

일라이트에 함유된 Fe 불순물 제거

김윤종 · 조성백 · 박현해 · 김상배[†]
한국지질자원연구원 자원활용소재연구부

Removal of Iron Bearing Minerals from Illite

Yun-Jong Kim, Sung-Baek Cho, Hyun-Hae Park and Sang-Bae Kim[†]

Minerals & Materials Processing Division, Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources,
30 Gajeong-dong, Yuseong-Gu, Daejeon, Korea 305-350

(2006년 7월 21일 접수, 2006년 8월 10일 최종수정본 접수)

Abstract Recently, many attention have been focused on illite as a material for the well-being industry. Illite contains various kinds of iron bearing materials and they restrict their usage. In this study, Fe impurities in the illite produced in Yeongdong-gun, Chungcheongbuk-do were characterized and their removal experiments were performed. According to the characterization of illite raw ore, it contained 1.54 wt.% Fe₂O₃ due to the existence of iron oxide(Fe₂O₃) and pyrite(FeS₂). The raw ore was crushed into 3 mm or less using cone crusher and then ground by rod mill for the liberation of impurity mineral. For the removal of iron bearing minerals, an acid treatment, a flotation, a magnetic separation, and a flotation combined with magnetic separator were performed respectively. When the illite raw ore was treated with magnetic separation and various kinds of acid, 1.54wt.% Fe₂O₃ content was reduced to 0.78 and 1.0 wt.%, respectively. On the other hand Fe₂O₃ content was reduced to be 0.52 wt.% after flotation. These results indicate that iron bearing minerals cannot be reduced below 0.3wt.% Fe₂O₃. However, combination of magnetic separation and flotation enable us to get 0.24wt.% of illite concentrate. It is concluded that, for the refinement of illite from Yeongdong-gun, the flotation combined with magnetic separation is good for high purity illite.

Key words illite, iron bearing, flotation, magnetic separation.

1. 서 론

일라이트(Illite) 광물 광상의 성인은 중화작용과 열수 작용에 의해 생성되는 것으로 알려져 있으며, 생성조건에 따라 조인광물이 다양하고 불순물 함량이 많은 특성이 있다.^{1,2)} 이러한 일라이트 광물은 각종 화학공업, 산업용 충전재, 요업원료 등 용도가 다양하다. 따라서, 산업원료 및 환경산업 원료용 일라이트 광물 소재를 개발하기 위해서는 원광 특성에 따른 적정 처리조건의 확립이 필수적이다. 현재까지 알려진 절토광물 정제공정은 사용하는 매체에 따라 습식정제기술과 건식정제기술이 알려져 있다.³⁾ 습식 정제기술은 매질로 액체를 사용하는 기술로, 주로 물을 사용, 입자의 침강특성을 이용하는 수밀법을 비롯하여, 습식자력선별, 부유선별⁴⁾ 등의 물리적인 처리법과 화학처리법, 미생물 처리법 그리고 이들을 병용하는 정제기술 등이 알려져 있다. 건식 정제기술에는 광물의 강도 등의 차이를 이용한 선택적 파쇄, 분쇄, 광물 미종의 차이, 형상의 차이 등을 이용한 정밀 공기분

급기술, 광물의 서로 다른 자성차이를 이용하는 건식자력선별 등이 알려져 있다.

충북 영동지역을 중심으로 국내에서 산출되는 일라이트 광물은 여러 가지 기능성이 확인되고 있으나 현재까지 수처리제, 도양개량제 등을 중심으로 사용되고 있다. 최근 신규 주력 등에서 발생하는 환경호르몬 등과 같은 유해물질을 제거하는 친환경소재 등 웰빙 소재 원료로서의 일라이트 광물의 적용이 제한되고 있다. 웰빙 소재 원료로 사용하기 위한 일라이트 광석은 천연에서 산출되는 상태로 이용할 수 없으며, 최종 제품의 규격에 맞게 선별, 가공 등 처리과정을 거쳐 생산하는 것이 필요할 것이다.

따라서 본 연구에서는 웰빙산업 소재원료로 주목을 받고 있는 충북 영동지역의 일라이트를 이용하여 기능성 미분체로서 사용하기 위하여 제품에 혼합시 제품고유의 색상 변화를 주지 않을 특급 도자기 소지 철분함유량인 0.3 wt.% Fe₂O₃ 이하로 낮추는 일라이트 정제 기술을 개발하고자 하였다.

광물학적 특성조사결과 영동지역의 일라이트에는 산화철(Iron oxide)과 황철석(Pyrite) 등 불순물이 혼재되어 있으므로 본 연구에서 영동지역의 일라이트의 불위향상에

[†]E-Mail : sbkim@kigam.re.kr

적용한 정제기술로는 산저리, 부유선별, 자력선별, 부유선별과 자력선별 병용 등을 이용하여 정제 특성을 비교 조사 하였다.

2. 실험 방법

2.1 시료 및 시료준비

본 연구에서는 충북 영동지역에서 산출되고 있는 용광 일라이트(주)의 원광을 대상 시료로 하였다. 원광석은 수분을 상당량 함유하고 있으므로 자연 상태에서 충분히 건조 후 콘 크리셔(Cone crusher, Marcy Gy-Roll Crusher, Svedala Industries, U.S.A)를 사용하여 3mm 이하로 파쇄하였다. 파쇄된 시료는 시료 채취기(PT1000, Retsch Co., U.S.A)를 사용, 일정량씩 채취하여 밀도로 보관, 실험용 시료로 사용하였다. 원광석에는 석영, 산화철, 황철석 등 불순광물이 상당량 함유되어 있으므로 불순광물과의 단체분리를 위하여 로드 밀(Rod mill)을 사용하여 분쇄실험을 수행하였다. 그리고 원료광물의 특성을 검토하기 위하여 X선 회절(XRD: X-Pert MPD, Philips, Netherlands)분석 및 편광현미경, X선 형광(XRF: MXF-2100, Shimadzu, Japan)분석을 이용한 정량분석을 통하여 원료광물의 특성을 검토하였다.

2.2 정제 실험

2.2.1. 산저리에 의한 일라이트 정제

절토층의 친 화합물 종류는 절토의 성인 혹은 화학적 환경에 따라서 다르나 보통 저결정질의 수산화철은 절토에 콜로이드 상태로 부착되어 있어서, 일반적으로 물리적인 선별 기술을 이용한 정제가 대단히 어려운 것으로 알려져 있다. 화학적 처리시 고려사항은 절토광물의 성질을 잃지 않고 조석이 신속 또는 간편해야 하며, 또한 처리 후의 폐기물 회수가 용이해야 한다. 수산화철의 탈착법으로는 환원 용출법, 산화 용출법, 승화법, 산 용출법 등의 화학적 방법이 종전부터 시도되고 있다. 본 연구에서는 먼저 산저리를 이용한 일라이트의 정제 연구를 수행하였다. 먼저, 산의 종류에 따른 일라이트로부터 철분의 용출거동을 살펴보기 위하여 산의 농도 및 종류를 변화시켜 산용액속으로 용출된 철분의 이온농도를 측정하였다. 실험에 사용된 산의 종류에는 염산(HCl, 1~30% solution)과 황산(H₂SO₄, 1~50% solution)을 각각 사용하였으며, 500 ml 테프론 용기에 시료와 산을 1:10의 비율로 넣어서 24시간동안 상온에 정치하여 산용액으로 용출된 철분의 이온농도를 측정하였다.

2.2.2. 부유선별에 의한 정제

황철석 제거를 위한 부유선별 실험은 실험실용 부유선별기(Denver sub-A type floater, Denver Co., USA)를 사용하여 황철석을 제거하고자 하였다. 황철석 제거를 위

한 부유선별 실험에 영향을 미치는 인자는 포수제 종류 및 철가량, 기포제 철가량, 수소이온 농도, 광애농도, 원료의 입도 등으로 알려져 있다. 따라서 이러한 인자들을 변화시키면서 최적의 조건을 검토하였다. 부유선별의 가장 중요한 인자는 포수제 종류에 따라 선별효율에 커다란 차이가 나타날 것으로 예상되어 포수제 종류별 특성과 적용성 검토를 위한 실험을 수행하였다. 또한 일반적으로 부유선별에 의하여 정제 시, 1차 부선을 통하여 최후한 조선 정광(Rough concentration)은 불순광물들이 기계적 틱송 현상 등에 의하여 불위 향상이 비교적 저조한 것으로 알려져 있다. 따라서 1차부선 정광을 대상으로 소량의 포수제를 사용하여 정선부선(cleaning flotation)을 하였다.

부유선별 실험은 원광석 중에 존재하는 황철석의 제거가 목적이며, 황철석의 포수제로 사용이 가능한 것으로 알려진 각종 포수제를 철가하여 그 결과를 서로 비교하였다. 사용한 포수제는 황철석 포집에 효과적인 음이온계 sulfonate인 Aero 404 Promoter(AP-404, American Cyanamid Co., USA)와 Aero 407 Promoter(AP-407, American Cyanamid Co., USA)를 사용하였다. 먼저 저정 분쇄입도를 알아보기 위하여 로드 밀로 35, 48, 65, 100, 150 mesh로 분쇄한 각각의 시료에 대해 AP-404 또는 AP-407 포수제 철가량 240 g/ton, 반응시간은 각 10분씩 일정하게 유지하였다. 기포제는 Aero 515 Frother(AF-515, American Cyanamid Co., USA)를 80 g/ton으로 일정하게 철가하여 10분 동안 반응시간을 부여하고 2분 동안 황화광물을 부유시켰다. 1차부선 정광 회수 후 1차부선 정광에 대하여 불위향상을 위하여 포수제 20 g/ton을 철가하여 동일한 방법으로 정선부선을 실시하였다.

2.2.3. 자력선별에 의한 정제

미분쇄한 일라이트 원광 500 g을 250 ml용량의 스테인리스 셀에 넣고 물을 500 g 넣은 후 교반기를 사용하여 30분간 교반한 후 습식 자력선별기(Wet High Intensity Magnetic Separator, ERIEZ, L4, USA)를 사용하여 자성산물을 분리하였다. 자력선별의 메트릭스로서 불과 메쉬의 두 종류를 사용하였고, 인가전류를 메트릭스가 없는 상태에서 5A(4,400gauss), 10A(7,100gauss), 15A(8,100gauss) 및 20A(9,000gauss)로 변화시키면서 자력선별 실험을 수행하였으며, 자성산물과 미자성산물로 분리하여 건조한 후 정량분석을 통하여 탈철율과 일라이트 철수율을 조사하였다.

2.2.4. 부유선별과 자력선별을 병용한 정제

실험에 사용된 시료의 산저리, 자력선별, 부유선별을 단독으로 적용하여 탈철 실험 결과, 산화철(Fe₂O₃)의 함량은 0.3 wt.% 이하로 낮출 수 없음을 앞의 두 실험에서 확인 할 수 있었다. 이는 일라이트의 광물학적 특성상 산화철의 규원이 되는 광물들이 황철석 이외에도 미립의 건

운모 사이에 존재하는 철화합물의 존재에 기인하는 것으로 사료된다. 따라서 최종적으로 일라이트 시료를 산화철의 함량을 0.3 wt.% 이하가 되도록 정제하기 위해서는 둘 또는 그 이상의 요소기술을 병용하는 것이 바람직할 것으로 판단되어 먼저 부유선별을 행하여 황철석등 황화광물을 제거한 시료를 대상으로 다시 자력선별을 인가진류를 매트릭스가 없는 상태에서 5A(4,400gauss), 10A(7,100gauss), 15A(8,100gauss) 및 20A(9,000gauss)로 변화시키면서 자력선별 실험을 수행하였으며, 자성산물과 비자성산물로 분리하여 건조한 후 정량분석을 통하여 탈철율과 일라이트 실수율을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 원료의 특성 평가

일라이트(Illite, $(K,H_3O)Al_2(Si,Al)_4O_{10}(H_2O,OH)_2$)는 단사정계에 속하는 미세한 운모족 광물로서 이질퇴적암, 열수변질대, 및 중성-산성암의 풍화물에서 매우 흔한 2차 광물이며, K^+ 가 풍부한 환경에서 잘 형성되는데, 장석이나 운모류로부터 쉽게 형성되기도 하며 열수용액으로부터 직접 침전되기도 한다. 일라이트는 세일이나 사암에서 카올리나이트, 일라이트-스펙타이트 혼합층상광물과 더불어 가장 풍부한 점토광물이다.⁸⁾

영동지역 일라이트 원광에 대한 X-선 회절 분석결과를 Fig. 1에 나타내었다. 주 구성광물은 석영(Quartz, SiO_2)과 일라이트(Illite)임을 알 수 있었다. 원광에 수반되는 조암광물의 산출상태를 확인하기 위하여 연마편과 박편을 제작하여 편광현미경으로 관찰한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 불순광물인 황철석(Pyrite, FeS_2) 결정 내에 맥석(Gangue minerals)과 함께 첨가연석(Sphalerite, ZnS)이 혼재하고, 황동석(Chalcopyrite, $CuFeS_2$)도 혼재되어 있음을 알 수 있었다. 미세한 백운모(Muscovite, $K(OH)_2Al_3Si_3O_{10}$) 결정도 보이지만 대부분 일라이트로

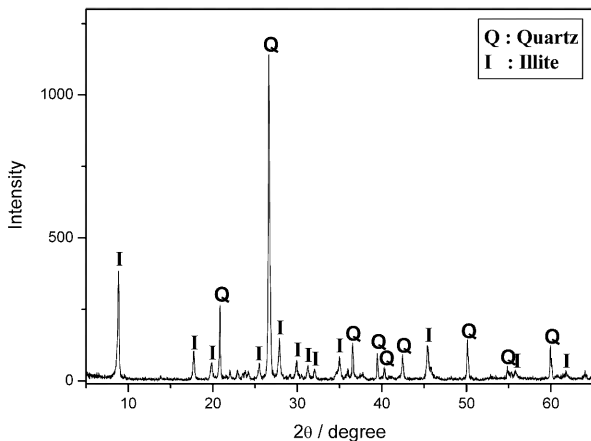


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of raw ore.

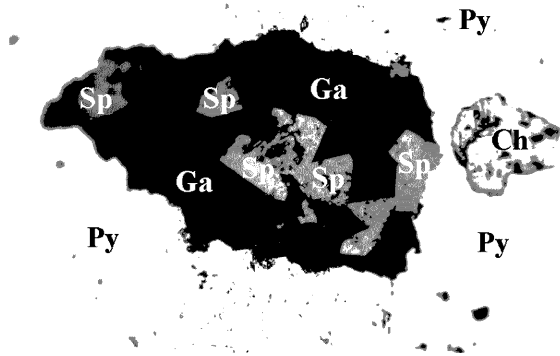
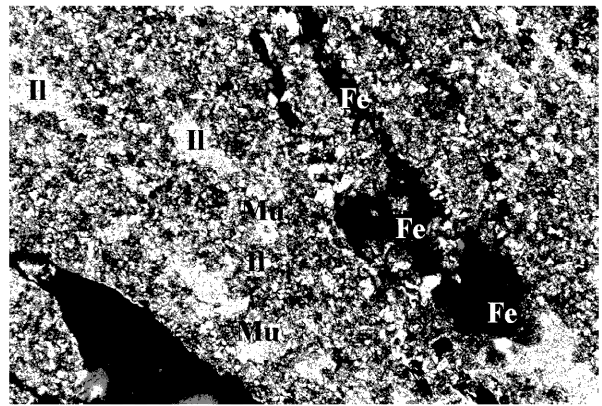


Fig. 2. Optical photo graphs of raw ore. (II: Illite, Py: Pyrite, Ch: chalcopyrite, Ga: gangue, Mu: Muscovite, Sp: Sphalerite)

산출되고 있음을 알 수 있었다. 미세한 crack을 따라 불투명 광물(Ti 또는 Fe)도 볼 수 있었다.

원광의 화학조성을 XRF에 의해 분석한 결과, 주성분은 72.36 wt.% SiO_2 , 17.26 wt.% Al_2O_3 , 1.54 wt.% Fe_2O_3 , 0.11 wt.% CaO , 4.66 wt.% K_2O , 0.43 wt.% Na_2O , 3.05 wt.% $ig.loss$ 임을 알 수 있었다.

3.2. 일라이트의 정제 특성

3.2.1. 산처리에 의한 일라이트 정제실험 결과

산의 종류에 따른 일라이트로부터 철분의 용출거동을 살펴보기 위하여 산의 농도 및 종류를 변화시켜 산 용액속으로 용출된 철분의 이온농도를 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3의 결과로부터 황산보다는 염산을 사용하는 것이 탈철효과가 크다는 것을 알 수 있었다. 탈철율은 철과 산의 반응속도에 큰 영향을 받는데 반응속도는 확산속도와 금속표면에서 반응성이 좋아야 한다. 먼저 확산속도는 분자의 크기가 작을수록 빠르는데 염산은 황산보다 분자의 크기가 작아 확산속도가 빨라 반응이 빨리 일어나게 된다. 또한 염화철은 황산철에 비하여 분자의 크기가 작고, 이온화율이 높고, 물에 빨리 용해되어 반응후 생성된 염화철이 빨리 빠져나가기 때문에 식각반응을 덜 방해한다. 그리고 염산은 황산에 비하여 수중 이

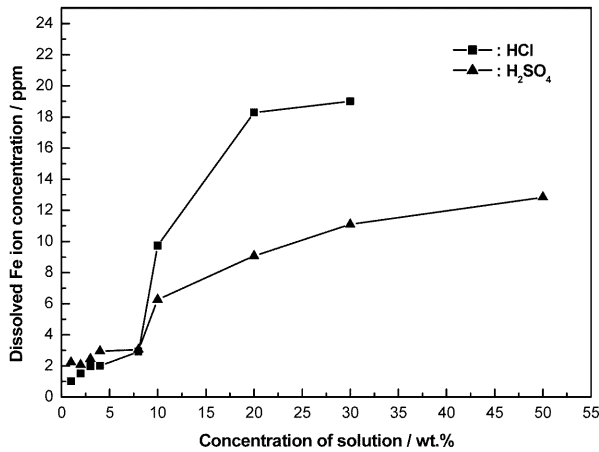


Fig. 3. Concentration of Fe ion dissolved from illite ore to acid solutions.

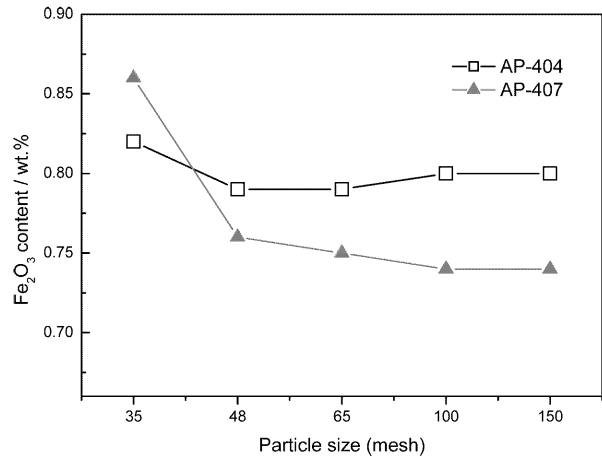


Fig. 4. Changes in Fe₂O₃ ion contents of illite concentrates obtained by flotation with feed size.

은화율이 높고, 활동도도 높다. 또한 염화철과 황산철의 반응에너지도 염화철의 반응에너지가 황산철의 반응에너지에 비해 큰 절대값을 가진다.^{9,10)} 따라서 염산이 황산에 비하여 분자의 크기가 작아 확산속도가 빠르고, 활동도가 높고, 반응에너지가 높아 반응성이 좋기 때문에 탈철반응이 잘 일어나는 것으로 판단된다.

일라이트의 산처리 탈철실험결과 염산을 사용하는 경우 20% solution이 적절할 것으로 판단되었다.

3.2.2. 부유선별에 의한 정제실험 결과

부유선별시 적정 시료입도를 알아보기 위한 실험결과를 Table 1과 Fig. 4에 나타내었다. 먼저 원료광물을 35 mesh로 분쇄하여 AP-404 포수제로 함철광물을 회수하면 Table 1과 Fig. 4에 나타난 것처럼 Fe₂O₃가 0.82 wt.%인 정광을 96.37 wt.% 회수 가능하였다. 입도를 65 mesh로 분쇄한 시료를 부유선별하면 정광의 Fe₂O₃ 품위는 0.79 wt.%까지 감소하며, 회수율도 92.38 wt.%까지 감소함을 알 수 있었다. 그러나 시료입도를 100 mesh 및 150 mesh로 감소시키면 정광의 Fe₂O₃ 품위도 0.80 wt.%로 변화가 없이 정광의 회수율만 91.66 wt.% 및 89.38 wt.% 정도로 낮아짐을 알 수 있었다. 따라서 적절한 입도는 65 mesh 정도가 적합할 것으로 판단되었다.

부유선별시 적정 포수제 사용량을 알아보기 위한 실험 결과는 Table 2와 Fig. 4에 나타내었다. 먼저 포수제로서 AP-404를 사용하여 황철석을 제거하면 Fig. 5에 나

Table 1. Yield of the illite concentrates obtained by flotation with feed size

Feed size Collector	35mesh	48mesh	65mesh	100mesh	150mesh
AP-404	96.37	94.09	92.38	91.66	89.38
AP-407	96.56	95.97	94.18	92.93	90.32

Table 2. Yield of the illite concentrates obtained by flotation with dosage of collector

Dosage Collector	240(g/ton)	330(g/ton)	420(g/ton)	510(g/ton)
AP-404	95.89	94.94	94.09	93.35
AP-407	94.57	94.18	94.15	93.24

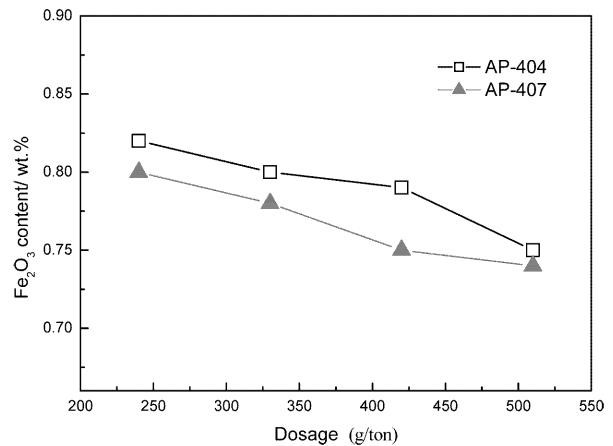


Fig. 5. Changes in Fe₂O₃ contents of the illite concentrates obtained by flotation with dosage of collector.

타낸 것처럼 AP-404의 첨가량을 증가시키에 따라 정광의 품위는 0.82, 0.80, 0.79, 0.75 wt.%Fe₂O₃로 Fe₂O₃의 품위가 약간 낮아지고 있음을 볼 수 있었다. 그러나 실수율은 Table 2에 보이듯이 AP404 사용량 증가와 함께 약간 감소하여 95.89 wt.%에서 93.35 wt.%까지 감소하였다. AP-404를 420 g/ton이상 증가시켜 510 g/ton을 사용하여도 포수제 증가에 비해 Fe₂O₃의 함량 감소도 미미함을 알 수 있었다. 한편, 포수제로서 AP-407를 사용하면 AP-404를 사용한 경우보다 정광의 Fe₂O₃ 품위는

Table 3. Yield of the illite concentrates obtained by flotation with cleaning time

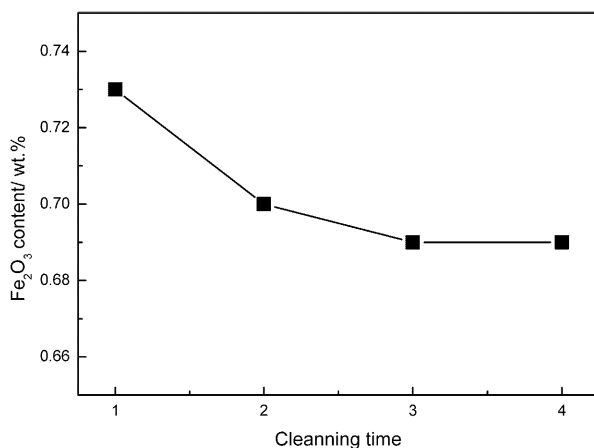
Cleaning time Collector	1	2	3
AP-404	92.38	91.53	89.90

0.74 wt.%Fe₂O₃까지도 감소시킬 수 있으나, 포수제로 AP-407를 사용하여도 포수제 사용량 증가와 함께 정광중의 Fe₂O₃의 함량이 0.80 wt.%Fe₂O₃에서 0.74 wt.%Fe₂O₃까지 점차적으로 감소하고 있음을 볼 수 있었다.

선행실험 결과 포수제로는 AP-404보다 AP-407이 일라이트 광물의 부유선별시 탈철율 효과가 좋은 포수제로 판단되었다. AP-407이 AP-404보다 황철석에서 강한 포수제로 작용한다는 결과와 일치하는 결과이다.¹¹⁾ 따라서 포수제 AP-407을 사용하여 정선횟수에 따른 정광의 품위와 실수율의 변화를 알아보기 위한 결과를 Table 3과 Fig. 6에 나타내었다. 부유선별 실험시 1회 정선을 행하면 0.79 wt.%Fe₂O₃ 품위의 정광을 92.38 wt.% 회수할 수 있었다. 정광의 Fe₂O₃ 품위향상을 위해 회수한 정광을 여러 번 정선하고 그에 따른 효과를 알아보았다. Fig. 6의 결과에서 보여지는 바와 같이 3회 이상 정선하면 0.69 wt.%Fe₂O₃의 정광을 얻을 수 있을 알 수 있었다.

3.2.3. 자력선별에 의한 정제실험 결과

자력선별은 광물의 서로 다른 자성차이를 이용하여 분리하는 선별법으로, 자성을 띠는 무용광물이나 유용광물을 비자성 광물로부터 분리하는데 적용된다. 오늘날 자력 선별기로 사용되고 있는 자석은 특수한 경우를 제외하고는 직류 전자석(electro-magnet)이다. 전자석이 영구 자석보다 강력하고 자극의 세기 조절이 쉽다는 장점을 가지고 있으나 금속소재의 발달로 강력한 자력밀도를 갖는 희토류 영구자석도 개발되어 사용되기도 한다. 자력선별의 효율을 결정하는 가장 중요한 인자는 자극의 세기로

**Fig. 6.** Changes in Fe₂O₃ contents of the illite concentrates obtained by flotation with cleaning time.**Table 4.** Yield and Fe₂O₃ contents of the illite concentrates obtained by magnetic separation with various matrix

Matrix	Fe ₂ O ₃ (wt.%)	Yield(wt.%)
Ball	0.96	72.06
Mesh	1.14	82.13

서 초전도체 자력선별기의 경우 40,000 gauss 까지 자극의 세기를 향상시켜 약자성체까지도 자력선별로서 제거가 가능하며, 자극의 세기 향상을 위한 연구는 계속되어 앞으로 자력선별에 적용 가능한 범위는 확대될 것으로 판단된다.

자력선별에 의한 정제실험 결과를 Table 4에 나타내었다. 미디어로서 불을 사용하여 인가전류를 변화시켜 가며 자력선별 실험한 산물의 Fe₂O₃ 함량의 변화는 불을 사용하면 0.96 wt.%Fe₂O₃, 메쉬를 사용하면 1.14 wt.%Fe₂O₃로 미디어로서는 메쉬보다는 불을 사용하는 것이 탈철효과가 큰 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 미디어의 비표면적이 메쉬보다 불이 높기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 메쉬에서는 큰 입자들의 철화합물이 선별되고 불에서는 미립자와 큰 입자들의 철화합물이 선별되는 결과로 나타났다.

3.2.4. 부유선별과 자력선별을 병용한 정제실험 결과
영동지역 일라이트 시료는 앞에서 보인 바와 같이 산처리나 자력선별, 부유선별 개별공정만으로는 Fe₂O₃의 함량을 0.3 wt.% 이하로 낮출 수 없음을 알 수 있었다. 이는 일라이트의 광물학적 특성상, Fe₂O₃의 근원이 되는 광물들이 황철석등 황화광물 이외에도 미립의 일라이트 사이에 존재하는 철화합물의 존재에 기인하는 것으로 사료된다. 따라서 최종적으로 일라이트 시료를 Fe₂O₃의 함량을 0.3 wt.% 이하가 되도록 정제하기 위해서는 둘 또는 그 이상의 요소기술을 병용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다. 본 실험에서는 부유선별을 행하여 황철석을 제거한 시료를 대상으로 다시 자력선별을 수행하였으며, 그 결과를 Table 5와 Fig. 7에 나타내었다. 먼저 AP-404를 포수제로 사용하여 부유선별을 행하고 자력세기를 매트릭스가 없는 상태에서 5, 10, 15 및 20 A로 조절하여 자력선별을 수행한 결과 자력의 세기가 강해질수록 정광의 Fe₂O₃ 품위는 15A까지는 0.44, 0.43, 0.37 wt.%로 감소되며 각각 83.58, 82.21, 76.12 wt.%의 정광을 회수할 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 자력세기를 20 A로 하면

Table 5. Yield of the illite concentrates obtained by magnetic separation and flotation

AmpereCollector	5A	10A	15A	20A
AP-404	83.58	82.21	76.12	70.60
AP-407	82.09	74.63	70.15	58.21

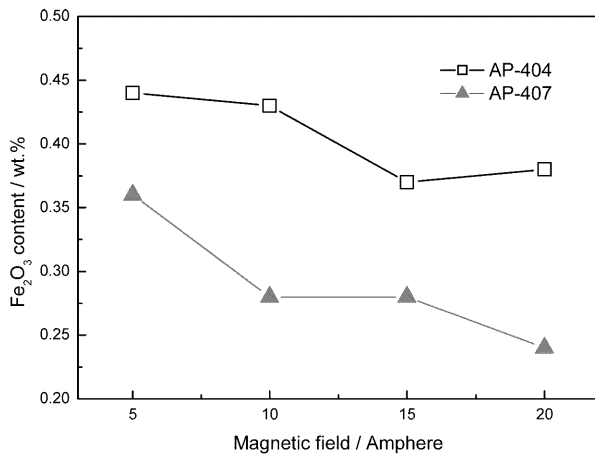


Fig. 7. Changes in Fe₂O₃ contents of the illite concentrate obtained by magnetic separation and flotation.

Fe₂O₃ 품위가 약간 증가하여 0.38 wt.%로 되고 회수율도 80.60 wt.%로 증가하였다. 한편, AP-407을 이용하여 부유선별을 수행한 후 자력선별을 수행한 시료는 자력의 세기가 강해질수록 정광의 Fe₂O₃ 품위가 0.36, 0.28, 0.28, 0.24 wt.%로 계속적으로 감소되지만, 회수율은 각각 82.09, 74.63, 70.15, 58.21 wt.%로 급격히 적어지고 있음을 알 수 있었다.

4. 결 론

국내 영동지역에서 산출되는 일라이트의 고품위화를 위한 정제실험시 미치는 광물학적 특성을 조사한 결과 원광석의 Fe₂O₃ 품위는 1.54 wt.%임을 알 수 있었다. 산처리에 의한 정제실험결과 1 wt.%Fe₂O₃ 품위를 유지하는 것으로 나타났고, 부유선별에 의한 정제실험결과 0.74 wt.%Fe₂O₃ 품위의 정광을 90.32 wt.% 회수할 수 있었다. 그러므로 산처리, 수비법이나 자력선별 단독으로 정제를 수행할 경

우 탈철효과가 미비함을 알 수 있었다. 이는 철산화물들이 미립의 일라이트 입자들에 혼재해 있거나 황철석과 같은 형태로 존재하기 때문이었다. 그리고 부유선별과 자력선별에 의한 정제실험결과 Fe₂O₃ 품위를 0.24 wt.%까지 감소시킬 수 있었고 이때의 정광 회수율은 58.21 wt.%이었다.

따라서 부유선별과 습식자력선별 같은 공정을 복합화하는 것이 고품위의 일라이트를 얻기 위해 적합할 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

1. Eslinger, E., P. Highsmith, D. Albers and B. deMayo, *Clays and Clay Minerals*, **27**, 327 (1979).
2. Nadeau, P. and D. Bain, *Clays and Clay Minerals*, **34**, 455 (1986).
3. Rieder M, Cavazzini G, Dyakonov Y. S, Frankkamenetskii V. A, Gottardi G, Guggenheim S, Koval P. V, Muller G, Neiva A. M. R, Radoslovich E. W, Robert J. L, Sassi F. P, Takeda H, Weiss Z, and Wones D. R, *Canadian Mineralogist*, (IMA Mica Group Subcommittee Report.), **36**, 905 (1998).
4. Drits, V.A., L.G. Dainyak, F. Muller, G. Besson and A. Manceau, *Clay Minerals*, **32**, 153 (1997a).
5. Dainyak, Lidia G., Victor A. Drits, Bella B. Zviagina and Holger Lindgreen, *American Mineralogist*, **91**, 589 (2006).
6. S. B. Kim, S. B. Sho, W. T. Kim and S. D. Yoon, *J. Miner. Soc. Korea*, **18**(1), 19 (2005).
7. T. S. Yoo and J. H. Oh, *J. The Korean Society for Geosystem Engineering*, **6**(2), 75 (1969).
8. J. K. Lee, *Ceramic Raw Materials*, Bando Publishing Co., **47**, (1978).
9. Walter J. Moore, *Basic Physical Chemistry*, Publishing Co. Tamgudang, **160**, (1998).
10. J. J. Moore, *Chemical Metallurgy*, Bando Publishing Co., **76**, (1995).
11. CYANAMID, *Mining Chemicals Handbook Revised Edition*, American Cyanamid Co., **26-1**, 68 (1989).