

# 갑정탄광 자연정화처리 시설내 광산배수의 지화학적 특성변화

임길재\* · 정영욱 · 강상수 · 조영도 · 민정식<sup>1)</sup>

## 1. 서론

광산배수에 의한 하천 수질의 지화학적 조사 혹은 하천 수계 등에 생성된 침전물들의 광물화학적 조사가 1990년대부터 많이 연구 되었다(Cheong and Thornton, 1994). 그러나 폐광산의 자연정화식 광산배수 처리 기술개발 연구사례는 드문데 정영욱 등 (1997) 및 Cheong et al., (1998)에 의해서 혐기성 소택지의 충전물질에 대한 정화 효율성 평가 및 소택지에서 의 슬러지 침전에 의한 투수계수의 변화 등의 연구가 진행된 바 있다. 본 연구는 자연정화 시설에 대한 각 단위공정을 지화학적 특성변화로 평가하기 위해 수행되었다. 갑정탄광 자연정화처리시설을 대상으로 하였다.

## 2. 현장조사 및 화학분석

광산배수 정화시설은 경상북도 문경시 문경을 고요리 산78번지에 위치하는 갑정탄광에 설치되어 있다. 처리시설 구성 요소별로 유입수 및 방류수에 대하여 현장 수질 분석을 실시하였고 화학분석을 위해 분석용 물을 채수하였다.

자연정화처리시설에 유입되는 광산배수 원수(유입수)와 각 공정 유출수에 대하여 현장에서 pH(Hanna pH meter), Eh(Toa Eh meter), 전기전도도 및 수온(Orion 130 conductivity meter) 등을 측정하였다. 탁도는 탁도계(Hach사 2100P)에 의해 현장에서 측정하였다. COD는 실내에서 (Toa 사 COD-50S)에 의해 분석 하였다. 중탄산이온( $\text{HCO}_3^-$ )은 현장에서 적정법으로 구하였다.

화학 분석된 양이온 성분은 Fe, Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn 및 Na 등이었고 Inductively Coupled Plasma Spectrometer에 의하였다.  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  등은 Ion Chromatography 에 의하였다.  $\text{HCO}_3^-$  농도는 시료 50~100 ml을 취하고 메틸오렌지(0.1%) 지시약을 수 방울 가하여 1/20N 염산 표준용액으로 황색이 적색으로 되는 시점을 종말점으로 하고 이때의 적정량을 구하여 계산되었다.

## 3. 연구결과 및 고찰

처리시설의 설치 면적은 약 4000 $\text{m}^2$  이고, 이러한 처리시설내로 유입되는 광산배수량(유입량)은 조사당시 약 2100 $\text{m}^3$ /일로서 침전조로 유입된 이후 일부 수량은 SAPS 조 경계부에 설치된 월류수 배출관로를 통해 유출되고 나머지는 SAPS 조 하부로 배수되고 있었다. SAPS 배수구로 유출된 광산배수는 다시 호기성 소택지로 유입되었다. 최종 방류수량은 70 $\text{m}^3$ /day 이었으며 유입수의 일부분은 증발이외에 누수 되는 것으로 추정된다.

Hydraulic Loading Rate(HLR)의 경우 침전조에서는 2.10m/d, SAPS의 경우 3.0m/d로 나타났다. 호기성 소택지의 경우 0.05m/d로 나타났다. HLR이 SAPS, 침전조, 호기성

---

1) 한국지질자원연구원(gjyim@kis.kigam.re.kr)

소택지 순으로 그 값이 작다. 이는 상대적으로 SAPS에 많은 광산배수가 유입되고 있고 호기성 소택지에 적게 유입되고 있음을 나타내 준다.

광산배수 처리시 주요 정화대상 성분인 Fe, Al, Mn 성분의 함량을 이용하여 처리장 내로 유입되는 1일 Fe+Al+Mn 오염 부하량은 하루에 약 45.236 gram 유입되는 것으로 나타났다. 또한 광산배수의 pH는 5.52의 값을 나타냈다.

감정탄광 처리시설로 유입되는 광산배수의 Stiff diagram과 처리공정 수질의 Stiff diagram 형태를 비교하면 SAPS를 통과 하면서 중탄산 이온의 함량이 증가하여 Stiff diagram이 변화를 보이며 이때 pH는 7.03으로 상승하였다(Fig. 1).

Fe의 경우 처리시설이 98%를 정화시키고 있다. Al의 경우 97% 정도의 정화효율을 나타냈다. Mn의 경우 93%의 정화효율을 나타낸다. SO<sub>4</sub>의 경우 정화효율이 낮게 나타나고 있다. Ca, Mg, K 등은 유입수에 비해 방류수에서 높게 함량이 분석되어 처리 시설에서 이들 성분이 용출되고 있음이 나타났다. TDS의 정화효율이 낮은 것은 Mg, Ca 등이 용출되면서 그함량이 원수에 비해 증가하여 발생한 현상으로 판단된다.

자연정화처리 공정 중에서 Fe의 정화 성능은 SAPS(7g/m<sup>2</sup>/d), 침전조(7g/m<sup>2</sup>/d), 호기성 소택지(1g/m<sup>2</sup>/d) 순으로 나타났다. SAPS의 정화성능이 7g/m<sup>2</sup>/d로서 기타 공정보다 높게 나타난 이유는 황산염 환원작용의 결과로 판단된다. 즉 SAPS 유입수의 Eh가 174mV 였는데 SAPS 방류수에서 -6mV로 측정되어 수질은 환원상태로 변화된 특징을 나타낸다(Fig. 2). 유입수가 SAPS조 하부로 배수되면서 중탄산 이온이 상승하여 pH가 5.88에서 7.03으로 상승하였다. 한편 SAPS 조 수면으로 Overflow 한 경우는 환원상태의 Eh 값을 나타내지 않았다(Fig. 2의 점선). 이러한 SAPS 바닥 배수구에서의 Eh의 감소 및 중탄산 이온함량의 증가는 황산염환원 발생의 한 증거가 된다(Wildeman, et al., 1993).

침전조에서 Fe는 5g/m<sup>2</sup>/d로 정화가 되는데 이는 침전조의 산화작용에 기인하는 것으로 판단된다. 침전조 수층부근에서 산화작용을 받으면서 용존 Fe가 철산화물로 변화되어 용존 Fe가 정화되는 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 정영욱, 민정식, 권광수, 이현주, 1997, 광산폐수 정화용 소택지의 기질물질 효율성평가, 한국 자원공학회지, Vol. 34, No. 2, p. 142-151
- Cheong, Y.W. and Thornton, I., 1994, Acid mine drainage and heavy metal contamination of stream sediments in the Okdongcheon stream, Sangdong area, South Korea, Econ. Geol. Vol. 27, No. 1., p. 101-113
- Cheong, Y.W., Min, J. S., and Kwon, K. S., 1998, Metal removal efficiencies of substrates for treating acid mine drainage of the Dalsung mine, South Korea, J. of Geochem. Explor., Vol. 64, p. 147-152
- Wildeman, T., Brodie, G. and Gusek, J., 1993, Wetland design for mining operations, Bitech Ltd, Richmond, p.16-6

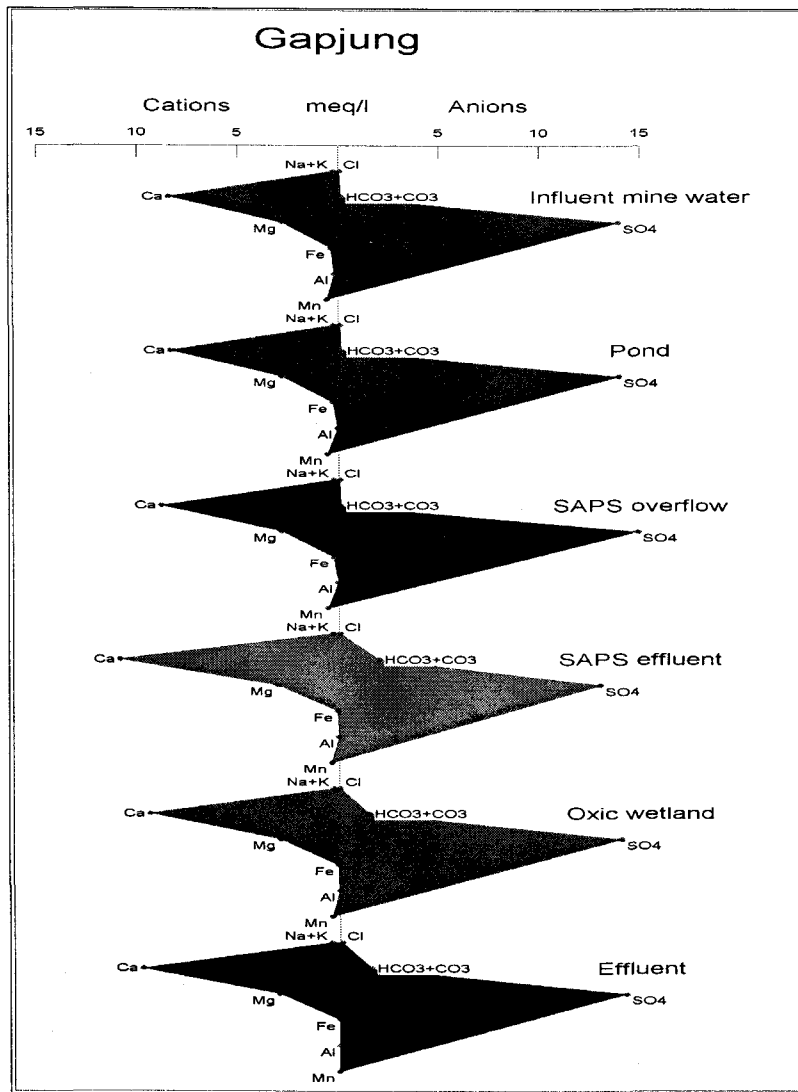


Fig. 1. Stiff diagram

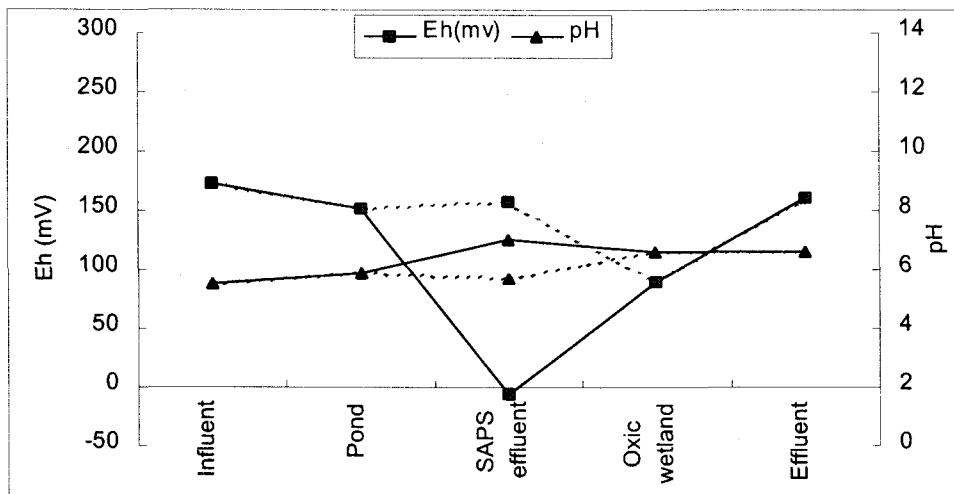


Fig. 2. Variation of Eh versus pH in processing for the passive treatment systems.