

④ 분당 정자동 흑운모 편마암 (분당정보통신센터 신축부지)
현지기경 관찰보고서 (93.11.)

지질개요

조사구역은 행정구역상 경기도 성남시 정자동 54-1 일대로서 한국통신
분당정보통신센터 신축 부지이다. 조사구역은 1/50,000 지질도폭증 둔전(屯
田)도폭에 속하여 전반적으로 조사부지의 지질은 선캄브리아 시대의 경기
편마암 복합체에 속하는 호상(縞狀) 흑운모 편마암으로 구성되어 있다.

이 편마암의 편마구조(gneissosity)는 N50°-80°E의 주향과 20°-30°NW
의 경사가 우세하며 일부 N60°W의 경사와 10°NE의 경사를 보일 정도로
대단히 엘리의 발달 방향이 다양하고 변형되어 있다. 그러나 대체로 이 지
역 편마암류의 편마구조는 북북동 내지는 북동동 주향 방향이 우세하다고
Discontinuity에 대한 기록보고되고 있다(홍승호·이병주, 1982). 조사지역에서 관찰되는 단층은 주향
bedding
filiation
fault
joint
이 EW이고 경사는 70°S내지는 거의 수직이며 약 10cm 폭 단층면에 현저
한 단층점토들이 발달되어 있다. 절리구조는 주향이 N60°W, 경사가
60°SW가 우세한 절리4조가 관찰되며 특히 주향이 EW인 단층과 사교하고
있다. 또한 절리주향이 N20°-30°W이고 경사가 30°-40°NE인 절리2조가 관
찰된다.

굴착노출면에서 관찰되는 편마암의 조암광물은 주로 석영·장석이 회백
질부분에 그리고 흑운모가 녹흑질부분에 우세하게 관찰되며 특히 흑운모의
녹나석화 변질이 현저하게 관찰된다. 심한 변질작용과 변형구조로 말미암아
흑운모 및 녹나석이 부화된 암상도 발견되며 특히 이 지역일대에 발달된 편
마암의 편마구조, 절리 및 단층의 발달로 말미암아 국지적으로 암석의 풍화
가 심한 현상을 보이고 있으며 암질도 약한 경향을 보이고 있다. 풍화단계
(weathering grade)는 신선암(fresh rock, 풍화단계 I)부터 심한 풍화암
(completely weathered rock, 풍화단계 V로서 암석이 완전히 풍화된 경우
이며 단지 암석의 원래 조직만이 남아 있는 경우임)에 이르기까지 풍화정도
가 다양한 특성을 보이고 있다.

실험결과

경기도 분당 정자동의 호상 흑운모 편마암(banded biotite gneiss)에서
채취한 총 7개의 암석 시료는 그 변질 정도에 따라 세 부류로 나뉘어 지는데,
그 구분은 암석의 육안 관찰, 편광현미경을 이용한 광물 및 조직 관찰
그리고 micropetrographic Index와 microfracture Index의 비교로써 가능
하다.

(1) 육안 관찰을 통한 각 유형의 비교

W 1,2,3의 세 시료는 육안상 주로 석영과 장석으로 구성된 규장질층
(felsic layer)과 주로 흑운모로 구성된 고철질층(mafic layer)이 호상구조
(banded structure) - 드물게 안구상구조(augen structure)를 보이면서 서
로 화연히 구분되며 이는 단면에 더욱 잘 나타나는데, 심한 풍화환경에 놓
였던 일부 외면은 녹니석으로 변질되기도 하였다. 고철질층의 폭은 최소
 $<1\text{mm}$ 에서 최대 5mm 에 놓인다. 규장질층의 폭은 이보다 변화가 커서, 가
장 신선한 W1 시료는 최대 10mm 이지만 다른 두 시료는 $15\text{-}20\text{mm}$ 에 이른
다.

이보다 변질의 정도가 좀 더 심한 M 1,2,3 시료는, 규장질층의 폭이 최
대 27mm 에 이르는 M2, 밝은 색을 띠며 호상구조를 보이지 않고 조립질인
M3 및 어두운 색이고 조립질인 M1에 이르기까지 다양한 형태를 나타낸다.
이들은 모두 석영 및 방해석의 세맥이 수 개 관입해 있으며 강도는 크나 W
1,2,3에 비해 다소 ‘깨지기 쉬운 (brittle)’ 성질이 있다.

가장 변질의 정도가 심한 S1은 세맥이 많이 관입해 들어왔으며 매우
brittle한 것이 특징이다.

(2) 현미경 관찰 결과 (사진 1 - 7 참조)

각 시료의 현미경 감정 결과 석영, 사장석, K-장석, 흑운모 등이 일차
주구성 광물로, 녹니석, 견운모, 백운모, 점토광물 등이 이차 변질광물로 다

량 존재하며 일부 시료에서는 방해석이 맥상으로 관입해 있고 미량의 불투명광물이 존재한다.

편광현미경을 통해 본 W 1,2,3 시료에서는 규장질층의 광물들은 변질 정도가 심하지 않고 조립질이지만 고철질층의 광물들은 상대적으로 변질의 정도가 심하다. 석영의 경우 특히 고철질 중의 석영은 재결정작용을 받아 상당히 deform되어 봉합조직(sutured texture)과 파동소광을 보여 준다. 장석의 경우 내부의 perthite 구조 등을 따라 견운모나 점토광물 등으로 변질이 되고 있으며, 흑운모는 그 형태가 상당히 뒤틀려 있어 높은 압력을 받았음을 나타내고 또한 녹니석 및 백운모로 변질되려는 단계에 있는데 특히 W3에서는 이미 상당히 녹니석으로 변질되어 있다. W1 시료에서는 본래의 고유한 색이 탈색된 흑운모의 주위에 불투명광물들이 많이 나타나는데 이는 변질 과정 중 흑운모 내의 Fe나 Mg가 용탈(leaching)되어 불투명광물을 형성해 흑운모의 주위에 밀집되어 있는 것이 아닌가 생각된다. 고철질 중의 광물들은 엽리 방향을 따라 신장된 특징을 보여준다.

이런 변질작용은 M 1,2,3 시료에서 더욱 잘 나타나는데 신선한 흑운모는 거의 찾아보기 힘들며 대부분 녹니석으로 변질되었거나 고유의 색을 잊고 백운모로 변질되었다. 특히 방해석이 맥상으로 관입한 것이 눈에 많이 띵며 장석류 또한 거의 견운모와 점토광물로 변질되었다.

S1 시료에서는 나타나는 거의 모든 광물들이 원래의 광물을 알아보기 힘들 정도로 변질, 파쇄되어 있고 단지 일부만이 반정으로 남아 있어 고온, 고압의 영향을 직접 받았음을 짐작하게 한다. 또한 S1 시료에서는 방해석 맥의 관입이 많은 것이 눈에 띈다.

(3) Micropetrographic Index와 microfracture Index 비교 (Table 1

참조)

모드분석을 하여 신선한 일차광물과 변질된 이차광물의 부피비를 나타내는 micropetrographic index를 구하였다. 입자 크기를 고려하여 현미경

Table 1. Micropetrographic and microfracture indices of studied rock specimens.

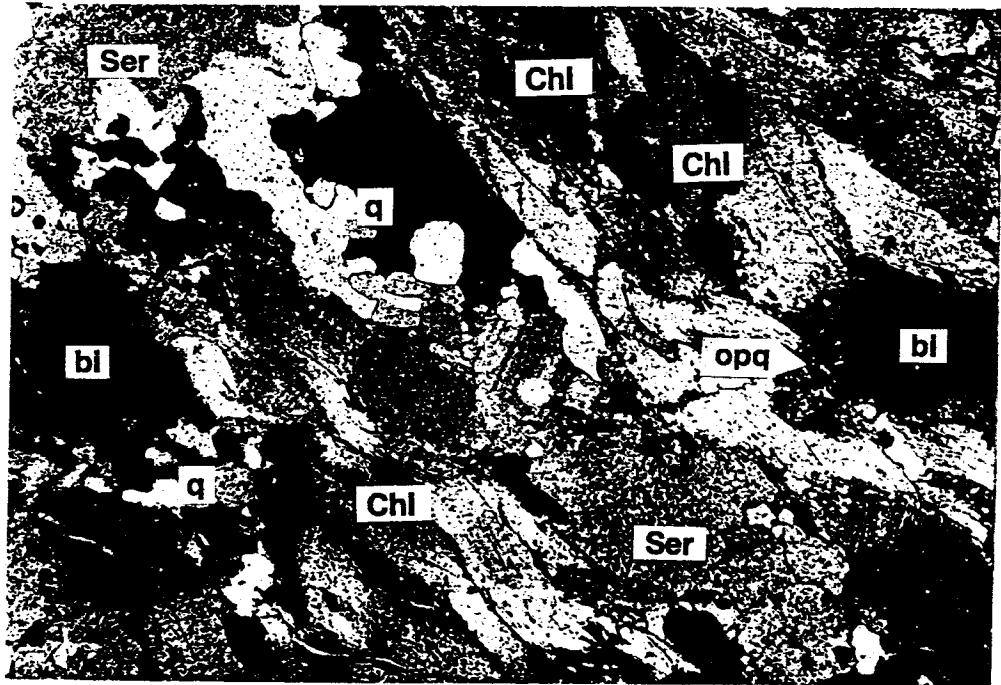
Sample No.	Micropetrographic Indices, I_p				Microfracture Indices, I_f
	No. of observed points	sound constituents, %	unsound constituents, %	I_p	
W1	330	69.1	30.9	2.24	3.0
W2	330	64.8	35.2	1.84	10.3
W3	294	64.6	35.4	1.82	4.0
mean		66.2	33.8	1.97	5.8
M1	314	50.6	49.4	1.02	4.7
M2	308	46.8	53.2	0.88	7.3
M3	330	43.9	56.1	0.78	13.7
mean		47.1	52.9	0.89	8.6
S1	320	22.8	77.2	0.30	1.7

배율은 50배로 하였으며 수평과 수직, 각 측정점 간의 거리는 0.5mm로 하여 약 300 여개의 측정점을 조사하였다. **Micropetrographic index(I_p)**는 'unsound constituents(%)'에 대한 'sound constituents(%)'의 비로 나타내는데 이 때, 'sound'한 광물은 석영, 사장석, K 장석, 흑운모, 방해석 등의 일차광물을, 'unsound'한 광물로는 녹니석, 견운모, 이차 백운모, 점토광물 등의 이차광물을 대상으로 하였다.

조사 결과 W 1,2,3 시료의 평균, M 1,2,3 시료의 평균 및 S1 시료의 값이 각각 1.97, 0.89, 0.30으로 나타나, 육안 관찰 및 편광현미경 관찰에서 나타났던 차이점에 따라 크게 세 개의 부류로 나뉘어 점을 알 수 있다. 한편 화강암에 대한 지질공학적 조사에서 다루는 I_p 분포를 보면 I_p 가 3 이하이면 완전히 풍화된 암석으로 간주하는데, 본 지역의 편마암은 모두 3 이하의 값을 갖고 있지만 이차광물이 풍화산물이 아니라 변성에 의한 변질작용의 산물이라는 점을 감안할 때 이상의 구분이 유효하리라 생각한다.

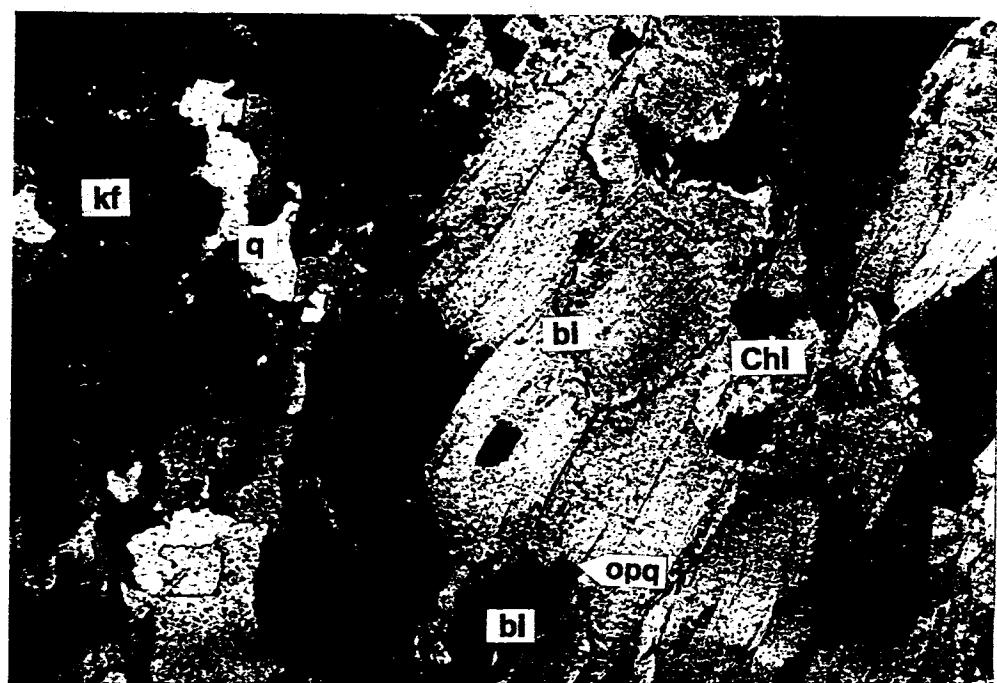
한편, 박편상에서 10mm 길이의 선을 따라 존재하는 미세균열이나 공극 등의 **microfracture**의 수를 측정하는 **microfracture Index(I_m)**를 구하였다. 이 때, 모두 3개의 선상에서 구해 그 평균값을 사용하였다.

그 결과 S1 시료에서 가장 작은 I_m 값이 나옴으로써, 변질이 진행될수록 미세균열 및 공극의 수가 증가할 것이라는 예상과는 다른 결과를 보였다. 그러나 그 이유로서 시료 개수가 하나이므로 대표성을 띠기가 어렵고 편광현미경 하에서는 관찰하기 어려운 극히 작은 균열의 존재 가능성 등을 생각할 수 있다.



(a)

0.2 mm



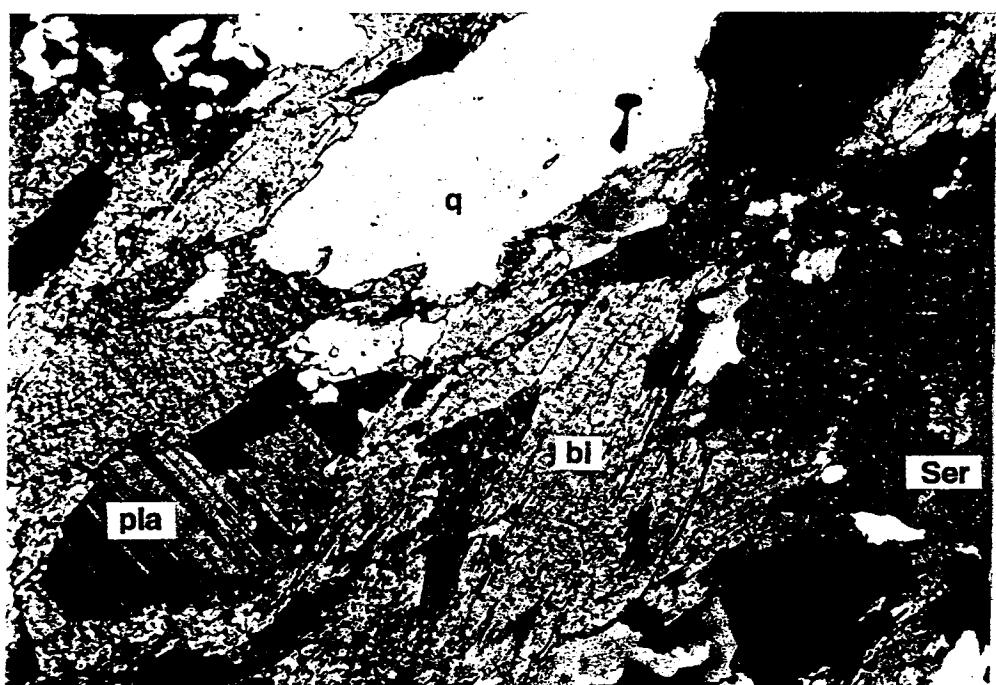
(b)

0.2 mm

시료 W1의 현미경 사진.

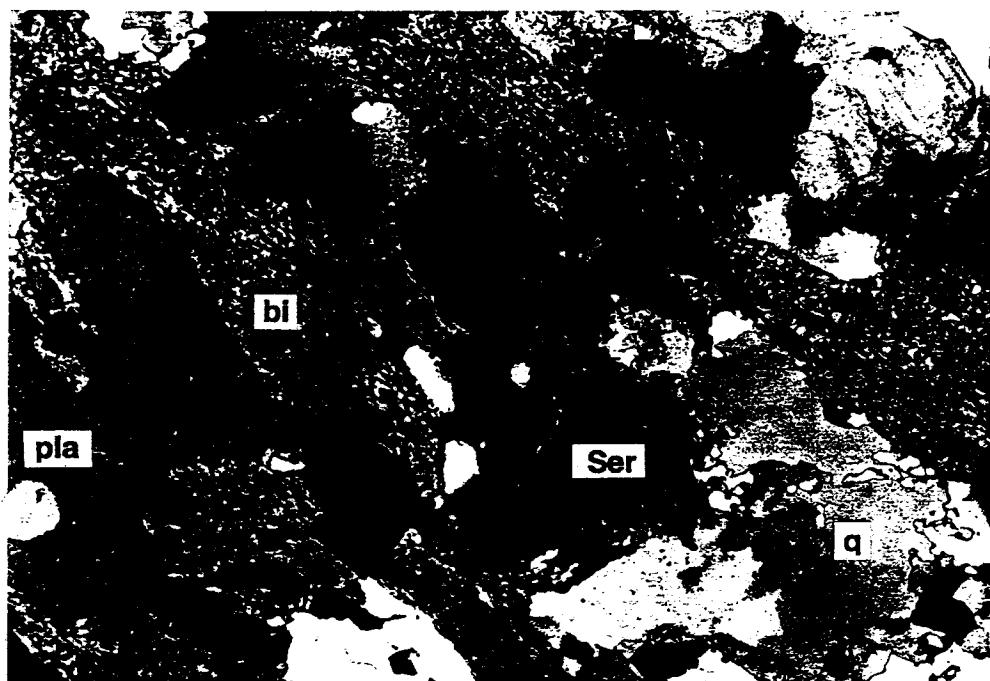
- (a) 전체적으로 deform 되고 녹니석화 및 이차 백운모화 단계에 있는 흑운모가 엽리 방향을 따라 재배열된 특징을 보인다. 일부 K 장석의 내부에서부터 견운모로 변질되고 있다.
- (b) 심한 압력을 받지 않아 전체적으로 원형을 보존한, 백운모로 변질단계에 있는 흑운모와 석영의 큰 입자가 눈에 띄나 흑운모는 탈색되고 불투명광물의 미세한 입자가 보인다.

q: 석영, bi: 흑운모, kf: K장석, pla: 사장석, ca: 방해석,
Ser: 견운모화, Chl: 녹니석화, opq: 불투명광물.



(a)

0.2 mm

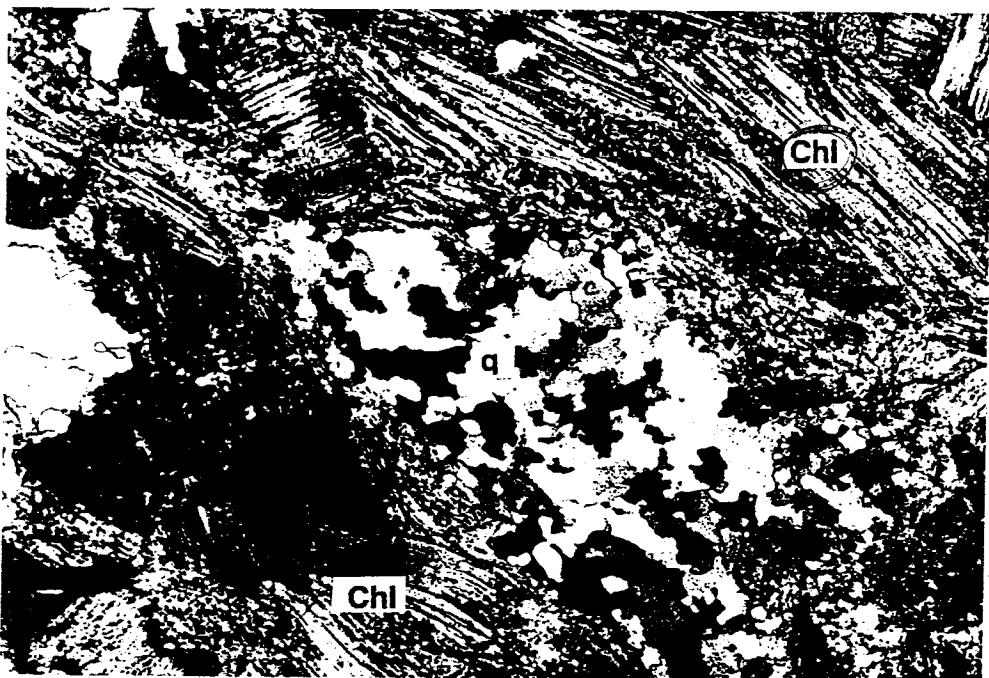


(b)

0.2 mm

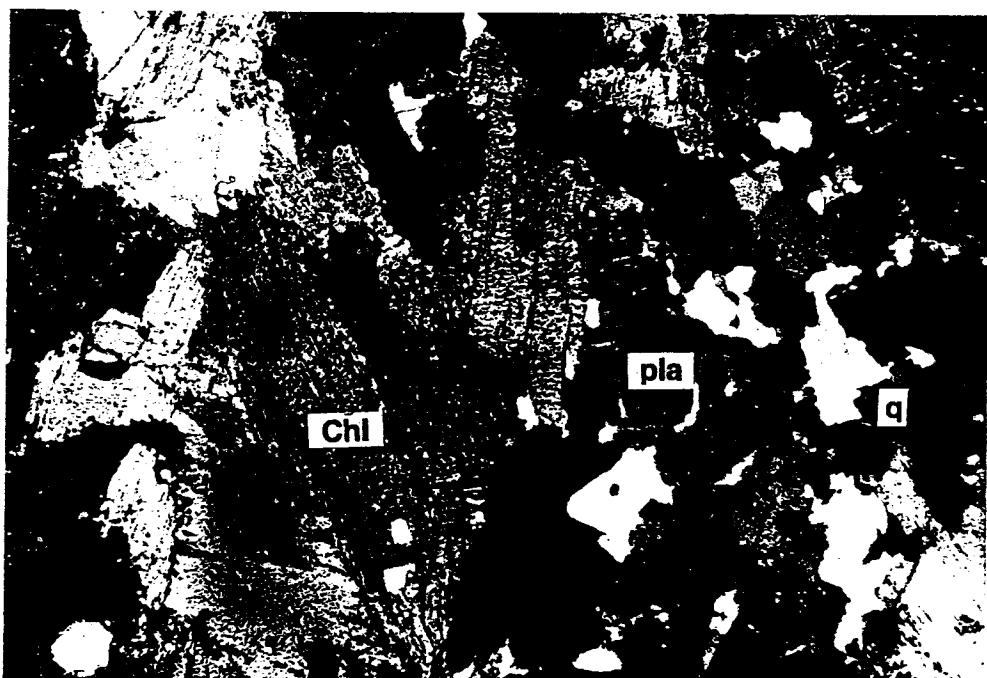
시료 W2의 현미경 사진.

- (a) 사진 우측에서 보듯이 사장석 내부에서부터 견운모화하고 있으나 흑운모와 석영의 deform 된 형태나 변질 정도는 그리 심하지 않다.
- (b) 상대적으로 변질의 흔적이 심하지 않은 흑운모의 입자가 염리 방향으로 신장되어 있으며 사진 중앙의 K 장석이 견운모로 변질되어 있고 우측 하단부에는 신선한 석영이 눈에 띈다.



(a)

0.2 mm

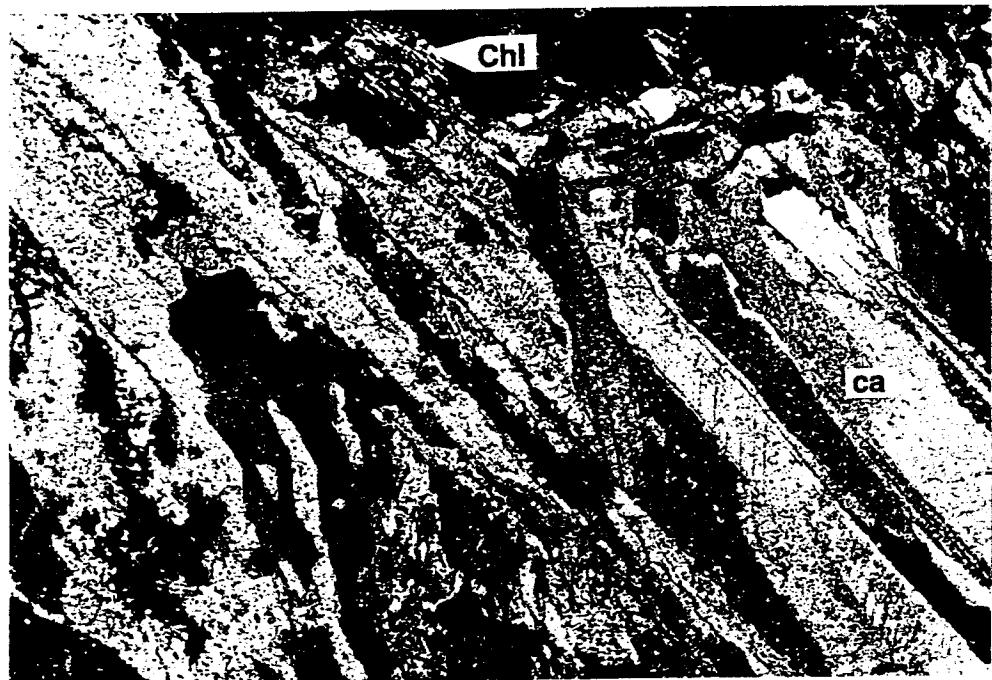


(b)

0.2 mm

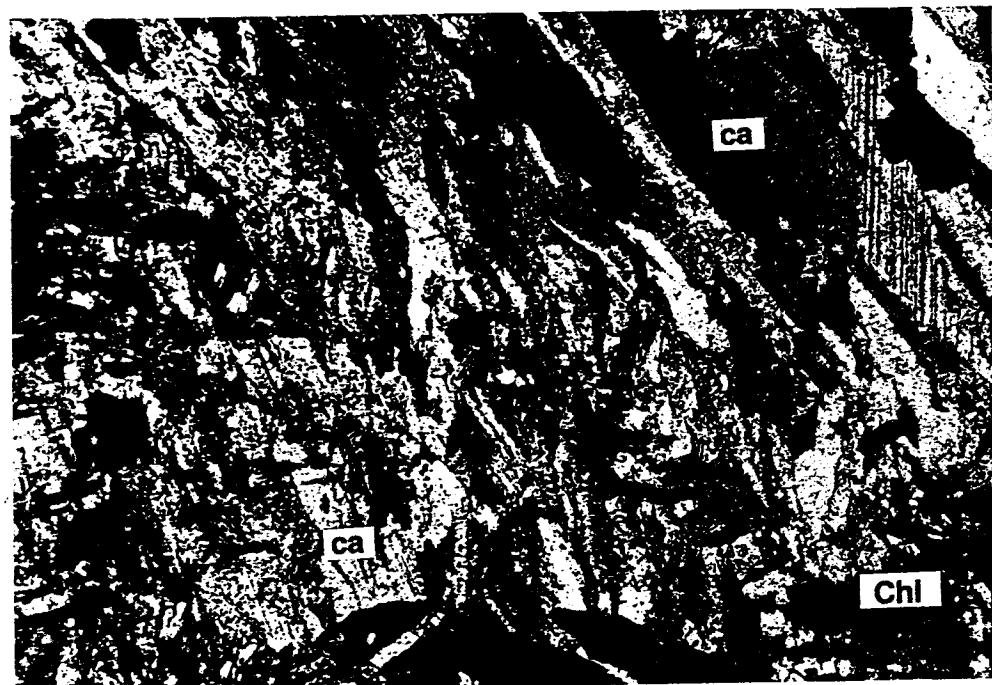
시료 W3의 현미경 사진.

- (a) 흑운모의 녹니석화가 상당히 진행되어 있으며 중앙의 석영은 봉합조직과 파동소광을 보임으로써 재결정작용을 받았음을 알 수 있다.
- (b) 좌측에 위치하는 흑운모의 변질을 관찰할 수 있다.



(a)

0.2 mm

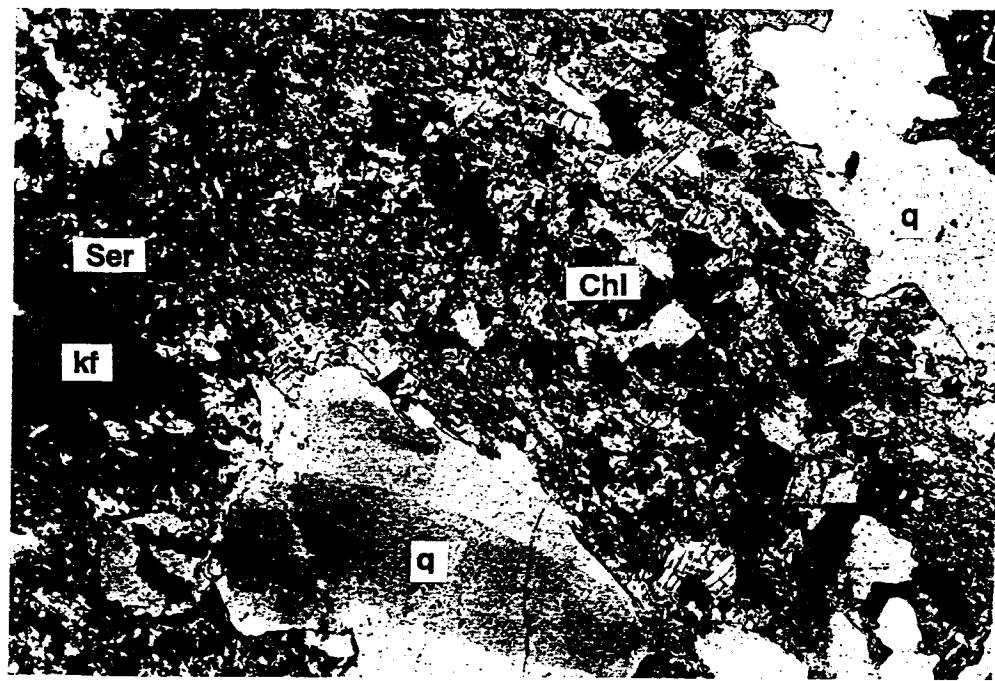


(b)

0.2 mm

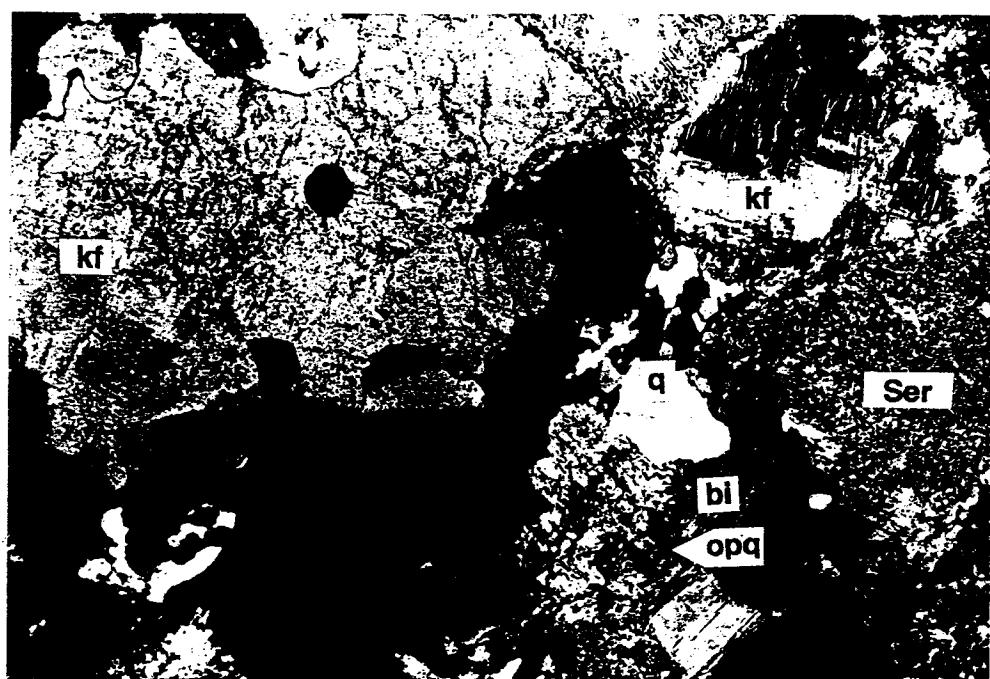
시료 M1의 현미경 사진.

- (a) 세맥상태로 관입한 방해석 결정이 관찰되며 사진 상부에는 흑운모가 심한 변질을 받은 산물인 녹니석이 보인다.
- (b) 방해석의 세맥이 관입했으며 부분적으로 포획된 녹니석의 *relics*가 관찰된다.



(a)

0.2 mm

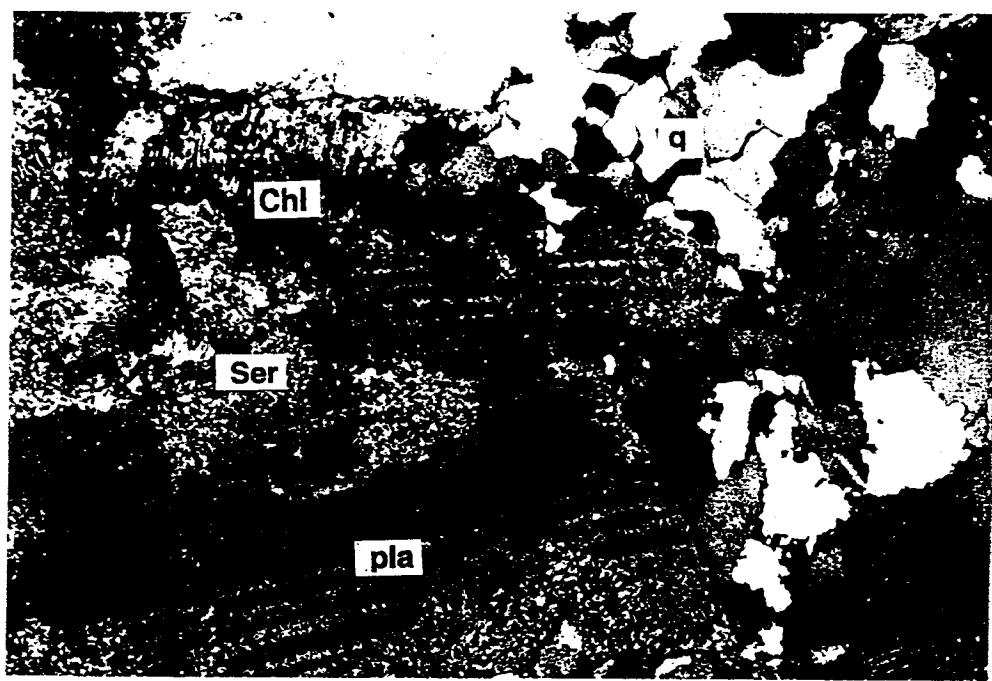


(b)

0.2 mm

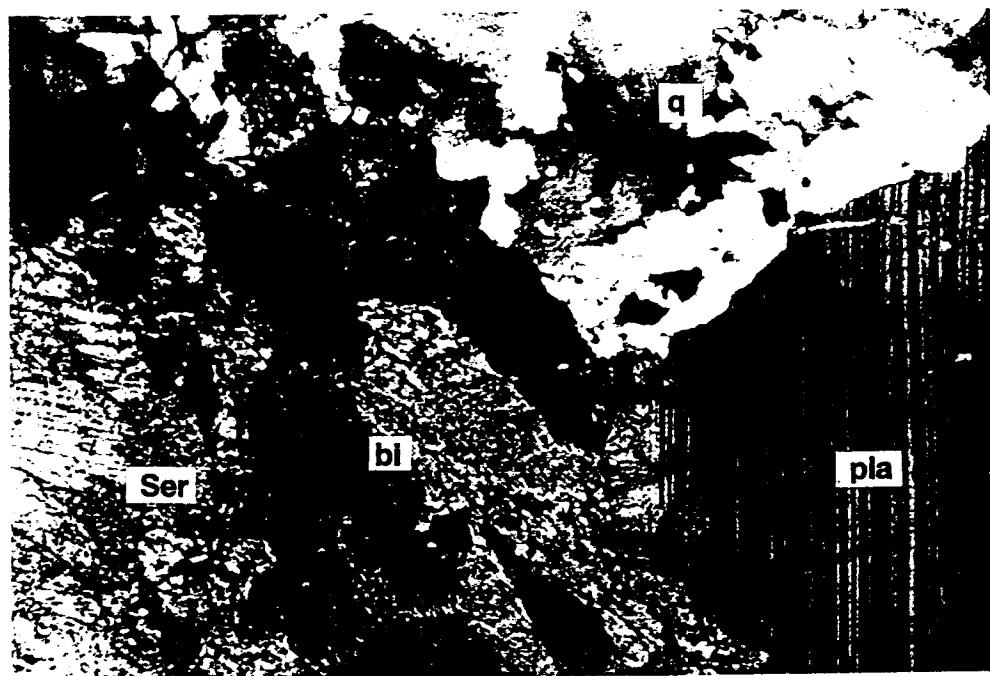
시료 M2의 현미경 사진.

- (a) W 1,2,3시료에 비해 흑운모가 상당히 변질되어 녹니석화 하였으며 흑운모 중에 포획된 장석류 및 사진 좌측의 K 장석은 견운모로 변질되었다. 사진 하부와 우측 상단부에는 비교적 변질에 강한 석영입자가 눈에 띈다.
- (b) 사진 우측에는 장석류가 견운모로 변한 것이 보이며 좌측에는 변질의 초기 단계를 보이는 장석류가 존재한다. 흑운모 주변부에는 불투명광물이 농집해 있다. 우상부에는 perthite 구조를 보이는 장석류가 있는데 일부 장석은 견운모로 변해 있다.



(a)

0.2 mm

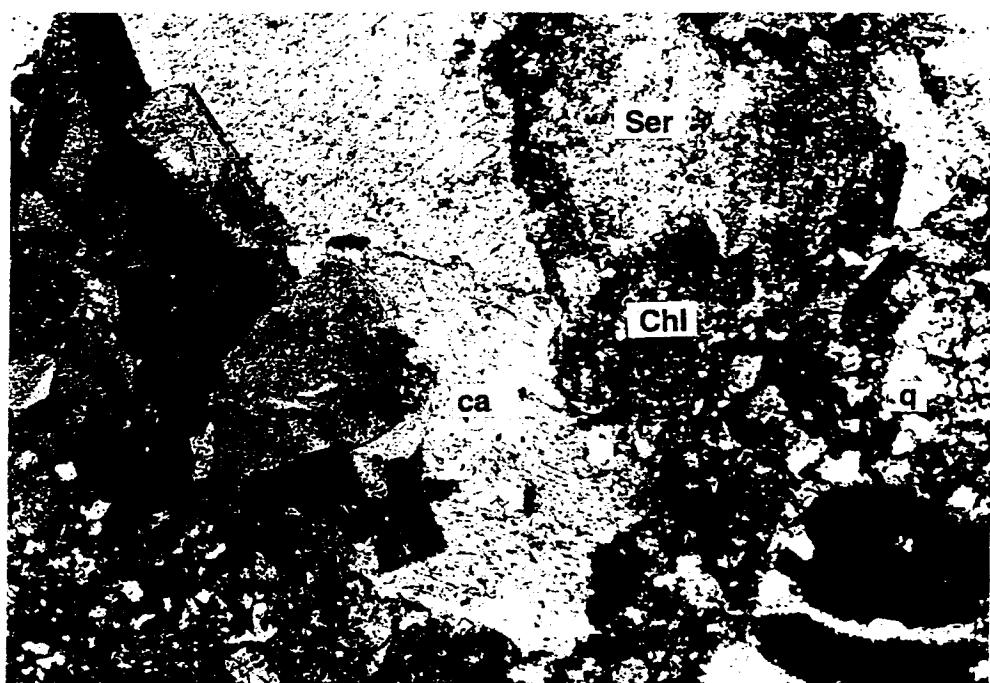


(b)

0.2 mm

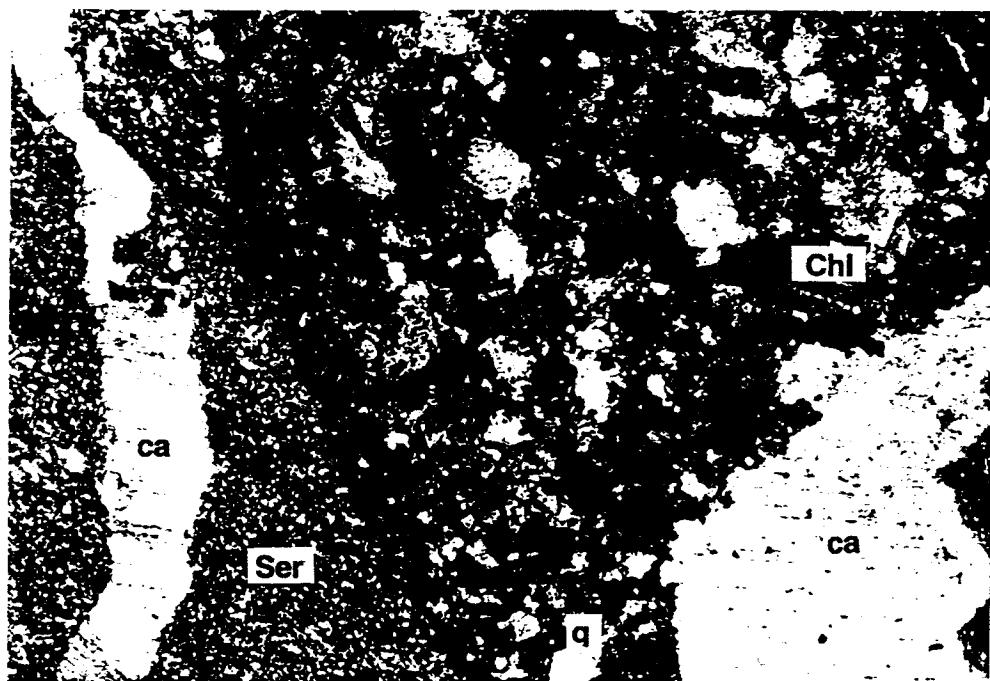
시료 M3의 현미경 사진.

- (a) 사장석의 내부 및 주변부에 견운모화가 진행되고 있는 것이 관찰되며 그 상부의 흑운모는 녹니석화하고 있다.
- (b) 녹니석화가 진행되고 있는 흑운모가 보이나 전체적으로 석영과 사장석을 포함해 변질의 정도가 심하지 않은 부분이다.



(a)

0.2 mm



(b)

0.2 mm

시료 S1의 현미경 사진.

(a),(b) 세액으로 관입된 방해석 입자를 제외하고는 일차광물의 존재를 식별할 수 없을 정도로 심하게 파쇄, 변질되어 있다.