

# 제천화강암에 포함되어 있는 알칼리 장석 거정의 성인과 MME의 암석화학적 특성에 관한 연구

진미정<sup>1</sup>, 김종선<sup>1</sup>, 이준동<sup>1</sup>, 황병훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 지질학과(mjjeen@pusan.ac.kr)

## 1. 서론

제천화강암은 넓이 192.4 km<sup>2</sup>에 이르는 비교적 작은 저반상 관입체이며 그 형태는 거북 모양을 하고 있다. 제천화강암은 주변의 편마암과 석회암을 관입했으며, 203±2 Ma(진명식 외, 1992, Rb-Sr 전암)와 181±2.0 Ma(사공희, 2000, U-Pb 스피인) 등의 연대가 알려져 있다. 시기로 볼 때에는 대보화강암과 유사하지만 지리적 위치가 이들로부터 동쪽으로 고립되어 나타난다. 또한 제천화강암은 조직상 특징적으로 알칼리 장석을 거정으로 포함한다. 알칼리 장석은 특히 분홍색을 띠며 자형의 형태를 가지며 노두에서 상당히 많은 양을 차지할 것으로 보인다. 알칼리 장석의 거정은 제천화강암의 암상 중 반상화강암에 주로 나타나며 반상화강암의 주변부에는 거정의 양이 적어진다. 한편 제천화강암에는 마그마 혼합성의 엔클레이브인 MME가 존재한다고 보고 된 바 있다(이한영 외, 2001). MME 내에도 반상화강암에서 보이는 알칼리 장석 거정이 포함되어 있으며 거정은 MME와 화강암의 경계부에 걸쳐 나타나기도 한다. 이러한 현상은 염기성 엔클레이브가 유체상태에서 화강암을 관입한 증거로도 제시되고 있어서(이한영 외, 2001), 거정의 형성이 MME의 형성 이전임을 지시하지만 노두 상에서는 MME와 거정의 양의 서로 조화적으로 변한다. 또한 MME는 무반정의 것도 있으며 반정의 조합이 사장석+석영인 것과 사장석+석영+알칼리 장석인 것이 있으므로 거정의 형성에 MME가 관여했을 가능성이 있다고 할 수 있다. 그러므로 제천화강암에 특징적으로 나타나는 알칼리 장석거정의 성인에 MME가 기여했을 가능성을 MME의 성분분석을 통해 검토해 보았다.

## 2. 화학분석 및 결과

제천화강암에 포함된 MME는 포함하는 반정에 따라 4가지 종류가 관찰된다. 반정이 없는 것(무반정), 사장석 반정을 포함하는 것(사장석), 사장석과 석영 반정을 포함하는 것(사장석+석영), 사장석과 석영 및 알칼리 장석 거정을 포함하는 것(사장석+석영+K장석)이다. 이들 제천화강암과 화강암에 포함된 MME의 화학성분은 표1과 같다.

반상화강암은 SiO<sub>2</sub>의 함량이 약 68 wt.%가량이며 화강암에 포함된 MME는 약 52~61 wt.%이다. MME 중에서도 반정을 포함하지 않는 것은 SiO<sub>2</sub>의 함량이 약 61 wt.%로 MME 중 가장 높다. SiO<sub>2</sub>의 함량은 사장석 반정→사장석+석영+K장석→사장석+석영 반정을 포함하는 순으로 감소한다. 그러나 이 중 사장석+석영만을 포함하는 MME는 LOI값이 높아서 보정이 필요한 것을 감안하면 사장석+석영+K장석 반정 조합의 MME와 사장석+석영 반정 조합의 MME의 성분은 서로 순서가 바뀔 수도 있다. 즉 반정의 종류가 증가하면서 SiO<sub>2</sub>가 감소하는 경향이 있다. 그 외 TiO<sub>2</sub>, MnO, MgO 성분에서 볼 때에는 사장석+석영+K장석→사장석+석영→사장석→무반정의 순으로 갈수록 함량이 감소한다. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O에서는 사장석+석영 반정을 포함하는 것과 사장석 반정을 포함하는 MME의 성분이 서로 순서가 바뀌기도 하지만 대체로 사장석+석영+K장석→사장석+석영 또는 사장석→무반정의 순서로 함량이 감소한다. Na<sub>2</sub>O 값은 사장석+석영+K장석→사장석+석영 또는 사장석→무반정으로 갈

수록 증가한다. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 값은 사장석+석영+K장석→석영 또는 사장석→무반정의 순으로 감소하며 사장석 반정을 가진 MME에서 값이 가장 낮다. 그러나 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 값에는 별 변화가 없다. 그러므로 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>을 제외한 모든 성분에서 사장석+석영+K장석→사장석+석영 또는 사장석→무반정 MME로의 성분변화를 관찰할 수 있으며 특히 TiO<sub>2</sub>, MnO, MgO 성분에서는 사장석+석영+K장석→사장석+석영→사장석→무반정으로의 더 자세한 성분변화가 관찰된다.

Table1. Chemical Analysis of Jechon Granite & Including Enclave.

*	Porphyritic Granite		MME			
			free	pl	pl+qtz	pl+qtz+K-fsp
SiO <sub>2</sub>	68.59		60.933	56.88	52.27	53.32
TiO <sub>2</sub>	0.43		0.596	0.85	0.92	1.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.88		17.398	16.06	15.78	15.76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.99		5.788	7.49	6.67	8.11
MnO	0.06		0.103	0.12	0.13	0.18
MgO	1.07		2.378	3.72	4.01	5.53
CaO	3.73		5.979	6.15	7.20	7.27
Na <sub>2</sub> O	4.23		4.667	3.26	2.89	3.16
K <sub>2</sub> O	2.16		1.505	2.44	4.01	3.68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13		0.286	0.03	0.30	0.30
L.O.I.	0.52		0.809	2.52	5.71	1.68
total	99.81		99.633	99.53	99.91	100.10

\* assemblage of phenocrysts,

pl: plagioclase, qtz: quartz, K-fsp: alkali feldspar

### 3. 결론

알칼리 장석 거정의 함량과 MME의 함량이 서로 조화적으로 변하지만 거정을 포함하는 MME는 거정형성이후의 산물일 것이므로 서로 모순이 발생한다. 이러한 어려움을 해결하기 위해 화강암에 유입된 염기성 마그마가 한번이 아닌 여러 번일 가능성을 고려해 보았다. 야외 조사시 관찰되는 여러 종류의 MME는 염기성마그마가 여러 번 주입했을 가능성을 뒷받침해 주었으며 이를 확인하기 위해 성분분석을 했다. 주성분 분석의 결과는 대부분의 성분에 있어 사장석+석영+K장석→사장석+석영→사장석→무반정 으로의 성분변화를 보여주었으며 무반정의 것이 광물조합이 복잡한 것일수록 성분이 매퓌했다. 화강암질 마그마의 초기 단계는 마그마 내에 반정이 적고 점성이 낮으며 매퓌 마그마와의 온도차이가 적을 것이므로 매퓌 마그마와의 상호작용이 용이할 것으로 보인다. 이처럼 무반정의 MME는 화강암질 마그마가 고화 초기에 만났던 최초의 염기성 마그마 인 것으로 보이며 무반정의 MME 형성 이후 화강암에는 사장석→석영→알칼리 장석 순서의 결정화가 일어났던 것으로 보인다. 이러한 결과는 각각의 시기에 주입된 염기성 마그마에 의해 사로잡혔으며 알칼리 장석 거정의 형성은 이러한 여러 단계의 염기성 마그마 주입에 의해 상당한 크기로 성장할 수 있

었던 것으로 보인다.

#### 4. 참고문헌

- 진명식, 김성재, 신성천, 주승환, 지세정, 1992, 남한의 옥천습곡대에 분포되어 있는 제천화강 암체의 열역사, 암석학회지, 1(1), 49-57.
- 이한영, 김대업, 박중권, 2001, 장석광상 모암인 제천반상화강암의 암석학적 특성, 지구과학 회지, 22(5), 405-414.
- 사공희, 2000, 남한의 현생이연 화강암류에 대한 U-Pb 스피인 지질연대와 알칼리 장석의 납 동위원소 연구: 한반도의 지각의 진화에 대한 의미, 연세대학교 대학원 박사학위 논문, 165p.