

## 포천-의정부지역 화강암류 석재자원의 암석학적 특성연구

윤 현 수

한국자원연구소 광상연구부

**요 약** : 포천-의정부사이에 분포하는 쥬라기 화강암류는 조립질이고 치밀하며, 대체로 회색 화강암(Gg)과 옅은 담홍색 화강암(Gp)의 두 종류로 구분된다. 이곳의 석재자원은 양주석이란 석재 상품명으로 통용되고 있다. 열극 간격 및 극밀도 다이어그램의 우세 방향으로 미루어 Gg에서는 규격석의 석재자원이, Gp에서는 쇄석자원의 산출이 우세할 것으로 해석된다. Gg와 Gp의 암석물성중 비중은 각각 2.64와 2.61로 거의 유사한 값을 가진다. 그리고 흡수율과 공극율은 Gg는 0.32%와 0.44%, Gp는 0.86%와 1.13%로서 후자에서 뚜렷이 높으며, 이는 Gg보다 Gp내에 더 발달된 미세열극에 기인되는 것으로 해석된다. 공극율에 대한 흡수율은 뚜렷한 정의 상관관계를 이루어 공극율이 클수록 함수능력이 증가되는 경향을 뚜렷이 보여준다. 압축강도는 Gg와 Gp가 각각 1,726 kg/cm<sup>2</sup>과 1,717 kg/cm<sup>2</sup>로서 모두 경암에 해당한다. 압축강도는 부성분광물(흑운모 + 기타광물 모드 = Bt + Ac)보다 주성분광물(석영 + 알칼리 장석 + 사장석 모드 = Qz + Af + Pl)의 함량과 정의, 인장강도는 주성분 및 부성분광물과 정의 관계를 이룬다. 마모경도는 Qz + Af + Pl과는 정의, Bt + Ac와는 부의 관계를 이루어 경도가 높은 주성분광물과 정의 상관도를 가진다.

**핵심어** : 양주석, 극밀도 다이어그램, 암석물성, Qz+Af+Pl, Bt+Ac

## 서 언

연구 지역은 경기육괴 분포지인 포천-의정부사이로서, 주변의 선캄브리아기 편마암 복합체를 관입하였고 서울에서 포천북부 일대에 걸쳐 분포하는 대보 화강암질 저반의 중부에 해당한다. 이곳의 화강암류 암석자원은 "양주석"이라는 상품명으로 통용되고 있으며, 대체로 회색 계열의 중-조립질 화강암류(Gg)와 담홍색-담회색 계열의 조립질 화강암류(Gp)로 구분될 수 있다(Fig. 1). 이들 Gg에는 석재자원을, Gp에는 쇄석자원을 대상으로 하는 석산이 분포해 있다.

이 연구는 이들 화강암류의 여러 암석학적 특성을 석재 산업자원 관점에서 다룬 것으로서, 연구지역의 대부분을 차지하는 Gg와 Gp의 전반적인 암석기재, 산출특성과 구성광물차이 등을 비교하였다. 각 암상을 대표하는 석산에서 가장 신선한 시료를 택하여 비중, 흡수율, 공극율, 압축 및 인장강도, 마모경도를 측정하여 이들 암석의 물리적 특성과 암석학적 특성과의 상호관계 그리고 미세열극 등을 비교연구하였다. 또한 모드 분석을 실시하여 주성분 및 부성분 광물의 함량변화에 따른 물성값의 변화관계 등을 연구하였

다. 그리고 가능한 많은 열극 자료를 수집하여 불연속면의 발달상 차이에 따른 암석자원의 용도를 암상별로 제시하였다.

이 지역에 관해서는 Kwon *et al.*(1994)의 화강암질 저반의 암석학 및 지구화학적 연구, 윤현수(1995)의 화강암류의 산상과 암석화학 그리고 Na(1978, 1979)의 광역변성작용 등의 연구가 있다.

## 암석기재 및 미세열극

포천-의정부는 서울에서 포천 북부일대에 걸쳐 분포하는 대보 화강암체 저반의 중부로서, 주요 구성암은 선캄브리아기의 편마암류, 쥬라기의 화강암류 그리고 소규모의 백악기 화강암류 등이다(Fig. 1; 윤현수, 1995). 편마암류는 주로 호상편마암, 화강암질 편마암과 편암 등으로 구성된다. 쥬라기 화강암류는 큰 규모의 암체를 이룬 중-조립질암으로서, 대체로 조립질이 우세한 편이며, 회색 화강암(Gg)과 옅은 담홍색 화강암(Gp)으로 구분할 수 있다. Gp는 대체로 연구지역의 중심부와 서부에 분포하며 비교적 고 지대를, Gg는 동부 일원과 북서부에 분포하며 국부적으로 입도감소 및 반상조직화 경향이 주변부에 발달되기도

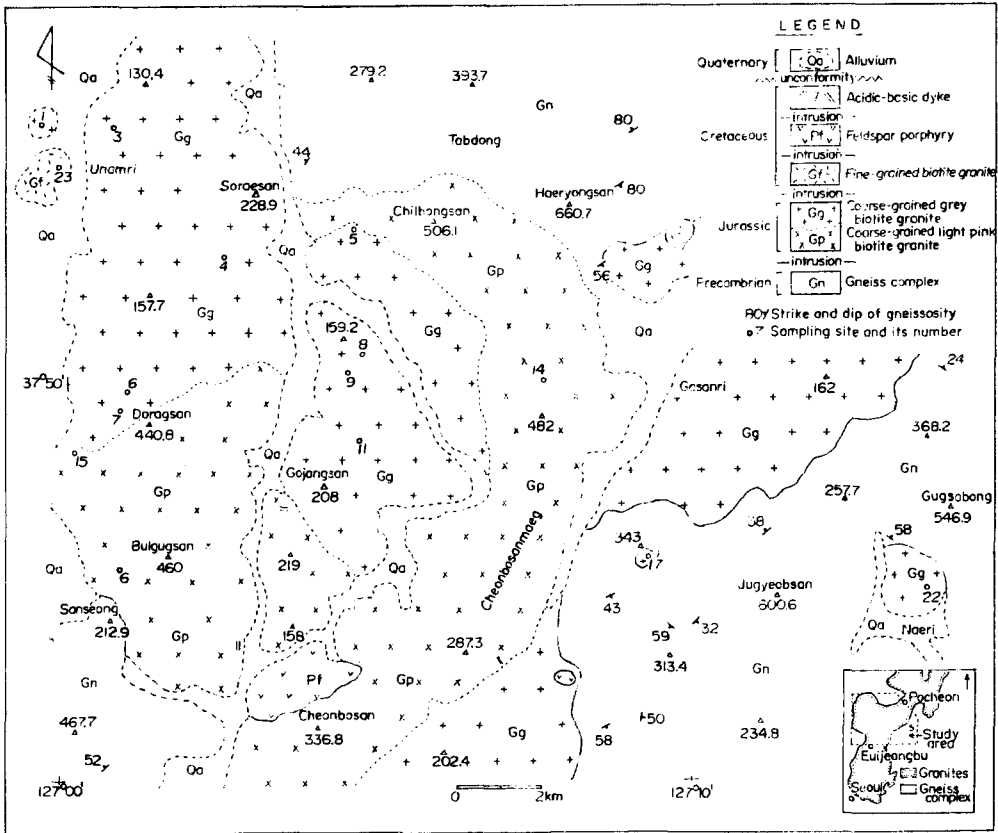


Fig. 1. Geologic map and sampling sites of the Pocheon-Euijeongbu area.

한다. 연구지역의 북서부에서는 소규모의 암주상을 이룬 세립질 화강암(Gf)이 Gg을 관입하였는데, 이 Gf의 흑운모 연령(K/Ar 법)은  $132.6 \pm 1.9\text{Ma}$ 로 백악기 초기로 보고된 바 있다(윤현수, 1995). 그 외에 백악기의 장석 반암류와 암맥류가 분포한다. Gg는 거의 몬조 화강암, Gp는 섬장-몬조 화강암에 해당되며, 석영, 알칼리 장석, 사장석의 주성분 및 부성분 광물로 구성된다(윤현수, 1995; Tables 2, 3). 부성분으로 Gg는 각섬석, 흑운모와 스피넬, Gp는 흑운모와 석류석 등을 수반함이 대체적인 특징이다. 한편 응력에 평행한 방향으로 발달하는 미세열극(Farmer, 1983)이 Gg에서는 대체로 석영, 알칼리 장석, 사장석내에 미약하게 발달되어 있고, Gp에서는 석영, 알칼리 장석, 사장석내 또는 석영과 석영간, 석영과 알칼리 장석간, 석영과 사장석간에 걸쳐 발달되어 전반적으로 Gg에서 보다 잦은 빈도로 다소 길게 산출되는 경향을 보

인다.

## 대상암체의 열극특성

### 열극의 측정

연구암체에 대한 열극 자료 수집시에 국지적인 제한성을 피하기 위해 비교적 큰 규모의 채석장과 암반을 택하여 주향과 경사방향을 측정하였다(Hudson and Priest, 1979). 측정대상은 가능한한 열극방향에 직교하며 그 연장과 발달간격이 각각 3 m와 10 cm 이상되는 것들을 택하였다. 측정지역은 Gg에서 13개소(469개 절리), Gp에서 13개소(455개)에 해당되며, 이들 지역에서 수집된 자료를 입체 투영망에 투영하여 우세방향을 나타냈으며 극점들의 집합으로 구성된 극밀도 다이어그램(pole-density diagram)을

**Table 1.** Frequency of strike and dip on fracture for the granites.

NW	Strike					Dip		
	Gg		Gp		Gg	Gp	Gg	Gp
			NE					
01-10	27(5.8)	28(6.1)	01-10	26(5.5)	23( 5.1)	01-10	7( 1.5)	5( 1.1)
11-20	25(5.3)	13(2.9)	11-20	15(3.4)	60(13.2)	11-20	24( 5.1)	10( 2.2)
21-30	25(5.3)	10(2.2)	21-30	34(7.2)	31( 6.8)	21-30	19( 4.1)	15( 3.3)
31-40	43(9.2)	28(6.2)	31-40	31(6.6)	30( 6.6)	31-40	13( 2.8)	21( 4.6)
41-50	39(8.3)	34(7.5)	41-50	18(3.8)	13( 2.9)	41-50	13( 2.8)	18( 4.0)
51-60	23(4.9)	22(4.8)	51-60	35(7.5)	17( 3.7)	51-60	18( 3.8)	18( 4.0)
61-70	27(5.8)	34(7.5)	61-70	10(2.1)	6( 1.3)	61-70	23( 4.9)	27( 5.9)
71-80	15(3.2)	35(7.7)	71-80	16(3.4)	13( 2.9)	71-80	93(19.8)	87(19.1)
81-89	17(3.6)	8(1.8)	81-89	17(3.0)	4( 0.9)	81-90	259(55.2)	254(55.8)
EW	14(3.0)	21(4.6)	NS	11(2.3)	25( 5.5)			

Gg: grey granite, Gp: light pink granite, 01-11: 01°-10°(%)

**Table 2.** Physical property for the granite quarries in the Pocheon-Eujeongbu area.

Sp no.	Sheet (1/50,000)	National grid	SG	AR (%)	PR (%)	CS (kg/cm <sup>2</sup> )	TS (kg/cm <sup>2</sup> )	AH	Rock kind	Grain size	Classification	Quarry
1	Munsan	199.1/487.4	2.66	0.30	0.80	1,758	89	31	Gg	Co	FR	Ibam
3	Pocheon	200.8/487.3	2.64	0.27	0.71	1,509	80	31	Gg	Co	FR	Unam
5	Pocheon	206.4/485.1	2.62	0.30	0.79	1,778	65	42	Gg	Co	FR	Samhwa
6	Euijeongbu	201.4/481.4	2.59	0.36	0.94	1,755			Gg	Med	FR	Bongjae
7	Euijeongbu	201.2/481.1	2.63	0.38	1.00	1,812	76	34	Gg	Med	FR	Sindong
8	Pocheon	206.7/482.2	2.66	0.30	0.80	1,535	101	34	Gg	Co	FR	Daeho
9	Pocheon	206.5/482.0	2.66	0.36	0.95	1,753	75	34	Gg	Med	FR	Dongyang
11	Euijeongbu	206.6/480.2	2.66	0.35	0.92	1,782	84	28	Gg	Co	FR	Hyeondae
14	Pocheon	210.7/481.6	2.61	0.42	1.08	1,749	70	41	Gp	Co	FR	Wonu
16	Euijeongbu	201.2/477.2	2.60	0.45	1.18	1,685	82	42	Gp	Med	FR	Bulgug
17	Euijeongbu	213.1/477.1	2.65	0.32	0.85	1,692	70	36	Gg	Med	FR	Mubong
22	Euijeongbu	219.9/476.7	2.66	0.30	0.79	1,890	118	39	Gg	Co	FR	Naeri
23	Munsan	199.4/486.8	2.62	0.36	0.93	1,883	105	37	Gf	Fi	FR	Namyang
*24	Goisan	285.7/353.5	2.49	1.56	3.79	373				Co	HWR	Wongyeong
	Goisan	285.7/353.5	2.58	0.78	2.00	964				Co	MWR	Wongyeong
	Goisan	285.7/353.5	2.59	0.50	1.23	1,191				Co	SWR	Wongyeong
	Goisan	285.7/353.5	2.62	0.34	0.89	1,393				Co	FR	Wongyeong

SG: specific gravity, AR: absorption ratio, PR: porosity, CS: compressive strength, TS: tensile strength, AH: abrasive hardness. Co, Med and Fi are coarse-, medium- and fine-grained, respectively. HWR, MWR, SWR and FR are highly, moderately, slightly weathered and fresh rock, respectively. Gg, Gp and Gf are grey, light pink and fine-grained granites, respectively. \*: 윤현수(1994)

작성하였다(Fig. 2, Table 1).

### 열극의 방향성과 간격

열극은 생성시의 응력장과 깊은 관계를 가지며, 극

밀도 다이어그램의 작성으로 우세한 방향을 파악할 수 있다. Gg의 열극은 여러 방향(orientation)을 이루며, 그 중에서 주향계열은 N15°-65°E, N60°-75°W, N10°E-NS-N5°W와 N80°W-EW-N85°E가 우세하며, 경사는 71°-90°가 75%를 이룬다(Fig. 2, Table 1). 이

들 우세계열은 전반적으로 직교(orthogonal)에 가까운 방향으로 발달된다. Gp의 열극은 Gg보다 더 많은 방향을 이루며, 그 중에서 우세한 주향계열은 N30°-50°W, N55°-80°W와 N25°E-NS-N10°W이며, 경사는 대체로 급-수직인 71°-90°가 전체의 약 75%를 차지한다(Fig. 2, Table 1). 또한 열극의 간격이 대체로 Gg에서는 비교적 크게 발달하여 수 m에 이르기조차 하나, Gp에서는 대부분 수십 cm 미만을 이룬다(Figs. 8, 9). 이러한 열극의 간격과 우세 방향성의 교차각으로 미루어, Gg와 Gp에서는 각각 규격을 요하는 석재 자원과 쇠석자원의 산출이 우세할 것으로 해석된다. 이런 암석의 거시구조적 특징은 전술된 바와 같이 미세열극으로도 발달되어 경하에서 Gg보다 Gp에서 보

다 잦은 빈도와 연장성이 좋은 경향을 보인다고 해석된다. 열극발달은 암석자원의 채석효율과 생산성 향상에 큰 비중을 차지하며(Nelson, 1985; Twindale, 1982; Hatch *et al.*, 1978), 이런 여러 방향의 교차로 인하여 전반적으로 Gp가 Gg보다 풍화 및 변질작용에 더 약하다.

**암석자원의 물리적 특성**

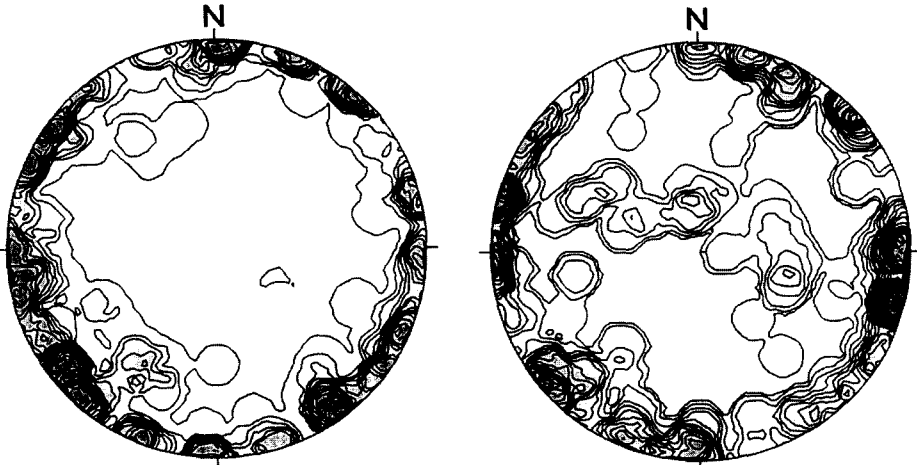
**시료채취 및 물성시험 방법**

석재자원으로서의 암석은 경암(fresh rock, FR), 보통암(slightly weathered, SWR), 연암(moderately, MWR)과 풍화암(highly, HWR)으로 분류될 수 있다(Hunt, 1984; 윤현수, 1994). 암석물성을 정확하게 측정하기 위해 암석판정상 기준 석산에서 가장 신선한 경암을 채취하였다. 이 중 비교적 석산이 여러 곳에 분포하는 Gg에서 10개, 상대적으로 석산 수가 적은 Gp에서 2개, Gf에서 1개 등 모두 13개의 블럭시료(30×30×30 cm 크기)를 채취하였다. 이들 각 블럭에서 5-6개 썩의 공시체(NX 코아, 높이 5.5 cm)를 제작하여 암석물성을 측정하여 평균값을 구하였다. 물성은 한국공업규격 (KS-F 2518, 2519)에 의해 비중, 흡수율, 공극율, 압축 및 인장강도 그리고 마모경도 등을 측정하였다(Table 2). 이들 물성의 시험방법은 윤현수 외(1993)에 의해 상세히 보고된 바 있다.

**Table 3.** Mode composition of the granite quarries in the Pocheon-Euijeongbu area.

Sp.no.	Qz	Af	Pl	Qz+Af+Pl	Bt	Ac	Bt+Ac
1	34.8	19.0	40.7	94.5	4.5	1.0	5.5
3	39.7	18.9	34.4	93.0	5.7	1.3	7.0
5	34.6	46.5	17.2	98.3	1.6	0.1	1.7
6	35.4	37.7	20.6	93.7	5.2	1.1	6.3
8	30.6	28.1	30.6	89.3	8.5	2.2	10.7
9	29.6	11.3	41.2	82.1	16.1	1.8	17.9
11	30.6	21.4	39.7	91.7	7.2	1.1	8.3
14	37.8	37.2	20.9	95.9	3.8	0.3	4.1
16	42.0	30.1	23.9	96.0	1.1	2.9	4.0
22	37.5	24.0	27.9	89.4	10.1	0.5	10.6
23	37.8	35.5	21.2	94.5	4.7	0.8	5.5

Sample numbers are the same as in Table 2. Qz: quartz, Af: alkali feldspar, Pl: plagioclase, Bt: biotite, Ac: accessory.



**Fig. 2.** Stereographic projections of fracture from grey granite(left part) and light pink granite(right part).

**암석물성의 특성 및 상호관계**

**비 중**

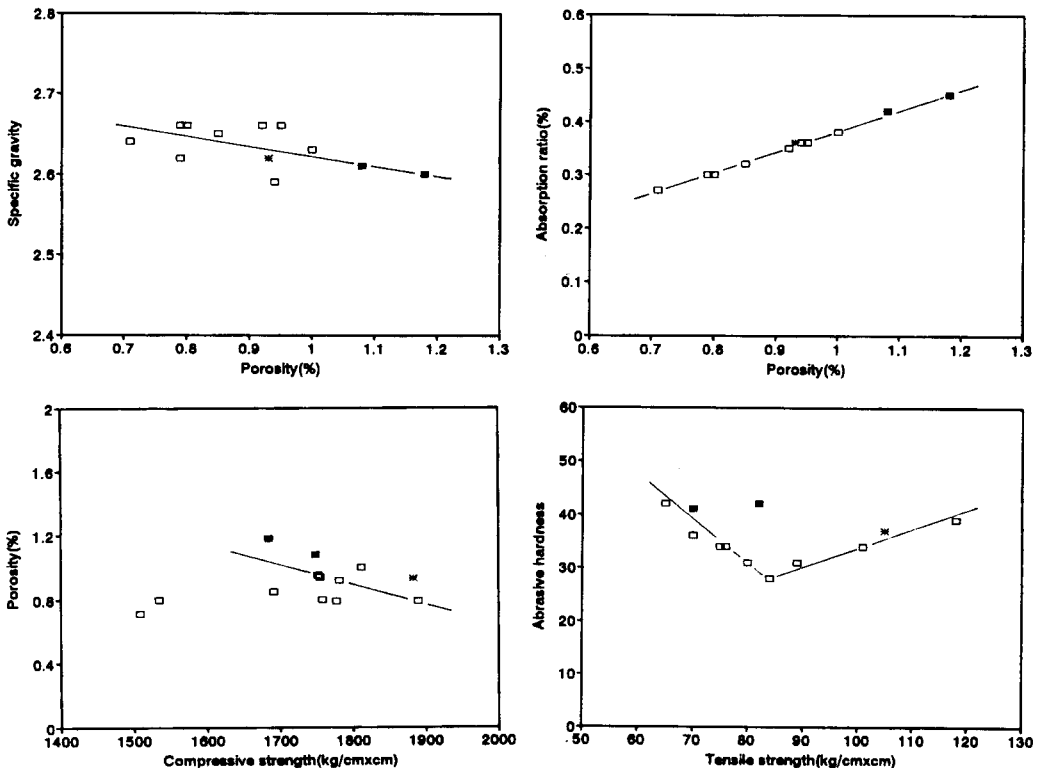
Gg와 Gp의 비중은 각각 2.59-2.66(평균 2.64), 2.60-2.61("2.61)로서 거의 비슷한 값을 가지며, Gf는 2.62의 값을 가진다. 이들은 모두 Daly *et al.*(1966)에 의한 완전질 화강암의 비중인 2.516-2.809의 범위내에 속한다. 이 값은 문경-상주의 백악기 화강암류의 비중 2.53-2.59(평균 2.57)(윤현수 외, 1993)에 비해서도 높으며, 양주석이 보다 치밀조직을 이루고 있음을 반영한다.

**흡수율과 공극율**

흡수율은 암석시료내에 수분이 침투하여 포화상태일 때의 함유수분의 백분율을, 공극율은 시료중의 전체공극의 체적과 공극을 포함한 시료의 전체적의 비를 말한다. Gg와 Gp의 흡수율은 각각 0.27-0.38(평균 0.32) %와 0.42-0.45("0.44) %로서 후자에서 그

값이 뚜렷이 높다. 이들 값은 결정질암의 흡수율은 2% 미만의 값을 가진다는 Dunkan(1969)의 연구결과와 일치한다. 공극율은 Gg가 0.71-1.00(평균 0.86) %, Gp가 1.08-1.18("1.13) %로 역시 후자에서 그 값이 크게 높다. 흡수율과 공극율은 암석내 공동구조나 열극에 기인되는 것으로, 이런 차이는 후자에 해당된다고 해석된다. 즉 전술된 바와 같이 미세열극은 Gg보다 Gp에서 더 잦은 빈도와 좋은 연장성을 가진다. 또한 단일석산의 흡수율과 공극율은 풍화정도가 진행될수록 그 값이 뚜렷이 증가한다고 보고된 바 있다(윤현수, 1994; 강승철, 1985). 즉 문경지역 화강암 시추코아의 흡수율(%)과 공극율(%)은 각각 FR 0.34와 0.86, SWR 0.50과 1.23, MWR 0.78과 2.00, HWR 3.79와 1.56으로 후자로 갈수록 크게 증가한다(윤현수, 1994).

이곳 암석의 비중과 공극율은 완만한 역의 상관관계를 가진다(Fig. 3). 그리고 공극율과 흡수율은 한개의 선상에 놓이는 뚜렷한 정의 상관관계를 이루어,



**Fig. 3.** Correlation diagrams of physical properties for the granites. Empty square, filled square and star mean grey granite(Gg), light pink granite(Gp) and fine-grained granite(Gf), respectively.

공극율이 클수록 함수능력이 증가된다는 Dunkan (1969)의 연구결과와 잘 일치된다(Fig. 3).

**압축강도**

압축강도는 석재의 응력에 대한 저항정도를 나타낸다. 석재자원은 압축강도에 따라서 연암(weak) 200-400 kg/cm<sup>2</sup>, 중경암(medium) 400-800 kg/cm<sup>2</sup>, 경암(strong) 800-1,600 kg/cm<sup>2</sup>과 초경암(very strong) 1,600-3,200 kg/cm<sup>2</sup> 등으로 분류된다(Farmer, 1983; Winkler, 1973; Hawkes and Mellor, 1970). Gg와

Gp는 각각 1,509-1,890(평균 1,726) kg/cm<sup>2</sup>과 1,685-1,749(" 1,717) kg/cm<sup>2</sup>을 가져 거의 비슷한 값을 가지며, 세립질암인 Gf는 1,883 kg/cm<sup>2</sup>을 가진다. 따라서 이들은 전형적인 화강암의 압축강도인 1,000-2,500 kg/cm<sup>2</sup>의 범위값에 속하며, 모두 경암-초경암에 해당한다. 또한 이들 압축강도의 증가에 따라 공극율은 대부분 역의 상관관계를 보인다(Fig. 3).

**인장강도와 마모경도**

인장강도는 석재의 인장력에 대한 저항정도를 나

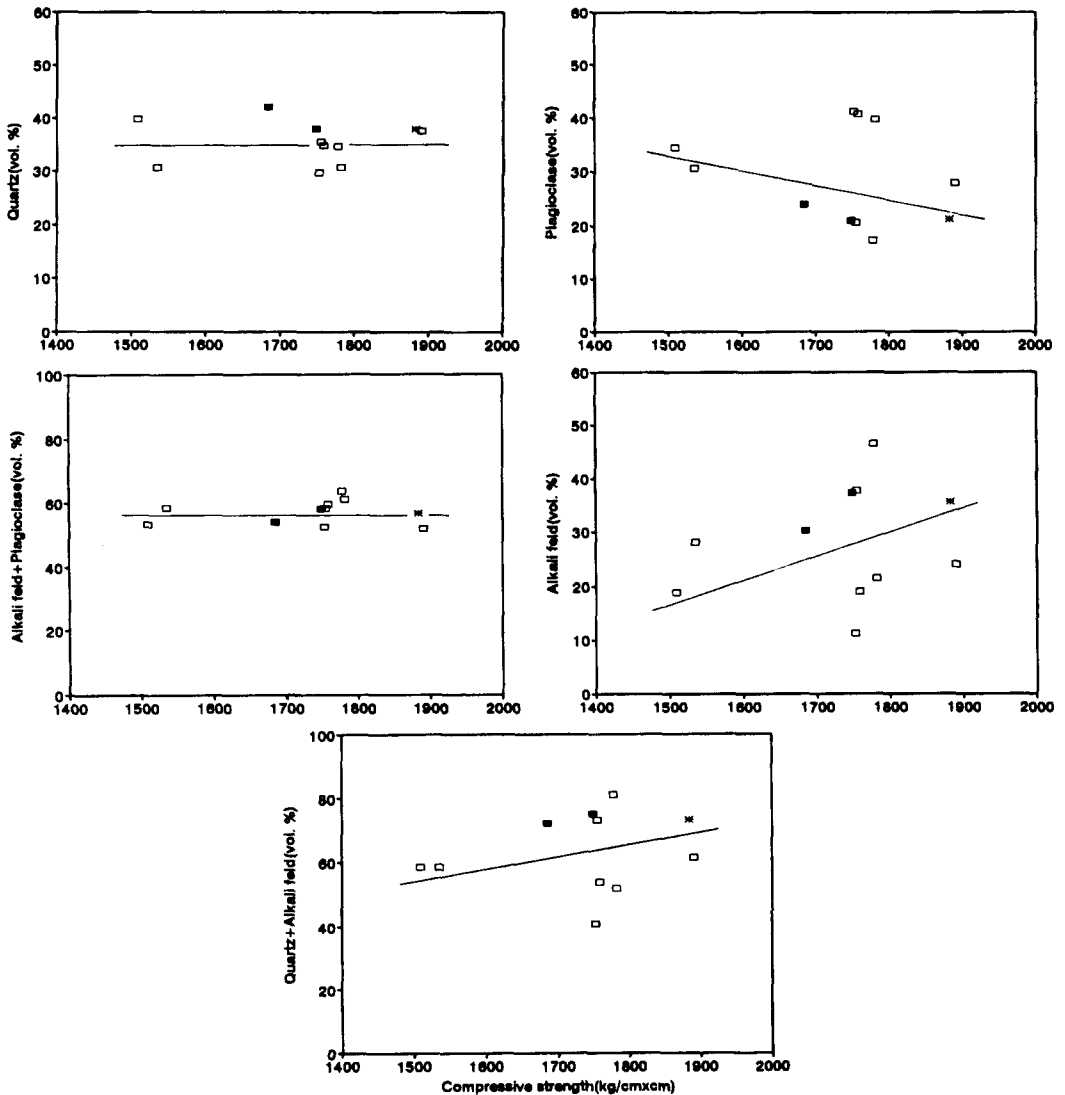


Fig. 4. Relationship between compressive strength and major modes. Symbols are the same as in Fig. 3.

타낸다. Gg와 Gp는 각각 65-118(평균 76) kg/cm<sup>2</sup>과 70-82("76) kg/cm<sup>2</sup>로서, 이들은 전형적인 화강암은 70-250 kg/cm<sup>2</sup>의 값을 가진다는 보고와 대부분 일치된다(Farmer, 1983). 한편 서울지역 화강암의 인장강도는 80 kg/cm<sup>2</sup>을 가져(김두영 외, 1996), 양주석과 거의 유사한 값을 가진다. 마모저항의 영향을 받는 마모경도(Bowels, 1934)는 Gg와 Gp가 각각 28-42(평균 31)와 41-42("42)로서 후자에서 약간 증가된다. 이는 Gg와 Gp의 석영+알칼리 장석의 모드값에 기인되는 것으로 보인다. 즉 전자와 후자가 각각 60.0과 73.6의 평균값을 가져 Gp에서 다소 증가된다(Table 3). 인장강도 대 마모경도는 정과 부의 상관경향을 보이는 바 이는 미세열극의 발달정도 차이에 기인되는 것으로 해석된다(Fig. 3).

### 구성광물 대 물성변화

양주석은 주성분인 석영(Qz), 알칼리 장석(Af), 사장석(Pl) 외에, 부성분으로 흑운모(Bt)와 각섬석 외 기타광물(Ac)을 수반한다(윤현수, 1995). 이들 주성분과 부성분 광물의 모우드 값과 암석물성의 상관관계는 다음과 같다(Table 2, 3).

Gg와 Gp의 Qz + Af + Pl는 각각 82.1-98.3(평균 91.5) %와 95.9-96.0("96.0) %로서 후자에서 약간 높으나, Bt + Ac는 각각 1.7-17.9(평균 8.5) %와 4.0-4.1("4.1) %로서 전자에서 높다. 석재에서 지표가 되는 성질(index property)인 압축강도는 Qz와 Af + Pl과는 별로 변화경향을 보이지 않는다. 그러나 Pl과는 부 그리고 Af와 Qz + Af와는 정의 상관관계를 대

체로 이룬다(Fig. 4; Table 3). 이러한 압축강도 대 Af + Pl는 김형식 외(1978)에 의한 연구결과와 대체로 일치된다. 즉 이들은 F(사장석 + 알칼리 장석 등)-Q(석영)-M(흑운모 + 백운모 등)의 삼각관계도로부터 국내 류라기 및 백악기 화강암질암류의 광물조성과 압축강도와는 거의 관계가 없다고 보고한 바 있다. 한편 압축강도와 Qz + Af + Pl는 아주 완만한 정의 상관관계를 보이나, Bt + Ac와는 변화 경향을 갖지 않는다(Fig. 5). 이는 압축강도는 부성분보다 주성분 광물함량에 미약하게 비례함을 반영한다(Bell, 1978). 또한 이런 미약한 경향은 양주석의 광물조성 외에 물성측정 시료가 모두 FR에 해당되기 때문으로 보인다. 즉 문경지역 단일 화강암석산의 코아에서 압축강도(kg/cm<sup>2</sup>)는 FR 1,393, SWR 1,191, MWR 964, HWR 373으로서 암석판정에 따라 큰 차이를 보여 후자로 갈수록 그 값이 크게 감소한다(윤현수, 1994). 김형식 외(1978)는 화강암질암류의 압축강도는 장석류의 변질도와 깊은 관계를 가진다고 보고한 바 있다.

인장강도는 Qz와는 상관관계를 갖지 않으나, Af 및 Pl와는 대부분 정 및 부의 경향을 각각 이룬다(Fig. 6). 그리고 Qz + Af + Pl와는 대체로 정의 경향을 이루며 Bt + Ac와는 뚜렷한 정의 관계를 가진다(Fig. 6). 이로 보아 양주석의 인장강도는 주성분뿐만 아니라 부성분 함량과도 정의 상관관계를 이룸을 알 수 있다. 마모경도는 Qz + Af + Pl와는 완만한 정의 상관관계를 가지나 Bt + Ac와는 부의 경향을 보이는 바, 이는 부성분보다 경도가 높은 편인 Qz와 Af 외에 Pl의 증가에 기인되는 것으로 해석된다(Fig. 7; Table 3).

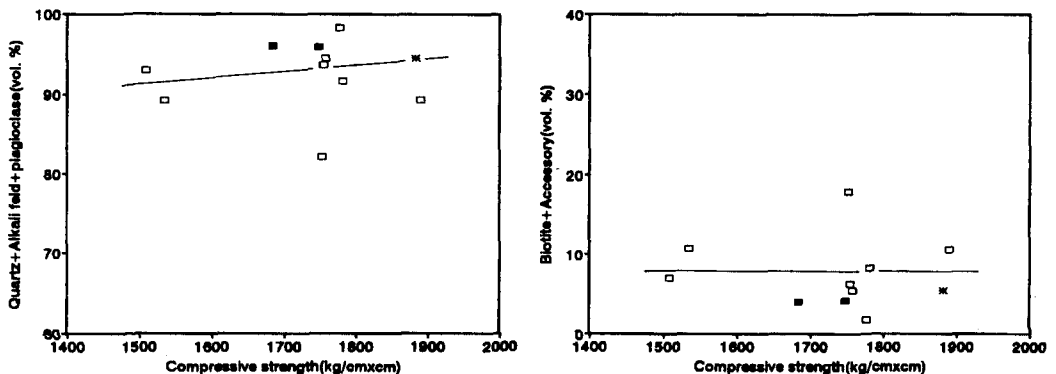


Fig. 5. Relationship between compressive strength and total modes. Symbols are the same as in Fig. 3.

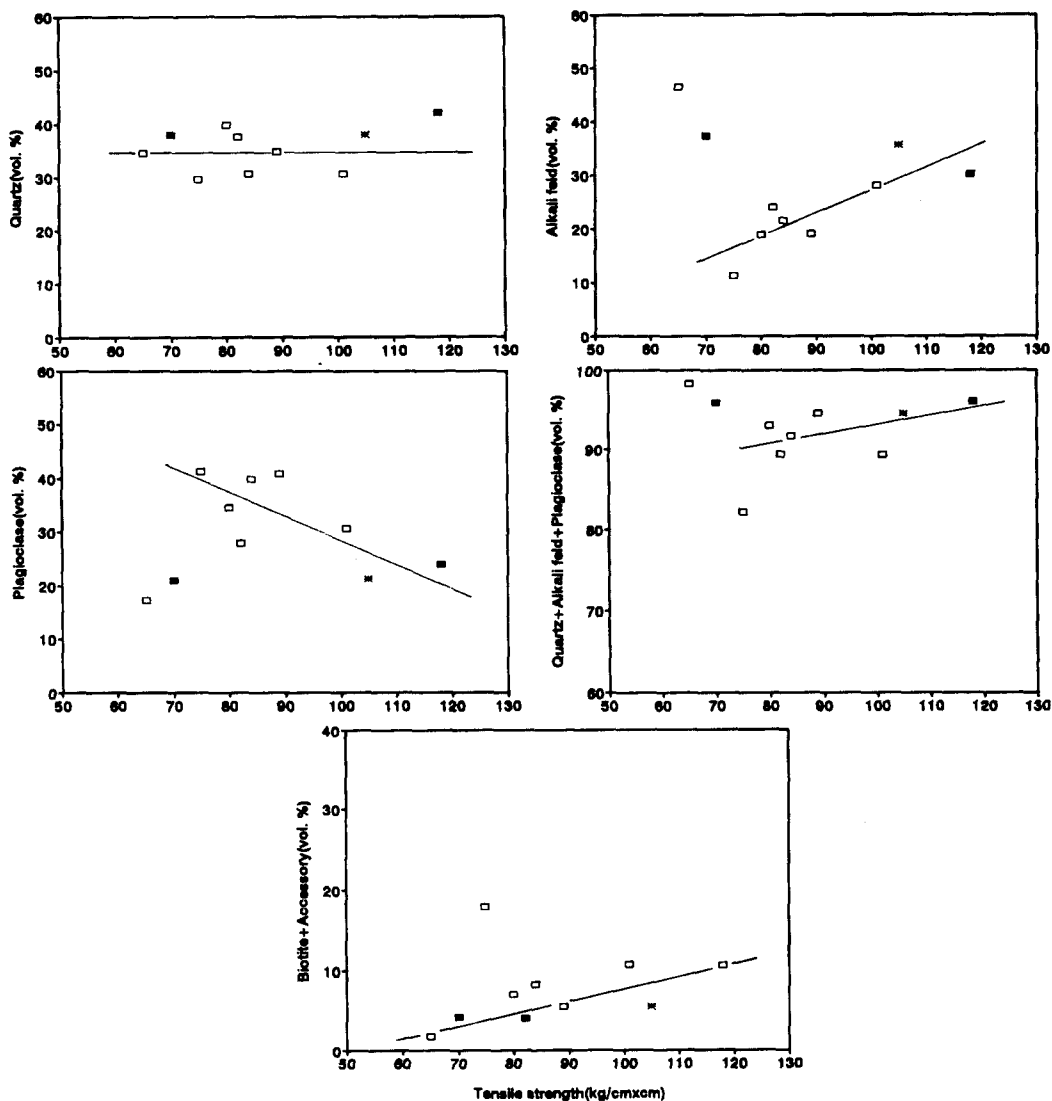


Fig. 6. Relationship between tensile strength and modes. Symbols are the same as in Fig. 3.

### 결론

포천-의정부사이에 분포하는 대보 화강암류는 대개 치밀 조직을 이룬 조립질 암석으로서, 대체로 회색 화강암(Gg)과 옅은 담홍색 화강암(Gp)으로 구분할 수 있다. 이곳의 석재자원은 양주석이란 상품명으로 불리워진다.

Gg의 열극주향은 전반적으로 직교(orthogonal)에 가까운 방향을 이루며, 경사는 71°-90°가 우세하다.

Gp는 Gg에서보다 주향은 서로 다른 방향으로 더 많이 사교하며, 경사는 71°-90°가 우세한 편이다. 열극의 간격이 Gp는 Gp보다 크게 감소하여 대부분 수십 cm 미만을 이룬다. 이런 전반적인 열극 간격과 방향성의 교차각으로 미루어 Gg에서는 규격석을 요하는 석재자원이, Gp에서는 쇄석자원의 산출이 보다 많을 것으로 기대된다.

양주석의 물성 중 비중은 Gg와 Gp가 각각 2.64와 2.61을 가진다. Gg보다 Gp내에 더 발달된 미세열극은



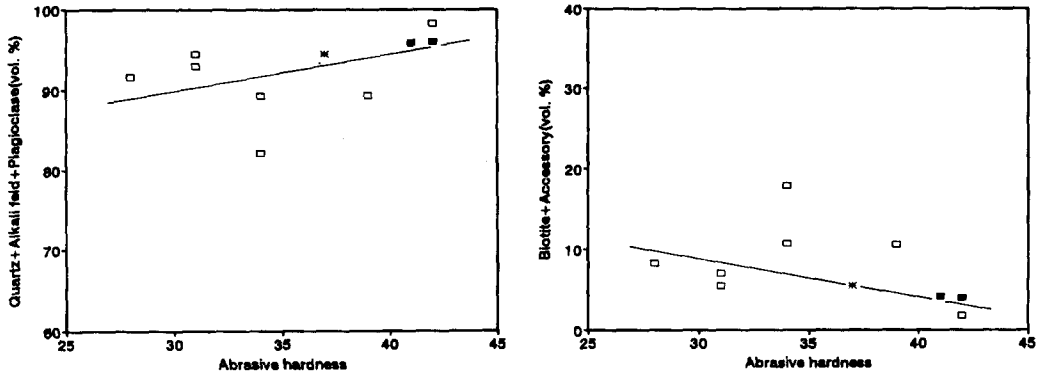


Fig. 7. Relationship between abrasive hardness and total modes. Symbols are the same as in Fig. 3.



Fig. 8. Cutting work utilizing the wide fracture spacing at Daeho grey granite quarry.



Fig. 9. Broken stone utilizing the close fracture spacing at Wonu light pink granite quarry.

로 인하여 흡수율은 Gg와 Gp가 각각 0.32%와 0.44%이고 공극율은 각각 0.86%와 1.13%로서 모두 Gp에서 그 값이 뚜렷이 증가된다. 비중에 대한 공극율은 완만한 역의 상관관계를 가진다. 공극율에 대한 흡수율은 뚜렷한 정의 상관관계를 이루어 공극율이 클수록 흡수능력이 높은 경향을 뚜렷이 보여준다. 압축강도는 Gg와 Gp가 각각 1,726 kg/cm<sup>2</sup>와 1,717 kg/cm<sup>2</sup>을 가져 모두 경암-초경암에 해당한다. 압축강도와 공극율은 대부분 서로 역의 상관관계를 보인다. Gg와 Gp에서 인장강도는 모두 76 kg/cm<sup>2</sup>을 가지며, 마모경도는 각각 31과 42로서 Gp에서 다소 높다.

Gg와 Gp의 모드값은 석영 + 알칼리 장석 + 사장석 (Qz + Af + Pl)이 91.5%와 96%로서 Gp에서 약간 높으며, 흑운모 + 기타광물 (Bt + Ac)이 8.5%와 4.1%로서 Gg에서 높다. 양주석의 압축강도는 Qz + Af + Pl과는 정의 관계를 이루나 Bt + Ac와는 상관관계

를 보이지 않는다. 따라서 주성분 광물의 함량증가에 따라 보다 경암화된다. 인장강도는 주성분 및 부성분 광물 함량증가에 따라 모두 증가한다. 마모경도는 경도가 높은 광물인 Qz + Af + Pl와는 정의 경향을 이루나, Bt + Ac와는 부의 상관관계를 가져, 주성분 광물의 함량이 많을수록 경도가 증가되어 계단석이나 바닥재 등으로 보다 오랜 시간 사용할 수 있다.

### 감사의 글

야외조사에서 많은 도움을 준 조한익 부장님과 이춘오 연구원, 실내자료 처리와 해석에 도움을 준 홍세선 박사와 박덕원 박사 그리고 암석 물성측정에 수고하여준 김경수 연구원에게 감사를 드린다. 끝으로 이 논문의 문제점을 상의해준 이한영 박사와 여러 문제점을 자세히 지도해준 진명식 박사님과 김형식 교

수님에게 깊은 감사를 보낸다.

**참고문헌**

강승철, 전효택, 전용원, 1985, 풍화화강암의 물리적, 암석학적 및 지구화학적 특성. 대한광산학회지, 22, 339-352.

김두영, 윤지선, 전기찬, 1996, 서울 화강암의 전단강도에 관한 기초적 연구. 한국자원공학회지, 33, 282-290.

김형식, 임병조, 정명현, 1978, 화강암질암류의 압축강도와 그 입도 및 광물성분과의 관계에 관한 연구. 지질학회지, 14, 175-185.

윤현수, 1994, 문경지역 담홍색 화강암 코아의 물리적 및 화학적 특성. 암석학회지, 3, 234-240.

윤현수, 1995, 포천-의정부 일대에 분포하는 화강암류의 산상과 암석화학. 암석학회지, 4, 91-103.

윤현수, 박용순, 이춘오, 이병대, 김경수, 1993, 문경-상주사이에 분포하는 화강암류 석재의 암석학적 특성. 암석학회지, 2, 32-40.

Bell, F.G., 1978, The physical and mechanical properties of the Fell Sandstones, Northumberland, England. Eng. Geol., 12, 1-29.

Bowells, O., 1934, The stone industries. McGraw-Hill Book Comp., 493p.

Daly, R.A., Manger, G.E. and Clark, Jr. S.P., 1966, Density of Rocks. In Handbook of physical constants(ed. S.P. Clark, Jr.), Geol. Soc. Am., Mem., 97, 20-26.

Duncan, 1969, Engineering geology and rock mechanics. Leonard Hill, 252p.

Farmer, I., 1983, Engineering behaviour of rocks. Chapman and Hall, 208p.

Hatch, F.H., Wells, A.K. and Wells, M.K., 1978, Petrology of the igneous rocks. George Allen & Unwin Ltd., 515p.

Hawkes, R.D. and Mellor, M., 1970, Uniaxial texturing in rock mechanics laboratories. Eng. Geol., 4, 177-285.

Hudson, J.A. and Priest, S.D., 1979, Discontinuity spacings in rock. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 13, 135-148.

Hunt, R.E., 1984, Geotechnical engineering investigation manual. McGraw-Hill Book Comp. 331-336.

Kwon, S.T., Cho, D.L., Lan, C.Y., Lee, T. and Merzman, S.A., 1994, Petrology and geochemistry of the Seoul granite batholith. J. Petrol. Soc. Korea, 3, 109-127.

Na, K.C., 1978, Regional metamorphism in the Gyeonggi massif with comparative studies on the Yeoncheon and Ogcheon metamorphic belts (1). J. Geol. Soc. Korea, 14, 195-211.

Na, K.C., 1979, Regional metamorphism in the Gyeonggi massif with comparative studies on the Yeoncheon and Ogcheon metamorphic belts (2). J. Geol. Soc. Korea, 15, 67-88.

Nelson, R.A., 1985, Geologic analysis of naturally fractured reservoirs. Gulf Pub. Comp., 721p.

Twindale, C.R., 1982, Granite landforms. Elsevier Scientific Pub. Comp., 372p.

Winkler, E.M., 1973, Stone: properties, durability in man's environment. Spring-Verlag, 230p.

(1997년 3월 10일 접수)

(책임편집 : 김형식)

## Petrological characteristics on stone resources of granites in the Pocheon-Euijeongbu area

Hyun-Soo Yun

*Economic Geology Division, KIGAM, Taejon 305-350, Korea*

**ABSTRACT** : The Jurassic granites, commercially called as Yangju stone in the Pocheon-Euijeongbu area, have generally compact and coarse-grained textures, which could be classified into two types; grey granite(Gg) and light pink granite(Gp). Specific gravity, absorption ratio and porosity of Gg and Gp in physical property are 2.64 and 2.61, 0.32 % and 0.44 %, 0.86 % and 1.13 %, respectively. These higher values of two letters of Gp than those of Gg are due to the more abundant microcracks in Gp. Compressive strength of Gg and Gp are 1,726 kg/cm<sup>2</sup> and 1,717 kg/cm<sup>2</sup>, respectively and belong to the hard rock. Absorption ratio shows a positive relationship to porosity. Compressive strength has a positive proportion with Qz+Af+Pl(quartz+alkali feldspar+plagioclase) modes without trending with Bt+Ac(biotite+accessories). Tensile strength has the positive proportions with Qz+Af+Pl and Bt+Ac. While Bt+Ac has a negative trend with abrasive hardness, Qz+Af+Pl shows a positive one. These may suggest Qz+Af+Pl mainly affects on strengths and hardness. From the spacings and pole-density contour diagrams of fractures, Gg has higher potential dimension stone than Gp.

**Key words** : Yangju-stone, physical property, Qz+Af+Pl, Bt+Ac, pole-density contour diagrams