

순창 풍악산 일대에서 산출되는 석류석에 대한 EPMA 연구

An EPMA study on a garnet from the Pungak mountain area, Sunchang

최문철(Moon Cheal Choi) · 최승현(Seung Hyun Choi) · 이정후(Jung Hoo Lee)

전북대학교 지구환경과학과(cmc9081@nate.com)

1. 서언

전북 순창군 풍악산 일대는 선캠브리아대 변성퇴적암류로 구성된 순창전단대의 일부분으로, 이 순창전단대를 따라 좁게 변성이질암 및 사질암류가 분포하고 있다. 순창전단대는 규암, 석영편암, 녹니석편암, 운모편암, 흑운모각섬석편암, 석류석편암, 석회암, 그리고 흑색점판암으로 구성되어 있다. 순창군 동계면 부근의 변성퇴적암류는 하부의 규암층과 평행하게 발달하고 있다.

이 연구 지역에는 순창엽리상화강암, 우백질엽리상화강암 및 대강엽리상화강암으로 표시된 3종의 엽리상화강암류들이 산출된다. 이들은 모두 변형작용을 받은 화강암류로 연성 변형 또는 취성변형에 의해 마이로나이트화 내지 파쇄조직을 가진다. 또한 동부에서 넓은 지역에 걸쳐 변성암류 및 엽리상화강암류들을 관입하여 분포하는 주라기의 관입심성암체인 남원화강암이 분포한다. 위의 암석들을 관입하고 있는 반심성암류들은 중성암맥을 비롯하여 산성암맥류가 연구 지역 곳곳에 분포하고 있으며 부정합으로 신생대 제4기의 충적층이 이를 덮고 있다.

김형식(1970)에 의하면 본 지역의 변성퇴적암류는 온도, 압력이 가장 낮은 A zone에 속하며, 이상만(1980)은 본 지역이 3회에 걸쳐 광역변성작용을 받았으며, 또한 백운모-녹니석-흑운모(녹염석)를 주로 하는 녹색편암상의 변성도를 나타낸다고 하였다(이상만, 1988). 김동학과 이병주(1984)는 동계 지역의 편암류에서 산출하는 석류석이 Almandine인 점을 들어 변성퇴적암류의 변성작용은 중압 하에서 이루어진 것으로 판단했다. 안건상과 김성균(1999)은 본 지역을 녹니석대, 흑운모대, 석류석대, 십자석대로 나누고 2회의 누진변성작용과 1회의 접촉변성작용을 받았음을 지적했다. 따라서 본 연구는 순창 풍악산 일대에서 산출되는 석류석의 화학 조성을 분석하여 생성 환경을 예측하고자 하였다.

2. 연구방법

이번 연구에서는 전북 순창군 풍악산 일대에서 산출되는 석류석을 함유한 암석을 채취하여 박편을 제작하고 편광현미경 관찰을 실시하였다. 또한 광물의 화학조성을 분석하기 위해 한국기초과학지원연구원 전주센터의 EPMA(EPMA 1600, Shimadzu)를 사용하였고, 가속 전압 20.0 kV와 분석 전류 20.0 nA의 조건에서 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 편광 현미경 관찰

편광 현미경 관찰 결과 산출되는 주요 광물로는 석류석, 석영, 백운모, 흑운모, 장석, 방해석 등이 있으며 기타 광물로는 전기석, 녹니석, 경녹니석, 단사회석, 십자석, 규선석 등이 있다.

3-2. EPMA 분석

표 1은 채취한 시료를 대상으로 EPMA 분석을 실시하여 석류석의 화학조성을 정리한 내용이다. 풍악광산에서 채취한 석류석 시료(SC-01)는 Grossular(87%), Pyrope(6%), Almandine(7%)의 함량으로 Grossular가 우세한 고용체이며, SC-06은 Almandine(64%)이 다소 우세한 가운데 Spessartine(30%), Pyrope(5%), Grossular(1%)를 포함하는 고용체, SC-8과 SC-19는 Almandine(87%)이 우세하고 Spessartine(4%), Grossular(6%), Pyrope(3%)를 포함하는 고용체임을 확인하였다.

Table 1. Representative analyses of garnet in the metapelite.

구분	SC-01		SC-06			SC-08			SC-19		
	1-5	2-5	1-3	2-3	3-5	1-3	2-1	3-3	1-6	2-3	3-3
Na ₂ O	0.17	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
MgO	1.69	1.87	1.58	1.36	1.52	1.19	1.21	1.12	1.01	1.14	1.21
Al ₂ O ₃	19.36	18.31	19.76	19.30	19.08	21.29	21.47	21.16	21.15	23.26	21.29
SiO ₂	37.15	36.92	35.90	36.00	36.41	36.81	36.91	37.28	36.35	35.79	36.19
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	37.18	37.52	0.50	0.67	0.50	2.23	2.38	2.28	1.69	1.68	2.01
TiO ₂	1.79	2.13	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.07	0.07	0.04	0.03
MnO	0.01	0.12	12.19	13.36	12.00	0.13	0.71	1.80	4.56	1.82	0.32
FeO	3.16	3.42	29.92	29.50	30.95	37.99	37.59	37.18	35.64	37.50	38.38
Total	100.50	100.44	99.84	100.18	100.46	99.66	100.35	100.87	100.57	101.24	99.44
Cation per 24 oxygens											
Na	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.43	0.43	0.39	0.34	0.37	0.29	0.25	0.27	0.25	0.27	0.30
Al	3.35	3.33	3.86	3.77	3.71	4.09	4.02	4.02	4.06	4.41	4.11
Si	5.70	5.70	5.94	5.97	6.01	6.00	6.00	6.01	5.92	5.76	5.93
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	6.08	6.20	0.09	0.12	0.09	0.39	0.43	0.39	0.30	0.29	0.35
Ti	0.32	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Mn	0.00	0.02	1.71	1.88	1.68	0.02	0.36	0.25	0.64	0.25	0.05
Fe	0.40	0.44	4.14	4.09	4.27	5.18	4.91	5.02	4.86	5.05	5.26
Chemical formula of Garnet											
Grossular	Ca ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂										
Almandine	Fe ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂										
Spessartine	Mn ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂										
Pyrope	Mg ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂										

3-3. 고찰

본 지역은 2회의 누진변성작용과 1회의 접촉변성작용을 받았다고 지적한 바 있다(안건상과 김성균, 1999). Grossular(SC-01)가 산출되는 풍악광산은 이 암석을 관입하고 있는 대강엽리상화강암과의 인접 지역에 있다. 이것은 주변의 석회암이 함께 접촉변성작용을 받아 스카르화 된 것으로 추정된다. Spear and Cheney(1989)에 의한 KFMASH 시스템에서는 열역학 자료와 실험 측정을 기본으로 이질편암에서 온도, 압력의 변화에 따른 암석학적 grid를 제시했다. 이번 연구 지역의 암석에 KFMASH 시스템을 도입하면 화강암과의 접촉부에서 산출되는 Almandine(SC-08, 19)은 십자석의 소멸로 인해 Staurolite = Garnet + Biotite + Al₂SiO₅ + H₂O의 반응이 일어난 것으로 추정 할 수 있고(약 8-13kbar, 650-700°C), SC-06 샘플은 화강암의 접촉부로부터 다소 떨어진 곳에 위치하고 있다. MnO를 함유한 석류석은 다소 낮은 변성온도(450°C 이하)에서 생성되기 때문으로 생각된다.

참고문헌

- 김동학, 이병주(1984) 한국지질도 남원도폭(1:50000)및 설명서, 한국동력자원연구소, 40p
- 김형식(1970) 한국 서남부 일대의 광역변성작용에 관하여 지질학회지, 6권 p.97-118
- 안건상, 김성균(1999) 한반도 남서부의 순창전단대 내에 분포하는 변성퇴적암류의 다변성작용, 자원환경지질, 32권, p.519-535
- 이상만(1980) 지리산 (하동-산청)지역의 변성이질암의 변성작용에 관한 연구 지질학회지, 16권, p.1-15
- 이상만(1988) 소백산육괴 종합 변성상 연구, 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-87-5, 29p
- Spear, F.S. and Cheney, J.T.(1989), A petrogenetic grid for pelitic schists in the system $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO-K}_2\text{O-H}_2\text{O}$. Contributions to Mineralogy and Petrology, 101, p.149-164.