

제천 화강암의 기원 : 스트론튬 동위원소 자료의 재고

권성택 · 진명식* · 주승환*

연세대학교 지질학과, *한국자원연구소 지화학연구그룹

요 약: 이 논문은 등시선을 정의하지 않는 제천 화강암에 대한 Rb-Sr 동위원소 자료(주승환, 1989)가 이 화강암체의 기원에 관하여 어떻게 이용될 수 있는 가를 보인다. 기존 연대측정 자료에 의해 관입시기를 약 2억년으로 추정했을 때, 제천 화강암체의 Sr 초생치는 0.713~0.724의 변화를 보인다. 이들 초기치 중, 높은 값을 가지는 시료는 주로 암체 연변부에 분포하고 있어 동화작용이 주로 연변부에서 일어났으며, 동화된 물질이 잘 섞이지 않았음을 시사한다. 원래의 화강암질 마그마와 주변암의 두 성분 혼화 관계로 추정되는 혼화 정도는 약 20%까지로 계산된다. 이러한 혼화에 대한 증거 때문에 최소 초생치인 약 0.713이 원래의 관입한 마그마의 것을 대표하는지는 확실하지 않으나, 낮은 맨틀 값과 비교할 때, 원래 마그마가 생성되어 정지하는 동안 Sr 동위원소비가 높은 지각물질(예, 퇴적기원)이 많이 관여했음을 시사한다.

핵심어: 제천 화강암, 스트론튬 동위원소, 초생치, 화강암의 기원, 혼화작용

서 언

화성암에 대한 동위원소 연구는 마그마의 기원에 대해 크게 기여하여 왔다. 특히, Sr, Nd, Pb 등과 같이 무거운 원소의 동위원소비는 부분 용융 및 일반적인 분화 과정에서 변화하지 않기 때문에 근원 물질의 성질을 밝히는데 크게 유용하다. 한편, 마그마가 정지하는 동안 동위원소비가 다른 주변 물질과 상호작용이 있을 경우, 동위원소비는 비교적 민감하게 변할 수 있기 때문에 마그마 혼합(magma mixing) 및 동화작용(assimilation)을 탐지하는데 중요한 도구로 이용되어 왔다(DePaolo, 1981). 특히, 화강암의 경우 그 근원 및 성분이 다양한 지각 물질이기 때문에 동위원소 자료는 화강암의 기원을 추적하는데 중요한 정보를 제공한다.

그 동안 우리나라의 화강암에 대한 Sr 동위원소 연구는 연대 측정이 주된 것이었으며, 이들 Sr 동위원소비를 이용하여 화성암의 성인을 밝히고자 하는 연구는 드물었다(Jin, 1980; Jwa, 1988). 이 논문은 화강암의 Sr 동위원소 자료가 그 성인을 밝히는데 어떻게 쓰일 수 있는 가를 등시선 그림에서 뚜렷한 연대를 정의하지 않는 제천 화강암의 자료(주승환, 1989)를 예로 설명하고자 한다.

지질배경

제천 화강암체는 옥천대 중앙부에 북동-남서 방향의 거북이 모양으로, 제천을 중심으로 하는 큰 남서부 암체와 작은 북동부 암체로 나뉘어질 수 있는데(그림 1), 김용준(1979)에 의하면 남서부 암체는 조립질 흑운모 화강섬록암, 이를 관입하는 조립질 홍색 장석 화강섬록암, 이를 다시 관입하는 반상 흑운모 화강암으로 구성되며, 북동부 암체는 남서부 암체의 조립질 화강섬록암을 관입하는 세립질 각섬석 흑운모 화강섬록암이 주이고, 이를 중앙부에서 소규모로 관입하는 우백질 화강암으로 이루어져 있다. 제천 화강암체와 접하는 주변 암석은 크게 북서부의 선캠브리아 화성 및 퇴적 기원의 변성암과 남동부의 고생대 퇴적암 및 일부 옥천 그룹의 변성퇴적암으로 대표된다.

제천 화강암체는 오랜동안 백악기의 불국사 화강암으로 생각되어져왔으나, Shibata *et al.*(1983)이 K-Ar 흑운모 연대(170~180 Ma)의 측정으로 유라기의 대보 화강암인 것으로 밝혀졌다. 최근 진명식 외(1992)는 흑운모 및 장석류를 이용한 K-Ar, Rb-Sr, 그리고 스펀, 저콘 및 인회석을 이용한 피선티렉 등의 방법으로 측정된 광물 연대로 이를 재확인하였다. 특히, Rb-Sr 흑운모 연대는 189~226 Ma로 가장 높은 값을 보인다. 이들 연대 자료는 연령 보존 온도가 비교적 낮은 광물을 이용하였기 때문에 관입시기를 나타낸다고는 볼 수 없으나, 이 논문에서

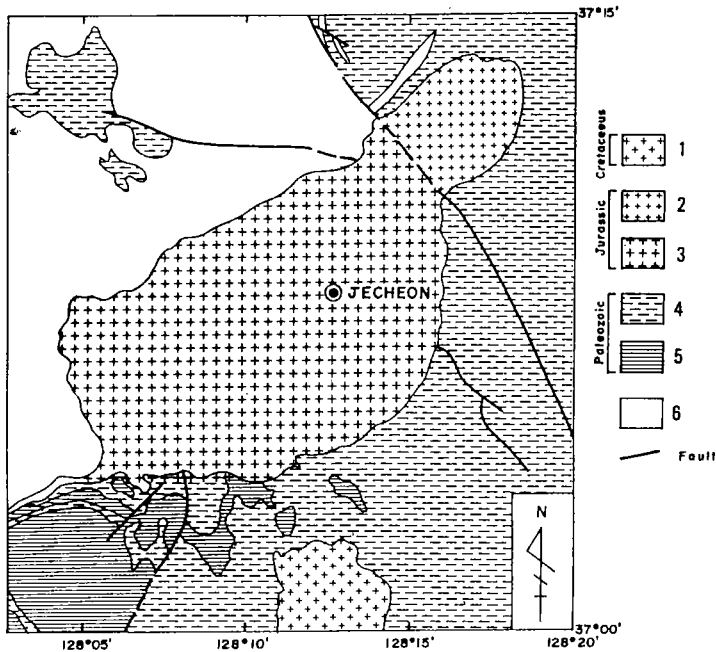


Fig. 1. Simplified geologic map of the Jecheon granite (after Jin *et al.*, 1992). 1, Cretaceous granite; 2 and 3, Northeastern and southwestern bodies of the Jecheon granite respectively; 4, Paleozoic sediments; 5, the Ogcheon group; 6, Precambrian basement.

제천 화강암체의 관입 시기가 약 200 Ma인 것으로 가정하였다. 그러나, 관입 시기의 정확성은 이 논문의 내용과 결론에 크게 영향을 미치지 않는다.

해석 및 토론

등시선 그림

동위원소 자료

주승환(1989)에 의해 분석된 시료의 위치는 그림 3에, Rb-Sr 동위원소 자료는 표 1에 각각 나타나 있다. 이 자료에서 Sr 동위원소비는 전반적으로 약 0.1%의 오차를 가지는데, 오늘날의 전형적인 측정 오차인 0.005% 보다는 높으나, 측정된 화강암의 동위원소비의 변화가 오차한계보다 훨씬 커서 서로 구분될 수 있기 때문에 동위원소비의 변화를 논하고자 하는 이 논문의 목적에는 별 문제가 없다. 한편, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 비의 오차는 약 1~2%이다. 표준시료 NBS 987에 대한 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 값은 $0.7104(\pm 0.1\%)$ 이다(주승환, 1983).

이 논문에서 이용되는 주변암의 동위원소 자료 역시 주승환(1989)에 의한 것인데, 모두 북서부의 선캠브리아 변성암에 대한 자료로, 이들의 대부분을 차지하는 화강암질 편마암에 대한 자료는 약 22억년의 연대를 정의한다(주승환, 1989).

동위원소 자료에 대한 등시선 그림을 평균적인 오차한계와 함께 그림 2에 표시하였다. 그림 2에서 보듯이, 이들 자료는 Rb/Sr 비가 약 0.2~1.0 사이로 변화가 적을 뿐 아니라 산재되기 때문에 의미있는 등시선을 정의하지 않는다. 참고로 제천암체의 관입시기로 추정되는 200 Ma에 대한 기준 등시선(reference isochron)을 이 그림에 같이 표시하였는데, 전체적으로 자료들이 이 기준 등시선에 비해 높은 기울기를 가지는 것을 알 수 있다. 이들 자료 중 크게 벗어나는 JCH05와 JCH38을 제외하고 계산했을 때 오시선(errorchron) 연대는 870 ± 330 Ma이나, 시간적인 의미는 없다고 말할 수 있다.

이들 자료가 등시선을 정의하지 않는 이유에 대해서는 크게 두 가능성을 고려할 수 있다. 첫째, 폐쇄계를 이루지 않았을 경우인데, 이는 마그마의 정지 후 Rb 그리고/혹은 Sr이 전암 규모에서 무작위적으로 이동하였을 가능성을 의미하지만, 일반적으로 전암 규모에서는 폐쇄계가 유지되는 것으로

Table 1. Rb-Sr isotope data of the Jechon Granite (Choo, 1989)

Sample	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) _i *
Jch04	102.2	417.0	0.710±0.010	0.7149±0.0007	0.7129
Jch05	135.3	1596.2	0.246±0.002	0.7244±0.0006	0.7237
Jch22	87.8	495.9	0.510±0.010	0.7202±0.0005	0.7187
YW02	80.2	597.1	0.388±0.005	0.7156±0.0006	0.7145
YW03	91.4	554.7	0.477±0.006	0.7150±0.0008	0.7136
Jch23	98.0	551.7	0.513±0.008	0.7173±0.0008	0.7158
Jch24	97.2	510.1	0.551±0.004	0.7141±0.0008	0.7125
Jch25	89.3	510.5	0.558±0.004	0.7206±0.0009	0.7190
Jch26	87.7	477.2	0.530±0.010	0.7181±0.0009	0.7166
Jch27	121.7	369.8	0.954±0.009	0.7244±0.0007	0.7217
Jch28	84.7	402.6	0.609±0.006	0.7151±0.0008	0.7134
Jch29	109.9	491.6	0.647±0.009	0.7153±0.0008	0.7135
Jch30	105.3	388.3	0.787±0.008	0.7205±0.0009	0.7183
Jch31	107.6	555.7	0.560±0.010	0.7144±0.0009	0.7128
Jch32	101.0	500.9	0.580±0.010	0.7149±0.0007	0.7133
Jch33	100.7	495.8	0.590±0.010	0.7170±0.0009	0.7153
Jch34	84.1	501.9	0.480±0.010	0.7156±0.0009	0.7142
Jch35	106.8	454.3	0.680±0.010	0.7154±0.0009	0.7135
Jch36	98.9	465.8	0.610±0.010	0.7165±0.0009	0.7148
Jch37	118.7	527.9	0.650±0.005	0.7179±0.0008	0.7161
Jch38	84.7	451.6	0.543±0.010	0.7236±0.0005	0.7221
Jch39	89.6	466.8	0.560±0.010	0.7167±0.0009	0.7151
Jch40	100.3	384.2	0.756±0.006	0.7223±0.0009	0.7201

*Initial ratios are calculated assuming an intrusion age of 200 Ma.

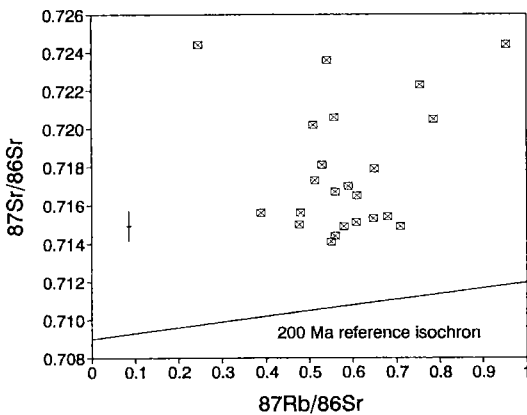


Fig. 2. An isochron diagram of the Jechon granite. A typical error is shown with an error bar on the left side of the diagram.

생각되기 때문에 나중의 심한 변질과 같은 어떤 증거가 없는 한 이 가능성은 제외한다. 둘째, 폐쇄계를 이루었지만 제천 화강암의 초생치가 지역적으로 다를 가능성이다. 이러한 가능성은 화강암질 심성암체가 정치하는 동안 흔히 관찰되는 것으로 마그마가 주변암과 동화작용을 일으킨 것을 의미한다.

따라서, 우리는 이 가능성을 살펴보고자 한다.

동화작용

주변암의 동화작용을 시험하기 위해서는 관입 당시의 화강암 및 주변암의 동위원소비를 이용하여야 하는데, 표 1에 관입 시기로 추정되는 2억년을 이용하여 계산된 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 초기치도 함께 표시되어 있다. 이들 추정 초기치를 크게 0.713~0.714, 0.714~0.717, 0.717~0.723 세 그룹으로 나눌 수 있다. 이들 중 0.713~0.714 그룹은 측정 오차한계 내에서 서로 일치하기 때문에 동일한 것으로 간주될 수 있다. 이들 초생치를 시료 위치에 따라 표시하면(그림 3), 높은 초생치를 가지는 그룹의 시료들은 관입암체의 가장자리에 주로 위치하고, 중간 초생치를 가지는 시료들은 암체 주변부에도 위치하나 낮은 초생치를 가지는 것과 인접하여 중앙부에도 나타나는 것이 주목된다. 이는 마그마의 정치과정동안 주로 연변부에서 주변암석의 혼화작용이 심하였음을 시사한다.

이러한 작용을 보다 정량적으로 시험하기 위해 화강암의 초생치와 Sr 함량의 역수(보다 엄밀히는

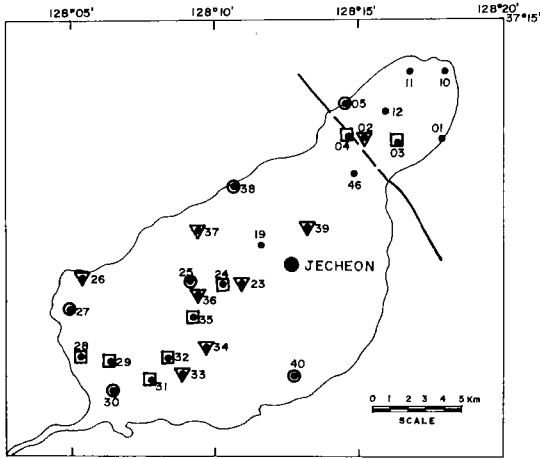


Fig. 3. Sample location map with symbols denoting different Sr initial ratios: Circle, 0.718~0.724; Square, 0.714~0.718; Triangle, 0.713~0.714.

^{86}Sr 이 지만)와의 상관관계도에 표시하였다(그림 4와 이를 확대한 그림 5). 또한, 주변암을 대표하는 것으로 북서부 지역에 분포하는 선캠브리아기 변성암의 동위원소 자료를 2억년 전으로 동위원소비로 역계산하여 위 그림들에 같이 표시하였다. 그림 5의 화강암 자료 중 크게 벗어나는 시료 JCH05를 제외할 때, 제천 화강암과 변성암 사이에 전반적으로 직선적인 관계를 보이는 것은 이들 사이에 혼화 관계가 존재한다는 것을 의미한다. 화강암 자료를 보다 자세히 살펴보기 위해 화강암에 대한 것만 다시 확대하여 그림 6에 나타내었다. 화강암의 자료를 남서부 암체와 북동부 암체로 다시 분리하여 표시하였는데, 남서부 암체의 자료는 변성암 자료와 전반적으로 정의 직선관계를 보이는 반면, 북동부 암체의 세 개 자료는 부의 직선관계를 보인다. 이는 두 암체가 유사한 Sr 초생치를 가졌을 경우 동위원소적으로 다른 물질을 혼화하였음을 나타내는 것으로 생각된다.

남서부 암체의 경우, 자료들이 보이는 변화 양상은 크게 두 가지 요인으로 설명될 수 있다. 즉, 유사한 동위원소비를 가지나 Sr 함량을 달리하는 결정분화작용을 나타내는 경향과 주변 변성암쪽으로 동화를 나타내는 경향이 그것이다(그림 5). 특히, 이들 자료 중에서 앞에서 언급된 0.713~0.714의 낮은 초생치를 가지는 것은 분석 오차의 한계를 고려하면 같은 값으로 생각할 수 있다. 따라서, 이들 시료 사이의 Sr 함량 변화는 결정분화작용으로 설명이 가능하다.

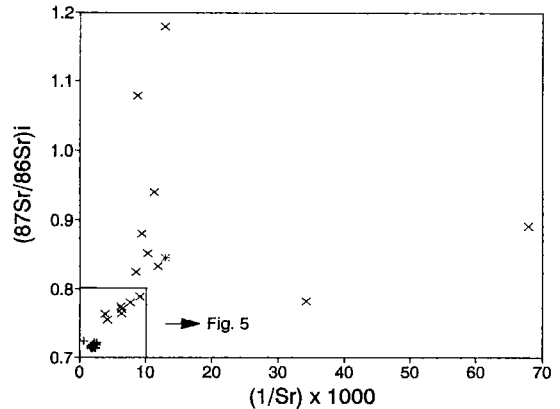


Fig. 4. Initial Sr isotope ratio vs. $1/\text{Sr}$ diagram for the Jecheon granite (+), and the individual (x) and average (*) values of Precambrian basement rocks.

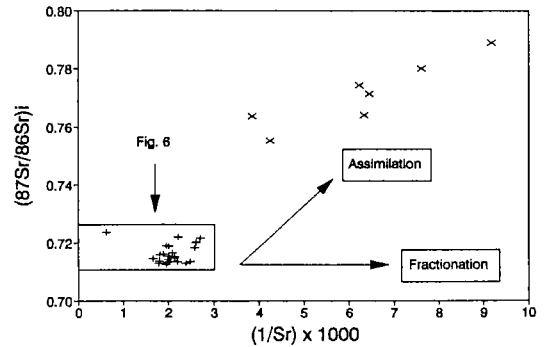


Fig. 5. Enlarged part shown in Fig. 4. Symbols are the same as in Fig. 4. The assimilation trend toward country rocks indicates increasing Sr isotopic ratio but decreasing concentration of Sr, while the fractionation trend indicates no change in Sr isotope ratio with decreasing Sr content.

이 시료들에 대해서는 동일 초기치 조건이 충족되기 때문에 등시선을 계산하는 것이 가능한 것으로 생각되어지나, $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 비가 약 0.5~0.7 사이로 극히 제한적이고 Sr 동위원소비의 오차가 0.1%로 크기 때문에 의미있는 등시선은 계산되지 않는다. 한편 이들 보다 높은 값을 가지는 시료들은 동화작용의 영향을 받은 것으로 해석되는데, 하나의 직선을 나타내기보다는 분산되어 찍히는 것은 동화된 주변물질의 Sr 동위원소비의 다양성 혹은 일반적으로 동화작용에 수반되는 결정분화작용, 즉, 동화-분별 결정작용(assimilation-fractional crystallization, AFC) (DePaolo, 1981)으로 설명될 수 있다. 현재의 자료로서 이들을 구분하는 것은 어렵지만, 동화작용만의

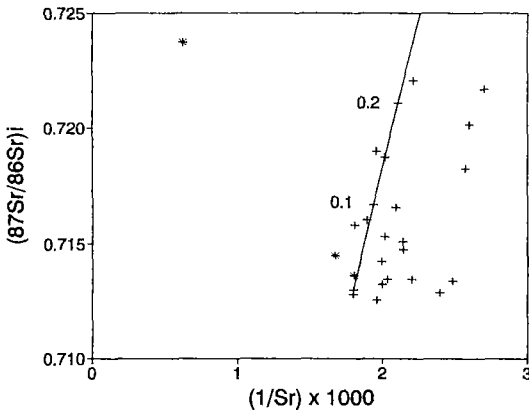


Fig. 6. Enlarged part of the Fig. 5 for the Jecheon granite only. Symbols: +, southwestern body; *, northeastern body. Note that the data from the southwestern body show a crudely positive trend, while those from the northeastern body define a negative one, which suggests that assimilated material for the northeastern body was different from the southwestern one. The line with numbers indicates a binary mixing relationship between a granite sample with a low Sr initial (0.703) from the southwestern body and an average of Precambrian basement rocks. The numbers indicate degree of assimilation.

경우를 가설했을 때, 동화정도를 개략적으로 추정할 수 있다. 이를 위해서는 두 개의 단성분이 필요한데, 동화를 받지 않았다고 생각할 수 있는 최소 Sr 동위원소비를 가지는 시료인 JCH31(Sr=556 ppm, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.7128$)을 하나의 단성분으로, 주승환(1989)의 변성 퇴적암 자료의 평균치(Sr=145 ppm, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.8455$)를 다른 하나의 단성분으로 이용하여 두 성분 혼합 방정식(two component mixing equation) (Faure, 1977)을 풀면, 0.717 이상의 시료는 약 15~22%, 0.714~0.717의 시료는 약 10% 미만의 주변물질을 동화한 것에 해당된다.

북동부 암체의 경우 앞에서 언급한 것처럼 혼화 상관관계 그림에서 부의 경향을 보이는데, 일반적으로 낮은 Sr 함량을 보이는 이 지역의 변성암 자료로는 혼화관계를 설명하기 힘들다. 특히, 시료 JCH 05는 Sr 함량이 약 1600 ppm으로 비정상적으로 높아 전형적인 화강암으로는 생각되지 않는다. 이 문제에 대해서는 앞으로의 연구가 요망된다.

초기치

동화작용을 받은 마그마에서 원래 마그마(primary

magma)의 실제 초생치를 알아내는 것은 그리 쉽지 않다. 제천 화강암체에서 가장 낮은 추정 초생치인 약 0.713은 원래 마그마의 초생치를 나타낼 수도 있고, 혹은 동화작용으로 높아진 값일 가능성도 있기 때문에 다른 자료가 없는 한, 제천 화강암체를 형성한 마그마의 원래 초생치에 대한 값은 불분명하다. 어쨌든, 이 최소 초생치는 전형적인 맨틀 기원의 암석에 대한 값(<0.708, Chappell and White, 1974) 보다 높기 때문에 그 근원 물질에 퇴적기원의 지각물질이 많이 기여했음을 나타낸다.

한편, 제천 화강암체의 연변부 시료들이 일반적으로 높은 초생치를 가지는 것은 정지되는 과정에서 주변암과의 동화작용이 마그마체(magma body)에서 부분적으로 불균질하게 일어났다는 것을 시사한다. 만약에 동화작용이 일어나면서 마그마 체임버내에서 대류와 같은 메카니즘으로 충분히 섞였다면, 동위원소비는 어느 부분에서나 동일했을 것이다.

결론

결론적으로 제천 화강암체의 Rb-Sr 동위원소 자료는 약 2억년의 관입시기를 고려할 때 다음과 같이 해석될 수 있다.

- (1) 제천 화강암체가 등시선을 정의하지 않는 것은 전체적으로 Rb/Sr 비의 변화가 작고, 주변암의 동화작용에 의해 초생치가 지역적으로 다른 것에 기인한다.
- (2) 제천 화강암체의 남동부 암체 중 Sr 동위원소비가 최소인 시료를 동화작용을 받지 않은 것으로 간주하고, 주변물질의 평균값을 다른 하나의 단성분으로 이용하였을 때, 주변물질이 약 20%까지 동화된 것으로 계산된다.
- (3) 제천 화강암체의 남동부 암체와 북동부 암체는 1/Sr-Sr 초기치 그림에서 서로 다른 혼화관계를 보여, 혼화된 물질의 종류가 다름을 시사한다.
- (4) 제천 화강암체의 최소 초기치 약 0.713이 동화작용을 받지 않은 원래 마그마의 그것을 나타내는가 하는 것은 불분명하지만, 약 2억년 전의 맨틀 비보다 높은 것은 모마그마가 진화하는 동안 지각물질이 많이 관여하였음을 시사하며, 주로 화강암체 연변부에서 높은 동위원소비를 보이는 것은 동화작용이 연변부에서 부분적으로 불균질하게 일어났음을 지시한다.

사 사

우리는 이 논문을 사려깊게 심사를 하여준 경상대학교 지질학과와 좌용주 교수와 기초과학지원센터의 박계현 박사에게 심심한 감사를 표한다.

참고문헌

김용준, 1979, 제천 화강암체에 대한 암석학적 연구. 광산지질, 12, 115-126.
 주승환, 1983, Rb-Sr법에 의한 한반도 경기육괴의 연대측정에 관한 연구. 미발간 박사학위 논문, 한양대학교, 139p.
 주승환, 1989, 삼척 및 제천지역 편마암류에 관한 Rb-Sr 연령 측정 연구. KR-88-6D, 3-50, 한국동력자원연구소.
 진명식, 김성재, 신성천, 주승환, 지세정, 1992, 남한의 옥천습곡대에 분포되어 있는 제천화강암체의 열역사.

암석학회지, 1, 49-57.
 Chappell, B.W. and White, A.J.R., 1974, Two contrasting granite types. Pac. Geol., 8, 173-174.
 DePaolo, D.J., 1981, Trace element and isotopic effects of combined wallrock assimilation and fractional crystallization. Earth Planet. Sci. Lett., 53, 189-202.
 Faure, G., 1977, Principles of isotope geology. John Wiley, New York, 464p.
 Jin, M.S., 1980, Geological and isotopic contrasts of the Jurassic and the Cretaceous granites in South Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, 16, 204-215.
 Jwa, Y.J., 1988, Petrology, geochemistry and geochronology of the granitic rocks in the Inje-Hongcheon district, South Korea. Ph.D. thesis, University of Tokyo, 142p.
 Shibata, K., Park, N.Y., Uchiumi, S. and Ishihara, S., 1983, K-Ar ages of the Jechon granitic complex and related molybdenite deposits in South Korea. Mining Geol. 33, 193-197.

(책임편집 : 좌용주)

Origin of the Jechon granite: a review of the Sr isotope data

Sung-Tack Kwon, Myung-Shik Jin* and Seung-Hwan Choo*

Department of Geology, Yonsei University, Seoul, Korea

*Korea Institute of Geology, Mining and Materials (KIGAM) 30, Kajung-dong, Yusong-ku, Taejon, Korea 305-350

ABSTRACT: This paper shows how the Rb-Sr isotope data of the Jechon granite (Choo, 1989) which do not define an isochron can be used to investigate the origin of the granite. The initial Sr isotope ratios of the Jechon granite vary from 0.713 to 0.724, when the emplacement age is assumed to be 200 Ma from previous studies of age dating. The samples with high initial ratios are mostly from the margin of the pluton. This indicates that assimilation occurred mainly along the margin, and that assimilated materials were not well mixed with the whole magma body. The degree of assimilation is calculated to be up to about 20% from a binary mixing relationship between granitic magma and country rocks. Such evidences of assimilation makes it uncertain that the lowest initial of 0.713 could represent the uncontaminated initial ratio of the granitic magma. However, the lowest ratio which is still much higher than the mantle ratios suggests that crustal material (e.g., of sedimentary origin) with high Sr isotope ratios was involved in the processes from generation to emplacement of the granitic magma.

Key Words: The Jechon granite, Sr isotope, initial ratios, origin of the granite, assimilation

변성암의 우리말 암석명에 대한 제안

김 지 영

한국원자력연구소 지질공학실

요 약: 현재 사용되고 있는 변성암과 관련된 용어들이 매우 다양하여 사용자들 간에 혼동을 초래할 부분들이 있어 이들을 조사하여 그 용례를 분류 정리하였다. 변성암과 관련된 용어의 통일을 위한 몇 가지 원칙들을 제안하였다. 변성암의 암석명 및 이와 관련된 용어의 기존의 용례를 새로이 제안한 방법에 의해 만들어진 새 암석명과 함께 대비하여 표로 제시하였다.

핵심어: 변성암, 암석명, 명명원칙

서 론

변성암의 기재시 사용하는 많은 용어들이 매우 다양하며 특히 학자에 따라 상이한 변성 암상 및 조직에 대하여 유사한 용어를 사용하거나 같은 암상에 대하여 상이한 용어를 사용하는 경우가 있다. 이는 변성암의 암상이나 조직의 변화가 심하고 기준하는 규모에 차이가 있기 때문이며 또한 암석의 기재시 성인적 의미까지 고려함으로써 일어나는 결과라고 생각된다. 따라서 변성암의 기재시에 혼란이 없도록 용어의 정의를 분명히 할 필요가 있다. 지질학 용어 사전에 각각의 용어에 대해 정의가 되어 있으나 어떤 용어들은 모호하게 정의된 경우도 있다. 또한 용어의 기재에 관한 범용의 근거 기준이 설정되어 있지 않으며, 몇 가지의 비교적 일반화된 목시적인 기준들도 사용자에게 따라서 반대되는 수도 있어서 그 해석상에 많은 문제를 유발할 수 있다.

지질학에서 사용되는 용어들에 대하여 정리를 시도한 것으로는 문교부 과학기술용어제정 심의회에서 편찬한 광물지질학용어집(1963), 유명화(1968)에 의한 광산에서 사용되어온 속어를 정리한 속어집, 한국과학기술단체 총연합회 과학기술용어집 편찬위원회에서 편찬한 과학기술용어집(1976), 상기남과 정원우(1988)가 주로 광물 명칭을 중심으로 제기한 용어 표기법, 홍영국(1989)의 영한일중 용어를 대비한 한영 지질학 용어사전 등이 있다.

암석명 및 이와 관련된 용어들 중에서 특히 변성암의 경우에는 혼란을 초래할만큼 매우 다양하다. 이러한 기재상의 다양성으로 인한 혼동을 없애고

용어 사용에 있어서의 기재 기준을 설정하여 통일된 기재 방식을 사용할 수 있도록 하기 위하여 현재 사용되고 있는 용어들에 대한 의견을 종합하고 그 정의 및 사용시의 적용에 대해 명확한 통일된 방법을 제시할 필요가 있다. 이러한 용어상의 문제를 주제로 변성암 및 이와 관련된 암석들에 관한 암석명과 암상 및 조직 등을 설명하는데 사용되어 온 용어들을 정리하고 또한 명확한 의미 부여가 곤란하다고 생각되는 용어들에 관하여 토의하기 위해 암석학 관련 연구자들이 1989년 강원대학교에서 모임을 갖고 '변성암석학에 있어서 용어의 정의 및 사용'이라는 제목으로 토의하였다. 이러한 토의 결과를 토대로 변성암석학에 있어서의 용어 사용의 기준이 되도록 하기 위하여 그 내용을 정리하여 아래와 같이 제시한다.

변성암과 관련되어 사용되고 있는 용어들

암석명의 유형

현재 사용되고 있는 용어들 중 학회지 논문들과 지질도폭에서 사용된 것들을 정리하여 유형별로 분류하여 보았다. 특히, 편마암류에 관한 암석명 혹은 단위암층명에 관한 것을 주로 취급하였다. 이들은 기본 암석명 외에 크게 아래와 같이 네 가지로 분류될 수 있다.

1. 광물조성에 의한 암석명
2. 구조 혹은 조직에 의한 암석명

3. 암석의 성인과 관련된 암석명

4. 기타 복합용어이거나 분포지역을 포함하는 암석명: 암석내의 여러 가지 특성을 복합적으로 사용하거나, 대표적인 분포지역의 이름을 사용한 암석명, 기타 암석의 특징들을 설명해주는 수식어를 붙여서 사용한 경우 등이 이에 속한다.

이제까지 문헌상에 사용되고 있던 변성암의 암석명을 유형별로 예를 들어 보면 표 1과 같다. 이들 중에는 용어의 사용이 부적절한 경우도 있으나 사용된 예 그대로 늘어 놓았다(표의 왼쪽 칸). 새로이 수정 제안된 암석명은 표 1의 오른쪽 칸에 왼쪽과 짝을 맞추어 늘어 놓았다.

동종 암석의 서로다른 표기

동종의 암석을 서로 다르게 표기하는 경우

동종의 암석을 서로 다르게 표기한 경우는 둘 이상의 용어를 수식어로 사용한 경우 수식어들의 우선 순위에 따른 배치 순서가 다른 경우, 하이픈 '-'의 사용 유무, 영문표기의 암석명이 다른 경우, 우리말 표기의 암석명이 다른 경우 등이 있다. 그 일반적인 예는 Table 1e에 모아 놓았다.

각섬석질암의 암석명

각섬석이 우세하게 함유되어 있는 각섬석질암류들은 amphibolite, hornblendite, meta-basite, hornblende schist 등 여러 가지 이름으로 기재되어 있다. 그 외에도 아래와 같은 암석명들이 사용되고 있다.

- Epidote amphibolite, Garnet bearing amphibolite, Meta-gabbro, Metabasite/Meta-basite, Hornblendite 등
- Amphibolite와 Hornblendite는 한글 표기 시에 같은 암석명이 서로 혼용되고 있다.

변성석회질암의 암석명

변성석회질암의 암석명으로 사용되고 있는 암석명은 아래와 같은 것들이 있다.

- Limestone, Calc-schist, Calcschist, Marble
- Limesilicate/Lime-silicate, 라임실리케이이트암/석회규산염암
- Crystalline limestone, 결정질 석회암

화강암질암

화강암질암에 관한 암석명은 매우 다양하게 사용

되고 있다(본문 뒷부분 및 표 1f 참조).

한글 띄어 쓰기의 문제

이 외에 암석명을 한글로 옮겨 표기할 경우에 한글 띄어 쓰기의 경우에도 여러 가지가 혼용되고 있다. 그 예를 보면,

- Banded gneiss 호상편마암/호상 편마암
- Banded biotite gneiss 호상 흑운모 편마암/호상 흑운모편마암 등이다.

기타 용어들

기타 변성암류를 기재하는데 자주 사용되는 용어들 중에 서로 혼용되는 예를 아래에서 볼 수 있다.

- Band 띠/대(帶)/호(縞 혹은 互)
- Metasomatism 변성교대작용/메타소마티즘
- Metasomatic alteration 메타소마틱변질
- Alternation 교호
- Alternation bands(layers) 교호층
- Thin layers 박층/협층/협재/혼재
- Migmatitization 미그마타이트화 작용/혼성암화 작용

이 외에도 여러 종류의 용어를 기본적인 암석명에 덧붙여서 사용할 경우 기재하고자 하는 암석을 가장 잘 나타내 주는 용어를 사용자에게 따라서 혹자는 가장 앞쪽에 위치시키기도 하고, 혹자는 기본 암석명에 가까이 두기도 한다. 이와 같이 암석의 기재나, 암석명으로 사용되는 용어 중 많은 경우 그 용례가 다양하여 사용상의 원칙이 불분명하기 때문에 독자에 따라 다르게 이해할 가능성이 높다.

거의 일반화된 몇 가지 용어나 암석명들은 사용상의 혼란을 피하기 위해서 그대로 사용하는 것이 좋겠으나, 기타 대부분의 경우에는 기본적인 기재 원칙을 수립하여 이에 따라 기재하는 것이 바람직하며 또한 이러한 원칙은 성인적인 의미를 가능한한 배제한 기재적인 방법으로 사용되어야 한다.

변성암의 암석명의 통일된 기재 방식

암석명의 기재방식

암석의 명칭은 기본 암석명에 암석의 특징을 나

(Table 1. continued)

1c. Metamorphic rock names related to their origin

기존 암석명		제안하는 암석명	
Meta-diorite	변성섬록암질암	Metadiorite	변성 섬록암
Meta-sediments	변성퇴적암(암류)	Metasediment(s)	변성퇴적암(암류)
Gneissose granite	편마상화강암	Metapelite	변성니질암
Foliated granite		Gneissic granite	편마암질 화강암
Schistose granite	편상화강암		

1d. Metamorphic rock names combined with complex terms and those which contain their type localities.

기존 암석명		제안하는 암석명	
		Biotite banded gneiss	흑운모 호상 편마암
		Quartz plagioclase banded gneiss	석영 사장석 호상 편마암
Porphyroblastic garnet gneiss		Garnet porphyroblastic gneiss	
Biotite-quartz-feldspathic gneiss		Biotite quartzofeldspathic gneiss	
	흑운모 석영-장석질편마암		흑운모 석영 장석질 편마암
Leucocratic biotite gneiss		Biotite leucocratic gneiss	
	우백질흑운모편마암		흑운모 우백질 편마암
Leucocratic biotite hornblende gneiss		Biotite hornblende leucocratic gneiss	
	우백질흑운모각섬석편마암		흑운모 각섬석 우백질 편마암
	우백질 흑운모 각섬석 편마암		
Tourmaline-garnet bearing leucocratic gneiss		Tourmaline garnet leucocratic gneiss	
	전기석-석류석 우백질편마암		전기석 석류석 우백질 편마암
Garnet bearing migmatitic gneiss		Garnet migmatitic gneiss	
	미그마타이트질 석류석편마암		석류석 미그마타이트질 편마암
Migmatitic biotite gneiss		Biotite migmatitic gneiss	
	미그마타이트질 흑운모편마암		흑운모 미그마타이트질 편마암
Porphyroblastic migmatitic gneiss		Porphyroblastic migmatitic gneiss	
	반상변정미그마타이트질편마암		반상변정질 미그마타이트질 편마암
		Hongjesa granite gneiss	홍제사 화강 편마암
		Hongjesa granitic gneiss	홍제사 화강암질 편마암
Busan migmatitic gneiss	부산 혼성편마암	Busan migmatitic gneiss	
			부산 미그마타이트질 편마암

타내는 용어들을 수식어로 사용하여 앞에 붙임으로써 이루어진다. 수식어가 둘 이상 사용될 때에는 가장 특징적인 용어를 기본 암석명에 가까이 둔다. 즉 각각의 용어의 결합은 아래와 같다.

...(3차적 특징) (2차적 특징) (1차적 특징) (기본 암석명)

변성암류의 암석명은 화성암이나 퇴적암에 비해 체계적이지 않아서 매우 다양한 형태로 사용되고 있다. 그러나 대부분의 변성암의 암석명은 주로 구조나 조직상의 특징을 반영하여 결정되었다. 일반적으로 변성암에서의 일차적인 특징은 구조 혹은 조직(texture)이다. 이차적 특징은 그 암석이 띄고 있는 색깔과 관련된 것이다. 광물조성이나 특징적인

광물 혹은 광물군은 삼차적 특징에 속한다. 이러한 각 특징들의 순서는 암석의 기재적인 면에서 생각할 때에 특히 타당하다. Barker(1983)는 화성암의 암석명을 기본 암석명에 수식어를 붙여 사용하도록 하였는데, 즉 광물, 색, 구조 혹은 조직, 기본 암석명의 순서이다.

변성암에서도 이와 같은 순서에 따라 접두어를 붙인다. 즉,

...(광물) (색) (구조 혹은 조직) (기본 암석명)

이에 따른 암석명을 예로 들면 다음과 같다.

- Biotite leucocratic banded gneiss
흑운모 우백질 호상 편마암

(Table 1. continued)
1f. Metamorphic rock names of granitic composition.

기존 암석명	제안하는 암석명
	Granitic gneiss 화강암질 편마암
	Granite gneiss 화강 편마암
	Muscovite granitic gneiss 백운모 화강암질 편마암
	Muscovite biotite granitic gneiss 백운모 흑운모 화강암질 편마암
Porphyroblastic granite gneiss 반상변정 화강 편마암	Porphyroblastic granite gneiss 반상변정질 화강 편마암
Fine grained granite gneiss	Fine-grained granite gneiss 세립질 화강 편마암
Fine granite gneiss	세립질 화강 편마암
	세립질화강편마암
Leuco-granitic gneiss	Massive granitic gneiss 피상 화강암질 편마암
Leucogranite gneiss	Leucocratic granitic gneiss 우백질 화강암질 편마암
Leucogranitic rock	
	우백화강암질편마암
	우백질 화강편마암
Leuco granite gneiss	Leucocratic granite gneiss
Leucogranite gneiss	
Leuco-granite gneiss	우백질 화강 편마암
	우백질화강편마암
	우백질화강암
	우백화강편마암
	메타소마티즘
	혼성암화 작용
	Metasomatism 변성교대작용*
	Migmatitization 미그마타이트화 작용*
	Anatexis 아나텍시스*

*암석명은 아니지만 변성암과 관련되어 사용되는 용어 중 사용법을 제안하는 내용이다.

tite-schist로 쓰지 않는다.)

· 석영 장석질 편마암의 경우에는 Quartzofeldspathic gneiss로 적는다.

(Quartz feldspathic gneiss, Quartz-feldspathic gneiss, Quartzo-feldspathic gneiss 등의 암석명은 사용하지 않는다.)

· ‘(hyphen)을 사용하는 방법도 매우 일반적인 것이지만 단어 대 단어의 나열로 암석명을 구성토록 하는 것이 ‘의 빈번한 사용을 막을 수 있을 것이며 또한 이렇게 ‘으로 연결된 ‘신조어’의 규제가 용어 사용자들에게 향후 정보 관리 작업 등을 할 수 있는 바탕을 만든다는 점에서도 매우 유용하리라 생각되어 ‘(hyphen)의 사용 제한을 제안한다.

원암의 성질을 알려주는 변성 암석명

· ‘Meta’를 기본 암석명에 접두어간으로 붙여서 사용하여 한글로 표기할 때는 다음에 오는 기본 암석명 앞에 사이를 두고 쓴다.

- Metasandstone 변성 사암

구조 혹은 조직에 관한 용어를 사용하는 암석명
대상 암석의 구조나 조직상의 특징을 나타내 주는 용어를 사용하는 경우에 기본 암석명의 앞에 붙여서 사용한다.

- Porphyroblastic gneiss
- Banded gneiss
- Augen gneiss
- Gneissic granite (Schistose granite, Gneissose granite, 혹은 Foliated granite와 같은 용어는 일반적인 암석 기재시에는 사용을 피한다.)
- Migmatitic gneiss (Migmatized gneiss 등의 용어의 사용은 피한다.)

동일 성격의 용어를 둘 이상 사용하는 암석명

· 광물이나 구조 등 동일한 성격의 용어를 여러 사용하는 경우는 가능하면 피하도록 한다. 그러나 둘 이상의 동종의 용어를 사용할 경우에는 사용하고자 하는 용어 중 그 암석의 일반적인 특성을 잘

나타내 주는 용어를 기본 암석명에 가까이 쓴다.

- Porphyroblastic *migmatitic* gneiss
반상변정질 미그마타이트질 편마암
- Porphyroblastic *banded* gneiss
반상변정질 호상 편마암
- Banded *porphyroblastic* gneiss
호상 반상변정질 편마암
- Hornblende *biotite* banded gneiss
각섬석 흑운모 호상 편마암

대표적인 분포지역의 이름이 붙은 암석명

지역명을 암석명의 제일 앞에 둔다.

- Hongjesa granitic gneiss

기 타

다양한 용례를 갖는 암석명의 경우에는 가장 많이 사용되고 있는 암석명이 혼동을 초래하지 않을 때에는 가능한 한 그대로 사용토록 하며, 한글 표기의 경우에도 중국, 일본 등 주변국가에서 일반적으로 사용되는 용어를 같이 쓰도록 하였다. 가능한 한 일반적인 용례를 따라 용어를 정리하였다.

유사한 조성의 화강암을 수석어로 사용한 변성암류에는 화강 편마암(Granite gneiss)과 화강암질 편마암(Granitic gneiss)이 있다. 일반적으로, 화강암이 변성작용을 받아 형성된 암석은 화강 편마암으로, 퇴적암류가 변성작용에 의해 화강암질암이 된 경우에는 화강암질 편마암으로 쓴다. Granite-gneiss로는 표기하지 않는 것이 좋겠다. 위의 두 암석명의 사용은 비교적 빈번하나 용어에 암석의 성인과 관련된 내용을 포함하고 있어 일반적인 기재적 용도로는 적절하지 않다고 생각되며 이의 사용은 전적으로 사용자의 의견에 따라 즉 성인적 논의에 따라 선택될 수 있을 것이다.

‘Granite gneiss 화강 편마암’과 ‘Granitic gneiss 화강암질 편마암’은 두 단어로 된 암석명을 기본 암석명으로 간주하여 그 앞에 수석어를 붙이는 것이 현재의 암석명 사용 관행으로 보아 큰 혼란이 없을 것으로 생각된다(예, Biotite granitic gneiss, 흑운모 화강암질 편마암; Massive granite gneiss, 피상 화강 편마암; Porphyroblastic granite gneiss, 반상변정질 화강 편마암 등).

화강암이 변성작용을 받아 형성된 암석을 ‘화강 편마암 Granite gneiss’로 쓰는 대신에 ‘변성 화강암 metagranite’로, 그리고 편마암질(gneissic) 조직을

보여주는 변성 화강암은 ‘편마암질 변성 화강암 gneissic metagranite’로 쓰기로 하자고 제안하는 의견도 있으며 이에 대해서는 여러 사용자들의 의견 수렴이 필요하다고 생각된다.

Injection gneiss와 같이 암석의 성인을 내포하는 암석명의 사용은 되도록 피한다. Granulite, Granoblastite, Charnockite, Eclogite 등의 암석명은 발음 되는 대로 그라놀라이트, 그라노블라스타이트, 차노카이트, 에클로자이트로 그대로 사용한다.

암석명의 명명 원칙

기타 암석명을 명명할 때에 사용할 수 있는 원칙들을 아래와 같이 정의하였다.

1. ‘합000질’(ooo bearing 혹은 ooo-bearing)이라는 수식어는 특수한 목적으로 사용할 때를 제외하고는 가능한 한 그 사용을 피한다.

2. 암석명 앞에 광물명이 아닌 원소명은 특별한 경우를 제외하고는 사용하지 않는다(예, Iron-bearing quartzite).

3. 두 개의 광물명을 병기할 때는 그 암석을 대표해 주는 광물을 기본 암석명에 가까이 놓는다.

(이것은 기본 암석명에 가까울수록 그 암석의 특징을 잘 나타내주는 용어를 붙이는 원리와 일치한다. 변성암에서의 암석명의 경우 광물은 그 암석내의 분포 양보다는 특징적인 광물이 우선한다.)

4. Amphibolite는 앰피블라이트로 적고, Hornblendite는 각섬암으로 적는다.

이는 Pyroxenite를 휘록암으로, Dunite를 감람암으로 표기하는 일반 원칙과 부합되는 표기법이다. 그러나, Amphibolite를 각섬암으로 Hornblendite를 보통각섬석암으로 적자는 의견도 있으며 이에 대해서는 여러 사용자들의 의견 교환을 통해 결정 되는 것이 좋을 것이다.

5. Banded gneiss는 호상 편마암으로 쓴다. 한자 표기는 ‘縞狀 片麻岩’으로 하며 ‘互狀 片麻岩’으로 쓰지 않는다. ‘대상편마암’이라는 용어는 사용하지 않는다.

6. ‘-ic’라는 형용어가 붙은 용어는 ‘-질’로 쓴다(예, porphyroblastic 반상변정질).

7. Pegmatite, aplite 등의 용어는 발음대로 적는다(페그마타이트, 애플라이트). Pegmatitic, aplitic은 페그마타이트질, 애플라이트질로 쓴다.

8. Granite gneiss는 ‘화강 편마암’으로 쓴다.

9. 석영 장석질 편마암은 'Quartzofeldspathic gneiss 석영 장석질 편마암'으로 적는다.

* 한글 띄어 쓰기의 문제에 대해서는 한글 명칭을 사용할 때 각 단어를 모두 띄어 쓰기를 제안한다(예, 각섬석 흑운모 호상 편마암).

새로운 암석명의 기재방식에 의한 변성암의 암석명의 예

표 1에 늘어 놓은 암석명들은 위에 제안된 방법에 의해 만든 것이다. 왼쪽에 늘어 놓은 암석명들은 기존 문헌에서 써온 암석명이다. 이들 용례 중에는 암석명의 사용이 잘못 되었거나 모호하게 사용된 경우가 많았다. 영어표기 및 우리말 표기를 동일 압중 기재에 같이 쓴 경우는 같이, 둘 중에 한 가지만 쓴 경우는 하나만 표기하였다. 이러한 암석명은 표의 오른쪽 칸에 표시한 것처럼 새로이 제안된 방법에 따라 고쳐쓸 수 있을 것이다. 영문표기를 고친 경우와 우리말 표기를 고친 경우 그리고 둘다 고친 경우 등이 있다. 기존 암석명이 없이 제안 암석명만 써놓은 경우는 일반적인 용례의 예 들이다. 그 내용은 되도록 이미 논문이나 지질도 등에서 사용되어온 암석명들을 최대한 예로 들어 나열하였다.

사 사

이 제안은 1989년 암석학 연구자들의 모임에서

논의된 '변성암석학에 있어서 용어의 정의 및 사용'이라는 제목의 토의에 토대가 된 조사 자료와 토의 내용을 중심으로 하여 정리, 작성된 제안이다. 토의 참석자들의 도움말에 감사하며, 초고를 읽고 논평해 주신 조문섭, 오창환 두 교수님께도 감사를 드린다. 앞으로 이의 사용에 관한 제안들이 암석학회를 중심으로 활발히 진행되어 더욱 수정 발전되기를 희망한다.

참고문헌

문교부 과학기술용어 제정 심의회, 1963, 광물 지질학 용어집, 민중서관, 서울, 245p.
 상기남, 정원우, 1988, 지질학 용어의 표기법에 대하여, 광산지질, 21, 401-406.
 유병화, 1963, 광산속어집교, 광산지질, 1, 54-69.
 한국과학기술단체 총연합회 과학기술용어집 편찬위원회, 1976, 과학기술용어집, 한국과학기술단체 총연합회, 서울, 1363p.
 홍영국, 1989, 영한일중·한영 지질학 용어사전, 형설출판사, 서울, 223p.
 Barker, D. S., 1983, Igneous rocks, Prentice-Hall, New York, 417p.

(책임편집 : 조문섭)

Korean nomenclature of metamorphic rocks: a proposal

Ji Young Kim

Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 7, Daeduk-Danji, Taejeon, Korea, 305-606

ABSTRACT: Review of metamorphic terms and rock names from various published articles in Korea reveals that they have often been misused and they may lead to a faulty results in the interpretations of the geologic mass. Their usage can be classified into several groups. A few simple rules are proposed for use in naming metamorphic rocks. The new rock names made by the proposed rules are listed as table with old names.

Key Words: Metamorphic rock, rock name, rules of nomenclature