

## 광양 폐광산의 산성광산배수의 유동경로 및 폐광석 탐지를 위한 지구물리탐사

김지수<sup>1</sup> · 한수형<sup>2\*</sup> · 윤왕중<sup>3</sup> · 김대환<sup>3</sup> · 이경주<sup>1</sup> · 최상훈<sup>1</sup> · 이평구<sup>4</sup>

<sup>1</sup>충북대학교, <sup>2</sup>지오제니컨설턴트, <sup>3</sup>전남대학교, <sup>4</sup>한국지질자원연구원

## Geophysical surveys for delineation of leachate flows from AMD and buried rock wastes in Kwangyang abandoned mine

Ji-Soo Kim<sup>1</sup>, Soo-Hyung Han<sup>2\*</sup>, Wang-Jung Yoon<sup>3</sup>, Dae-Hwa Kim<sup>3</sup>, Kyung-Ju Lee<sup>1</sup>, Sang-Hoon Choi<sup>1</sup> and Pyeong-Koo Lee<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Environmental Sciences, Chungbuk National University

<sup>2</sup>GeoGeny Consultants Group Inc.

<sup>3</sup>Department of Civil Earth and Environmental Engineering, Cheonnam National University

<sup>4</sup>Korea Institute of Geology, Mining & Materials

Geophysical surveys(electrical resistivity, self-potential, seismic refraction, GPR) were conducted to investigate the physical properties of the subsurface, and to delineate the flow channel of leachate from a AMD(acid mine drainage), buried rock wastes and tailings, and drainage pipes at an abandoned mine(Kwangyang mine). Especially in rainy season the sites appear to be abundant in AMD leachate, characterized by electrical conductivities of 0.98-1.10 ms/S. Electrical resistivity sections indicate that the leachate flows running in two directions at southern part rise up through the narrow fracture zones at the central part and contaminates the surrounding soil and stream. Such schematic features at the anomalous zone are well correlated with negative peaks in self-potential data, the limited penetration depth in GPR data and low velocity zone in seismic refraction data. Shallow high-resistivity zone is associated with the buried rock wastes which cause the diffractions in GPR image. In addition, the events at depth of approximately 1-1.25 m in GPR sections must be the metal pipes through which AMD is drained off to the inner bay.

**Key word** : acidic mine drainage, electrical resistivity, self-potential, ground penetrating radar, seismic refraction method.

광양 폐광산의 갱구와 폐광석 적치장에서 발생하는 산성광산배수에 의한 침출수의 특성, 유동경로, 투기체널 및 매립된 폐광석의 탐지를 위해 복합 지구물리탐사(전기비저항, 자연전위, 지하투과레이다, 탄성파굴절법)를 수행하여 상관 해석하였다. 폐광산에서 유출되는 침출수는 강우에 의한 영향으로 우기에 많이 유출되며 산성광산배수의 지표용출 지점에서 측정된 침출수의 전기전도도는 0.977-1.110 mS/cm이다. 전기비저항탐사 결과 침출수는 두 개의 유동경로로 흐르다가 좁아지는 합류지점에서 일부는 그대로 통과하고 일부는 지표용출의 형태로 나타나 지표 및 지하 수계 및 토양을 오염시키는 것으로 확인되었다. 이러한 침출수의 유동경로는 자연전위탐사 결과 음의 최소값, 지하투과레이다탐사 결과 낮은 투과심도와 탄성파굴절법탐사 결과 저속도대의 분포 특성과 일치한다. 전기비저항탐사 결과에서 나타나는 천부 고비저항대는 레이다파의 회절현상과 상관되어 매립된 폐광석의 영향으로 추정된다. 약 1-1.25 m 깊이에서 일관성 있게 나타나는 지하투과레이다 반사 영상은 산성광산배수의 배출 통로인 매설 파이프에 의한 것으로 해석된다.

**주요어** : 산성광산배수, 전기비저항, 자연전위, 지하투과레이다, 탄성파굴절법

\*Corresponding author: vincentsh@hanmail.net

## 1. 서론

과거에 국가 경제 발전에 기여한 광산들은 경제성의 저하로 대부분 휴·폐광이 되었으나, 폐광 후 적절한 후속조치가 이루어지지 않아 많은 환경문제를 일으키고 있다(민정식, 1996). 특히 금속광산의 폐석에 의한 수질의 산성화는 물의 중금속함량을 증가시키고 그 범위가 유동적이므로 수계 오염에 의한 주변 토양의 오염도 수반하기 때문에 심각한 환경문제를 야기시킨다(정명채, 1996; 정명채 등, 1998).

광산 주변의 환경오염 문제에 대한 연구는 주로 지구화학적 측면에서 많은 연구가 이루어져 왔으며, 특히 물리, 화학적 분석에 의한 오염정도의 고찰, 이동분산의 형태조사를 통한 오염특성과 대책에 대한 연구가 주류를 이루었다(김상현과 전효택, 1993; Cheong and Thornton, 1994; 황호승과 전효택, 1995). 국내에서 폐광산의 환경 오염에 대한 물리탐사 및 지구화학 탐사의 복합 연구는 1990년대 후반 한국지질자원연구원을 중심으로 주로 수행되어왔다(이상규 등, 1997; 황학수, 1997; 정영욱, 2001). 이 연구에서는 장풍폐광산의 산성광산배수의 유통경로에 대한 해석방법(김지수 등, 2002)을 이용하여 광양 폐광산의 갱구와 폐광석 적치장에서 발생하는 산성광산배수에 의한 침출수의 특성, 유통경로, 투기 채널 및 매립된 폐광석의 탐지를 위해 대표적인 지표지구물리탐사법인 전기비저항탐사, 자연전위탐사, 지하투과레이다탐사, 탄성과굴절법탐사 등을

수행하였다.

## 2. 연구지역

연구지역은 전남 광양시 광양읍 사곡리 점동마을에 위치한 광양광산으로서, 이 광산은 금을 대상으로 1950년대 개항 후 채광활동이 활발히 진행되었으나 경제성과 광석의 품위 저하로 채광활동이 중단되었다.

연구지역의 지질은 기저암인 선캠브리아대의 지리산 편암 복합체를 경상누층군의 퇴적암류와 화산암류가 부정합으로 덮고 있으며 이들을 불국사 화강암류인 섬록암이 암주형태로 관입하고 있다(Fig. 1). 광양광산은 심성암체인 섬록암이 기저암을 관입하면서 주변에 발달된 열극을 따라 광화유체가 충전되면서 형성된 함금 석영맥 광상이다.

연구지역의 상부에는 수직갱구가 주로 분포하고 있으며 그 주변에는 폐광석이 적치되어 있다(Fig. 2a). 이러한 폐석더미는 호우시 쓸려 내려 광산주변의 골짜기를 따라 넓게 분포하고 있다(Fig. 2b). 폐광산의 갱내수와 폐광석 적치장에서 발생하는 산성광산배수에 의한 침출수는 연구지역의 중간부에서 지표로 용출되어 토양과 지표수에 yellowboy 현상을 일으키고 있다(Fig. 2c). 또한, 하부지역에는 광양광산의 주 갱구인 수평갱구나 있으며 갱내수의 지표 유출을 막기위해 갱구 앞에 차수벽이 설치되어 있으며(Fig. 2d and 2e), 탐사지역의 북쪽에 위치한 수평갱구로부터 유출되는 침출

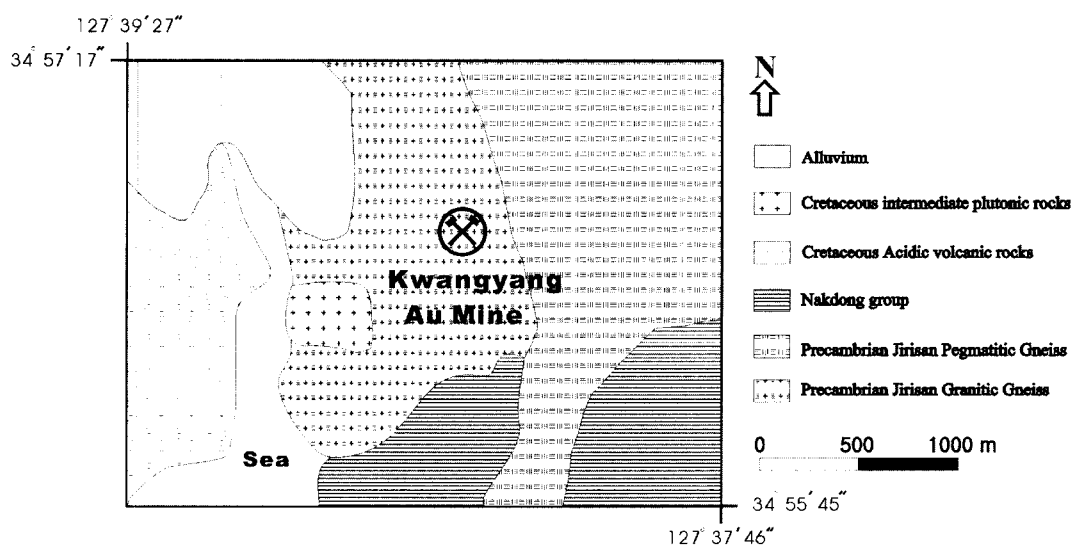
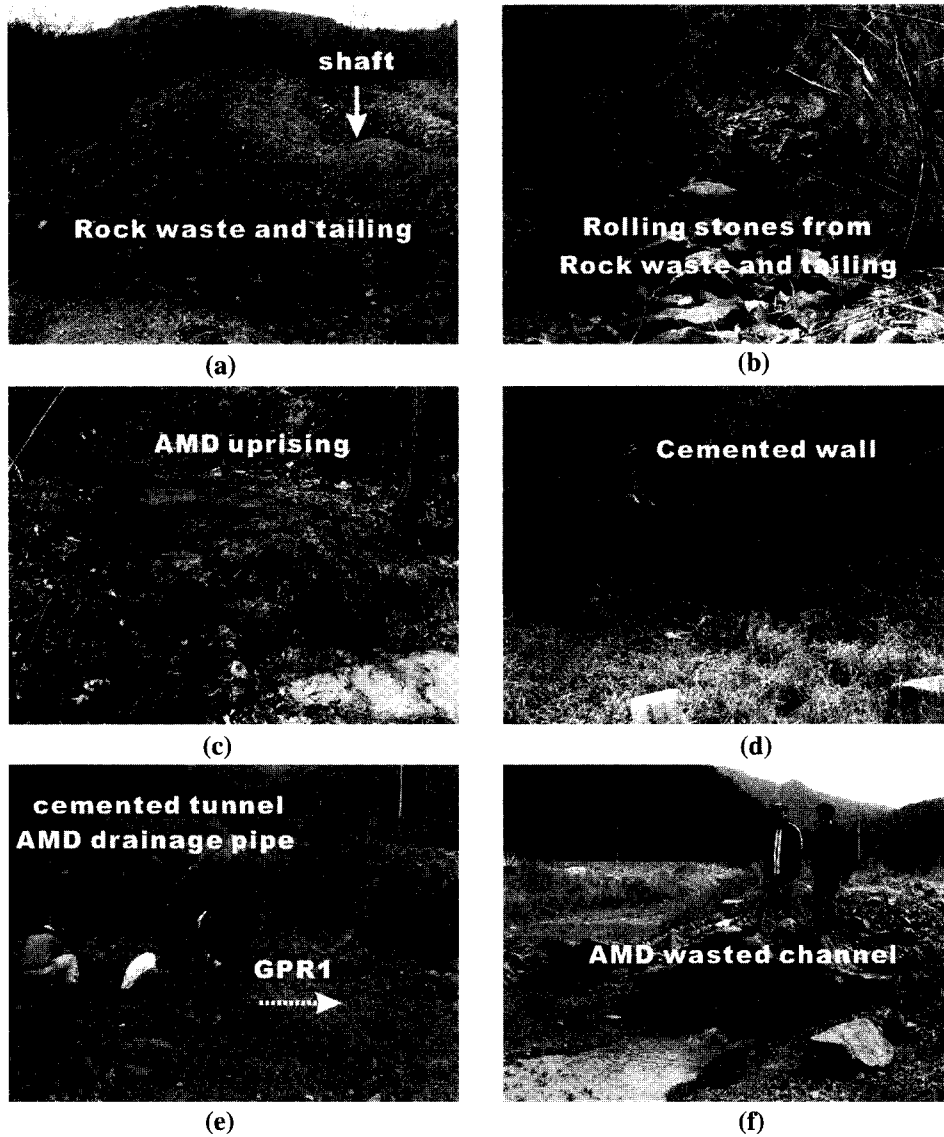


Fig. 1. Geology of study area which is situated in Kwangyang Eup, Kwangyang, Cheonnam.



**Fig. 2.** Views for study area: (a) shaft, (b) rolling stones from rock wastes and tailing, (c) eruption of AMD, (d) cement wall, (e) GPR experiment on the pipe channel, and (f) outflow of AMD to inner bay.

수는 도수관을 통해 그 흐름이 조절되고 있다(Fig. 2f).

### 3. 자료획득 및 처리

#### 3.1. 전기비저항

지하 유동경로를 파악하여 지표면 용출의 원인을 알아보고 매립된 폐광석을 탐지하기 위해 지표 용출지점을 중심으로 상부와 하부지역에 각각 한 축선씩 총 3개 축선(Line 1, 2, 3)의 전기비저항 쌍극자탐사를 실시

하였으며, Line 2에 대해서는 산성광산배수의 강우에 의한 영향을 알아보기 위해 건기와 우기에 각각 한 차례씩 실시하였다(Fig. 3). 탐사에 사용된 장비로는 ABEM Terrameter SAS 300 및 Terrameter SAS 2000 Booster를 이용하였고 전류는 신호대 잡음(S/N)을 최대한 높이기 위해 250 mA를 투입하였고 자료의 신뢰성을 위해 자료중합은 4회 이상으로 하였다. 지표 용출이 일어나는 지역으로 지하수면이 깊지 않아 전극 간격 5 m, 전극의 개수 21, 축선연장길이 100 m, n

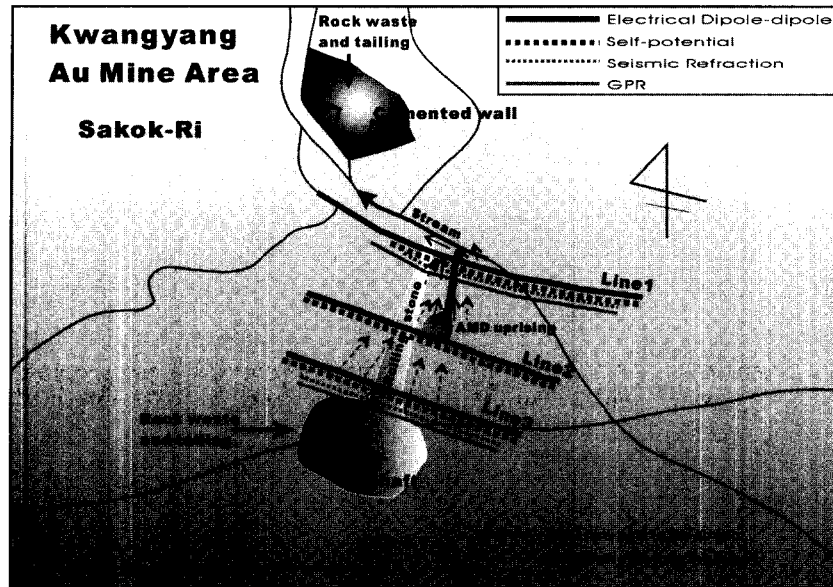


Fig. 3. Geophysical survey lines.

값을 8로하여 가탐심도(available target depth)를 25 m가 되도록하였다.

획득한 자료들은 역산을 위해 각 면적 셀과 이에 대한 전기비저항을 추정 변수로 작성된 자료처리 소프트웨어인 Diprowin(2000)을 사용하였다. 또한 2차원적인 결과를 입체적으로 해석하기 위해 자료 구현 소프트웨어인 IDL(2000)을 사용하여 합성단면도(fence-diagram)를 재건하였다.

### 3.2. 자연전위

연구지역의 지하수의 유동현상을 파악하기 위하여 전기비저항 측선과 동일한 측정점에서 3개 측선의 자연전위탐사를 실시하였다(Fig. 3). 자연전위탐사에 사용된 측정장비는 ABEM Terrameter SAS 300C이며 비분극 전위전극으로는 이온이 자유롭게 통과할 수 있는 반투막 형태의 초벌구이 도자기를 사용하였고 그 내부는 과포화된 황산구리( $\text{CuSO}_4$ ) 용액을 채웠다.

비분극전극 사이의 측정전위는 황산동 용액의 화학적 특성으로 온도의 변화, 일교차, 용액의 소모 등에 의한 영향을 받게 되는데 이 탐사에서는 이러한 영향을 최소화하고 적절한 기준점 보정을 위해 전위기울기법(potential gradient method)을 이용하였다. 이를 위해 우선 두 전극간의 전위차를 측정하고 서로 바꾼후 다시 측정하여 전위차가 비교적 안정한 전극을 기준전극으로 선택하였다. 선택된 기준전극은 고정하고 이동전극을 5 m 간격으로 이동하면서 기준전극-이동전극

사이의 전위차를 반복하여 측정하였다.

### 3.3. 지하투과레이다

전기비저항탐사 자료와의 상관해석을 위해 전기비저항 측선 Line 1과 Line 3에서 지하투과레이다탐사를 실시하였다(Fig. 3). 탐사에 사용된 장비는 가탐심도 및 분해능을 고려하여 pulseEKKO 100 시리즈 중에서 100 Mhz의 송·수신기를 사용하였다. 자료수집인자는 공간적 알리아싱(spatial aliasing)을 고려하여 안테나 간격 1 m, 안테나 이동간격 0.2 m로 하였고 측선연장 길이는 Line 1에서는 100 m, Line 2는 85 m로 하였다. 또한 수평갱구로부터의 유출 통로를 확인하기 위해 갱구와 해변 사이에서 3개 측선의 지하레이다탐사를 추가 실시하였다(Fig. 2e). 송·수신 안테나는 지하 매설물의 일반적인 설치깊이를 참고하여 200 Mhz를 선정하였다. 자료수집인자는 안테나간격 0.5 m, 이동간격 0.1 m로 하였고 측선연장길이는 GPR 1에서는 7.5 m, GPR 2,3는 20 m로 하였다.

현장에서 취득된 자료들은 S/N을 높이기 위해 자료처리 소프트웨어인 Radpro(2001)를 사용하여 처리하였으며, 인공잡음을 최대한 억제하기 위해 자료처리과정은 디와우잉(dewowing), 대역통과필터, 이득회수 조절 등의 기본적인 과정만을 수행하였다.

### 3.4. 탄성파굴절법

연구지역의 지하속도정보를 파악하여 지하수 유동체

널을 알아보기 위해 지하투과레이다탐사 측선과 동일하게 2개 측선의 탄성파굴절법탐사를 실시하였다(Fig. 3). 자료획득에 사용된 장비는 24 채널 ABEM Terra-loc Mark 6를 사용하였으며, 파원으로는 원·근거리 오프셋의 경우 탄성파발전장치(SISSY: seismic impulse source system)를, 측선내에서는 4.7 kg 해머를 선택하였으며 탐사에 사용된 지오폰 규격은 100 Hz로서 모두 2 m 간격으로 설치하였다. 자료의 S/N을 높이기 위해 기록당 4회 연속 타격하여 수직중합(stack) 하였으며, 샘플링간격은 0.05 ms, 저주파차단필터(low-cut filter)는 10 Hz로 설정하였다.

현장자료의 처리는 지형이나 지하구조가 복잡한 곳에서 해석결과와 오차가 안정한 탄성파 굴절법 토모그래피 방법을 이용한 CSTOFRA(조창수, 2002)을 사용하였다.

#### 4. 탐사결과 및 해석

##### 4.1. 산성광산배수의 전기비저항 특성

광양 폐광산의 갱구와 폐광석 적치장에서 발생하는 산성광산배수에 의한 침출수의 물리화학적 특성을 알아보기 위해 지표 용출지점(Fig. 2c)에서 침출수의 전기전도도를 측정하였다. 측정결과 침출수의 전기전도도는 0.977-1.110 mS/cm로 나타났으며 이는 비저항값으로 9.0-10.2 ohm-m에 해당된다. 이는 지하수나 하천에서의 전기전도도 보다 수배 낮은 값을 가진다. 이러한 산성광산배수에 의한 침출수는 전기비저항탐사결과 건기에 측정된 결과(Fig. 4a)보다 우기에 측정된 결과(Fig. 4b)에서 예상 유동채널 부근의 전기비저항값이 작게 나타나 강우가 많은 우기에 산성광산배수가 많이 발생됨을 알 수 있다. 우기자료의 하부에 나타나는 고비저항의 특성은 역산과정에서 조절되는 셀의 크기 등에 의한 영향으로 해석된다.

##### 4.2. 산성광산배수의 유동경로

산성광산배수에 의한 침출수의 유동경로를 알아보기 위해 전기비저항탐사, 자연전위탐사, 지하투과레이다탐사, 탄성파굴절법 탐사를 수행하여 상관해석하였다.

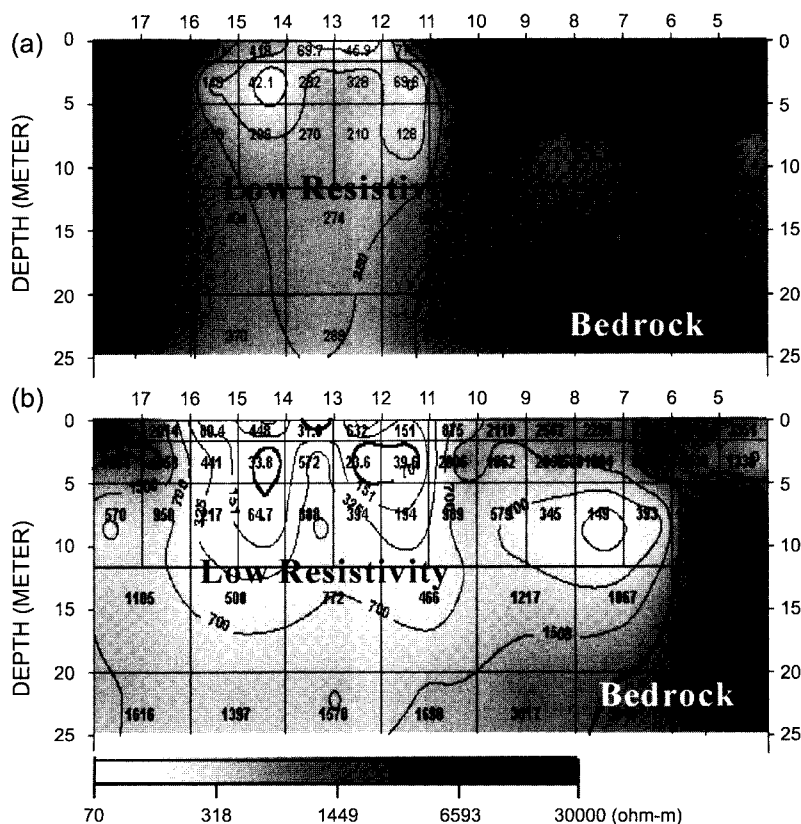


Fig. 4. Dipole-dipole resistivity sections of Line 2 for (a) dry and (b) rainy seasons.

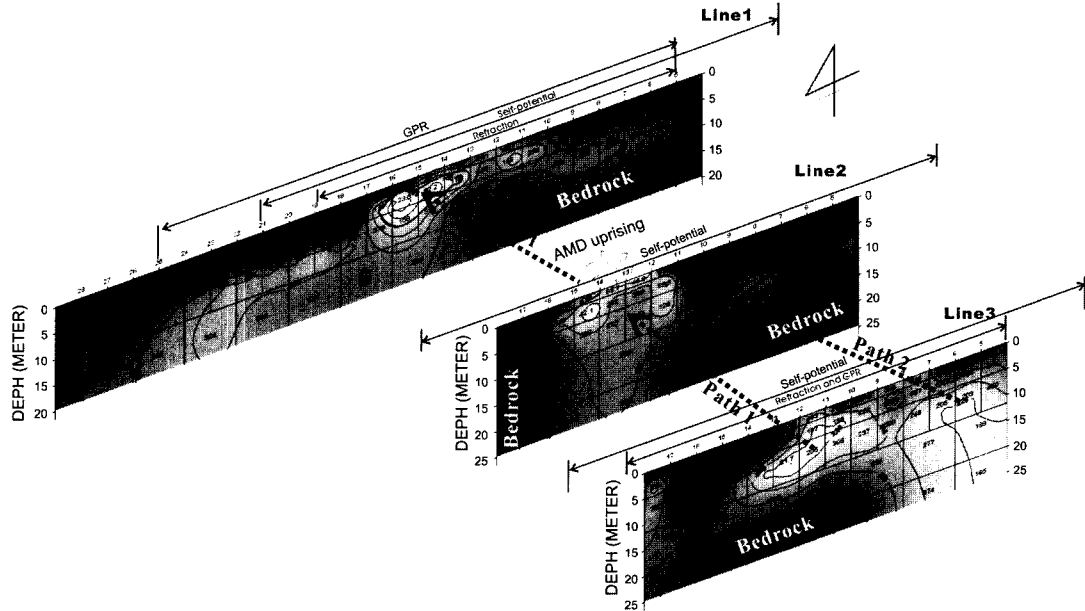


Fig. 5. Resistivity fence-diagram projected toward the north direction.

전기비저항탐사결과 측선 Line 1의 측정점 14~16 사이, 측선 Line 2의 측정점 12~13 및 14~15 사이 그리고 측선 Line 3의 측정점 9~13 사이에서 150 ohm-m 이하의 저비저항대가 분포하고 있다(Fig. 5). 이러한 각 측선에 나타나는 저비저항대의 분포특성은 침출수를 함유한 지하수의 유동경로로 해석할 수 있다. 즉, 산성광산배수에 의한 침출수는 두 개의 유동경로(Path 1, Path 2)를 따라 흐르다가 합류되어 일부는 그대로 통과하고 나머지는 지표로 용출하는 것으로 해석할 수 있다.

자연전위탐사 결과(Fig. 6) Line 1은 측정점 9와 측정점 14~16 사이, Line 2는 측정점 9~14 사이와 17~19 사이, Line 3은 측정점 7~12 사이에서 비교적 낮은 음의 값이 나타나는데 이는 산성광산배수 유동채널로 생각되는 전기비저항탐사 결과(Fig. 5)의 저비저항 구간과 일치하고 있어 자연전위 값의 최소값은 지하수의 유동에 의한 전기역학적인 결과로 생성된 것으로 생각된다(송성호 등, 2000).

오염원의 유입은 땅의 전기전도도 및 유전률을 증가시키고 전자기파의 투과심도를 감소시킨다는 사실에 착안하여 지하투과레이다 탐사를 수행하였다. 탐사결과 연구지역에서 레이더파의 투과심도는 7.5 m 이상으로 나타났으나, 측선 Line 1의 수평거리 45~58 m(Fig. 7a)와 측선 Line 2의 수평거리 33~45 m 사이(Fig.

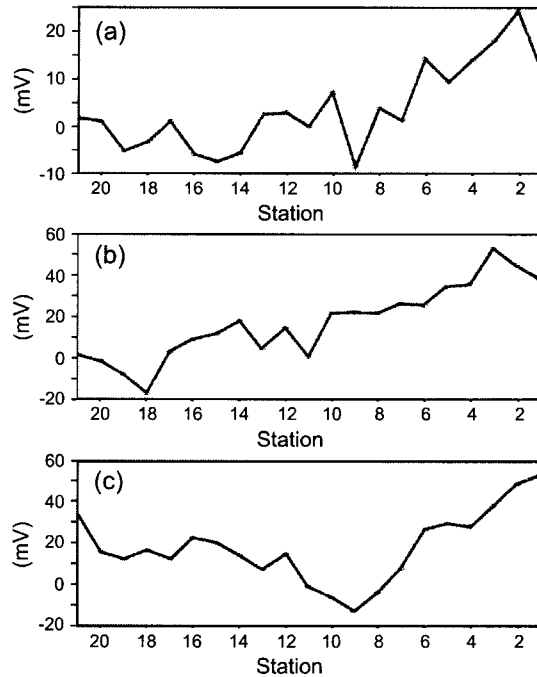


Fig. 6. Self-potential results for (a) Line 1, (b) Line 2 and (c) Line 3.

7b)에서는 투과심도가 2.5 m 정도로서 비교적 낮게 나타났다. 이 구간은 전기비저항탐사결과에서 나타난 Path 1의 저비저항대의 상부경계와 일치하고 있어 지하수유

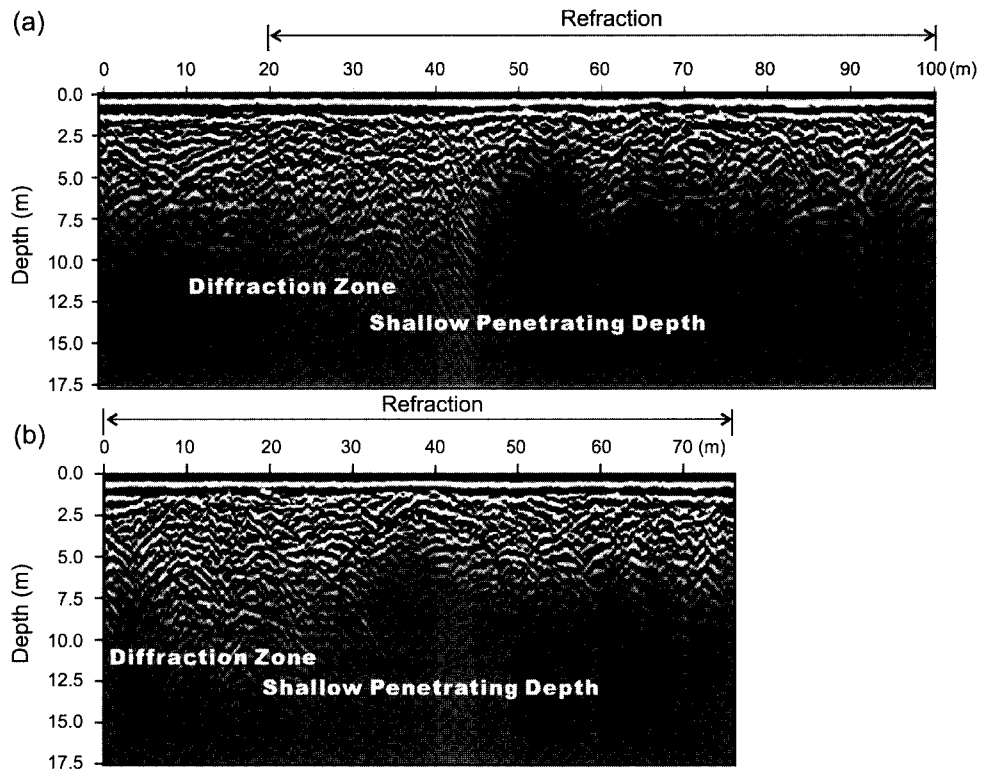


Fig. 7. GPR sections for (a) Line 1 and (b) Line 3.

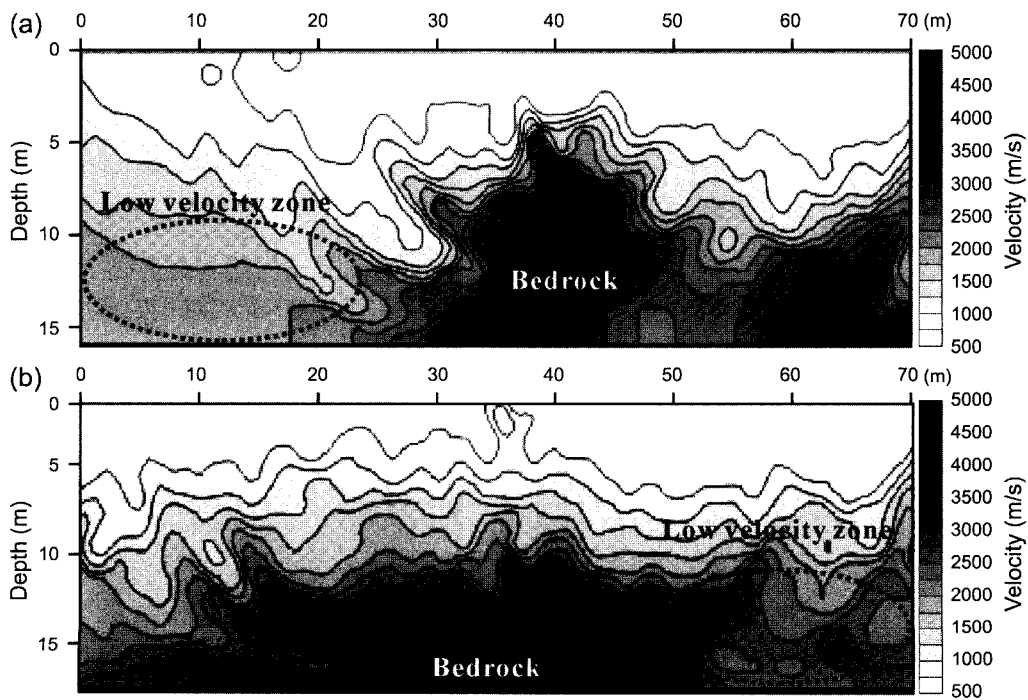


Fig. 8. Seismic refraction results for (a) Line 1 and (b) Line 3.

동체널과 관련되어 있는 것으로 생각할 수 있다. 이러한 특징은 굴절법탐사 결과에서도 나타나는데 Line 1(Fig. 8a)의 수평거리 0~20 m과 Line 3(Fig. 8b)의 수평거리 50~70 m 사이의 심도 10 m 이하에서 1,700 m/s 이하의 저속도 이상대는 지하수 유동에 양호한 환경임을 지시해준다.

#### 4.3. 매립된 폐광석

잠재 오염원이 되는 매립된 폐광석의 분포 특성을 탐지하기 위해 전기비저항과 지하투과레이다탐사결과를 이용하였다. 전기비저항탐사결과(Fig. 5)를 보면 Line 1의 측점 16~29, Line 2의 측점 16~18, 그리고 Line 3의 측점 13~17 사이의 천부에 고비저항 이상대가 분포하고 있다. 이러한 고비저항대의 분포특성은 지하투과레이다 탐사결과 Line 1(Fig. 7a)의 수평거리 10~45 m와 Line 3(Fig. 7b)의 수평거리 0~30 m 사이에 나타나는 레이다파의 회절현상으로 나타나는데, 이것은 지하에 매립된 폐광석에 의한 반응으로 해석된다.

#### 4.4. 기반암

연구지역의 기반암의 깊이를 파악하기 위해 전기비

저항과 탄성파굴절법 탐사 결과를 이용하였다. 전기비저항탐사결과(Fig. 5) 기반암으로 해석되는 1,500 ohm-m 이상의 고비저항 이상대는 모든 측선에서 일관되게 지하 10 m 이상에서 나타남을 볼 수 있다. 탄성파굴절법탐사결과 지하의 탄성파 속도구조(Fig. 8a, 8b)는 크게 1,000 m/s, 1,000~2,000 m/s, 2,000~3,000 m/s, 3,000~4,000 m/s, 4,000 m/s로서 5개로 구분할 수 있으며, 이 중 4,000 m/s 이상의 속도를 가지는 지층의 경계는 10 m 이상으로서 전기비저항 탐사결과와의 기반암 깊이와 일치한다.

#### 4.5. 산성광산배수 투기 도수관

갱구에서 유출되는 침출수를 투기하기 위해 설치한 도수관을 탐지하기 위해 실시한 지하투과레이다탐사결과 도수관은 모든 측선에서 일관적으로 잘 나타난다. 측선 GPR 1과 GPR 2에서는 수평거리 6.2 m와 15 m 위치의 1.25 m 깊이에(Fig. 9a, 9b) 매설되어 있으며, 측선 GPR 3에서는 수평거리 7.5 m 위치의 1 m 깊이에 매설되어 있다(Fig. 9c). 특히 측선 GPR 3의 수평거리 1~12 m 위치의 2.5 m 깊이에 나타나는 곡률반경이 큰 이벤트들은 지상에 설치된 전기선에 의한

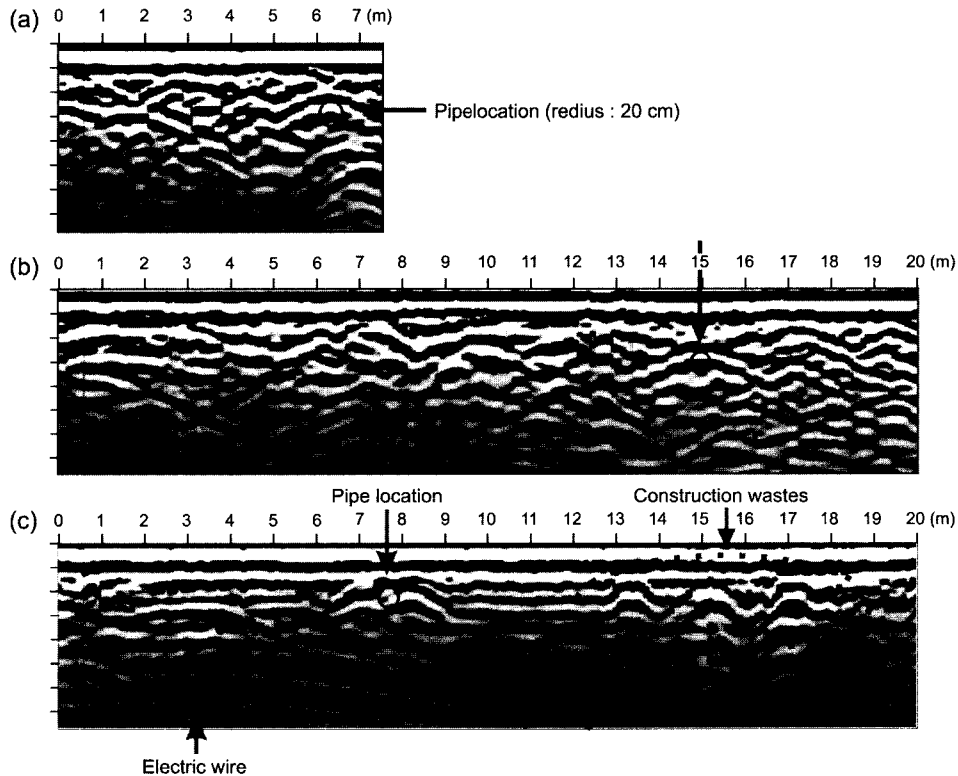


Fig. 9. GPR sections for the lines of (a) GPR 1, (b) GPR 2 and (c) GPR 3.



것으로 생각되며 수평거리 13 m, 15 m, 17 m의 1 m 깊이에 나타나는 이벤트들은 현장조사결과 매립된 건축폐기물에 의한 영향으로 보인다(Fig. 9c).

## 5. 결 론

광양 폐광산 주위에서 산성광산배수의 유동경로와 매립된 폐광석을 탐지하기 위해 복합 지구물리탐사를 실시하였다.

1. 산성광산배수에 의한 침출수의 전기전도도는 0.977-1.110 mS/cm로 나타났으며 그 비저항값은 9.0-10.2 ohm-m이다. 이러한 침출수는 전기보다는 우기에 강우에 의한 영향으로 더 많이 발생함을 알수있다.

2. 전기비저항탐사결과 갱구수나 폐광석에 의해 발생된 침출수는 두 개의 채널로 흐르다가 합류되어 일부 그대로 통과하고 나머지는 지표로 용출하는 것으로 해석된다. 이러한 침출수의 유동 채널은 자연전위탐사결과 자연전위의 음의 최소값, 지하투과레이다탐사결과 의 낮은 투과심도, 굴절법탐사결과와 저속도이상대로 특징된다.

3. 전기비저항 탐사결과와 천부 고비저항이상대는 지하투과레이다 탐사결과와 회절현상에 일치되는 것으로 나타나, 이는 지하에 매립된 폐광석에 의한 영향으로 해석된다.

4. 연구지역의 기반암의 심도는 전기비저항탐사결과 1,500 ohm-m 이상의 고비저항의 경계와 탄성파굴절법 탐사결과와 4,000 m/s의 속도 경계가 일치하는 10 m 이상인 것으로 해석된다.

5. 산성광산배수가 바다로 유출되는 도수관은 1~1.25 m 깊이에 매설된 것으로 확인되었다.

6. 전기비저항의 천부 고비저항대, 지하투과레이다의 회절영역 및 투과심도, 굴절법탐사의 속도구조 등에 대한 상관분석은 폐광석의 매립규모를 산정하는데 훌륭한 지표가 될 것으로 기대된다.

## 사 사

이 연구는 한국과학재단의 특정기초연구과제(R01-

2001-000-00074-00)에 의한 연구결과이며 재단의 재정적 지원에 의해 수행되었다. 이 논문을 심사하면서 좋은 의견을 주신 김영화교수님과 김준경교수님께 감사드린다.

## 참고문헌

- 김상현, 전효택 (1993) 삼보 연-아연-중정석 광산 주변 하상 퇴적물에서의 중금속오염연구. 광산지질, 26권, p. 217-226.
- 김지수, 한수형, 최상훈, 이경주, 이인경, 이평구 (2002) 장풍 폐광산의 산성광산배수에 의한 침출수 유동에 대한 지구물리 및 지화학탐사자료의 상관분석. 대한지구물리학회, 5권, p. 19-27.
- 민정식 (1996) 휴·폐광산지역에서 환경오염 실태 및 대책. 대한자원환경지질·대한지질학회 공동학술강연회 발표논문집, p. 1-15.
- 송성호, 이규상, 김진호, 권병두 (2000) 방조제 누수지점 탐지를 위한 SP 및 단극배열 전기 비저항탐사의 적용. 자원환경지질, 33권, p. 417-424.
- 이상규, 황세호, 이태섭 (1997) 폐광산의 토양오염영역 및 폐기된 광미의 탐지. 자원환경지질, 30권, p. 371-377.
- 정명채 (1996) 달성 Cu-W 광산주변 수계의 하상퇴적물과 자연수의 Cd, Cu, Pb 및 Zn 오염. 자원환경지질, 29권, p. 305-313.
- 정명채, 정영욱, 민정식 (1998) 휴/폐광 광산폐기물의 지구화학적특성. 대한지하수환경·한국 토양환경학회 심포지엄 및 추계학술대회, p. 71-75
- 정영욱, 민정식 (2001) 국내 폐 광산 환경오염 실태 및 처리 현황. 한국지구물리탐사학회 제3회 특별심포지움, p. 75-89.
- 조창수, 이희일, 서정희 (2002) 탄성과 굴절법 토모그래피를 이용한 지반의 속도분포해석. 물리탐사, 5권, p. 6-17.
- 황학수 (1997) 황철석 광산 광미담에서의 지하수 흐름 경로 탐지를 위한 물리탐사적용. 자원환경지질, 30권, p. 137-142.
- 황호송, 전효택 (1995) 시흥 Cu-Pb-Zn 광산주변에서의 중금속원소들의 분산 및 존재형태와 흡착처리. 자원환경지질, 28권, p. 455-467.
- Cheong, Y.W. and Thornton, I. (1994) Acid mine drainage and heavy metal contamination of stream sediments in the Okdong cheon stream, Sangdon area, South Korea. Econ. Environ. Geol., v. 27, p. 101-113.
- Diprowin (2000) Electrical resistivity processing software, Heesong Ltd.
- IDL (2000) Research System Inc.
- Radpro (2001) GPR processing software, Heesong Ltd.
- VISTA (1999) Seismic Processing software, SIS.

2003년 2월 13일 원고접수, 2003년 3월 17일 게재승인.