

경기육괴 북동부 오대산편마암복합체의 U-Pb 저어콘연대와 그 의의

권용완^{1*}, 오창환², 김형식¹

¹고려대학교 지구환경과학과 (kwonyw@mail.korea.ac.kr)

²전북대학교 지구환경과학과

1. 서언

경기육괴 북동부에 위치한 오대산편마암복합체를 구성하고 있는 미그마타이트질 편마암에서 한개의 시료를 몬조나이트 기원의 정편마암류에서 2개의 시료를 채취하여 각각 저어콘을 분리하였으며 이들에 대해 U-Pb 방사성 동위원소 연대측정을 실시하였다.

2. 구성광물 및 저어콘의 형태

오대산편마암복합체의 중앙부에 위치한 미그마타이트질 편마암은 석류석-흑운모-백운모-사장석-석영의 광물조합을 보이고 있다. 이들에서 분리된 저어콘은 대략 200-300 μ m의 크기를 가지며 반투명 쌍추상 내지 중장주상이 주를 이루며 투명한 장주상과 반투명하며 둥근 형태로 마모된 것도 관찰된다. 반투명한 것들은 대부분 노란색이 우세하며 투명한 것들은 옅은 노란색을 띠고 있다. 몬조나이트질 정편마암류의 구성광물은 주로 단사회석, 각섬석, 흑운모, 사장석, 알칼리장석, 석영으로 구성되어있다. 몬조나이트질 정편마암에서 분리된 저어콘은 중장주상, 얇고 긴 장주상과 단주상들이 비교적 고르게 나타나며 미그마타이트질 편마암과는 달리 대부분이 투명한 형태를 이루며 옅은 노란색 내지 옅은 자색을 띠고 있다.

3. 분석방법

분리된 저어콘은 중국 천진 지질연구소에서 U-Pb에 대한 동위원소 분석을 실시하였다. 저어콘의 용해는 HF-HNO₃ 혼합산에서 열수방법을 사용하였다. 용해캡슐의 크기는 각 컬럼에 따라 0.25와 0.10ml를 사용하였으며 U과 Pb의 용출방법은 표준 이온교환 컬럼방법을 사용하였다. 동위원소분석은 Daly 검출기가 달린 VG354 열이온화 질량분석기(Mass Spectrometer)를 사용하였으며 모든 저어콘에서 Pb과 U에 대한 실험실 내의 공백(blank)은 각각 20-30pg과 2-6pg이다. 분석된 저어콘의 U-Pb 동위원소비는 Ludwig(1994)의 ISOPLOT 프로그램을 이용하여 콘코디아 다이어그램에 도시하였다. 분석치에 대해 2 σ (95%)의 신뢰도를 가지고 계산하였으며 자료의 분산은 모두 분석상의 오차에 의한다는 모델 1의 방법을 사용하여 계산하였다. 붕괴상수는 ²³⁵U은 0.98485 $\times 10^{-9}$ /yr를 ²³⁸U은 0.15513 $\times 10^{-9}$ /yr를 각각 사용하였으며 계산된 연대는 단일결정을 사용함으로 인해 불확실도(uncertainties)가

20% 이상이다.

4. 분석결과

미그마타이트질 편마암에서 구해진 U-Pb 저어콘 연대는 콘코디아 다이어그램상에서 콘코디아(concordia)를 지시하지도 디스코디아(discordia) 선을 만들지 않고 분산되어 나타난다. 다만 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 연대를 살펴보면 1907~2213Ma의 범위를 가지고 있어 이 지역의 변성퇴적암류들이 초기 원생대의 지각임을 지시하고 있는 정도의 의미만을 부여할 수 있다.

몬조나이트질 편마암의 연대는 비교적 일정한 경향성을 보이고 있다. 시료 9608(A)의 경우 분석치 6을 제외하고는 약 250Ma에 집중되어 나타나며 $256.4 \pm 8.1\text{Ma}$ 의 하부교점 연대(lower intercept age)과 $2048 \pm 169\text{Ma}$ 의 상부교점 연대(upper intercept age)를 보인다. 또한 시료 9608(B)의 경우도 분석치 12를 제외하고는 역시 250Ma에 집중되어있으며 $257.1 \pm 2.8\text{Ma}$ 의 하부교점 연대와 1910 ± 46 의 상부교점 연대를 보인다. 두 연대가 서로 오차범위내에서 일치하고 있으며 시료의 채취거리가 떨어져 있으나(약 4km) 동일 마그마 기원의 암석으로 볼 수 있어 분석된 자료를 모두 통합하여 연대를 계산하면 $256.2 \pm 4.5\text{Ma}$ 의 하부교점 연대와 $1991 \pm 84\text{Ma}$ 의 상부교점 연대를 구할 수 있다.

5. 토의

권용완 외(1997)은 인접한 미그마타이트질 편마암에서 시계방향을 진행된 백립암상의 변성작용과 저압형의 후퇴변성작용이 중첩되어 있음을 밝혔다. 몬조나이트질 편마암의 U-Pb 저어콘의 연대는 두가지 해석되어질 수 있다. 첫째, 하부교점 연대는 몬조나이트질 편마암의 관입시기를 지시하고 분산된 두 분석치는 마그마의 기원암에 존재하였던 저어콘(inherited zircon)으로 상부교점 연대가 큰 의미가 없는 경우이다. 이는 256Ma전후에 관입한 몬조나이트질 마그마가 오대산편마암복합체의 북서부지역에서 강하게 나타나는 2차 변성작용의 열원으로 작용하였을 가능성을 지시한다. 둘째 상부교점 연대가 관입시기이고 하부교점 연대가 이 지역에 광범위하게 영향을 준 백립암상의 변성작용의 시기일 가능성이 있다. 몬조나이트질 편마암이 상부교점 연대인 1991Ma 전후에 관입한 후 256Ma 전후에 강한 백립암상 변성작용을 받아 U-Pb계가 붕괴되며 2차적인 변성연대로 변화되었을 수도 있다. 그러나 거의 대부분의 저어콘이 리셀되었을 가능성은 적을 것으로 추정된다.

미그마타이트질 편마암과 몬조나이트질 편마암에서 구한 U-Pb 저어콘 연대와 오대산 편마암복합체의 변성진화과정을 보다 명확히 밝히기 위해서는 추가적으로 Sm-Nd 석류석 연대측정을 통한 자료의 보완이 요구되고 있다. 그러나 이번에 새롭게 분석된 저어콘 연대는 남중국판과 북중국판의 충돌시기와 일치되어 몬조나이트질 편마암의 마그마 기원과 조구조적 역할등에 대한 많은 관심과 연구가 필요하다.

참고문헌

권용완, 김형식, 오창환, 1997, 경기육괴 북동부지역에 분포하는 오대산편마암복합체의 다
 변성작용, 암석학회지, 6, 226-243.

Ludwig, K.R., 1994. ISOPLOT, a plotting and regression program for radiogenic isotope
 data. version 2.71. USGS Open File Rep., 91, 445.

Table 1. Abundances, isotope ratios and ages of the migmatitic gneiss and monzonitic gneiss in the Odesan Gneiss Complex.

sample	shape*	Mass (μg)	U (μg/g)	Pb (μg/g)	Pb (mg)	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁹ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁹ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U (Ma)	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U (Ma)	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb (Ma)
C-1	Y tt bpy	10	337	106	0.011	4767	0.1342	0.2828±0.0013	5.416±0.0028	0.1389±0.0002	1606	1887	2213
C-2	pY tr	10	517	135	0.013	5986	0.0612	0.2541±0.0011	4.253±0.0027	0.1214±0.0005	1459	1684	1977
C-3	pY tt pr bpy	10	361	96	0.006	9124	0.0737	0.2567±0.0016	4.385±0.0031	0.1240±0.0003	1471	1710	2015
C-4	pY tt bpy	10	587	127	0.008	8079	0.1186	0.2007±0.0013	3.517±0.0027	0.1271±0.0005	1179	1531	2058
C-5	Y tt bpy	10	304	95	0.005	11067	0.1199	0.2874±0.0025	5.265±0.0052	0.1329±0.0005	1629	1863	2136
C-6	pY tt pr bpy	10	286	81	0.007	6115	0.0874	0.2687±0.0022	4.449±0.0039	0.1201±0.0004	1534	1722	1958
C-7	pY tr pr	10	143	30	0.008	1931	0.1325	0.1869±0.0041	3.329±0.0079	0.1292±0.0009	1105	1488	2086
C-8	pY tt pr bpy	10	633	147	0.008	10558	0.0566	0.2288±0.0012	3.641±0.0022	0.1154±0.0003	1328	1559	1886
C-9	pY tt pr bpy	10	123	23	0.024	523	0.0438	0.1719±0.0059	2.767±0.0104	0.1167±0.0015	1023	1347	1907
C-10	pY tt pr bpy	10	124	28	0.005	3594	0.0553	0.2244±0.0060	3.441±0.0102	0.1112±0.0012	1305	1514	1819
9608(A)1	pY tr pr	15	516	22	0.007	2963	0.1903	0.0398±0.0008	0.288±0.0010	0.0525±0.0014	252	257	309
9608(A)2	pY tr pr	15	675	30	0.024	1107	0.1735	0.0403±0.0008	0.287±0.0010	0.0517±0.0014	255	256	271
9608(A)3	pY tr mpr	15	687	30	0.007	3636	0.1711	0.0403±0.0006	0.278±0.0006	0.0500±0.0008	255	249	196
9608(A)4	pY tr spr	20	836	35	0.004	10279	0.1724	0.0395±0.0004	0.272±0.0005	0.0499±0.0007	250	244	188
9608(A)5	pY tr spr	15	651	29	0.004	6130	0.1815	0.0422±0.0008	0.293±0.0009	0.0504±0.0013	266	261	213
9608(A)6	pY tr mpr	30	518	31	0.012	4420	0.1598	0.0555±0.0006	0.567±0.0007	0.0740±0.0005	348	456	1042
9611(B)1	Y tr mpr	10	587	28	0.027	570	0.1719	0.0404±0.0012	0.288±0.0013	0.0516±0.0016	255	257	268
9611(B)2	pY tr spr	15	656	26	0.008	2884	0.1207	0.0399±0.0006	0.275±0.0006	0.0500±0.0008	252	247	197
9611(B)3	Y tr spr	20	806	34	0.009	4328	0.1501	0.0398±0.0005	0.272±0.0007	0.0495±0.0010	252	244	172
9611(B)4	Y tr spr	5	355	16	0.007	674	0.1781	0.0396±0.0032	0.266±0.0033	0.0487±0.0042	250	240	136
9611(B)5	Y tr bpy	5	429	19	0.004	1463	0.1735	0.0396±0.0027	0.252±0.0027	0.0461±0.0035	251	228	183
9611(B)6	Y tr mpr	15	346	23	0.008	2530	0.0973	0.0643±0.0011	0.697±0.0015	0.0786±0.0008	402	537	1163

*Y, yellow; pY, pale yellow; tr, transparent; tt, translucent; l, long; m, medium; s, small; r, round; pr, prism; bpy, bipyramid;

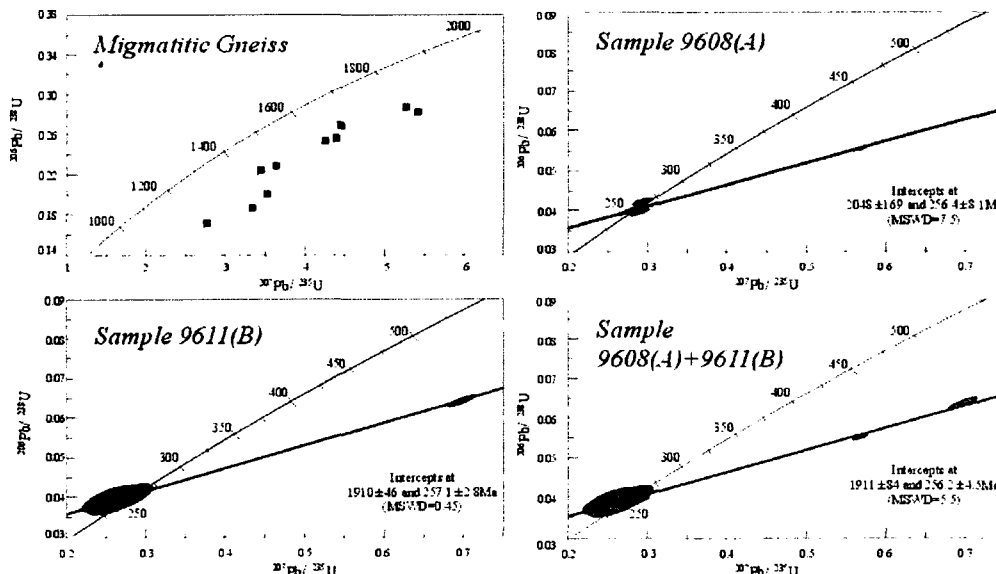


Fig. 1 Concordia diagram for the migmatitic gneiss and monzonitic gneiss (Sample 9608(A) and 9611(B)) in the Odesan Gneiss Complex.