

전통적 초취법에 의한 적철석 약광물의 약재가공 효과

황 정*

대전대학교 지반설계정보공학과, 300-716, 대전광역시 동구 용운동 96-3

The Effects on the Traditional Processing Operation of Hematite Medicinal Mineral through Heating and Quenching in Vinegar

Jeong Hwang*

Department of Geo-system Engineering, Daejeon University, Daejeon 300-716, Korea

Abstract: The phase changes and variations of elemental contents in hematite medicinal mineral were investigated by a traditional processing operation including heating and quenching in vinegar. Hematite was processed at 650°C and 900°C through at least 5 processing cycles. Metal extraction tests in water were carried out with the processed hematite. Heating and quenching in vinegar could not change the phase of hematite. The effect of this traditional method was not clear because there were no variational trends between extracted elements and the number of processing cycles at 650°C and 900°C. However, the traditional processing operation of heating and quenching in vinegar was very effective to change the hematite mineral towards soft and easily crushing medicinal material.

Keywords: traditional processing operation, hematite, medicinal mineral, heating, quenching

요약: 전통적 약재가공법인 초취법으로 수처리된 적철석 약광물의 광물조성과 원소성분 변화를 고찰하였다. 적철석은 650°C와 900°C에서 각각 5회씩 초취법으로 수처리되었다. 약재로 가공된 적철석은 수용액에서 원소 용출실험이 수행되었다. 초취법 수처리에 따른 적철석의 광물상 변화는 없었다. 또한 650°C와 900°C에서 수처리횟수와 원소 용출량의 변화 경향이 없는 것으로 보아 전통적 초취법에 의한 적철석의 약재 가공 효과는 불분명한 것으로 보인다. 그러나 가열된 약재를 식초에 담금질하는 가공법은 적철석을 부드럽고 분쇄되기 쉬운 약광물로 변화시키는 효과가 있다.

주요어: 전통적 수처리법, 적철석, 약광물, 가열, 담금질

서론

한의학에서 광물성 약재의 응용에 관하여는 본초강목에 수록되어 있으며, 1892종의 약물중 82종의 광물성 한약재가 사용된다고 기록되어 있다(이시진, 1973). 현재, 중국에서 이용되고 있는 광물성 한약재는 207종이나 되나(김수진, 1996), 우리나라에서는 일부 광물만이 한약재로 이용되고 있다. 이는 광물성 한약재가 식물성 한약재에 비해 독성이 강해 잘못 사용했을 때의 부담이 크기 때문이라고 한다(서영배, 1998).

자연에서 채집하여 원래의 성질과 상태를 유지한 채로 사용되는 약을 원광물약이라 한다. 원광물약에 포함된 불순물이나 독성성분을 제거하여 한약재로 가공하는 것을 수치(修治)라고 한다. 원광물약의 가공에는 불에 태우는 하소법(煨燒法), 식초로 담금질 하는 초취법(醋淬法), 물속에서 연마·분리하는 수비법(水飛法) 등이 적용되어 왔다. 적용되는 수처리방법과 수처리 정도에 따라 원광물약의 광물조성과 화학성분의 변화가 다양하게 일어날 수 있고, 그 결과 동일한 원광물약의 효능이 달라질 수 있다. 또한 동종의 약광물도 성인에 따라 미량성분의 종류와 함량이 다르고, 성인은 같아도 산지가 다른 광물에 작용한 이차적 지질작용이 달라져 미량원소의 종류와 함량비가 달라진다. 한 예로, 자연산 석고는 해열제 효과가 있지만 순수한 황산칼슘은 해열제 효과가 없다고 한다(Li,

*Corresponding author: jeongha@dju.ac.kr
Tel: 82-42-280-2572
Fax: 82-42-280-2576

1990). 이는 광물약재의 치료 및 예방효과는 미량원소의 종류와 양에 밀접한 관계가 있음을 시사한다.

최근에는 광물약재의 종류와 화학성분에 관한 광물학적 연구가 시도되고 있다. 이러한 연구로서는 용골, 활석 등의 규산염 및 탄산염 광물 일부에 대한 성분 연구와 주사에 관련된 연구가 있다(김항목 외, 1998a; 박맹언과 김선옥, 1998; 이재영 외, 1999; 김선옥과 박맹언, 2001; 김선옥 외, 2002). 그러나 연구의 대부분이 원광물약의 구성광물과 화학성분에 대한 단편적인 연구에 집중되어 있다. 원광물약의 수치방법과 수치정도에 따라 광물성분과 화학성분의 변화가 다양하게 일어날 수 있어 약광물의 응용에서는 약재의 수치과정에 대한 체계적 연구가 시급한 실정이며, 이에 대한 연구가 시도되고 있다(국윤범, 2003; 황정과 서영배, 2003; 황정과 허순도, 2003). 이 연구에서는 진정, 불면 등의 정신안정에 효과가 있어 안신약으로 많이 이용되고 있는 대자석 한약재를 전통적인 수치법인 초취법으로 가공할 때 수치 전·후의 산출상태, 광물조성, 그리고 화학성분 변화를 검토하고자 한다. 또한 가공된 약재에 대하여는 금속 용출실험을 실시하여 전통적 수치방법의 효과를 규명하고 이를 통해 보다 효과적인 수치방법 모색을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

연구 방법

연구재료

실험에 사용된 대자석은 중국에서 수입된 것으로 서울의 약업사에서 구입하였다. 대자석의 광물명은 적철석(hematite, Fe_2O_3)으로서 주로 광석의 풍화대에서 잘 산출된다. 적철석은 완전한 결정체로 산출되는 것은 매우 드물고 대부분이 신장상 또는 포도상, 피상 그리고 토상으로 산출된다. 이중 신장상 집합체가 가장 고품질의 약재라고 한다(김항목 외, 1998b). 이번에 구입된 연구대상 적철석은 직경이 2-10 mm의 구형체들로 구성된 포도상 적철석들이다(Fig. 1).

수치방법

전처리: 수치 실험에 이용된 약재의 크기는 수치효과에 많은 영향을 미칠 것으로 판단되어 적철석을 분쇄하여 약 5 mm 내외의 일정한 크기만 선별하여 실험에 이용하였다.



Fig. 1. The hand specimen of hematite medicinal mineral showing botryoidal texture.

수치실험: 적철석의 수치에는 주로 가열해서 식초에 담금질하는 초취법이 가장 많이 이용되며 약재를 가열할 때 $650^{\circ}C$ 에서 암홍색, $700^{\circ}C$ 에서 선명한 홍색, $800-850^{\circ}C$ 에서 밝은 홍색이 나타난다고 한다(김호철, 2001). 가열후 식초에 담금질하는 초취 횟수의 증가는 대자석 중의 Fe함량을 증가시키고, As 함량을 크게 감소시켜 약재의 안전성이 증가된다고 한다. 적철석은 $650^{\circ}C$ 에서 Fe의 함량이 가장 높고 분쇄하기 쉽기 때문에 현재는 이 온도에서 가열하는 것이 적합한 것으로 추정된다(안덕균과 김호철, 1997). 이를 참고하여 이번 연구에서는 $650, 900^{\circ}C$ 에서 가열된 황철석을 식초에 담금질하는 과정을 5회 반복하는 수치실험을 수행하였으며, 가열시간은 2시간이었다. 식초는 시중에 판매되는 현미식초가 이용되었으며 산도는 2.7이었다. 식초에 담금질할 때 광물 약재와 식초의 양은 무게비율로 30:100을 유지하였으며, 식초에 담금질하는 시간은 30분으로 하였다.

광물변화: 매회 수치된 약재에 대하여 X선 회절분석을 실시하여, 수치정도에 따른 광물변화를 고찰하였다. X선 회절분석은 한국해양연구소의 Phillips 회사제품의 PW 1830 X선 회절분석기를 사용하였으며, 분석조건은 40 kV/30 mA의 $CuK\alpha$ 선을 사용하였다.

화학분석: 적철석 약광물의 가공전·후 화학조성과 용출실험에 이용된 물의 미량성분 분석은 한국해양연구소의 ICP-MS ELLAN 6100을 이용하여 분석하였다.

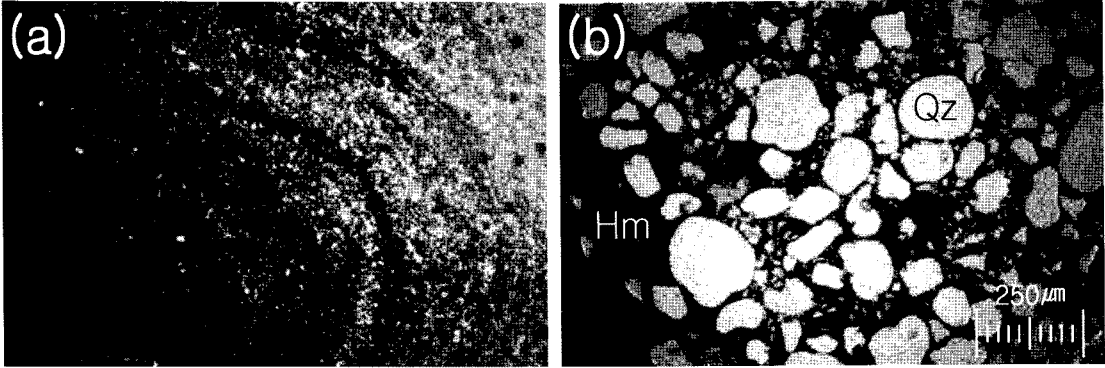


Fig. 2. Microphotographs under the polarized light show concentric growth of hematite (a) and hematite matrix cementing quartz particles (b).

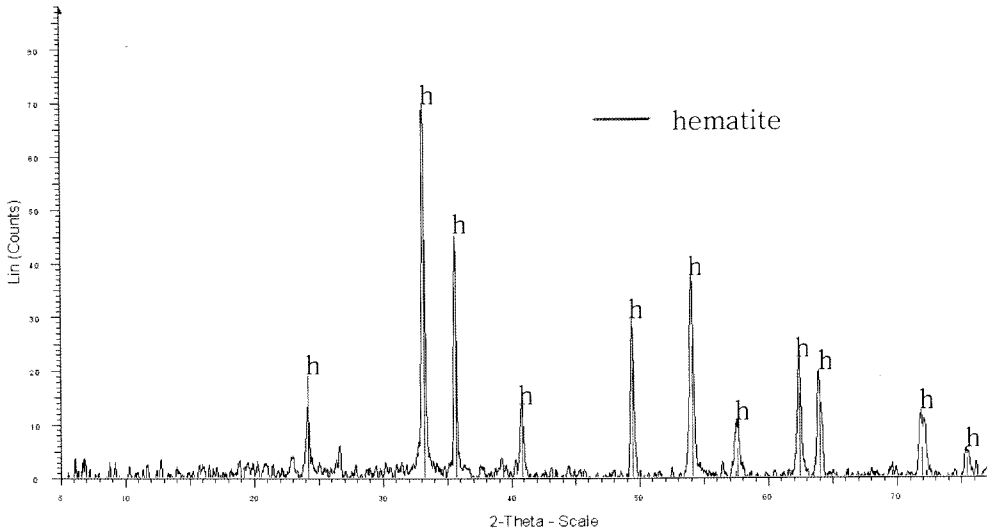


Fig. 3. X-ray powder diffraction pattern of hematite medicinal mineral.

연구 결과

산출상태

실험에 이용된 적철석은 적갈색을 띠며 표면에는 직경이 2-5 mm의 구형체들로 구성된 포도상으로 산출된다. 반사 현미경에서의 관찰을 위해 연마 박편의 제작을 시도하였으나 그 재질이 연마가 잘 되지 않은 성상을 보인다. Fig 2a는 적철석이 세립질 철산화물로 구형체를 형성하여 산출되는 현미경 사진이며, Fig 2b는 등근 석영 입자 사이를 채우는 기질로 산출되는 적철석의 편광현미경 사진이다. 이러한 조직은 약재가 수증 혹은 퇴적층에서 속성작용에 의해 생성된 것을 의미하는 것으로 판단된다. 철은 콜로이드 혹은 중탄산이온 형태로 물속에 용해되어 있다가 재

침전될 때 등근 구형체의 포도상을 형성하기 때문에, 적철석은 그 성인이 퇴적기원일 것으로 판단된다 (Mason and Berry, 1982). XRD 분석 결과 연구 시료는 거의 순수한 적철석(Fe_2O_3)으로 구성되어 있는 것으로 나타났다(Fig. 3).

광물 상변화

적철석과 소량의 석영이 주 구성광물인 대자석을 650°C와 900°C에서 각각 2시간 가열한 후 식초에 담금질 하는 과정을 5회 반복하였다. 수치 전·후 광물 조성 변화를 X-선 회절분석으로 조사한 결과, 수치 온도와 수치 횟수에 관계없이 대자석의 주 구성광물은 적철석으로서 광물조성의 변화가 없었다(Fig. 4a, b). 일반적으로 적철석은 약 1,100°C에서 $6Fe_2O_3 \rightarrow$

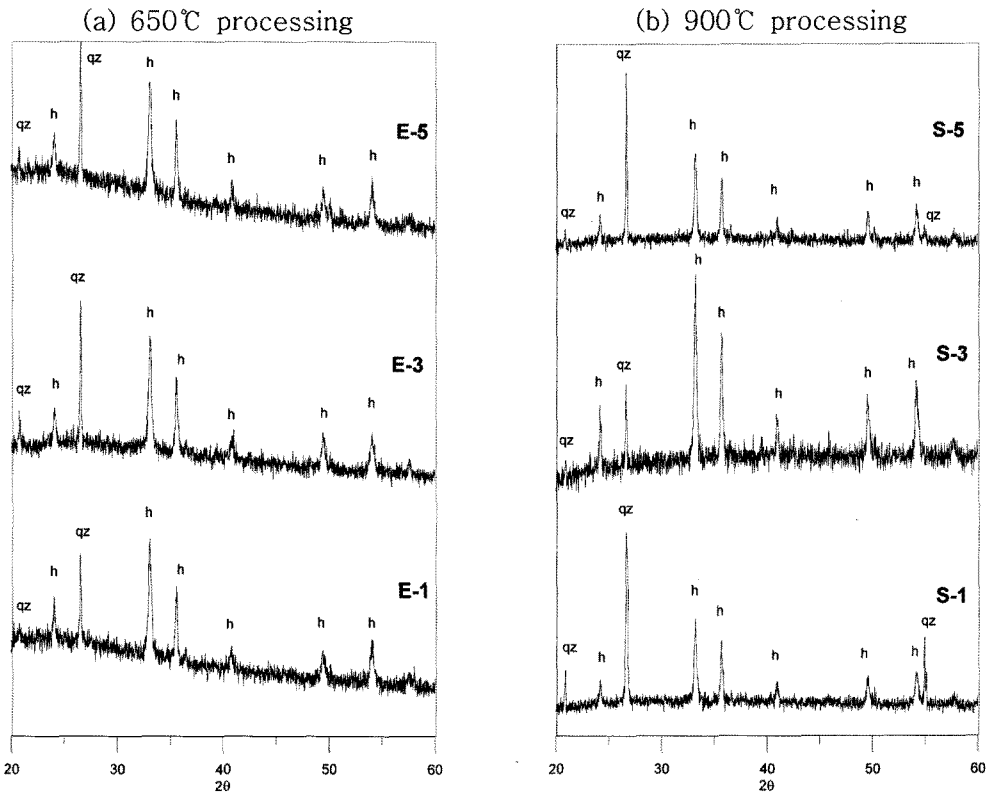


Fig. 4. X-ray powder diffraction pattern showing the phase change of hematite caused by 5 processing heating cycles at 650°C (a) and 900°C (b). There are no phase change of hematite during the heating process (1, 3, 5; the number of processing cycles. h; hematite, qz; quartz).

$4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$ 의 과정에 의해 자철석으로 분해된다. 즉 압력, 산소분압 등의 조건에 따라 다르지만 적철석은 고온에서 산소와 자철석으로 분해된다. 그러나 1,100°C까지는 대체로 적철석으로 존재한다. 또한 적철석을 환원불꽃에 가열하면 자철석으로 전환되고, 이를 다시 산화불꽃에 가열하면 다시 적철석이 된다. 이번 실험에서는 산화환경에서 최대 900°C까지 가열되었으므로 대자석에서는 적철석의 상변화가 일어나지 않은 것으로 판단된다.

광물 화학성분 변화

적철석 원광물과 650°C와 900°C에서 5회까지 초취 방법으로 가공된 적철석의 미량성분 분석결과는 Table 1과 같다. 대자석을 구성하는 주요 원소인 Fe 성분이외에 기타의 미량성분 중 수천 ppm 단위로 포함되어 있는 성분은 Al, Ca, Mn, 수백 ppm 단위로 포함되어 있는 성분은 Mg, P, Ti, V, 수십 ppm 단위로 공통적으로 포함되어 있는 성분은 As, Ba, Co, Cr, Cu,

Mo, Zn, Mo, Na, Pb이다. 수치된 적철석의 화학성분 변화를 고찰하기 위해 수치 온도 및 수치 횟수별 미량성분 변화를 도시하였다(Fig. 5). Fig. 5에서 수치온도와 수치횟수의 증가에 따른 약재 내 미량원소들의 함량변화는 모두 동일하며 변화량의 증감과 관련된 상호 관련성은 발견되지 않았다. 따라서 수치 온도와 수치 횟수의 변화가 적철석의 약재가공 효과에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다.

수용액 내 원소용출

대자석 수치 약재의 경우 술이나 물에 타서 복용하거나, 다른 약재와 함께 달여서 복용한다. 이를 고려하여 다음과 같은 용출실험을 수행하였다. 수치약재 500 mg과 증류수 150 ml를 비이커에 넣고 열판에서 서서히 가열한다. 물의 양이 1/2로 감소하면 해당 용액을 추출하여 0.45 μm 공극을 갖는 필터를 이용하여 고형물을 제거한 후 용액 내 미량성분을 분석하였다.

Table 1. Chemical composition data of hematite after each processing cycle (unit: ppb)

| temperature | 650°C | 650°C | 650°C | 900°C | 900°C | 900°C | |
|-------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| cycle | hematite | first | third | fifth | first | third | fifth |
| sample | E-0 | E-1 | E-3 | E-5 | S-1 | S-3 | S-5 |
| Al | 9207.6 | 9353.8 | 9104.1 | 9830.3 | 11323.2 | 11181.6 | 10955.8 |
| As | 21.1 | 21.5 | 26.3 | 24.7 | 255.6 | 125.4 | 214.6 |
| Ba | 90.1 | 56.0 | 66.4 | 59.0 | 112.9 | 65.7 | 66.7 |
| Bi | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 0.7 |
| Ca | 1210.4 | 769.1 | 857.7 | 847.6 | 943.2 | 3231.5 | 1542.9 |
| Cd | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| Co | 52.6 | 29.6 | 44.7 | 13.4 | 46.5 | 71.5 | 46.9 |
| Cr | 23.6 | 26.4 | 32.9 | 25.0 | 30.7 | 31.6 | 30.1 |
| Cu | 21.0 | 11.6 | 14.6 | 9.5 | 19.0 | 13.5 | 13.2 |
| Fe | 548538.6 | 589466.6 | 570569.3 | 592784.9 | na | na | na |
| Ga | 9.3 | 8.4 | 9.6 | 8.5 | 10.6 | 10.2 | 8.8 |
| K | na | na | na | na | 3819.7 | 3381.8 | 3704.6 |
| Mg | 447.5 | 404.1 | 381.9 | 364.1 | 628.4 | 579.6 | 528.6 |
| Mn | 1599.6 | 1130.7 | 1308.0 | 1346.0 | 2950.8 | 1885.4 | 1523.8 |
| Mo | 11.7 | 11.3 | 12.3 | 13.3 | 11.9 | 12.5 | 11.3 |
| Na | 89.5 | 79.6 | 78.8 | 80.4 | 123.9 | 122.9 | 132.9 |
| Ni | 9.4 | 7.6 | 9.0 | 5.4 | 12.8 | 13.4 | 10.1 |
| P | 825.5 | 632.7 | 835.6 | 733.6 | 758.9 | 2212.7 | 1239.4 |
| Pb | 13.4 | 9.2 | 9.1 | 9.4 | 14.1 | 11.8 | 11.4 |
| Sb | 1.9 | 3.1 | 2.9 | 3.4 | 4.2 | 2.8 | 3.0 |
| Si | na | na | na | na | 74.6 | 40.2 | 148.0 |
| Ti | 698.9 | 727.3 | 675.1 | 784.9 | 715.4 | 833.9 | 626.1 |
| V | 147.4 | 156.3 | 147.3 | 162.0 | 150.6 | 158.4 | 130.7 |
| Zn | 28.6 | 19.5 | 23.6 | 12.2 | 36.6 | 30.4 | 19.8 |

na: not analysed

Table 2. Concentration data of element extracted in the water from hematite after each processing cycle (unit: ppb)

| Sample | hematite | E-1 | E-3 | E-5 | S-1 | S-3 | S-5 |
|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ag | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Al | 8.7 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 28.0 | 37.1 | 35.2 |
| As | nd | nd | 3.2 | 1.9 | 146.6 | 139.9 | 77.8 |
| Ba | 1.1 | 3.1 | 6.5 | 2.3 | 3.1 | 4.6 | 1.7 |
| Bi | nd | nd | nd | nd | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mg | 308.6 | 230.7 | 215.9 | 101.0 | 90.0 | 132.3 | 89.0 |
| Ca | 1105.0 | 751.0 | 603.9 | 324.6 | 373.6 | 419.6 | 302.8 |
| Cd | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Co | 0.1 | 4.2 | 6.5 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| Cr | nd | 1.2 | 0.8 | nd | 5.0 | 3.0 | 2.2 |
| Cu | 0.9 | 5.2 | 6.7 | 2.6 | 2.6 | 6.6 | 2.6 |
| Fe | nd | nd | nd | nd | 115.2 | 636.0 | 397.9 |
| Ga | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| K | 1246.1 | 2483.8 | 2222.1 | 1980.5 | 1018.3 | 1082.3 | 1043.1 |
| Mn | 0.9 | 294.2 | 446.5 | 112.2 | 15.0 | 17.3 | 8.7 |
| V | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 4.0 | 12.7 | 17.5 | 17.5 |
| Ni | 0.6 | 1.5 | 1.6 | 0.4 | 0.4 | 1.0 | 0.5 |
| Pb | 0.0 | nd | nd | nd | 0.0 | 0.1 | 0.1 |
| Zn | 1.7 | 5.3 | 2.4 | 1.0 | 0.3 | 2.5 | 0.8 |
| Ge | 0.1 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| Mo | 1.0 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 3.0 | 3.6 | 3.6 |
| Sb | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Sn | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| Ti | 1.0 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | nd | 0.5 | 0.4 |
| W | nd | nd | nd | nd | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| P | nd | 14.6 | nd | 93.5 | 147.0 | 518.1 | 428.7 |
| Na | 1762.1 | 1856.8 | 1800.2 | 1752.2 | 796.3 | 731.6 | 636.3 |
| Si | 5614.4 | 6382.8 | 7204.2 | 6723.9 | 4865.1 | 5115.3 | 4861.6 |

nd: not detected

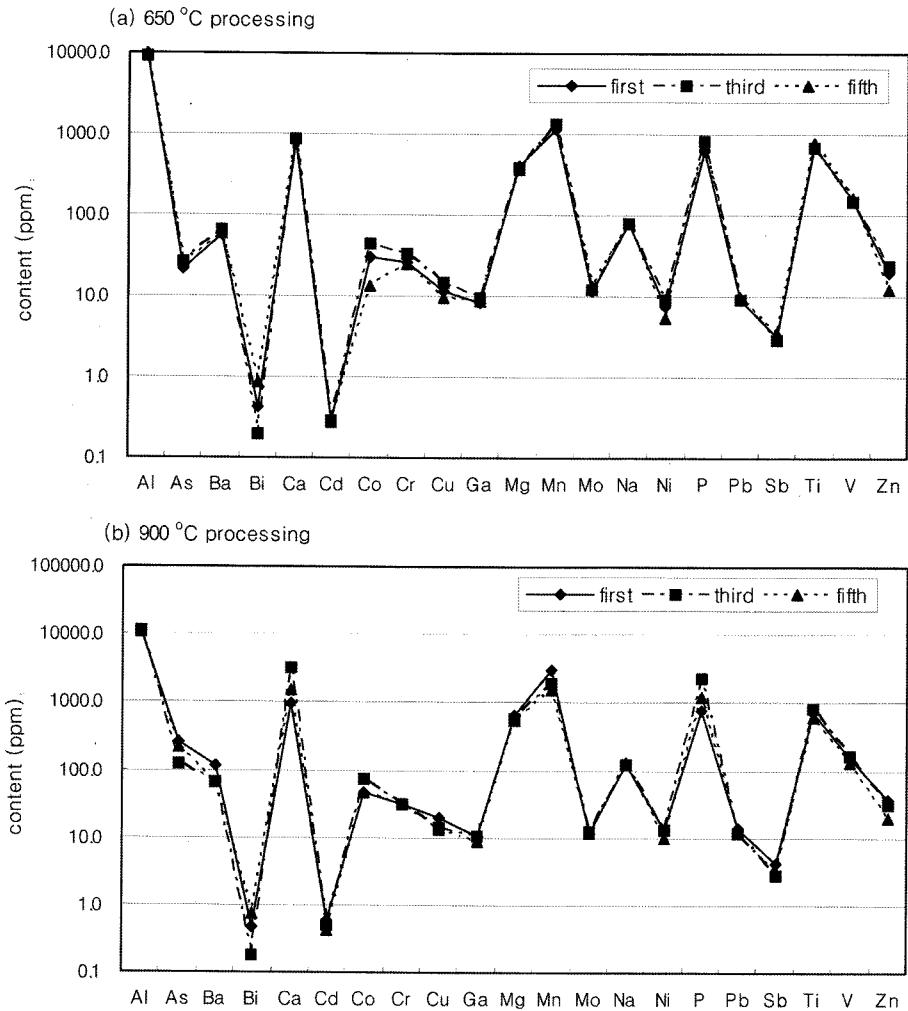


Fig. 5. Variations of trace element contents in hematite medicinal mineral by processing cycles at 650°C (a) and 900°C (b).

대자석에서 수치전의 원광물, 650°C에서 5회까지 수치된 약재시료, 900°C에 5회 까지 수치된 약재시료에 대한 수용액내 원소 용출량은 Table 2와 같다. 용출량의 변화에 대한 고찰 결과, 용출되는 주요 성분은 Mg, Ca, K, Na, Si이며, 수치 온도와 수치 횟수의 증가에 따른 각 성분의 용출량 변화는 모두 동일하며 용출량의 증감과 관련된 뚜렷한 상관관계는 나타나지 않았다(Fig. 6). 이외에 소량으로 용출되는 성분으로는 Al, As, Fe, Mn 등이 있으며, Ag, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sb, Ti 등의 중금속 성분은 극소량 용출되거나 검출한계 이하이다. 900°C에서 수치된 적철석 약재의 수용액내 As 함량은 77-146 ppb로서 음용수 수질기준치(환경부, 2006) 50 ppb를 초과한다.

고찰

가열된 대자석은 가열되지 않은 대자석에 비하여 수용액내 Ca의 용출량이 30배나 많고, Mn, Fe, Mg, Si, Al 등의 용출량도 뚜렷하게 증가하며, 가열시 점토의 구조가 파괴되면서 점토속에 존재하는 As가 휘발된다고 한다. 또한 한약재 수치법제의 규격화 연구에 의하면 650°C에서 Fe의 함량이 가장 높고 분쇄하기 쉽기 때문에 650°C에서 40분간 가열하는 것이 적합하다고 보고하였다(안덕균과 김호철, 1997; 정호점 외, 1998). 이러한 연구 결과를 참조하여, 650°C와 900°C에서 초취법을 각각 5회 수행한 후 각 시료와 수용액간 반응실험을 통한 용출실험을 실시하였다.

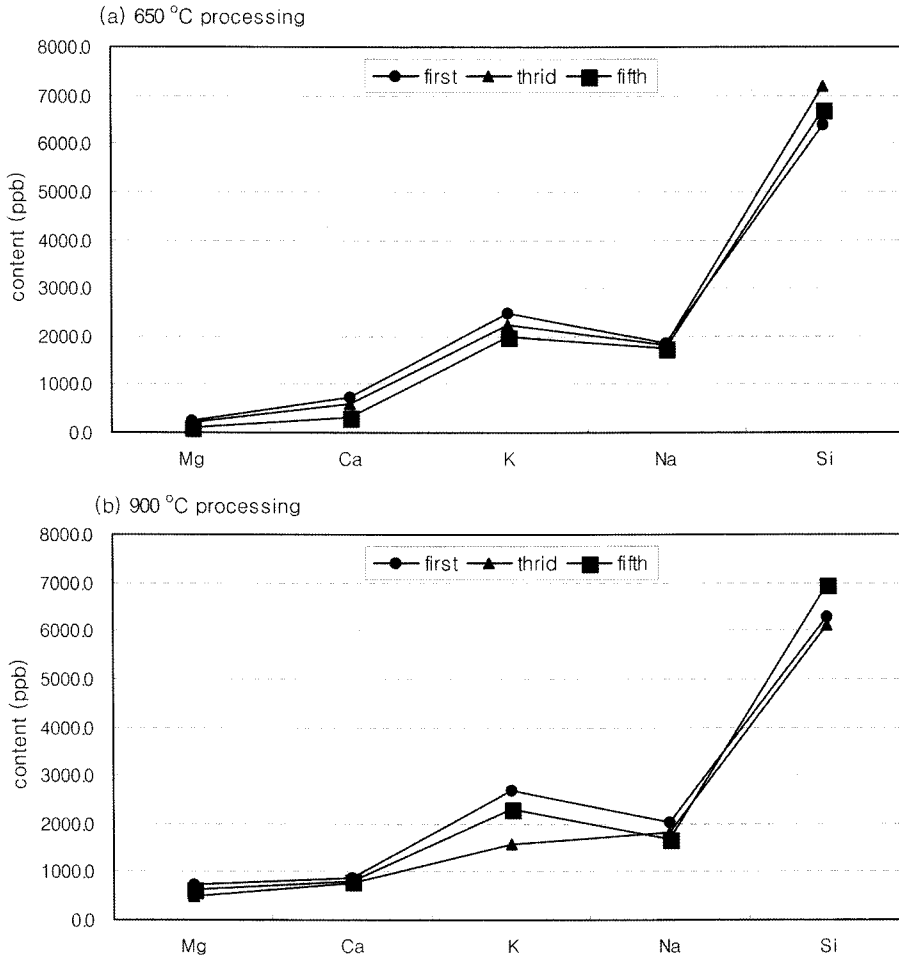


Fig. 6. Variations of metal contents extracted of the water from hematite by the processing cycles at 650°C (a) and 900°C (b).

용출실험 결과는 수용액내 주용한 용출성분은 Mg, Ca, Si, Na, K이며, 수처된 대자석 약재에서는 수처되지 않은 대자석 약재에 비해 수용액내 Si, Na, K 성분의 용출량은 증가하나 Ca, Mg 성분은 오히려 감소하며, Fe, Mn, Al, As 성분은 소량이거나 용출되지 않은 경우도 많다. 또한 Ag, Bi, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Sb, Ti 등의 중금속들은 원광물과 수처 약재의 수용액 용출실험시 극미량이거나 검출되지 않았다. 대부분의 수용액내 미량원소 함량이 음용수 수질기준치를 초과하는 경우는 거의 없으나, 900°C에서 수처된 약재의 수용액에서는 수처 횟수에서 관계없이 As 함량이 음용수 수질기준치를 초과한다(Table 2).

황정과 허순도(2003)는 황철석 약재로부터 수용액에 용출될 수 있는 As와 같은 독성 원소는 650°C 이상의 온도에서 수처된 시료에서는 그 용출량이 급속

히 감소하므로 수용액내 As의 용출함량을 음용수 수질기준과 근사한 값으로 크게 감소시키기 위해서는 650°C 이상의 온도에서 약재가 수처되어야 할 것으로 보고하였다. 황철석 약재의 경우에서 처럼 대자석 약재를 650°C 온도에서 수처한 시료의 수용액에서는 As의 용출량이 검출한계 이하 혹은 음용수 기준치 이하였으나, 이보다 높은 온도인 950°C에서 수처된 약재에서는 더 높은 As 용출량을 보였다. 이의 원인은 불명하나 약재시료간 불균질성에 기인할 가능성이 높아 보이며, 광물성 약재에서 비소와 같은 독성 중금속의 함량이 높은 약재의 경우 그 이용에 신중을 기해야 할 것으로 판단된다.

수처실험 결과 산화환경에서 적철석의 가열과 식초에 담금질하는 효과는 급냉에 따른 약재내 균열의 증가와 균열부위를 중심으로 적철석이 포함하고 있는

각 광물의 산화를 촉진하는 효과가 있는 것으로 판단된다. 따라서, 초취법에 의해 광물성 한약재를 가공하면 가열에 의해 약재의 질이 부드럽게 변하여 분쇄하기 쉽고, 유효성분이 쉽게 용출될 수 있게 하는 것으로 판단된다.

이상에서 수치 온도와 수치 횟수에 따른 각 성분의 광물 및 수용액내 성분변화의 상관관계를 발견할 수 없어 전통적 수치방법이 철 성분의 현저한 용출과 약재의 독성감소에 효과가 있는지에 관한 수치효과를 파악하기 어렵다. 다만 전통적 수치방법이 약재의 질을 부드럽게 하고 분쇄하기 쉽게 하여 약재를 편리하게 가공하는데 기여하는 것으로 판단된다.

결 론

초취법에 의한 적철석의 약재 가공 효과에 관한 연구의 결론은 다음과 같이 요약된다.

1. 대자석 약광물은 주로 적철석과 석영으로 구성되어, 포도상으로 산출되는 퇴적기원 적철석이다.
2. 650°C와 900°C에서 초취법으로 가공된 적철석 약광물은 수치 온도와 수치횟수에 관계없이 광물조성의 변화가 없었다.
3. 수치된 적철석으로부터 수용액에 용출되는 주요 성분은 Mg, Ca, K, Na, Si이며, 대부분의 수용액 시료에서 독성 중금속의 용출은 없었으나 900°C 수치 약재의 수용액에서 As 함량이 음용수 수질기준치를 초과한다.
4. 수치 온도와 수치 횟수에 따른 원소 용출량 변화의 상관관계를 발견할 수 없어 전통적 초취법에 의한 적철석의 약재 가공 효과를 판단하기 어렵다. 그러나 가열된 약재를 식초에 담금질하는 가공법은 약재의 질을 부드럽게 하고 분쇄하기 쉽게 하는 효과가 있다.

참고문헌

- 국윤범, 2003, 자연동(산골)의 품질표준화 및 포제 전후의 성분비교. 대한본초학회지, 18, 21-31.
- 김선옥, 박맹언, 2001, 광물생약 산골(자연동)의 체내반응과 존재형태: 접골치료 효율성에 대한 검토. 대한자원환경지질학회 춘계학술발표 논문요약, 12-15.
- 김선옥, 박맹언, 정을필, 2002, 광물성 한약으로 이용되는 양기석, 연옥, 음기석의 분광학적 및 자기적 특성. 자원환경지질, 34, 317-323.
- 김수진, 1996, 광물과학. 우성출판사, 서울, 433 p.
- 김항목, 엄수학, 이미려, 1998a, 한국 용골에 대한 생약품질 표준 연구. 대한지질학회 추계학술발표 논문요약집, 7-8.
- 김항목, 오양효, 최우식, 정해영, 이재영 편역, 1998b, 동의 광물학. 부산대학교 출판부, 부산, 569 p.
- 김호철, 2001, 한약재 수치법제의 규격화 연구. 보건복지부 보고서, 4 p.
- 박맹언, 김선옥, 1998, 가상 체액성분에 대한 광물약의 반응모델링; 위액 주사반응과 수은착물의 농도. 대한지질학회 추계학술발표 논문요약집, 58-59.
- 서영배, 1998, 수종 광물성 한약재의 수치에 관한 연구. 한국한의학연구원 연구보고서, 31 p.
- 안덕균, 김호철, 1997, 한약포제학. 일지사, 부산, 662 p.
- 이시진, 1973, 자연동 도해 본초강목. 고문사, 서울, 273 p.
- 이재영, 황덕환, 이인호, 1999, 약광물로서의 활용을 위한 활석에 대한 환경지화학적인 연구. 자원환경지질학회지, 32, 599-609.
- 정호점, 근택광, 여정, 1998, 중약현대연구여용용. 학예출판사, 대전, 5435 p.
- 환경부, 2006, 먹는 물 수질 기준 및 검사 등에 관한 규칙. 환경부령 제210호.
- 황정, 서영배, 2003, 황철석 한약재의 초취법 수치효과. 대한본초학회지, 18, 27-35.
- 황정, 허순도, 2003, 유비철석을 함유하는 황철석 약광물의 수치 후 비소 제거효과. 자원환경지질, 36, 537-543.
- Li, C., 1990, On the relationship of effect of mineral drugs and its content of trace elements and its influencing factors. Paper presented at the 15th General Meeting of the IMA
- Mason, B. and Berry, L.G., 1982, Elements of Mineralogy. Freeman and Company, USA, 550 p.

2008년 10월 30일 접수

2008년 11월 21일 수정원고 접수

2008년 12월 1일 채택