≪연구논문≫ Journal of The Korean Magnetics Society, Volume 13, Number 6, December 2003

제주도 용암의 Mössbauer 스펙트럼 연구

홍성락* · 고정대 · 최원준
제주대학교 물리학과
제주시 아라1동 1번지

(2003년 9월 30일 받음, 2003년 10월 25일 최종수정본 받음)

제주도 지역의 특정위치를 선정하여 그 위치에서 채취한 화산암과 송이시료를 대상으로 상온에서 X-선형광법을 이용하여 시료의 화학조성을, X-선회절법과 Mössbauer분광법을 이용하여 시료에 함유된 광물, 산화철의 종류, 원자가상태와 자기적 성질을 분석하였다. 화산암과 송이시료는 SiO_2와 같은 규산염 광물이 주성분을 이루고 있고, olivine, pyroxene, ilmenite, hematite와 magnetite 등의 광물도 포함되어 있음을 확인하였다. 또한 화산암에 존재하는 철의 원자가 상태의 대부분은 Fe^{2+}이었고, 송이는 Fe^{3+}임을 알 수 있었다.

주제어 : 화산암, 송이, XRD, XRF, Mössbauer

I. 서 론

제주도는 주로 신생대 제3기말 플라이오세(Pliocene)로부터 제4기 플라이스토세(Pleistocene)에 걸쳐 일어난 화산활동에 의하여 생성된 섬으로써 동서길이 73 km, 남북길이 31 km, 총면적이 약 1,820 km^2인 타원형의 화산도로서 해발 1,950 m의 한라산을 주봉으로 그 주변에 360여개의 크고작은 기생화산들이 분포되어 있다.

다시말해서 제주도는 지각하부와 맨틀상부에 있는 암석이 고온고압하에서 용융된 용암이 화산활동에 의하여 지표로 분출 형성된 섬으로, 화산의 분출물중 다공질의 화산암, 화산사, 화산회 등이 혼합된 것이 송이이다[1, 2].

제주도에 대한 지질학적 광물학적 연구는 1925년 S. Nakamura 등이 최초로 수행하였고, 최근 제주도 화산암의 성분에 대한 분석자료가 발표되어[3] 이 지역 환경에 대한 연구에 관심을 모으고 있으나 화산암과 송이에 포함된 광물들의 내부적 구조 및 기초적 물성연구는 크게 미흡한 실정이다. 근래에 발표된 연구논문에 의하면 제주도 화산암내에는 다량의 철 화합물이 포함되어 있음이 확인되었고 이 성분은 Al 등과 마찬가지로 토양의 성질에 막대한 영향을 준다[4]. 뿐만 아니라 화산암 내부에 포함된 철 이온의 원자가 상태는 화산이 분출되어 응결되는 과정에 적지않는 정보를 내포하고 있어 화산암에서 지구내부 물질인 마그마에 이르기까지의 자료를 제공하게 되므로 화산암 내부의 철 원자나 이온에 대한 구조적 연구는 흥미있는 과제가 아닐 수 없다. 화산암 등을 분석하기 위하여 SIMS(secondary ion mass spectroscopy), XPS(X-ray photoelectron spectroscopy), XRD(X-ray diffractometry), XRF(X-ray fluorescence spectrometer)와 Mössbauer 분광법 등이 사용되고 있지만 그 중에서 Mössbauer 분광법은 미량의 철원자에 대해서도 좋은 반응도를 가져 철의 물리 · 화학적 상태에 관한 다양한 정보를 얻을 수 있는 좋은 방법으로 알려져 화산암 등의 연구에 국내외에서 널리 활용되고 있다[5, 6]. 문헌조사에 의하면 송이에 관한 연구는 Stevens에 의한 지질학적 보고가 있고 국내에서는 제주도 송이를 이용한 골재에 관한 연구가 있으나 현재까지 위의 기기를 활용한 송이의 물성 연구와 관련된 문헌은 확인할 수 없었다[7, 8]. 따라서 본 연구에서는 제주도 지표면 근처의 깊이 약 50 cm 이내에 분포하고 있는 화산암과 송이를 채취하여 X-선회절분석법(XRD)과 X-선형광분석법(XRF)을 이용하여 이들에 포함된 구성광물과 화학조성을 확인하고 Mössbauer 분광법으로 부터의 parameter를 분석하므로서 제주도 화산암과 송이의 물리화학적 특성을 규명코져 한다.

*Tel: (064)754-3511, E-mail: srhong@cheju.ac.kr

II. 실험 재료 및 방법

본 실험을 위해 필요한 제주도 특정 4개 지역의 화산암시료A(함덕), B(위미)와 송이시료 C(송악), D(금악)를 채취하였다. 채취된 시료는 공기 중에서 충분히 건조시킨 후 막자사발에서 약 63 μm의 체를 통과하도록 고운 분말로 분쇄한 다음 X-선회절과 X-선형광 분석용시료로 사용하였고, Mössbauer 흡수체는 분말시료를 전자저울로 시료의 양이 10 mg/cm^2가 되도록 측정한 후 유압기로 5000 psi의 압력을 가하여 직경 21 mm, 두께 1 mm의 원판모양으로 만들어 Al foil로 양면을 봉하여 사용하였다. 화산암과 송이시료의 구성광물을 조사하기 위하여 사용된 X-선회절분석기는 Rigaku cooperation 의 Rint 2000 series중 model no.2200 전자동 X-선회절분석기였

고, X-선은 Ni 여과장치를 통하여 얻은 파장이 1.542495 Å인 CuKα선이었다. X-선회절선 측정은 2θ의 범위가 5~50° 사이에서 실시하였으며, 측정시 필라멘트의 전류는 20 mA, 가속전압은 30 kV, X-선의 주사속도는 0.01°/분으로 하였다. 시료의 X-선형광분석은 서울대학교 기초과학 교육연구 공동기기원에 시험 · 분석 의뢰하였는데 분석기는 Shimadzu XRF-1700 sequential X-선형광분광계이며 분석시 측정강도를 얻기 위한 전압 전류 조건은 40 kV, 30 mA이고, Rh 과녁이 사용되었다. 유리구슬 시편은 시료 0.6 g과 용제($Li_2B_4O_7$, lithium tetraborate) 6 g을 혼합하여 제작하였고 검량선을 작성하여 정량하였다. LOI(loss of ignition)은 950 °C의 온도에서 시료를 태운 후의 무게를 측정하여 같은 온도에서 대우기 전의 무게에서 얼마나 감소하였는지에 대한 무게 퍼센트이다.

$$LOI = [(도가니+시료)_{LOI전} - (도가니+시료)_{LOI후}]/(시료무게)*100$$

본 실험에 사용된 Mössbauer 분광기는 미국 Austin 회사의 S-600으로 등가속도형으로서 전기역학적인 제어장치로 제어되며 측정된 값들은 퍼스널 컴퓨터의 하드디스크에 저장할 수 있도록 하였다. γ-선 원은 Dupont 회사제로 10 mCi Co^{57} 단일 선원을 사용하였다. 상온에서 Mössbauer 스펙트럼을 측정할 때 γ-선 원과 검출기 사이의 거리는 120 mm로 유지하고 48시간이상 동안 공명흡수선을 측정하여 측정계수가 약 4×10^5~5×10^5이 되도록 하였으며 Doppler 속도는 ±16 m/s가 되도록 조절하였다. 또한 Mössbauer 스펙트럼분석은 Gaussian과 Lorentzian 함수를 사용한 least square fitting법으로 수행하였다.

III. 결과 및 논의

3.1. X-선회절분석

제주도 특정 4개 지역에서 채취한 화산암과 송이시료에 함유된 구성광물을 추적하기 위하여 X-선회절 스펙트럼을 조사하였다. 각 시료에 포함된 광물을 검출하기 위하여 2θ의 측정 범위를 5~50°의 범위로 하였고, 측정된 X-선회절선들은 JCPDS(joint commitee on power diffraction)카드와 비교하여 구성광물을 확인한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에 나타난 대부분의 강한 회절 피이크들은 quartz(SiO_2)에 의한 것이고 2θ가 36.46°, 35.65°, 25.64° 부근의 피이크들은 olivine, 13.71°, 29.93°, 35.73° 부근의 피이크들은 pyroxene, 32.48°, 35.2°, 53° 부근의 피이크들은 ilmenite, 24.21°, 33.15°, 49.47° 부근의 피이크들은 hematite, 35.43°, 43.05° 부근의 피이크들은 magnetite에 의한 피이크를 나타내고 있다. 따라서 X-선회절분석에 의하면 화산암시료에는 quartz, olivine, pyroxene와 ilmenite 등이 주 광물을 이루고 있음을

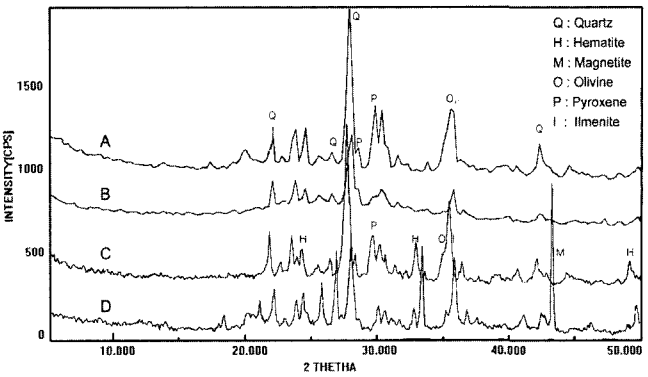

Fig. 1. X-ray diffraction patterns of volcanic rock and scoria samples taken from Jeju island.

알 수 있고 송이시료에는 이들 광물 외에 hematite와 magnetite 등의 산화철 광물이 포함되어 있음을 확인할 수 있었다. 한편 Fig. 1의 X-선회절 스펙트럼에서 송이시료에 포함된 hematite와 magnetite의 피이크가 비교적 약하게 나타나고 ferrihydrite는 전혀 나타나지 않았으며 화산암시료에는 이들 광물을 식별할 수 있는 뚜렷한 X-선회절 피이크가 나타나지 않았다. 이 결과에서 hematite와 magnetite에 대한 피이크가 약하게 나타난 것은 농도에 따른 것으로써 hematite와 magnetite는 전체 함량의 약 10 %와 7 % 이상일 때에만 X-선회절 스펙트럼에서 피이크가 나타난다[9]. 한편 이들의 격자내에서 Al에 의한 철의 동형치환이 발생하면 단위세포 매개변수들을 변화시켜 피이크 위치를 약간 이동시킬 수 도 있고 또한 질량흡수계수에도 영향을 미쳐 다른 광물들의 피이크의 위치와 겹쳐져서 피이크 폭이 넓어지기 때문에 X-선회절로는 식별이 불가능할 수도 있다[10]. 화산암시료에도 hematite와 magnetite와 같은 산화철 광물이 들어있음이 확인되었지만 Fig. 1에 나타낸 X-선회절 스펙트럼에서 이들의 피이크가 관측되지 않는 것은 결정질 산화철 광물의 격자구조에 Al이온과 같은 불순물이 철이온과 다량 치환되어 각 피이크의 2θ가 약간 이동되어 quartz, olivine, pyroxene와 ilmenite등의 강한 회절 피이크와 겹쳐져 회절선 폭이 넓어졌기 때문이거나 혹은 이들 시료에 함유된 결정질 산화철의 함량이 매우 적기 때문으로 사료된다.

또한 화산암과 송이시료는 화산활동에 의해 형성되었기 때문에 비결정질 ferrihydrite 함량이 높은 것으로 보고되었다[11]. ferrihydrite는 비결정질이어서 강도가 큰 X-선회절 스펙트럼이 나타나지 않으며 실제로 화산암과 송이시료에 ferrihydrite가 함유되어 있더라도 농도가 높지 않으면 X-선회절법으로 검출할 수 없고 X-선회절법으로 확인할 수 있는 ferrihydrite 함량은 약 50 g/kg~100 g/kg 이상으로 보고되었다[12]. 이로부터 4개 시료의 비결정질 ferrihydrite 함량은 약 50 g/kg~100 g/kg 이하일 것으로 사료된다. 4개 시료에 대한

상온에서 측정한 X-선회절 스펙트럼은 Fig. 1에 나타내었다.

3.2. X-선형광분석

제주도 4개 지역에서 채취한 화산암과 송이시료의 화학조성을 알아보기 위해 X-선형광분석을 하였으며 Table I는 XRF로 분석된 4개 지역 시료의 화학조성을 나타낸 것이다. Table I에 의하면 화산암시료의 SiO_2는 최고 49.57 wt%에서 최저 44.40 wt%로 나타나고 있고 Al_2O_3인 경우 최고 17.25 wt%에서 최저 15.22 wt%로 나타나고 있으며 Fe_2O_3인 경우 최고 13.42 wt%에서 최저 9.40 wt%로 나타나고 있다. 또한 송이시료의 SiO_2는 최고 49.84 wt%에서 최저 41.18 wt%의 값을 보이며 Al_2O_3인 경우 최고 15.74 wt%에서 최저 14.86 wt%로 나타나고 있고 Fe_2O_3인 경우 최고 17.83 wt%에서 최저 11.00 wt%로 나타나고 있어 염기성 현무암이 4개 시료의 주 모재임을 알 수 있다. 또한 시료 C인 경우 다른 시료들에 비하여 SiO_2 함량은 적고 Fe_2O_3 함량은 많으며 유기물이 조금 많은 특성을 보이고 있으나 그 외 시료들은 화학성분에 있어 큰 차이를 보이지 않는다.

이 결과로부터 자성이온인 Ti와 Mn의 함량은 극히 작은데 반해서 Si이온과 Al이온은 4개 지역 시료에 많이 함유되어 있음을 알 수 있다. 함철 고토광물이 많이 함유된 현무암과 마찬가지로 송이시료에는 hematite와 magnetite와 같은 산화철 성분이 많이 함유되어 있을 것으로 예측되었으나 Table I에 나타난 바와 같이 Fe_2O_3 함량이 송이시료는 11.00 wt%~17.83 wt%로써 화산암시료의 값 9.40 wt%~13.42 wt%보다 약간 많았지만 전체적으로 적은 편이었다. Shin과 Tavemier[13]와 Song과 Yoo[14]의 연구를 바탕으로 제주도 각 지역에서 채취한 화산회토의 화학조성을 보면 제주도 24개 지점에서 채취한 화산회토의 SiO_2는 최고 42.87 wt%에서 최저 22.36 wt%로 나타나고 있고, Al_2O_3인 경우 최고 34.09 wt%에서 최저 26.70 wt%로 나타나고 있으며, Fe_2O_3인 경우 최고 16.81 wt%에서 최저 10.15 wt%로 나타나고 있다. 따라서 Shin 등의 연구와 비교할 때 본 연구에서 사용된 4개 지역 시료의 Fe_2O_3 함량은 비슷하고, SiO_2 함량은 높았으며, Al_2O_3함량은 낮게 분석되었다.

3.3. Mössbauer 분광분석

제주도 특정 4개 지역의 시료A, B, C, D의 상온(300 K)에서 측정한 Mössbauer 스펙트럼은 Fig. 2과 같고 Mössbauer 스펙트럼에서 Gaussian과 Lorentzian 함수를 이용한 least square fitting법으로 구한 Mössbauer parameter 값들을 Table II에 나타내었다. Mössbauer 스펙트럼의 흡수선은 중앙에 시료 모두 3쌍의 quadrupole splitting이 중첩되어 있으며 시료C와 D에는 magnetic hyperfine splitting에 의한 흡수선도 나타나 있는 것을 볼 수 있다. Table II에 의하면 시료A와 B에 포함된 광물인 olivine, pyroxene와 ilmenite의 이성질체 이동값이 동일하고 시료C와 D에 포함된 광물인 magnetite의 이성질체 이동값도 동일하며 hematite의 그 값은 거의 비슷하다. 또한 화산암과 송이시료에 함유된 각 광물의 이성질체 이동값은 시료A와 B는 0.609~1.076 mm/s, 시료 C와 D는 0.227~ 0.326 mm/s의 범위에 존재하며 이것은 화산암시료에 존재하는 철의 원자가 상태는 거의 Fe^{2+}, 송이시료는 거의 Fe^{3+}이온으로 존재하는 것으로 볼 수 있는데 그 이유는 화산암시료는 공기와 비교적 접촉이 적은 것을, 송이시

Table I. Chemical composition of volcanic rock and scoria samples taken from Jeju island by XRF. L.O.I: Loss Of Ignition (unit:wt%)

Sample	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	L.O.I	Total
A	49.57	17.27	2.26	9.40	3.60	7.36	3.97	2.46	0.16	1.06	1.58	98.70
B	44.40	15.22	3.59	13.42	6.50	9.53	3.20	1.35	0.15	0.80	1.16	99.31
C	41.18	15.74	4.88	17.83	4.61	3.97	1.61	1.16	0.22	0.47	8.15	99.82
D	49.84	14.86	2.17	11.00	6.54	7.26	3.72	1.95	0.14	0.55	0.71	98.75

Table II. Mössbauer parameters of volcanic rock and scoria samples taken from Jeju island at 300 K

Sample		olivine		pyroxene		ilmenite		hematite			magnetite		
		I.S. mm/s	Q.S. mm/s	I.S. mm/s	Q.S. mm/s	I.S. mm/s	Q.S. mm/s	I.S. mm/s	Q.S. mm/s	*Hhf* kOe	I.S. mm/s	Q.S. mm/s	*Hhf* kOe
A	parameter	1.076	2.939	0.609	1.446	0.609	1.259						
	area(%)	37.32		32.09		30.58							
B	parameter	1.076	2.939	0.609	1.446	0.609	1.259						
	area(%)	54.03		27.47		18.49							
C	parameter	1.029	3.032		0.645			0.326	–0.251	513.618	0.227	–0.262	499.854
	area(%)	9.83	16.95		14.67	58.55							
D	parameter				0.653			0.315	–0.274	515.067	0.227	–0.262	499.584
	area(%)		27.81						30.93			41.25	

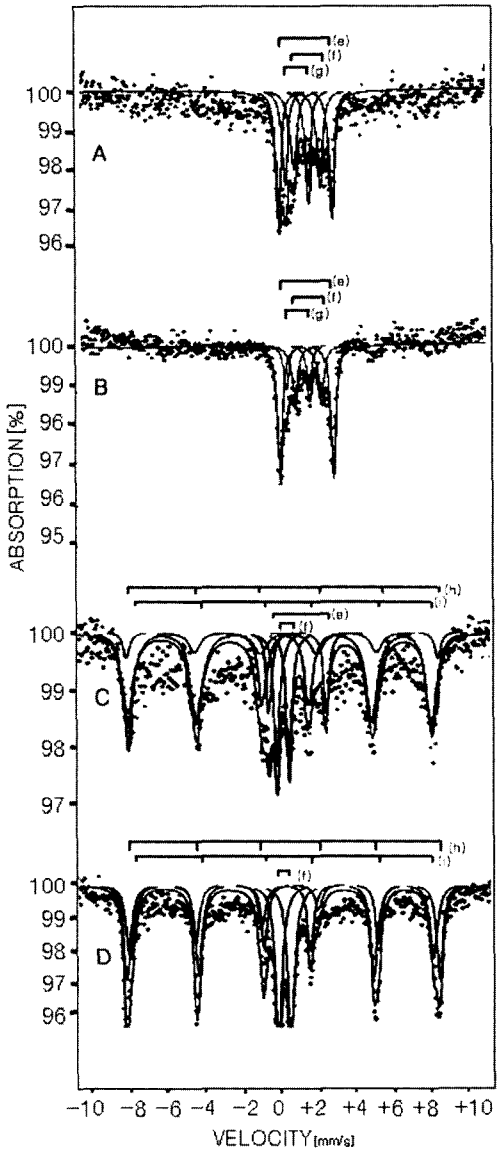

Fig. 2. Mössbauer spectra of volcanic rock and scoria samples taken from Jeju island. (e) olivine, (f) pyroxene, (g) ilmenite, (h) hematite and (i) magnetite.

료는 공기와 접촉이 많은 것을 사용했기 때문으로 생각된다. 화산암과 송이시료의 Mössbauer 스펙트럼에서 얻은 각 광물의 quadrupole splitting 값들은 시료A와 B는 1.259 mm/s~2.939 mm/s, 시료C는 -0.262 mm/s~3.032 mm/s, 시료D는 -0.262 mm/s~0.653 mm/s범위의 값을 갖는 것으로 보아 시료A와 B는 채취 장소에 따른 quadrupole splitting 값의 변화가 없고 시료C와 D는 채취 장소에 따라 약간의 변화가 있는 것은 지역적인 의존성 때문으로 볼 수 없다. 이러한 quadrupole splitting값은 ^{57}Fe핵 주변 전기장 기울기의 대칭성을 나타내므로 핵 주위에 위치한 전자나 이온 분포에 많은 영향을 받게 된다. 이 결과로부터 시료A와 B에는 olivine, pyroxene와 ilmenite의 광물이, 시료C와 D는 olivine, pyroxene, hematite와 magnetite의 광물이 포함되어 있음을 알 수 있다.

초미세자기분열은 원자핵의 자기쌍극자와 자기장과의 상호작용에 의한 분열로서 일반적으로 강자성체, 반강자성체 및 Ferri 자성체에서는 내부 자기장에 의해 6개의 공명흡수 분열선이 관측된다. 화산암과 송이시료에 대한 Mössbauer 스펙트럼에서 얻은 hematite에 대한 초미세자기장 값은 Fig. 2와 Table II에서 보인 것처럼 시료A와 B는 계산되지 않고 시료C는 513.618 kOe, 시료D는 515.067 kOe로 계산되어지고 있으며, magnetite에 대한 초미세자기장 값은 역시 시료A와 B는 계산되지 않으며 시료C는 499.854 kOe, 시료D는 499.584 kOe로 계산되어지고 있다. 초미세자기장 값에서 시료A와 B는 특이성이 나타나고 있으며 시료C와 D의 값은 499.584 kOe~515.067 kOe로 계산되고 있어 시료에 따라 약간의 차이가 있음을 보여주고 있다. 또한 이 값은 Küdig[15]의 결과와 비교하여 보면 이들 육중선은 hematite와 magnetite에 의한 초미세자기장 값이라 볼 수 있다. 이들 초미세자기장 값은 순수 hematite와 magnetite의 값 525 kOe와 505 kOe에 비해 작게 나타나고 있는데 이러한 현상은 시료에 함유된 hematite와 magnetite의 초미세자기장 값이 순수 초미세자기장 값 보다 통상적으로 작게 나타난다고 지적한 Graham[16]과 Wang 등[17]의 결과와도 일치하고 있다. 이처럼 시료에 함유된 hematite와 magnetite의 초미세자기장 값이 순수 hematite와 magnetite값 보다 작게 나타나는 것은 hematite와 magnetite 격자내의 반자성 양이온의 부분치환으로 인해 발생한 내부자기질서의 붕괴가 초미세자기장 값에 영향을 미쳤기 때문으로 해석할 수 있다.

Mössbauer 스펙트럼으로부터 계산된 공명흡수 면적은 각 시료에 함유되어 있는 철의 함량과 밀접한 관계가 있으므로 화산암과 송이시료에 존재하는 광물인 olivine, pyroxene, ilmenite, hematite와 magnetite의 공명흡수 면적을 구하면 각 구성광물에 포함되어 있는 철의 양을 비교할 수 있다. Table II에서 알 수 있듯이 4개 시료의 공명흡수 면적은 주로 olivine과 magnetite에 의한 것으로 볼 수 있으며 이와 같은 사실로부터 화산암과 송이시료에 포함되어 있는 철은 주로 olivine과 magnetite에 포함되어 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

제주도 전지역에서 채취한 화산암과 송이에 대한 X-선회절법, X-선형광법 그리고 Mössbauer 분광법를 이용하여 이들에 포함된 광물들의 물리화학적 특성을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다. X-선회절분석에 의하면 화산암과 송이에는

SiO_2와 같은 규산염 광물과 olivine, pyroxene와 ilmenite등이 주광물을 이루고 있으며 송이에는 이 광물외에 hematite와 magnetite 등이 포함되어 있음을 확인하였다. 화산암에서 hematite와 magnetite 등의 산화철 광물의 피이크를 뚜렷이 식별하기 어려운 것은 치환된 Al의 함량 증가로 X-선회절선 폭이 넓어지거나 다량의 규산염 광물들의 강한 회절 피이크와 이들 광물의 피이크가 겹쳐서 나타났기 때문으로 여겨진다. X-선형광분석에 의한 제주도 4개 특정지역 시료의 Fe_2O_3 함량은 송악이 가장 많았고 함덕은 가장 적었으며 SiO_2의 함량은 금악이 가장 많았고 송악이 가장 적었다. 화산암과 송이의 Mössbauer스펙트럼으로부터 olivine, pyroxene와 ilmenite에 의한 세 쌍의 quadrupole spliting을 얻었고 육중선은 hematite와 magnetite에 의한 magnetic hyperfine splitting으로 볼 수 있다. 또한 isomer shift 값으로부터 화산암에 함유된 철은 약간의 Fe^{3+}를 제외하고는 거의 모두 Fe^{2+}상태임을 확인하였고 송이에 함유된 철은 약간의 Fe^{2+}를 제외하고는 거의 모두 Fe^{3+}상태임을 알 수 있었다. 4개 시료의 공명흡수 면적을 분석한 결과 화산암에 포함된 철은 주로 olivine, 송이에 포함된 철은 주로 magnetite와 결합되어 있음을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2002년도 제주대학교 발전기금 국외파견 연구지원계획에 의하여 연구되었다.

참 고 문 헌

[1] Bou young kim, A study on Mechanic Characteristics of the Lightweight Brick made of Cheju-do Song-I, Dankook Univ., Dept. of Archit., Grad. School(1987).
[2] 한재봉, 잔골재를 제주도 송이로 대체한 콘크리트의 실험적연구, 조선대 대학원, 산업공학과 석사 학위논문(1986).
[3] M. W. Lee, Petrology and Geochemistry of Jeju Volcanic Ialsnd, Korea, Series III (The Science Reports of the Tohoku University, Japan), Vol **14**, p. 177.
[4] 이문원, 한국지구과학교육연구회지 **6**, 49(1985).
[5] Sung Rak Hong, Jeong Dae Ko and Soon Hee Kim, Ungyong Mulli (kor.phys.soc.) **7**(4), 297(1994).
[6] Sung Rak Hong, Guy Haley and J. G. Mullen, Hyperfine Interactions **57**, 2221(1990).
[7] Stevens, Pollak, White and Gibson, Mineral Data Handbook, Univ. North Carolina Pub (1983).
[8] 이시우, 서치호, 화산암제 경량골재의 흡수성 저하에 관한 실험적연구, 대한건축학회 학술 발 표논문집, **9**(1), 403(1989).
[9] H. kodama, J. A. Mckeague, R. J. Tremblay, J. R. Gosslin and M. G. Townsend, Can. J. Earth. Sci., **1**(14), 1(1977).
[10] B. D. Cullity, Elements of X-ray diffraction, Addition-wesley publishing company, pp. 281-292 (1978).
[11] K. C. Song and S. H. Yoo, Korean Soc. Soil Sci. FERT, **24**(2), 86(1991).
[12] C. W. Childs, N. Matsye and N. Toshinaga, Soil Sci. Plant. Nutr., **2**(37), 299(1991).
[13] J. S. Shin and R. Tavemier, Composition and genesis of Volcanic Ash Soils in Jeju Island, Ph. D Thesis, State Univ. of Ghent, Belgium, pp.40-47(1978).
[14] K. C. Song and S. H. Yoo, Soil Sci., **2**(24), 86(1991).
[15] Kundig W.H., H.Bommel, G.Constabaris and R.H.Lindquist, phys. Rev. **142**, 327(1966).
[16] Graham R. C., S. B. Weed, L. H. Bowen and S. W. Boul, Clay Minerals **37**, 19(1989).
[17] Wang, Y. Zhou and J. Wu, Hyperfine Interactions **70**, 1037 (1992).

Mössbauer Spectrum of Lava in Jeju Island

Sung Rak Hong*, Jeong Dae Ko, and Won Jun Choi
Department of Physics, Cheju National University, #1, Ara-1 Dong, Jeju-si, 690-756, Korea

(Received 30 September 2003, in final form 25 October 2003)

In this study, we analyzed the volcanic rock and scoria samples taken from special sites of Jeju island in two ways at the room temperature. One is the analysis of the chemical composition using X-ray fluorescence spectrometer, the other is the analysis of minerals in the samples, oxidized iron's genus, valence state and magnetic properties using X-ray diffractometry and Mossbauer spectroscopy. We believe that the volcanic rock and scoria samples are chiefly made of silicate minerals, like SiO_2, and they also have olivine, pyroxene, ilmenite, hematite and magnetite. The major Fe fractions of the volcanic rock samples are 2+ charge state and those of the scoria samples are 3+ charge state.

Key words : volcanic rock, scoria, XRD, XRF, Mössbauer.