

## 인삼 뇌두에 존재하는 휘웰라이트(Whewellite)의 광물학적 특성 연구

김윤영<sup>#</sup> · 김정진<sup>\*</sup>

<sup>#</sup>중앙대학교 인삼산업연구센터, <sup>\*</sup>서울대학교 지구환경과학부  
(2002년 11월 7일 접수, 2003년 4월 2일 수리)

### Mineralogical Studies of Whewellite in Rhizomes of Ginseng

Yoon-Young Kim<sup>#</sup> and Jeong-Jin Kim<sup>\*</sup>

Korea Ginseng Institute, Chung-Ang University, 72-1, Nae-ri, Daeduk-myun, Ansong-shi, Kyunggi-do, 456-756, Korea

<sup>\*</sup>School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

(Received November 7, 2003, Accepted April 2, 2003)

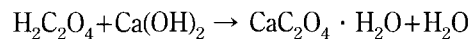
**Abstract :** Mineral that is included to wild ginseng rhizomes that is assumed that is born at X-ray diffraction(XRD) analysis result 20 appears as is different according to each part by whewellite. Whewellite is accumulated much on rhizomes in wild ginseng, but do not exist hardly from main body of root. The 6 years that in rhizomes of ginseng yet whewellite decision unobserved. This is considered by thing associated with ingredient of growth period of mineral and soil of plantation. For front, may present possibility of years distinction if analyze ginseng, wild ginseng etc. variously. Whewellite's chemical formula seems to be decision that combine with carbon(C) of air by photosynthesis function that Ca because is  $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{H}_2\text{O})$  in rises by rhizomes through radices and is formed.

**Key words :** Crystallization, rhizomes, whewellite, XRD

## 서 론

장뇌삼 및 산삼에 대한 연근 판별에 대한 많은 연구결과가 나와있지만 연근 구별에 정확한 판단기준이 되는 대안제시는 아직 없다. 식물에서 성장하는 광물일 경우 오래된 것일수록 결정이 크게 자라는 것이 일반적이다. 예를 들면 광물이 생성 되면 년수가 오래된 인삼일수록 뇌두에서 더 큰 결정이 나타나야 한다. 식물에서 나타나는 광물에 대해서는 많은 연구들이 진행되고 있지만 우리나라에서는 아직 그에 관한 연구는 많지 않다. 최근 외국에서의 경우 토마토와 담배에서 나타나는 휘웰라이트(Whewellite,  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )의 추출 방법과 형태에 대한 연구,<sup>1)</sup> 버섯과 선인장에서 미생물의 작용에 의해 생성되는 휘웰라이트가<sup>2,3)</sup> 보고된 바 있다. 본 연구에서는 장뇌삼과 인삼에 존재하는 광물이 어떤 것인가를 밝히고 그 생성 기작을 알아보고자 한다. 지질학적 측면에서 휘웰라이트의

생성은 크게 3가지로 구분할 수 있으며 그것은 지표면부근의 유기물을 포함한 토양, 속성작용(diagenesis), 열수작용(hydrothermal)이다.<sup>4-9)</sup> 휘웰라이트는 결정질 유기광물로 잘 알려진 옥살산염(salt of oxalic acid)으로 그 결정 구조적 특징에 대해서는 확실한 정보가 없다. 이 광물은 옥살산( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )의 수소이온을 칼슘 이온으로 치환한 형태로서 반응식은 다음과 같다.



이 반응에서 수산화칼슘은 지하수에서 옥살산은 토양내의 유기물로부터 공급될 수 있다. 지금까지 밝혀진 휘웰라이트의 특징은 무색, 흰색, 노랑 또는 갈색을 띠며, 단사정계에 속하는 침상의 결정형을 가지고 있다

인삼의 연근판별은 현행법으로는 머리, 몸통, 및 표피의 형태, 다리부분의 발달정도, 절단시의 나이테 등으로 육안으로 판별하도록 되어 있다.<sup>10)</sup> 이 밖에도 연근 판별을 위해서는 뇌두판별법<sup>11)</sup>, 나이테판별법<sup>12)</sup>, 지근발달형태 판별법<sup>13)</sup>, ginsenoside 함량법<sup>14)</sup>, 그리고 인삼분비도관의 조직화학적 염색에

<sup>#</sup>본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로  
(전화) 031-670-4686; (팩스) 031-676-0626  
(E-mail) yykim@cau.ac.kr

의한 연근판별<sup>15)</sup> 등이 시도되었다.

장뇌삼과 인삼을 적당한 처리를 한 후 X선-회절분석법(XRD)로 분석하면 광물 결정이 포함되어있을 경우 그 광물을 감정할 수 있다. 예비 시험에서 일차적으로 20년으로 추정되는 장뇌삼 뇌두 부분에서 웨웰라이트 결정이 생성되어 있지만 6년 된 인삼의 뇌두에서는 웨웰라이트 결정이 관찰되지 않았다.

**실험방법**

실험에 사용된 장뇌삼 시료는 2002년 4월 17일 강원도 함백산에서 채굴한 것으로 뇌두 흔적의 수가 18개로 약 20년생으로 추정되는 인삼이다(Fig. 1). 이 삼의 무게는 29.1g이며 근의 길이는 뇌두를 포함해서 약 20 cm이다. 인삼 시료는 경기도 이천시 가남면 금당리 용삼농원 삼포에서 채굴한 6년

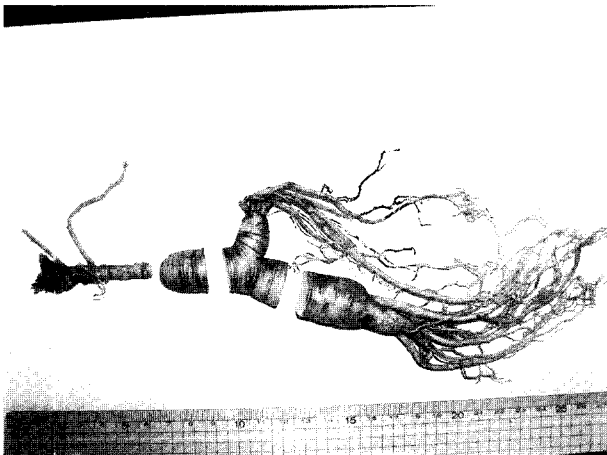


Fig. 1. Wild ginseng is assumed about 20 years by 18 traces of ginseng rhizomes that at Mt. Hambaek on April 17, 2002.

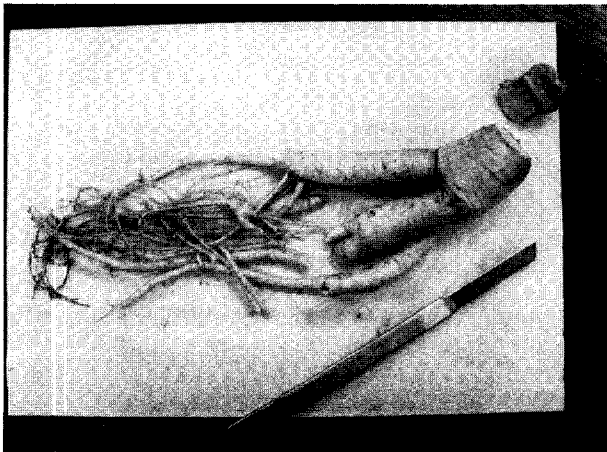


Fig. 2. Cultivated ginseng is 6 year old fresh ginseng to harvested in Kumdangri Ganammyeon YejuGun.

근 인삼이다(Fig. 2).

2종류의 인삼에 포함된 광물질을 감정하기 위하여 XRD(Rigaku Geigerflex RAD3-C)를 이용하여 X선 회절분석을 실시하였으며, 분석조건은 CuK $\alpha$ , 주사속도 1°2 $\theta$ /min이다. 장뇌삼을 뇌두, 동체 그리고 지근으로 3부분으로 나누어 분석을 실시하였으며 분석하기 위한 시료 전처리는

- 1) 인삼뿌리를 수돗물에 깨끗이 씻는다.
- 2) 0.5 mm이하의 두께로 얇게 자른다.
- 3) 오븐 속에 넣은 후 약 70°C에서 5시간정도 건조시킨다.
- 4) 막자사발을 이용하여 분말을 만든다.
- 5) 분말을 분석용 홀더에 장치하고 분석을 실시한다.

또한, 쌍안실체현미경(모델명 Olympus SZ-ST)을 이용하여 뇌두와 몸통, 뿌리의 형태 및 그 단면을 관찰하였다.

**결 과**

**1. XRD 분석**

X선회절분석선에서 세로축은 회절강도(intensity)를 나타내며 시료에 포함된 광물의 양에 따라 그 크기가 다르다. 회절선은 결정질 광물일 때는 예리하게 나타나고 결정도가 낮은 광물일 때는 회절선의 폭이 넓게 나타난다. 가로축은 회절각도를 2 $\theta$ 로 나타낸 것으로 광물에 따라 회절선이 나타나는 위치가 다르기 때문에 이 회절각도를 이용하여 광물의 격자간격을 계산해서 광물을 감정한다.

장뇌삼에 대한 XRD 분석결과 뇌두에 포함된 광물은 웨웰라이트로 XRD 선이 5.93, 3.65, 2.97, 2.49, 2.35 Å에서 나타난다(Fig. 3). 웨웰라이트는 뇌두 부분에 가장 많이 집적되어있으며 아래의 몸통 부분으로 내려갈수록 줄어들거나 거의 존재하지 않는다. 주근에 대한 XRD 분석결과 뇌두에서는 나타나지 않는 다른 광물의 회절선(5.29 Å)이 나타나지만 한 개의 회절선으로 정확한 광물을 감정할 수 없다(Fig. 4). 이 광

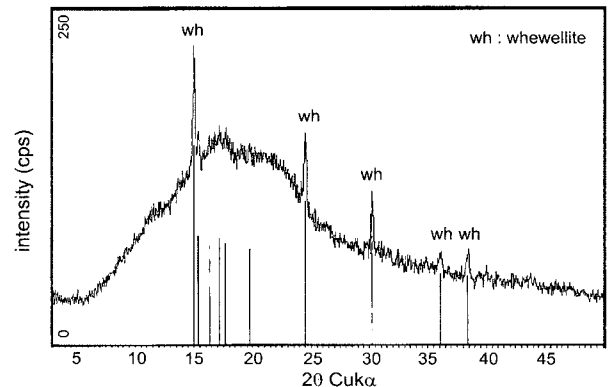


Fig. 3. X-revolution broken line of mineral that is included to X-Ray diffraction analysis result ginseng rhizomes about sample show by whewellite variously.

물의 회절선이 넓게 나타나는 것으로 보아 뇌두에서 나타나는 휘웰라이트와는 다르게 상당히 비결정질인 것으로 추정된다. 인삼에 대한 X-선회절분석 결과는 뇌두와 몸통 모두 광물이 나타나지 않는다(Fig. 5).

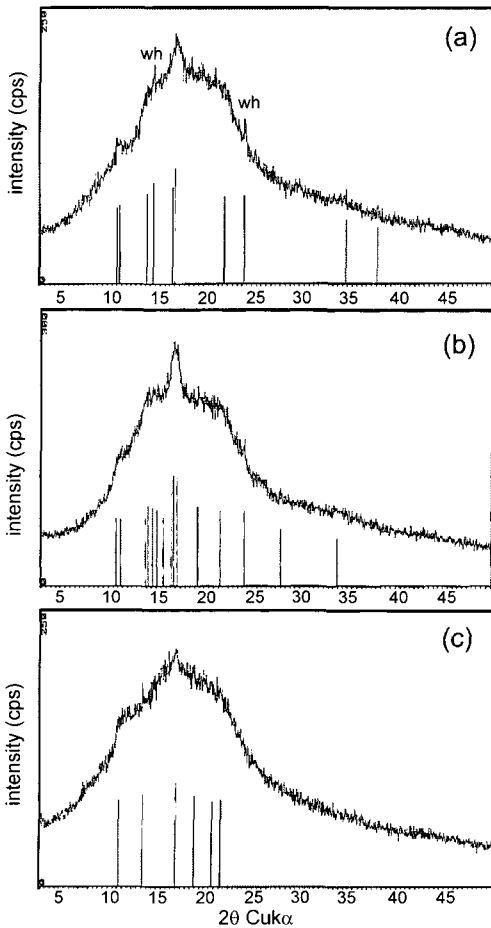


Fig. 4. Whewellite decreases crystallization is done but ascend to below bodies or do not exist hardly growing greatly into decision much from Rhizomes. (A) upper part, (B) middle part and (C) lower part of rhizome.

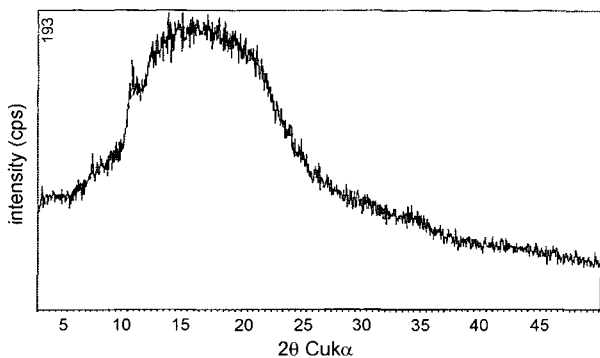


Fig. 5. Mineral of XRD analysis result about 6 years ginseng does not exist both rhizomes and main body of root.

2. 쌍안실체현미경 관찰

장뇌삼에서 뇌두 횡단면 가장자리 부근에는 휘웰라이트는 무색의 투명한 결정으로 많이 관찰된다(Fig. 6). 동체의 단면에서는 윗부분에서는 소량관찰 되지만 하부에는 거의 관찰되

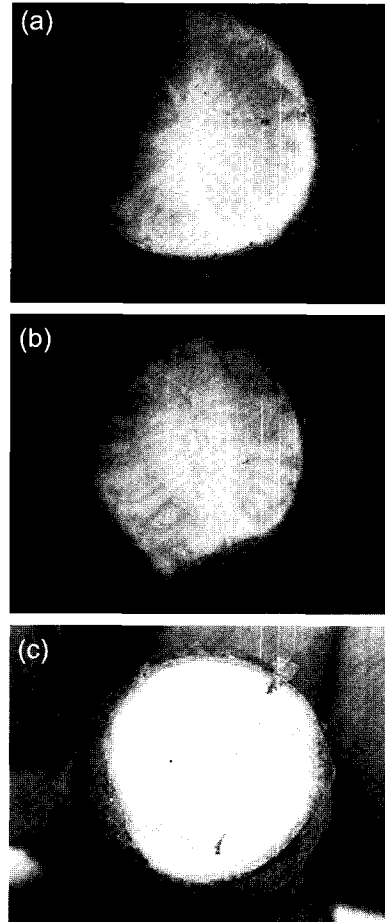


Fig. 6. Whewellite that appear in ginseng rhizomes sample 1 is observed much in edge neighborhood of section by colorless pellucid crystallization. (a) upper part, (b) middle part and (c) lower part of rhizome.

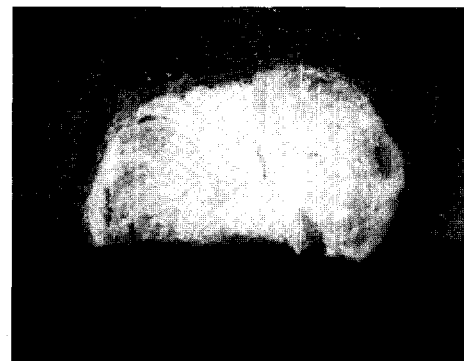


Fig. 7. Small quantity of Whewellite be observed from lower portion of ginseng rhizomes.

지 않는다(Fig. 7). 이것은 X-선회절 분석결과 뇌두에서는 웨웰라이트의 회절선이 나타나지만 뿌리부분에서 회절선이 나타나지 않는 것과 일치한다. 쌍안실체현미경으로 관찰했을 때 주근에서는 명확한 특징을 관찰 할 수 없으나 뇌두의 단면에서는 웨웰라이트의 결정을 관찰할 수 있다.

## 고 찰

본 연구에서 XRD분석 결과 20년생으로 추정되는 장뇌삼의 뇌두에서는 웨웰라이트가 나타나지만 6년근 재배인삼에서는 나타나지 않는다. 이것은 장뇌삼의 경우 오랜 기간동안 생장을 하면서 뇌두 부분에 웨웰라이트가 생성될 시간이 충분하지만 인삼의 경우 그 재배기간이 짧기 때문에 결정이 성장할 시간이 충분하지 못한 것으로 사료된다. 웨웰라이트의 양은 뇌두에서 가장 많이 집적되어 있으며 동체 상단부에는 소량, 동체 중하단 부분에는 거의 존재하지 않는다. 결정 성장에 필요한 시간이 뇌두에서 웨웰라이트의 형성과 관련이 있는 것으로 보인다. 또한 칼슘과 유기물을 공급해 줄 수 있는 토양과 관련이 있을 수도 있다.

지금까지의 식물에서 나타나는 웨웰라이트에 대한 연구에서는 칼슘은 지하수로부터 공급되고 탄소(C)는 토양내의 유기물 특히 탄소를 포함한 토양으로부터 공급된다. 그러나 본 연구의 결과 이와 같은 방법으로 웨웰라이트가 생성된다면 뿌리와 주근에서 더 많이 집적되어야 하지만 대부분 뇌두부분에서 집적되는 것으로 보아 Ca의 경우 뿌리를 통한 토양으로부터 공급되었지만 탄소의 경우 토양의 유기물로부터 공급되었다기보다는 공기중의 CO<sub>2</sub>로부터 공급되었을 가능성이 크다고 볼 수 있다. 인삼의 경우 연근 확인이 쉽게 가능하지만 산삼의 경우 뇌두의 개수를 세는 것으로는 연근판별이 곤란한 경우가 있다. 따라서 산삼의 뇌두에 성장한 웨웰라이트의 결정 크기를 보고 연근을 판별하는 방법도 하나의 대안으로 제시할 수 있다.

## 요 약

X-선회절분석 결과 20년생으로 추정되는 장뇌삼의 뇌두에 포함되어 있는 광물은 웨웰라이트(Whewellite Ca(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) · H<sub>2</sub>O)로 각 부분에 따라 다르게 나타난다. 장뇌삼에서 웨웰라이트는 뇌두 부분에 많이 집적되어 있지만 몸통부분에서는 거의 존재하지 않는다. 6년생 인삼의 뇌두와 몸통에는 광물의

결정이 관찰되지 않았다. 이것은 광물의 성장기간과 재배지의 토양의 성분과 관계가 있는 것으로 사료된다. 앞으로 연근별 인삼, 장뇌삼, 산삼 등을 다양하게 분석하면 연근판별의 가능성을 제시할 수 있을 것이다. 웨웰라이트의 화학식을 살펴보면 대기중의 탄소와 삼투압으로 뿌리를 통해 흡수된 Ca의 결합으로 뇌두에서 CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(H<sub>2</sub>O)와 화학식으로 나타난다.

## 감사의 말씀

본 연구는 학술진흥재단의 1999년도 선정 중점연구소 지원사업(G00003)에 의해 수행되었으며, 이에 재단의 지원에 진심으로 감사드립니다.

## 인용문헌

1. Bouropoulos, N., Weiner, S. and Addadi, L.: *Chemistry*, **7**(4), 1881 (2001).
2. Oyarbide, F., Osterrieth, M. L. and Cabello, M.: *Microbiological Research*, **156**(2), 113 (2001).
3. Monje, P. V and Baran, E. J.: *Plant Physiology*, **128**(2), 707(2002).
4. Bugaenko, L. T., Juranskaj, M. B. Zubarev, V. E. Kaljazin, E. P. Rudnev, A. V. and Uspensky, V. A.: *Rep. Acad. Sci. U. S. S. R.* **271**, 962 (1983).
5. Gude, A. J., Young, E. J. Kennedy, V. C. and Riley, L. B.: *Am. Mineral.* **45**, 1257 (1960).
6. Zak, K. and Skala, R.: *Chem. Geol. Isotope Geosci. Sect.* **106**, 123 (1993).
7. Campbell, T. C. and Roberts, W. L.: *Mineral. Record*, **17**, 131(1986).
8. Verrecchia, E. P., Dumont, J. L. and Verrecchia, K. E.: *J. Sediment. Petrol.* **63**, 1000 (1993).
9. Cowgill, U. M.: *Mineral. Mag.* **53**(3), 505 (1989).
10. 농림부 : 인삼산업법, 시행규칙 제8조 (1999).
11. 이장호, 이명구, 최광태, 이성식 : *고려인삼학회지* **20**, 72 (1996).
12. 이종철, 안대진, 변정수 : 인삼연구보고서(재배편), 한국인삼연초연구소, 대전, p. 331 (1987).
13. 이종철, 안대진, 변정수 : 인삼연구보고서(재배편), 한국인삼연초연구소, 대전, p. 175(1988).
14. William. A. C., Reynolds. L. B. and John. G. H. : *Can. J. Plant Sci.* **76**, 855 (1996).
15. Lee. K. H., Lee. S. S. Lee. M.G. and Kim. E. S.: *J. Ginseng Res.* **25**(2), 101 (2001).