



홍천 자은 철-희토류복합광의 지질·광상특성과 향후탐사방향

박종권¹⁾·고상모²⁾

¹⁾(주) 소암컨설턴트

²⁾한국지질자원연구원 광물자원연구본부

홍천-자은 철-희토류광상은 강원도 홍천군 두촌면 자은리(두촌면 소재지)에 위치하며 1960년대에 철광으로 소규모 개발이 이루어진 곳이나 황화광물이 다량으로 수반되는 등 철광석으로는 조건이 좋지 않아 생산이 중단된 곳이다. 그 후에 1989년에 희토류원소가 수반된 것이 알려지고 2000년대에 카보나타이트 기원의 희토류광상이 밝혀졌다. 카보나타이트 희토류광상은 알카리 초염기성암의 분화에 관련된 광상으로 희토류를 비롯한 니오비움(Nb) 탄탈륨(Ta), 철, 동, 금-은 등의 금속광물이 수반되기도 한다.

향후 탐사방향은 본 역을 중심으로 카보너타이트 암체의 심부탐광은 물론 카보너타이트 암체 주변 변질대와 각섬암 암체를 중심으로 체계적인 탐사가 요구된다.

지 질

이 지역의 지질은 경기육괴 춘성분지의 남쪽 경기기저변성암복합체에 해당된다. 대부분 호상구조를 나타내는 흑운모편마암과 흑운모-각섬

석 편마암으로 구성되며, 이들은 간혹 각섬암을 협재한다. 흑운모 각섬석 편마암내에는 자철석을 함유하는 후기원생대 탄산염암(888Ma)이 암상형태로 관입 분포하며 간혹 주변 피관입체인 편마암을 포획하기도 한다.

한편 시대미상의 편상화강암이 지역의 동남부에 발달하고, 이보다 후기의 염기성 맥암들이 전기의 암석들을 관입했다. 최후기의 중생대 규장반암은 남부에서 비교적 큰 규모로 관입, 여기서 파생된 소규모 암맥들이 발달한다.

지질구조

경기기저변성암복합체와 주라기 화강암 저반의 경계를 따라 발달하는 홍천단층(손치무외 1975)이 본 역의 동남일부를 통과한다. 홍천단층은 중생대 풍암분지를 발달시킨 단층의 연장부로, 한반도 허리를 북동방향으로 가로지르는 대 단층이다. 본 광상의 남광체는 홍천단층에서 파생된 것으로 해석되는 동서방향으로 발달하는 우수향의 단층에 의해 변위된 것이 확인된다(그림 1).

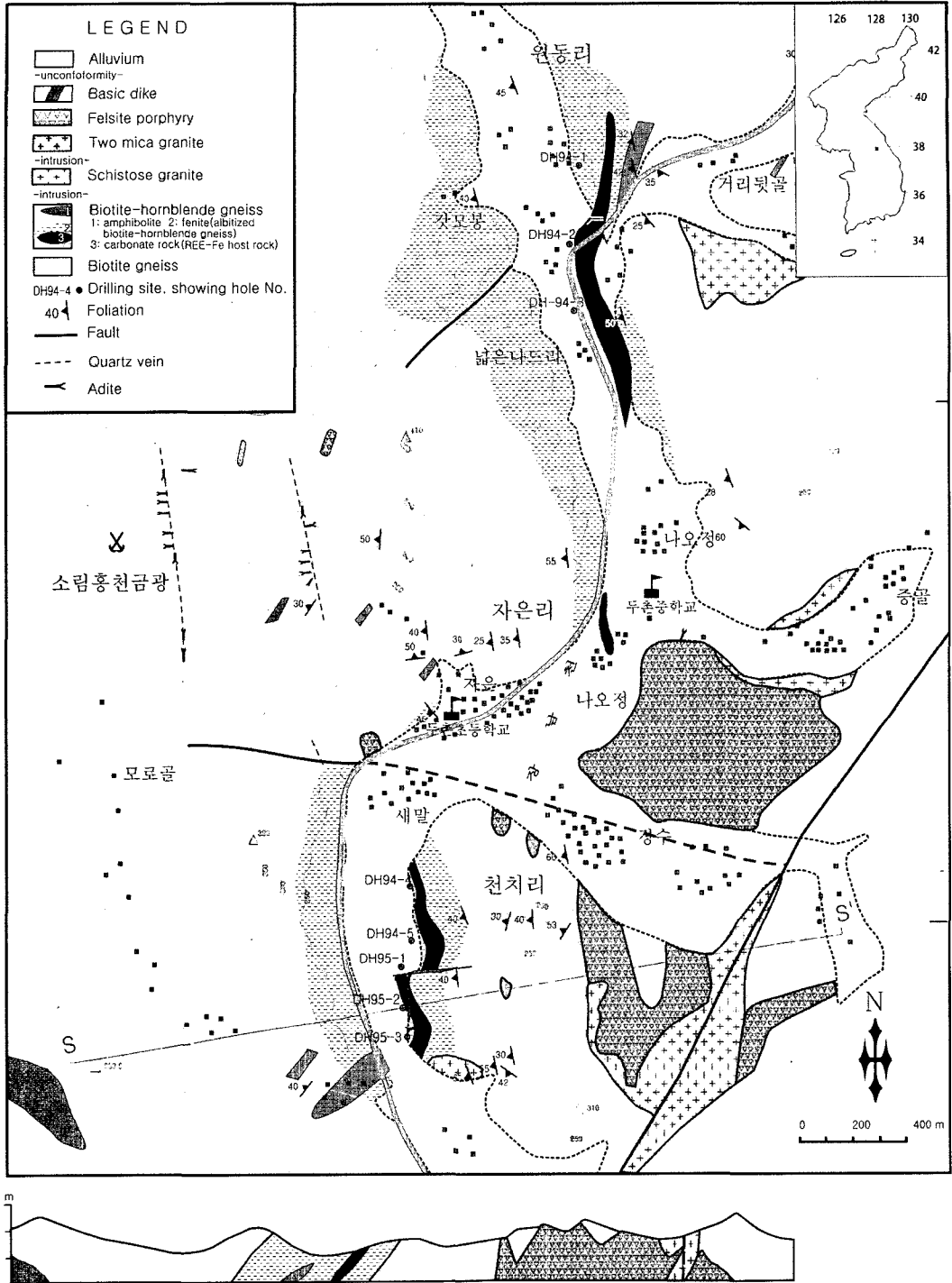


그림 1. 홍천-자은 철-희토류과상 지질도

광 상

이 지역 광상은 전술한 경기변성암 복합체를 관입한 알카리초염성암의 분화말기산물로 사료되는 탄산염암에 철, 희토류(REE), 인(P), 스트론튬(Sr), 니오비움(Nb), 바륨(Ba) 등의 원소들로 구성된 광물들을 복합광 형태로 배태하는 카보나타이트 관련 광상이다.

광체에 해당하는 탄산염암은 대부분 다량의 자철석과 적철석, 마타이트(martite) 등을 함유하나 국부적으로 돌로마이트, 철질돌로마이트, 스트론티아나이트 등의 탄산염광물이 우세한 부분도 발달한다(그림 2). 산출되는 광석광물은 자철석, 적철석, 마타이트, 모나자이트, 콜럼바이트, 퍼구소나이트, 스트론티아나이트, 인회석, 황철석, 황동석, 휘수연석, 섬아연석 등이며 맥석광물은 철질돌로마이트, 안케라이트

(ankerite), 돌로마이트, 능철석, 능만간석, 방해석, 아지린-휘석, 아르페드소나이트(arfvedsonite), 녹니석, 녹염석, 알바이트, 정상석, 중정석, 금운모 등이다.

광체에 해당하는 탄산염암관입체는 렌즈상으로 남북방향으로 분포하며 장남천을 따라 발달하는 구조선의 구제를 받고 있고 남광체는 후기의 동서방향 우수향단층에 의해 변위된 것으로 사료된다. 크게 북광체와 남광체로 구분되는 두 광체는 공히 연장이 각각 약 1km 내외이며 두 광체의 사이에 약 1.5km의 불모대가 있고, 이 불모대 구간에 소규모의 중앙광체가 노출되어 있다(그림 1).

확인된 철-희토류복합광의 매장량은 총 25,974,000(확정+추정, 2001년)톤이며 평균품위는 R_2O_3 2.31%, Fe 19.45%, $SrCO_3$ 1.56%, P_2O_5 4.82%, MnO 1.73%, BaO 0.43%, S

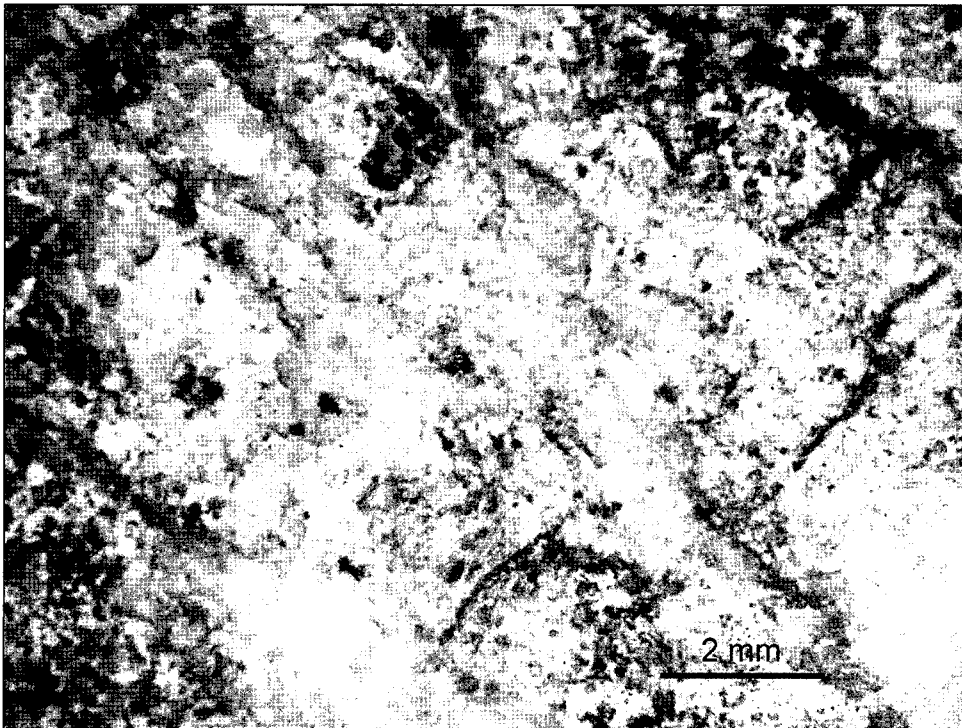


그림 2. 홍천 Fe-REE 광상의 북광체 노두에서 채취한 함 모나자이트(담록색) 카보나타이트의 실제현미경 사진

3.0%, Nb₂O₅ 0.071% 이다.

탄산염암관입체와 모암에 해당하는 흑운모편마암과 접촉대 또는 탄산염암에 포획된 편마암은 소듐-펜나이트화작용(Na-fenitization)을 받았고 하반쪽은 100m 내외, 상반쪽은 500m이상의 폭을 유지한다.

광화작용의 시기는 모나자이트의 우라늄-납의 절대연령 측정에 의하면 888±45 Ma.로 후기 원생대에 속한다. 모나자이트는 본 광상의 주요 희토류광석광물이다.

향후 탐사방향

홍천-자은 희토류광상은 카보나타이트·포스코라이트에 수반되는 광상으로 초염기성 알카리마그마의 암장분화 후기단계에 생성된 광상이다. 따라서 현재 노출된 광체를 중심으로 보다 심부 발달상태를 확인하고, 인접지역을 대상으로 분화과정에서 생성될 수 있는 잠두광체의 발달 가능성 검토해볼 필요가 있다.

심부 탐광 대상은 현재까지 확인된 남광체와 북광체의 하부는 물론 두 광체 사이의 지표 불모대를 대상으로 할 필요가 있다. 지금 현재까지 확인된 광체의 총연장은 남광체 남단에서 북광체 북단까지 약 3.5km이다. 여기에 비하면 확인된 광체의 심도는 최대 수직고도차 약 250m, 맥 면심도 약 400m로서 보다 심부의 잠두광체를 기대할 수 있다. 학자들은 카보나타이트의 생성심도를 2~5km로 말하고 있음을 고려할 때, 본 역의 카보나타이트는 고기 관입암체이므로 많은 부분이 식박된 것을 감안해도 최소한 1Km 심부까지는 확인 할 필요가 있는 것으로 판단된다. 특히 지표에서 광체가 확인되지 않은 불모대 구간의 심부를 우선적으로 할 필요가 있는 것으로 생각된다. 지금까지의

시추결과에 의하면 광체의 주향은 남북방향이며, 서쪽으로 경사진 상태로 확인되고, 장남천을 따라 발달하는 단층대의 범위를 벗어나지 않는 것으로 보인다. 즉 심부의 광체는 장남천을 따라 발달하는 고기단층의 규제를 받고 있으며, 후기에 생성된 우수향의 단층에 의해 변위 되어있다. 따라서 서로 교차하는 단층대의 지질구조적인 해석이 필요하다.

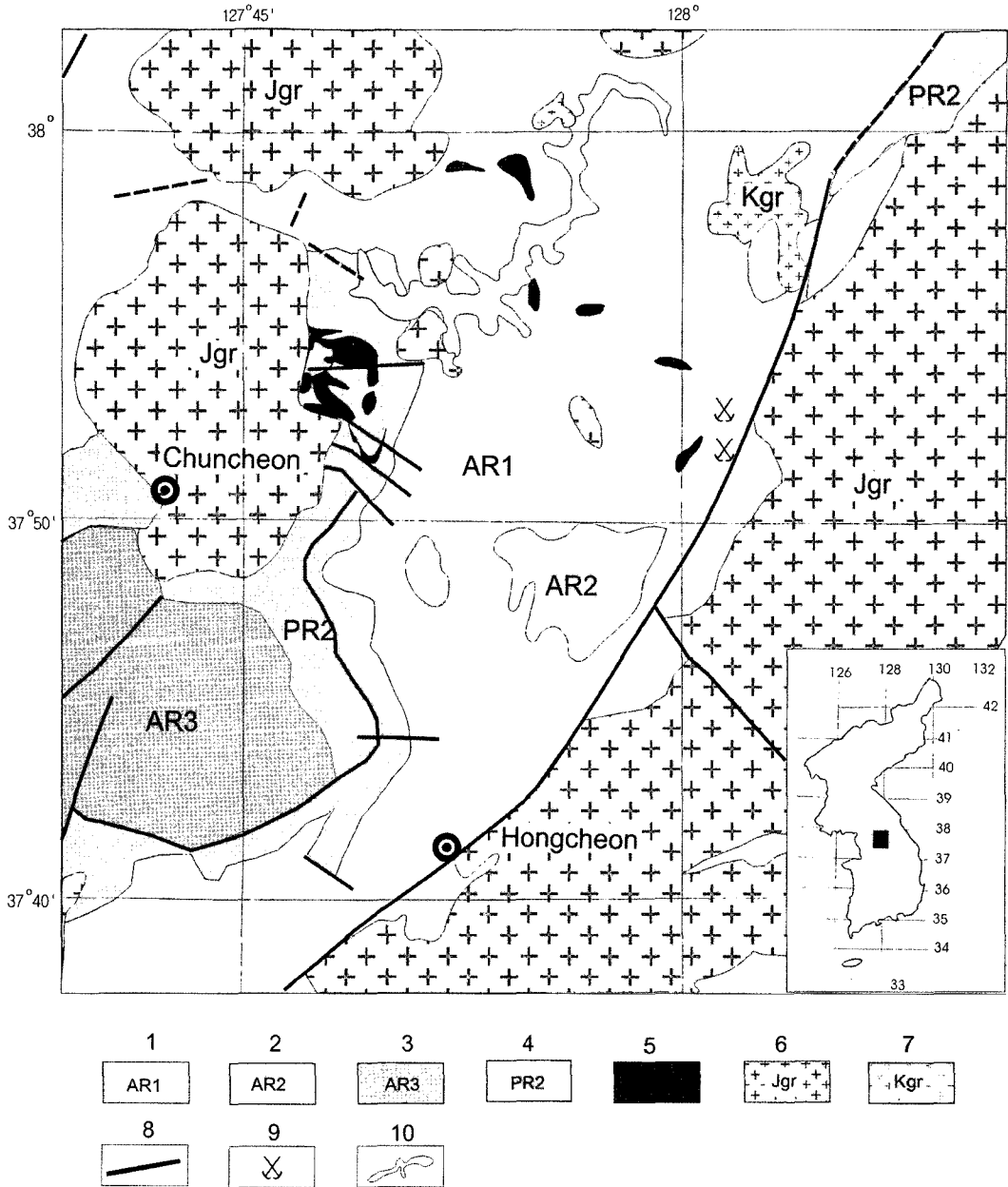
수평공간 적으로는 본 광화대의 서부, 내평도폭 지역의 곳곳에 분포하는 오펜볼라이트(ortho-amphibolite)관입체 들과 가평의 사문암 등에 대하여 고기 초염기성 알카리암의 분화암체일 가능성을 검토하고 탐광을 확대할 필요가 있다 (그림 3).

내평리와 인접 도폭일원에 분포하는 용두리 편마암 복합체와 구봉산층군에는 석회암들이 협재하며, 후기에 관입한 것으로 해석하는 오펜볼라이트(ortho-amphibolite) 및 사문암체들이 곳곳에 발달한다. 따라서 이러한 암체들에 대한 암석학적인 검토와 그 결과에 따른 탐사계획이 필요하다.

지화학탐사는 희토류원소와 우라늄, 토륨 등의 방사능원소의 거동이 유사한 점을 고려하여 탐사방향을 설정할 필요가 있다. 그림5의 탐사 2단계에 제시된 지하수의 우라늄(²³⁴U, ²³⁸U)과 토륨(²³⁰Th)의 동위원소 분석(홍영국의 1993)에 의한 근원지 추적은 다음단계의 탐사지역 선정에 중요한 역할을 할 것이다. 또한 카보나타이트관입체가 수반하는 모암변질대인 Na-페네티제이션 또는 K-펜나이트화작용(K-fenitization)을 고려하여 정밀지표지질조사와 함께 암석시료의 주 구성원소에 대한 Na/Al₂O₃, K/Al₂O₃, Na/K 등과 각 원소간의 상관관계, 표시시료의 중광물 중에 자철석과 모나자이트의 함량비에 대한 검토 등이 필요 할 것으로 사료된다.

초기단계의 지구물리탐사는 특히 구봉산층군

홍천 자은 철-희토류복합광의 지질·광상특성과 향후탐사방향



- 1: Archean gneiss, 2: Archean granitic gneiss, 3: Archean porphyroblastic gneiss
 4: Proterozoic Euiam & Gubongsan group(quartzite, limestone, banded gneiss)
 5: Proterozoic ortho-amphibolites, 6: Jurassic granite, 7: Cretaceous granite,
 8: Faults, 9: Proterozoic Fe-REE ore deposits(Hongcheon-Jaun mine) 10: Lake

그림 3. 홍천-자은 카보나타이트 기원 철-희토류복합광상 주변의 지질도, 카보나타이트 근원마그마의 산물 일 가능성이 기대되는 암피볼라이트 관입체들이 광산의 서부지역에 넓게 분포한다.

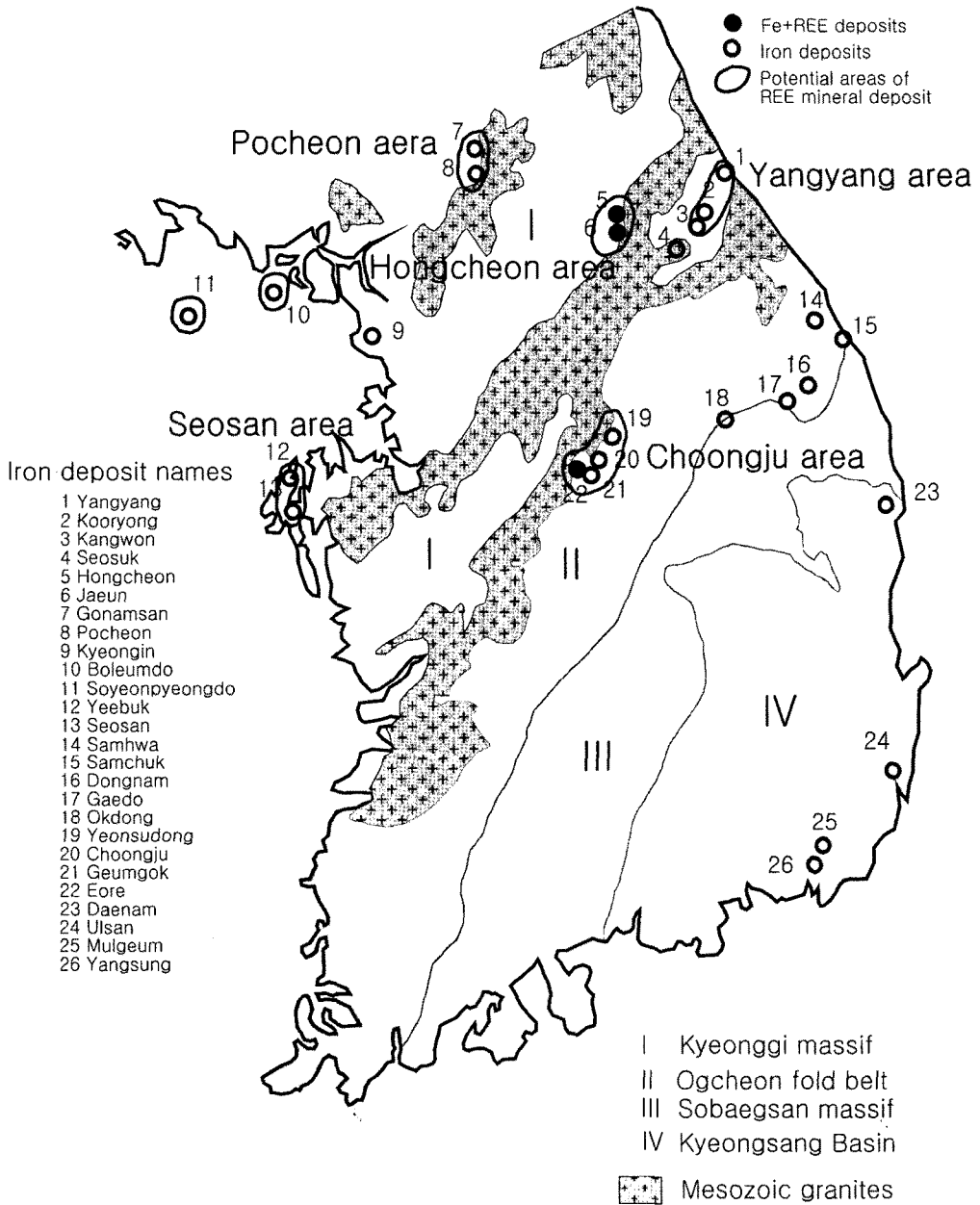


그림 4. 한반도의 철-희토류광상과 잠재가능 철광상 분포지역.

에 대한 광역항공방사능 및 자력탐사결과 검토, 준정밀 방사능 탐사 및 자력탐사 등이 필요할 것 같다.

남한전역에 대한 보다 광역적인 탐사계획이 필요하다면 과거 1989년~2000년 사이에 실시한 선캠브리아기 철광상(그림 4)에 대한 희토류

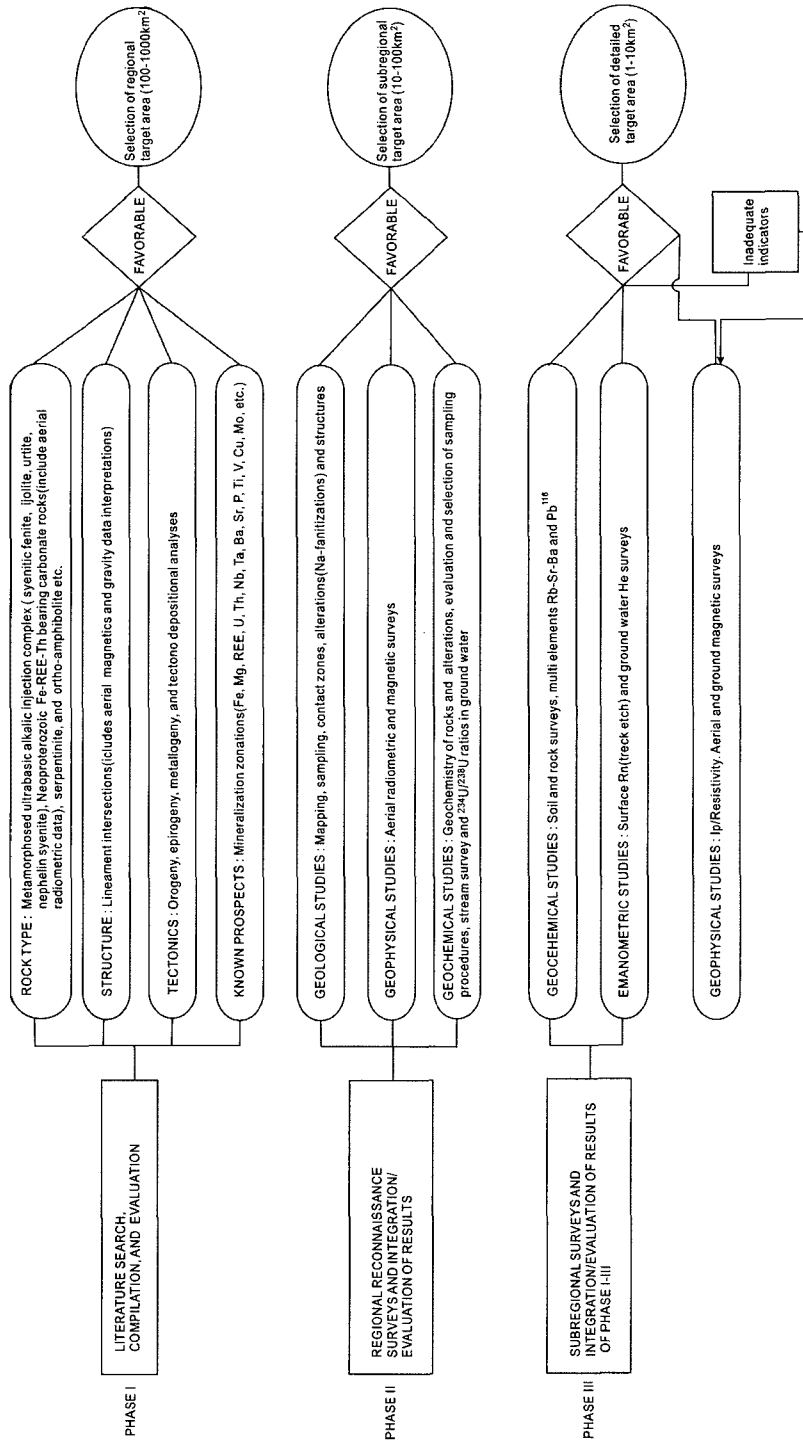


그림 5. 예천-지은 Fe-REE형의 희토류광상 탐사프로그램 (after Babcock et al., 1982).

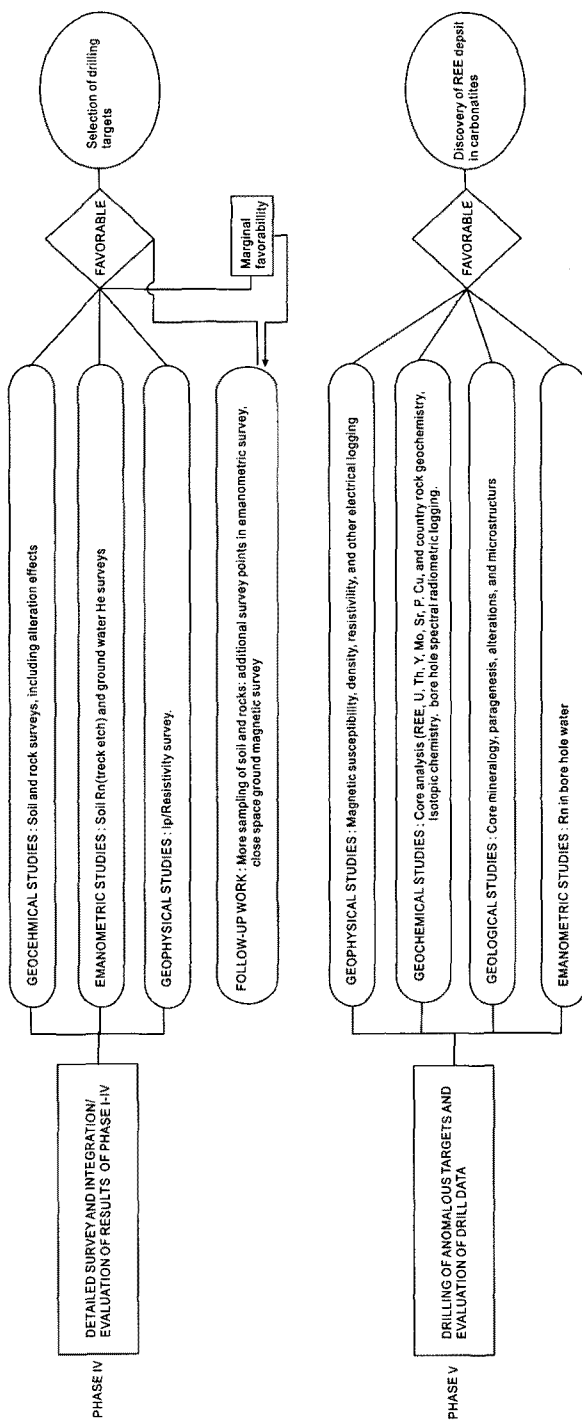


그림 5. 계속.

광상의 기존조사결과를 재검토하고 체계적인 탐사프로그램을 단계별로 적용 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

박중권 외 (2001) 국내(홍천) 희토류복합광조사 및 개발성평가연구, 한국지질자원연구원, KIGAM 연구보고서, 2000-R-T102-P-01.

홍영국 외 (1993) 지질환경에서 유해원소들의 지구화학적 분산연구(I), 한국자원연구소 연구보고서, KR-93-T10-1993.

Babcock, L.L., and Sayala, O. (1982) An exploration systems approach to the copper mountain uranium deposit, Wyoming, USA, Bendix Field Engineering Co. Grand Junction Colorado, Proceeding of the symposium on uranium exploration methods, review of the NEA/IAEA R/D programme.