Proceedings of the Annual Joint Conference,
Mineralogical Society of Korea and Petrological Society of Korea
May 30, 2003, Daejeon, Korea

제주도 남부 지삿개 주상절리대의 현무암에 대한 연구

고정선 · 윤성효
부산대학교 지구과학과, 부산광역시 금정구 장전동 산30, 609-735

1. 서 언

제주도 서귀포시 대포동 2599~중문동 2663-1 해안선을 따라 약 2.0 km에 걸쳐 「지삿개」 또는 「모시기정」 이라고도 하는 절경지가 있다. 이 대포동 지삿개 해안은 주상절리(柱狀節理: columnar joint)가 발달한 곳으로 이곳의 옛 이름인 "지삿개"를 살려 "지삿개바위"로 부른다. 이곳은 약 2km에 이르는 해안에 걸쳐 높이가 30m는 족히 됨직한 사각형, 오각형 및 육각형 바위가 깎아지른 절벽을 이루고 있다. 해안절벽을 따라서 칼로 정교하게 자른 듯한 육면체의 현무암(玄武岩) 돌기둥들이 빼곡하게 늘어서 있다.

본 연구에서는 대포동 주상절리대를 구성하는 현무암류에 대하여 암석학적 및 주상절리의 기하학적 · 형태학적 기본적인 연구를 수행하였다.

2. 주상절리대 구성암석

대포동 주상절리를 구성하는 암석은 화학성분에 근거하여 '대포동현무암'으로 명명할 수 있으며, 성천포에서 월평동에 이르는 해안을 따라 약 3.5km의 연장 분포를 보이며, 상층부는 크링커가 형성되어 거친 표면을 이루고 있으며, 크링커내에는 다수의 화산탄과 화산암괴를 포함하는 집괴암상을 나타낸다, 대포동 해안가 지삿개 부근에서는 주상절리가 잘 발달하고 있다. 대포동현무암의 형성 시기는 지삿개 주상절리대의 하부 현무암의 K-Ar 전암연대는 0.25±0.04Ma, 상부의 조면현무암은 0.14±0.05Ma로 25만년전~14만년전에 분출된 마그마로부터 형성되었음을 지시한다 (Table 1).

이 대포동 현무암은 중문 북쪽의 녹하지악(鹿下旨岳) 분석구에서 분출하여 남쪽으로 흘러내린 것으로 사료되며, 일부는 인접한 성천봉(星川峰) 분석구에서도 분출된 것으로 사료된다.

Table 1. K-Ar whole-rock ages of the Daepodong basalt.

Sample number	K(wt.%)	wt(g)	^{40}Ar radiogenic (10^{-8}ccSTP/g)	^{36}Ar (10^{-10}ccSTP/g)	Age(Ma)	Air(%)
1	0.903	0.10048	0.860±0.153	3.015±0.033	0.25±0.04	91.14
5	**1.084**	**0.10055**	**0.604±0.198**	**2.079±0.045**	**0.14±0.05**	**91.05**

지삿개 지역에서 채취한 대포동현무암에 대한 전암 화학분석 결과, SiO_2는 47.5~49.5 wt.%, Na_2O는 3.1~3.4 wt.%, K_2O는 1.3~1.5wt.%의 범위를 나타낸다. 알칼리 함량(Na_2O+K_2O)이 4.44~4.82 wt.%로서 조면현무암의 범위(5 wt.%이상)보다 낮은 알칼리 함량을 나타내며, 화산암류에 대하여 SiO_2와 Na_2O+K_2O의 비를 이용한 화산암류의 명명도(Le Bas et al., 1986)에서 알칼리 계열에 속하는 현무암(basalt)에 해당한다.

3. 주상절리대의 형성과정

대포동현무암은 성천포에서 월평동에 이르는 해안을 따라 약 3.5km의 연장 분포를 보이며, 용암의 표면에는 크링커가 형성되어 거친 표면을 보이나, 지삿개 해안절벽 지역에서는 파도에 의하여 침식당해 나타나 있는 용암유동단위(熔岩流動單位: flow unit)의 중간부분을 나타내는 그 단면에서는 벽화와 같은 아름다운 주상절리가 발 발달한다.

이러한 주상절리는 용암이 식으면서 기둥모양으로 굳어진 것인데, 기둥의 단면은 4~6각형으로 다양한 모습을 보이는 것으로 알려져 있다. 유동성이 큰 현무암질 용암류가 냉각될 때, 냉각중인 용암 표면에서 수축이 일어나는 중심점들이 생기게 되고 이런 중심점들이 고르게 분포하면서 그 점을 중심으로 냉각·수축이 진행되면 다각형의 규칙적인 균열이 생기게 된다. 이러한 균열들이 현무암의 유동방향에 수직으로 발달하여 현무암 용암층은 수많은 기둥으로 나누어지게 된다. 이들은 용암의 두께, 용암의 온도, 냉각 속도, 냉각율, 열구배 등에 따라 높이 수십m, 지름 수십cm의 다양한 모습으로 발달하게 된다. 일반적으로 현무암 용암에서 발달하는 주상절리는 약 900℃부근에서 형성되는 것으로 알려져 있다.

4. 주상절리대의 기하학적 해부

주상절리의 크기(column length)는 키가 큰 것은 20m 내외로 발달하며 상부에서 하부에 이르기까지 깨끗한 주상절리의 단면을 볼 수 있다. 해식애를 따라 발달한 주상절리는 기둥의 상부에서는 수평의 판상절리가 우세하며 하부로 가면서 수직인 면에서 수직 주상절리들이 서로 인접하여 밀접하게 붙어서 마치 조각품과 같은 모습을 나타낸다.

주상절리의 수평면상에서는 다각형의 다면체들이 기하학적으로 연계되어 잘 발달하며 육각형(약 40%), 오각형(33%), 칠각형(19%), 팔각형(6%), 사각형(2%) 등으로 육각형의 육면체 주상절리가 가장 우세하게 발달하여 있다.

주의 직경(column diameter)의 최대값은 205m에 달하며 130~139cm(33%), 120~129cm(18%), 110~119cm(12%), 150~159cm(11%), 140~149cm(10%)이며, 그 외 100~109m(7%), 160~169cm(3%), 180~189cm(2%), 200~209cm(2%), 170~179cm(1%), 190~199cm(1%)로 산출된다.

주상절리 기둥의 최대면 길이(column-face width)는 90~99cm(28%)로 가장 우세하고, 80~89cm(20%), 70~79cm(12%), 110~119cm(1%), 100~109cm(19%)로 우세한 편이며, 그 외 60~69cm(6%), 130~139cm(1%), 170~179cm(1%)로 나타났다.

주상절리의 수직 절리면에 직각인 유동방향에서 주상유동 띠의 폭(band-width)은 최소 2~3cm에서 최대 십 수 cm에 달한다.

주상절리의 단면에서 서로 인접한 다각형 사이에 이루는 사이각이 120o인 것은 'Y'자형의 절리가 발달하고, 최대 사이각이 150o 이상인 것은 굽어진 'T'자형, 180o에 가까운 것은 'T'자형의 절리를 나타낸다. 대포동현무암의 주상절리에서는 120~129°(20%), 110~119°(15%), 130~139°(13%), 140~149°(12%), 90~99°(12%)이며, 그 외 150~159°(6%), 80~89°(3%), 160° 이상(5%)로 나타났다.

또한 해안 가까이의 육각형 또는 오각형의 절리면에 수평인 절단면에서는 절리면을 따라 파도의 침식작용으로 다각형의 주의 가장자리가 침식, 제거되고 중심부가 보다 낮은 지형을 나타내고 중심부에는 현무암이 잔존하여 마치 중절모자 형태의 볼록한 작은 지형을 이루고 있다. 이는 2차적인 파도의 침식작용과 주상절리 형성 초기의 열적구배에 기인하는 것으로

해석된다.

수차례의 용암(대포동현무암)이 흐르면서 액체상태에서 용암이 900℃ 부근에서 냉각·수축되어 주상절리가 만들어진 후, 융기에 의해 해수면 밖으로 노출되어 강한 파도에 의해 침식되면서 현재와 같은 장관을 연출하게 된 것이다. 해식대에 따라 파도의 침식에 의하여 낮아진 부분은 주상절리가 깨끗하게 발달하고, 부분적으로 주상절리면에 어긋나게 침식당한 부분에서는 다양한 형태의 경관을 나타내고 있다. 또한 절리면에는 침식작용의 결과로 벽화와 같은 모습을 나타내고 있다.