	23.602	0.618	-0.481	0.112	-0.593	-1.450
	-48--15	9	18.750	509978	37.685	0.498	-0.698	0.265	-0.963	-2.605
	-48--13	13	27.083	647925	47.879	0.566	-0.570	0.336	-0.906	-2.788
	-48--11	18	37.500	768709	56.805	0.660	-0.415	0.369	-0.785	-2.632
	-48--7	24	50.000	903365	66.755	0.749	-0.289	0.408	-0.697	-2.415
	-48--3	30	62.500	1026424	75.849	0.824	-0.194	0.440	-0.634	-2.125
	-48-2	39	81.250	1140228	84.258	0.964	-0.036	0.175	-0.211	-0.571
	-48-14	44	91.667	1251603	92.488	0.991	-0.009	0.104	-0.113	-0.216
-48-36	48	100.000	1353253	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN	
Fault	0	6	12.500	671286	49.432	0.253	-1.375	0.548	-1.923	-4.407
	0-8	8	16.667	748342	55.106	0.302	-1.196	0.619	-1.814	-4.685
	0-15	11	22.917	836388	61.590	0.372	-0.989	0.697	-1.685	-4.907
	0-20	16	33.333	915187	67.392	0.495	-0.704	0.715	-1.419	-4.635
	0-24	21	43.750	1009914	74.368	0.588	-0.531	0.786	-1.316	-4.525
	0-29	23	47.917	1087695	80.096	0.598	-0.514	0.962	-1.476	-5.107
	0-38	27	56.250	1160502	85.457	0.658	-0.418	1.101	-1.520	-5.223
	0-47	35	72.917	1228366	90.454	0.806	-0.216	1.043	-1.258	-3.874
	0-63	39	81.250	1294292	95.309	0.852	-0.160	1.386	-1.545	-4.178
	0-143	48	100.000	1357996	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
	Magnetic (nT)	-545-104	1	2.083	140354	10.372	0.201	-1.605	0.088	-1.694
-545--88		5	10.417	277729	20.523	0.508	-0.678	0.120	-0.798	-1.689
-545--76		11	22.917	422963	31.255	0.733	-0.310	0.114	-0.425	-1.237
-545--65		16	33.333	563801	41.663	0.800	-0.223	0.133	-0.357	-1.164
-545--54		20	41.667	702829	51.936	0.802	-0.220	0.194	-0.414	-1.414
-545--40		24	50.000	838756	61.981	0.807	-0.215	0.274	-0.489	-1.693
-545--24		30	62.500	970515	71.717	0.871	-0.138	0.282	-0.420	-1.408
-545--1		32	66.667	1092487	80.730	0.826	-0.191	0.548	-0.739	-2.415
-545-1		36	75.000	1227229	90.687	0.827	-0.190	0.987	-1.177	-3.532
-545-667		48	100.000	1353253	100.000	1.000	0.000	NaN	NaN	NaN
Geology	am	0	0.000	1870	0.138	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	bg	0	0.000	3732	0.275	0.000	NaN	0.003	NaN	NaN
	CEdls	6	12.500	51428	3.784	3.304	1.195	-0.095	1.290	2.956
	CEdy	2	4.167	23225	1.709	2.439	0.891	-0.025	0.917	1.269
	CEOyls	7	14.583	31155	2.292	6.363	1.850	-0.134	1.985	4.853
	CP1	4	8.333	34747	2.556	3.260	1.182	-0.061	1.243	2.380
	Jb	0	0.000	8920	0.656	0.000	NaN	0.007	NaN	NaN
	Jdi	0	0.000	3038	0.224	0.000	NaN	0.002	NaN	NaN
	Jgr	7	14.583	473632	34.845	0.419	-0.871	0.271	-1.142	-2.792
	Jsy	0	0.000	415	0.031	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN

Factors	Classa	Mineral occ. points (W+) ^b	% occ. (W+)	No of pixels in domain (W+) ^c	% Domain (W+)	Ratio (W+) ^d	W+	W-	C ^e	C/S(C) ^f
Geology	Kan	0	0.000	6985	0.514	0.000	NaN	0.005	NaN	NaN
	Kdi	0	0.000	86	0.006	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
	Kgd	0	0.000	232	0.017	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
	Kgp	0	0.000	9043	0.665	0.000	NaN	0.007	NaN	NaN
	Kgr	1	2.083	6740	0.496	4.201	1.435	-0.016	1.452	1.436
	Kgsv	0	0.000	2526	0.186	0.000	NaN	0.002	NaN	NaN
	Khsv	0	0.000	370	0.027	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
	Kpsv	0	0.000	1335	0.098	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	Kq	0	0.000	899	0.066	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	Kssv	0	0.000	680	0.050	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	Ktsv	1	2.083	6649	0.489	4.259	1.449	-0.016	1.465	1.450
	Is	0	0.000	1447	0.106	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	Odis	13	27.083	71278	5.244	5.165	1.642	-0.262	1.904	5.861
	og1	0	0.000	1253	0.092	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	og2	0	0.000	2946	0.217	0.000	NaN	0.002	NaN	NaN
	og3	0	0.000	516	0.038	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
	og4	0	0.000	1386	0.102	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	Ojls	1	2.083	24103	1.773	1.175	0.161	-0.003	0.164	0.163
	Opls	2	4.167	14411	1.060	3.930	1.369	-0.032	1.401	1.939
	PCEbgrgn	0	0.000	10363	0.762	0.000	NaN	0.008	NaN	NaN
	PCEecgn	1	2.083	5753	0.423	4.922	1.594	-0.017	1.611	1.594
	PCEeccs	0	0.000	1574	0.116	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	PCEegrn	0	0.000	22460	1.652	0.000	NaN	0.017	NaN	NaN
	PCEhgr	0	0.000	25729	1.893	0.000	NaN	0.019	NaN	NaN
	PCEjgrgn	0	0.000	6372	0.469	0.000	NaN	0.005	NaN	NaN
	PCEkbg	2	4.167	193475	14.234	0.293	-1.229	0.111	-1.339	-1.854
	PCEkbpgrgn	0	0.000	1340	0.099	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN
	PCEkgrgn	0	0.000	55582	4.089	0.000	NaN	0.042	NaN	NaN
	PCEkgrtgn	0	0.000	12873	0.947	0.000	NaN	0.010	NaN	NaN
	PCEklgn	0	0.000	7420	0.546	0.000	NaN	0.005	NaN	NaN
	PCEkmgn	0	0.000	4647	0.342	0.000	NaN	0.003	NaN	NaN
	PCEkpgn	0	0.000	9866	0.726	0.000	NaN	0.007	NaN	NaN
	PCEkpggrgn	0	0.000	652	0.048	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
	PCEks	0	0.000	4376	0.322	0.000	NaN	0.003	NaN	NaN
	PCElgn	0	0.000	10401	0.765	0.000	NaN	0.008	NaN	NaN
	PCEmgn	0	0.000	37480	2.757	0.000	NaN	0.028	NaN	NaN
	PCEpgn	0	0.000	5226	0.384	0.000	NaN	0.004	NaN	NaN
	PCEw	0	0.000	361	0.027	0.000	NaN	0.000	NaN	NaN
	PCEyl	0	0.000	51877	3.817	0.000	NaN	0.039	NaN	NaN
	Pp2	0	0.000	35981	2.647	0.000	NaN	0.027	NaN	NaN
Q	0	0.000	1349	0.099	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN	
Qa	0	0.000	11013	0.810	0.000	NaN	0.008	NaN	NaN	
Tb	0	0.000	1251	0.092	0.000	NaN	0.001	NaN	NaN	
TRp3	1	2.083	49707	3.657	0.570	-0.563	0.016	-0.579	-0.573	

주 : ^aAccumulative value of related factors, ^bAccumulative points of mineral occurrences, ^cAccumulative pixel in study area
^d% occ.(W+) / % domain(W+), ^eContrast, ^fStudentized value of contrast