

제주도 북사면의 기생화산체에 관한 연구

윤 정 수
제주대학교 해양학과

A study on Parasitic Cones of the Northern Parts of Cheju Island, Korea

Jeung-Su Youn

Department of oceanography, Cheju National University, Cheju-do 690-756, Korea

The northern parts of Cheju island contains about 137 lateral volcanoes, which on the volcanological and geomorphological characters of them were classified as follows ; 129 cinder cones, and 8 hydro-volcanos tuff rings and cones.

Cinder cones are concentrated mainly along the ENE~WNW directions which well the correspond the long axis of Cheju island, and constructed by strombolian eruption. Tuff rings and cones formed on a subaerial basalt plateau by hydroexplosions at the aquifer or covered with shallow sea water.

The Dusan bong, Dangsang bong and Someuri is comprised by tuff ring and cone and cinder cone complex, and constructed from a surtseyan explosivity and transmitted into a strombolian eruption.

The regional frequency distribution of parasitic cones shows as follows ; Kwjwa : 29.8 %, Aewol : 25.2 %, Hangyung : 9.9 %, Hallim : 8.4 % respectively, which indicates that the Kujwa is most highly concentrated in study area.

The shapes pattern of cinder cones shows the conical shape : 32.1 %, horse-shoes type : 25 %, ring-shaped : 2.2 %, and complex types : 40.2 %, which the complex types were maximum distributed.

The major chemical composition of the $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_3\text{O}_3$ in scoria cones shows 75 %, fireproof : 1,165 °C, absorption : 23.1 %, abrasion : 58.5 %, respectively.

Key words : hydroexplosion, strombolian eruption, parasitic cones, horse-shoes type

서 론

제주도는 지질학적으로 신생대 제3기말 플라이오세에서 부터 제4기에 이르는 동안의 화산활동의 결과로 이루어진 하나의 큰 화산도로서 순상화산의 형태를 이루고 있다.

본 도에는 한라산의 중앙화구인 백록담을 정점으로 하여 해안으로 이르는 완경사의 사면상에 소위 오름이라 불리우는 357개에 달하는 기생화산들이 본도의 장축방향(동북동~서북서)를 따라 대상으로 군을 이루면서 분포하고 있어 한반도에는 찾아볼 수 없는 특색있는 경관을 이루고 있는데, 이들 기생화산은 생성환경, 분출물의 종류, 형성후의 용기, 차별침식, 용암류의 관입 및 화산 폭발시의 가

스 함량의 여하등에 따라 그 형태에서 현저한 차이를 나타낸다.

기생화산체는 일반적으로 1윤회성 단성화산으로서 분출물의 퇴적작용 만으로 화산체가 생성되는 마그마성 정착지형이다(Fisher, 1979). 이들은 화산체의 형태와 분출물의 종류, 퇴적층 및 그 구조를 통하여 분출물의 환경, 분출양식, 마그마의 특성등을 반영하여 준다. 따라서 이들 기생화산은 제주도의 화산활동과 지형발달을 이해하는데 있어서 중요한 의미를 지니고 있다 하겠다.

제주도의 지형 및 지질에 관한 연구는 原口(1931)을 시작으로 하여, 김봉균(1969, 1972)은 본도에 분포하는 서귀포층과 신양리층에 대한 고생물학적 연구를 실시하여 이들의 생층서를 확립

시켰고, 1965년에 김옥준등 한국지하자원조사소에서 지하수 탐사를 위한 기본자료를 제공해 주기 위하여 지질조사가 이루어져 도내 상당한 부분의 지질도가 작성 되었으며, 손치무 등(1968)에 의해 본 도 전역에 걸친 1 : 100,000 지질도가 작성되 있다. 김상후(1959), 박승필(1985)은 본 도에 대한 지형 및 측화산에 대한 고찰을 하였고, 이상만(1966), 원종관(1975, 1976)과 Lee(1982)은 본도 화산암에 대한 암석학적, 암석화학적 연구를 체계적으로 이행하였다. 윤 선(1970), 윤상규 등(1986)은 본도의 층서와 지질에 대해 부분적으로 논의 함으로서 화산형성 순서를 엮은 바 있다. 손영관(1992), 김동학 등(1986)은 화산분출 유형에 따른 그 특성과 기구를 언급한 바도 있다. 이동영 등(1988)은 항공사진 판독과 고지자기학적 연구를 통해 화산분출 순서를 제시하기도 하였다. 본 연구에서는 북제주군 지역에 산재해 있는 기생화산중 분석구 및 응회구와 응회환들의 화산분출사의 특성에 중점을 두고 연구하고, 이들 기생화산들의 형태적 특징 및 구성물질의 분석을 통한 특성있는 기생화산체에 대한 지형 지질분야 및 자연자원에 대한 학술적 관점에서 현황을 보다 정확하게 종합적으로 파악하여 이들 기생화산체의 보다 효율적인 보존 관리 및 자원화 방안을 설정하는데 기본자료를 제공하고자 실시케 된것이다. 이번 조사 연구에서 연구대상으로 설정된 기생화산체는 화산분출 당시 가스 이외에는 다른 물질이 많이 분출하지 않았거나 전혀 분출하지 않은 작은 규모의 분지형 기생화산체를 연구대상에서 제외하였음을 밝혀둔다.

재료 및 방법

연구방법은 제주도의 항공사진(축척 1 : 20,000)을 판독하여 기생화산체의 형태적 특성을 분류하고, 이를 바탕으로 1 : 5,000 축척의 지형도를 이용하여 야외조사를 행하였다. 이를 근거로 하여 화산활동의 특징에 따라 기생화산체를 분석구와 응회환, 응회구로 분류하였다.

또한 야외 조사시 채취한 시료들에 대해 박편을 제작하여 현미경 관찰을 통하여 화산분출물을 분류하였고, 또한 입도분석, 물리적 특성 및 특징적이고 자원화 활용에 가치가 있는 화산암체에 대하여는 화학적 분석을 실시하여 화산암체의 구성성분의 특성도 살펴 보았다. 화산분화가 일어날때 그

특징에 따라 기 분류된 기생화산체를 지역별 기생화산의 분포현황, 화구 모양에 의한 기생화산의 분류, 경사도, 직경, 화산체 높이, 화구경등 기생화산체 형태적 특징에 의한 분류를 하였다(Porter, 1972).

조사결과 및 고찰

지 형

본도의 산계는 한라산을 정상으로 하는 썰드 화산체를 이루고 있다. 이 썰드 화산체 상에는 100~400 m 고도로 솟은 소위 "오름"이라 불리우는 357 여개에 달하는 기생화산들이 각처에 웅립하여 경관을 이루고 있다.

본 역에 분포하는 기생화산은 거의 분석구에 해당하며 육상형성의 것과 수중형성의 것으로 세분할 수 있다. 육상형성의 분석구는 지미봉, 월랑봉, 이달봉, 금오름등 본역 기생화산의 거의 대부분에 달하는데, 모두가 두꺼운 화산사, 화산회, 화산력 일부는 화산암괴등으로 구성되어 있으며, 화구의 형태는 코니데(Conide)형, 이스피데형, 호마데(Homate)형으로 차이를 보인다. 이와는 대조적으로 수중 형성의 응회환, 응회구는 주로 해안선 주변을 따라 분포 하는데, 성산일출봉, 두산봉, 소머리 오름, 당산봉, 수월봉등이 이에 해당하는 것으로 이들은 수중 퇴적이 화산사암을 주로 하는 위에 상당한 침식 진전을 보이고 있다는 것이 공통된 특징이다. 이들 기생화산은 일견 불규칙 하게 산재하는것 같이 보이나 세밀히 관찰하면 산맥 동·서측에 대상으로 규칙성 있게 군을 이루는데 백록담을 중심으로 동북쪽은 사라오름(표고 1,300 m), 성널오름(표고, 1,215.2 m), 성판악(표고 752 m), 물오름(표고 845 m), 괴평이오름(표고 784 m), 거문오름(표고 718 m), 붉은오름(표고 570 m), 구두리오름(표고 518 m), 산굼부리(표고 308 m), 가문이오름(표고 302 m), 성불오름(표고 348 m), 비치미오름(표고 346 m), 개오름(표고 345 m), 작은 돌임이오름(표고 308 m), 백약이오름(표고 311 m), 동거문오름(표고 1,340 m), 손자봉(표고 225.8 m), 용눈이오름(표고 247.8 m), 은월봉(표고 180 m), 두산봉(표고 145.9 m), 지미봉(표고 165.3 m), 소머리오름(표고 132.5 m) 등의 대상 분포를 하고, 백록담 서쪽은 윗세오름(표고 1,743 m),

블래오름(표고 1,362 m), 노로오름(표고 1,069.9 m), 한대오름(표고 914 m), 돌오름(표고 760 m), 왕이매(표고 517 m), 정물오름(표고 469 m), 돌오름(표고 439.6 m), 문도지오름(표고 264 m), 가마오름(표고 143 m), 신서약(표고 122 m), 거문오름(표고 96 m), 당산봉(표고 148 m), 차귀도(표고 68 m) 등이 한라산을 중심으로 하여 동쪽은 우도, 서쪽은 차귀도에 이르는 본도의 장축에 해당하는 중앙선 주위에 기생화산이 2/3이상이 밀집되어 있으며, 이들은 백록담을 중앙화구로 한 외륜산을 형성하고 있다(Fig. 1 참조). 특히 기생화산이 많이 밀집 분포하는 성판악 주위, 송당리일대, 봉성리 지역, 한경면 저지리 및 청수리 지역에는 아아용암과 거대한 화산탄이 많이 산출되고, 이들 기생화산에는 큰 화구나 화구호가 발달된 곳이 있고, 곳곳에 칼데라가 발달되어 있어 이들 분석구 기생화산체들은 제주도 화산활동 단계의 최종기에 형성된 것임을 의미한다.



Fig. 1. Distribution of volcanos in study area.

화산 분화의 활동상

화산분화는 지하의 마그마와 화산가스가 육상표면이나 바다속에서 분출하는 현상이며, 또는 마그마가 지표에 나오지 않고 화산가스만을 맹렬하게 분출시켜 지표를 파괴시키는 현상도 분화의 한 종류이다. 화산이 분화하는 모양은 마그마의 성질, 분화장소에 따라서 매우 다르다. 일반적으로 화산체는 화산분화에 의해 점점 커지고 여러 가지 모양의 산덩어리가 만들어진다. 화산쇄설물로 이루어진 화산쇄설구들은 종류에 따라 전혀 상이한 지형적인 형태를 보인다.

스트롬볼리안(Strombolion) 화산활동에 의해

형성된 분석구(cinder cone)와 써지안(Surtseyan) 화산활동에 의해 형성된 옹회환(Tuff ring)과 옹회구(Tuff cone)는 성인적으로 전혀 다른만치 화산체의 외형에 있어서도 크게 다르다(Fisher and Schmincke 1984).

즉 외형적으로는 이들 화산체의 각각의 높이와 폭의 비에서 큰 차이를 보이며, 층리의 발달상태라든가, 내부적인 구조에서도 매우 다르다. 이는 화산분출 당시 화산활동의 유형과 연속성, 그리고 마그마와 물과의 상호접촉 반응여부등 그 환경이 전혀 다르기 때문이다.

본 역에 산재하는 기생화산체의 생성에 대하여는 두 가지 방법으로 설명되고 있다(김 등, 1986). 첫째는 마그마성 기작(Magmatic mechanism)으로 스트롬볼리식 분화에 의해 형성된 분석구이고 다른 하나는 하이드로볼케니식 기작(Hydrovolcanic mechanism)으로 하이드로클라스틱 분출에 의한 옹회환 또는 옹회구를 형성시키는 것이다.

스트롬볼리안 화산활동은 화산분화 당시 대체로 마그마와 물의 접촉이 극히 제한된 상태에서 이루어지는 것이나, 때때론 마그마와 물의 접촉반응이 증가함에 따라 하이드로볼케니즘으로 전이되어 폭발성도 강해지며 써지안 분출형식으로 변화하는 경우도 있다. 스트롬볼리안 분출은 다소의 점성이 높은 현무암질 마그마가 분출됨에 따라 하와이안 분출보다는 폭발성이 강해 화구주위에 스킨리아(Scoria) 분석구(Cinder cone)를 발달시킨다. 이 경우 전술한 바와 같이 화산분출 당시 마그마가 물과의 접촉반응을 별로 가지지 않으므로, 화산쇄설물은 조립질이며 다양한 크기의 화산탄을 많이 협재하고 층리의 발달이 좋지 못하고 분석구의 높이와 폭의 비가 매우 크다(Self. et al. 1974). 이러한 화산분화과정에 의해 형성된 분석구는 본도 장축을 따라 대상으로 군을 이루어 밀집분포하는 기생화산이 이에 속한다.

써지안 화산활동은 하이드로클라스틱분출이 프레아토마그마틱(Preatomagmatic) 분화형식으로 화구를 통하여 분출물을 익출하므로, 일반적으로 층리의 발달이 양호하고 분급이 좋지 못하며 기공이 많은 화산체를 퇴적시킨다. 또한 기공이 적거나 거의 없고 원마도가 아주 좋지 못한 암편들을 많이 포함하며, 화산암괴와 화산탄 파편들을 많이 포함한다. 이러한 특징을 보이는 하이드로 볼케니즘은 화산분화 당시 외부로부터 유입되는 물과 마그마

의 상호반응에 따라 일어나는 화산활동으로, 고온의 화산분출물과 저온의 물과 접촉반응을 할 때 고온물질의 기화온도보다 낮은 온도에서 폭발적인 기화 현상이 일어나는 화산활동이다. 이때 폭발에너지는 화학반응에 의한 것이 아니고, 화산 분출물의 순간적인 급격한 이동에 따라 발생하는 것이다. 이러한 급격한 물과 마그마의 혼합에 의한 폭발적 화산활동을 프레이아마그마틱 화산활동이라 하며, 이때 폭발적인 각력화작용에 따른 화산쇄설물들은 수리쇄설성 응회암들로 응회환이나 응회구 형태의 화산체를 형성하고 이러한 화산활동을 써지안분출이라 한다(Fig. 2 참조). 이러한 화산활동을 유발시키는 물은 지하수이든 해수이든 모든 종류의 물이 모두 가능하며, 이러한 분화과정에 의해 생성되는 화산쇄설물 중에서는 써지(Base surge)에 의한 퇴적구조가 잘 형성된다(Kokelaar, 1983). 또 이러한 화산활동에 의해 만들어진 응회환 또는 응회구들은 높이와 폭의 비에서는 분석구 화산체와 비교하여 볼때 매우 낮은 형태를 갖음이 특징이다. 본 조사지역에서 한경면 고산리의 수월봉과 차귀도, 당산봉 및 구좌읍 종달리에 위치하는 두산봉과 소머리옴은 상기와 같은 화산분화과정에 의해 형성된 전형적인 응회구, 응회환 화산체이다.

본 조사지역의 기생화산은 화산활동 당시 가스 이외의 다른 물질은 거의 분출하지 않은 소규모 분지형 기생화산체를 제외한, 항공사진으로 원추형 기생화산체로 식별이 가능한 것은 총 137개이었다. 이들을 항공사진과 야외조사를 통하여 분류한 결과 육상분화(Subaerial eruption)에 해당하

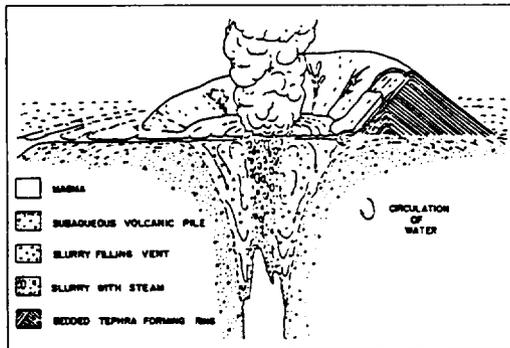


Fig. 2. Diagrammatic section and perspective of Surtseyan volcano in transient quiescence during intermittent jetting activity(B. P. Kokelaar 1983, modified).

는 분석구가 129개, 수중분화라 할 수 있는 응회구, 응회환이 8개 등이 있다.

분석구(cinder cone)

스트롬볼리안 화산활동에 의해 형성된 분석구는 일반적으로 Scoria Cone을 의미하는 것이며, 단일 응회성 분화로 형성된 단성화산체이므로 화산체의 높이는 수 100 m 이하이고, 기저면의 직경은 약 2 km 이하가 보통이다. 이러한 화산체는 일반적으로 고철질의 마그마가 스트롬볼리식 분화에 의해 형성된 것이고, 화산쇄설물의 입자 크기는 수 cm 정도의 조립질이고 다공질 Scoria가 주를 이루며 층리의 발달이 빈약한 성층구조를 가지는 것이 일반적이다(Porter, 1972 ; Fisher, 1979). 공중으로 분출된 Scoria가 지면에 낙하 후에는 직선적 단면을 만들게 되어 원래 기반암과는 명확한 경계를 이루는 rootless의 화구를 이루고 있음이 항공사진에서 식별할 수 있다. 북제주군 지역에 분포하고 있는 137개의 기생화산들중 원지형이 잘 보존되어 있는 것은 71개이고, 나머지 비마그마성 활동에서 기인된 침식으로 원 지형이 파괴되어 형태가 불명확하거나 화산체가 형성된 후에 또다시 새로운 화산활동이나 용암류의 분출에 의하여 부분적으로 파괴되었거나 또는 매몰된 화산체도 있다.

원지형이 비교적 잘 보존된 분석구들 중에는 화구륜의 일부가 파괴되어 말굽형(Horse shoes type)을 이루는 것들이 현저한 점이 특징적이다. 말굽형 분석구는 마그마성 분화에 의해 형성된 변형지형으로 화산쇄설물이 퇴적되어 화산체가 형성된 후에 용암류가 분출되면서 화구륜의 일부가 파괴된 것이다. 환형 분석구는 화산활동 중 가스 이외에는 다른 물질을 많이 분출하지 않고 형성된 마아르(Maar)형 화산지형이다(Oilier, 1974).

응회환(Tuff ring)과 응회구(Tuff cone)

응회환과 응회구는 非마그마성 물에 의한 폭발적 분화를 일으키는 하이드로볼케노(Hydrovolcano) 작용에 의해 형성된 화산체이므로 지형적으로 특이한 모양을 보인다(Waters and Fisher, 1971). 이러한 화산체는 고온의 마그마가 천해나 지하수 또는 지표수의 물과 접촉하게 되면 대량의 물이 기화하면서 압력이 증대되어 폭발적 분화가 일어나는 것이다. 일반적으로 현무암질 마그마인 경우

는 육상에서 화산분출을 하게 되면 스트롬볼리식 화산분화를 하거나 용암분출을 수반하는 것이 일반적인 특징이다. 비마그마성 물에 의한 수증기 폭발(Hydromagmatic explosion)이 발생하게 되면 분석구와는 대조적인 화산체를 형성하게 된다. 이러한 화산분화에 의해 형성된 응회구와 응회환은 분석구보다 대규모의 화구와 비고가 낮은 화구륜을 가지는 화산체를 형성하게 된다. 이들은 주로 해안지역, 호수, 저습지, 지하수가 풍부한 지역 등에 위치하는 화구에서 형성되는 단성화산이다. 이들은 분석구에 비하여 화산체의 형상이 보다 넓고 낮은 단면의 응회구나 응회환은 동일한 의미로 사용되기도 하지만, 그러나 형태적 특징과 지질과 퇴적층 및 화산체의 구조에 있어서 구별이 된다(Kokelaar, 1983, 1986).

본 조사지역에 분포하는 기생화산중 써지한 화산활동에 의해 형성된 하이드로 볼케노(Hydrovolcano)에 해당하는 화산체는 8개로 한경면 고산리의 수월봉, 당산봉, 차귀도, 구좌읍 종달리 두산봉, 조천읍 교래리 산굼부리, 구좌읍 연평리 소머리오름, 애월읍 상가리 고내봉, 상귀리의 파군봉이다.

이들은 해안지역이나 하천에 인접해서 분포하고 있으며 분석구와는 현저하게 다른 형태와 구조를 가지고 있다.

해안지역에 분포하는 수월봉과 당산봉 및 소머리오름에서 바다와 접하는 곳에는 해수의 파랑에너지에 침식되어 노두가 잘 나타나고 있어 이들 노두 조사를 통하여 분석구와는 퇴적층과 그 구조가 다르다는 것을 알 수 있다. 이들 중 조천읍 교래리의 산굼부리와 분석구인 구좌읍 송당리의 아부오름의 화구는 그 저경이 각각 925 m, 600 m이고, 화구경은 600 m, 463 m, 비고는 160 m, 34 m로 나타나고 측사면의 최대 경사각은 16.9°와 16.7°이다.

이들은 응회구와 비교하여 볼 때 화구륜이 비고에 비하여 화구경이 크고 측사면의 최대 경사각이 현저하게 낮게 나타나고 있다는 사실로부터 화산체의 형태적 특성이 응회환에 속한다.

본 조사지역의 응회환에 속하는 산굼부리는 하천에 인접한 지역에 위치하고 있어 지하수와 관련된 프리아틱 분출(Phreatic eruption)인 것으로 판단된다.

본 조사지역의 응회구에 해당하는 화산체는 구

좌읍 연평리 소머리오름, 한경면 고산리의 수월봉, 차귀도 등은 해안지역에 위치하고 있어 이들 화산체의 형성환경이 천해지역임을 의미한다.

한편, 두산봉, 당산봉의 분화구는 내부에 분석구를 가지고 있는데 이것은 화산분화과정이 응회환을 형성하는 수증환경에서 육상환경으로 변화된 복합 화산체임을 의미한다. 즉, 화구가 바다에 있는 동안에는 수증기 폭발을 하지만 화구가 해상에 나타나게 되면 화구가 해수로부터 격리되어 스트롬볼리식의 분화로 변화하여 분석구를 형성하게 된 경우이다. 따라서 이들은 단성화산이면서 2개의 화구를 가지는 단성 복합화산 또는 단성의 2중식 화산에 속한다.

기생화산이 지역별 분포 특성

(Fig. 1)는 조사지역 기생화산의 분포도이다. 여기서 보는바와 같이 대부분의 기생화산체는 해발 200 m 이상인 곳에 위치하고 있을 뿐 아니라 본도의 장축방향을 따라 대상으로 군을 이루면서 분포하고 있으며, 특히 북제주군 송당리 일대가 100 km² 내에 38개 이상의 기생화산체가 밀집 분포하는 최대의 밀도를 보여 본도의 동북동에서 서북서 방향이 화산활동에 주축을 이룬 중앙구조선임을 의미한다.

기생화산의 지역별 분포상황을 보면 구좌읍 지역이 전체 본도의 29.8 %, 조천읍 지역이 26.7 %, 애월읍 지역 25.2 %, 한경면 지역 9.9 %, 한림읍 지역이 8.4 %로 구좌읍 일대 지역이 최대밀도 분포를 보인다. 이를 다시 행정구역별로 세분해 보면 조천읍 교래리 지역이 28개, 와흘리 2개, 와산리 4개, 구좌읍 송당리 지역이 22개, 덕천리 4개, 종달리 7개, 평대리, 상도리, 연평리 지역이 각각 1개, 김녕리 3개, 애월읍 봉성리 지역이 25개, 금덕리 2개, 수산리, 상귀리, 상가리, 남읍리, 신흥리, 상대리 지역이 각각 1개의 분포를 보이며, 한경면 고산리 지역이 4개, 저지리 2개, 청수리와 산양리가 각각 3개의 분포를 보이며 한림읍 금악리가 6개, 명월리가 2개, 월림리, 비양리, 상명리가 각각 1개의 분포를 보인다.

이들 기생화산들 중 말굽형과 복합형의 분석구들은 마그마성 변형지역으로서 초기의 화산분화에 의해 화산쇄설물이 정착되어 화산체가 형성된 후에 용암류가 분출되면서 그 일부인 화구륜이 파괴

된 것이다. 이러한 형태의 분석구는 사태에 의해 용암류와 함께 이동된 니류가 퇴적되어 형성된 니류구가 화구륜이 터진 방향으로부터 용암류를 따라 산재하고 있는 것도 관찰된다. 말굽형 분석구에서 분출된 용암 중에는 비교적 최근에 분출된 신선한 용암류라 판단되는 것들이 있다. 애월읍 봉성리의 돌오름, 큰오름, 조천읍 교래리의 거문오름, 구좌읍 평대리의 둔지봉, 종달리의 동거문오름, 지미봉, 용눈이오름등 이에 해당된다.

분석구와 용암류가 형성된 시기와 이들이 지형적인 제요소 사이에는 밀접한 관련이 있다는 사실이 여러 연구에서 밝혀졌다. 즉, 분석구의 최대 사면각, 기저직경에 대한 비교의 비율, 즉 사면상에 우곡이 발달한 정도 등에 의하여 신·구의 판단이 가능하며 용암류의 경우는 미지형이 보존된 정도, 토양화가 진전된 정도 등에 따라서 용암류가 형성된 시기의 신·구를 알 수 있다. 토양화의 정도는 경작지화 되었는지의 여부와 수목의 존재 여부를 판단할 수 있다(박, 1985).

전기한 비교적 새로운 것으로 판별된 말굽형과 복합형 분석구와 용암류들은 형성시의 원지형이 비교적 잘 보존되어 있는 상태이다. 특히 이들 용암류는 항공사진으로 판독할 경우 용암류의 미지형의 선명하게 보존되어 있음을 확인할 수 있으며 인접한 용암류와 신·구 대비가 용이하며 전·후 관계를 명확하게 알 수 있다. 야외조사에 의하면 애월읍 봉성리의 돌오름, 괴오름으로부터 분출된 용암류의 말단부위에서는 자연과쇄용암이 넓게 발달되어 있는 것이 관찰된다.

본 조사지역에 분포하는 분석구 화산체의 형태적 특징을 규명하기 위해서 화산체의 원지형을 양호하게 보존하고 있는 분석구를 중심으로 저경(basal width of cone), 비고(cone height), 화구경(crater width)을 측정하였다(Wohletz and Sheridan, 1983; Heiken, 1971). 분석구의 저경은 <Fig. 3>에서 보는 바와 같이 400~800 m 것이 74개로 전체의 54.1%를 차지하고, 100~400 m의 것이 25개로 18.3%, 800~1000 m의 것은 22개로 전체의 16%, 1000 m 이상의 저경을 갖는 분석구는 16개로 전체의 11.7%를 차지하며, 최소의 저경을 갖는 화산체는 구좌읍 송당리 뒤편부니오름이 185 m이고, 최대는 환경면 고산리 당산봉이 1,287 m이다 (Fig. 3 참조).

비고는 <Fig. 4>에서 보는바와 같이 40~140 m

사이의 분석구가 102개로 전체의 74.4%를 차지하고, 15~40 m 사이는 18개로 13.1%를 보이고,

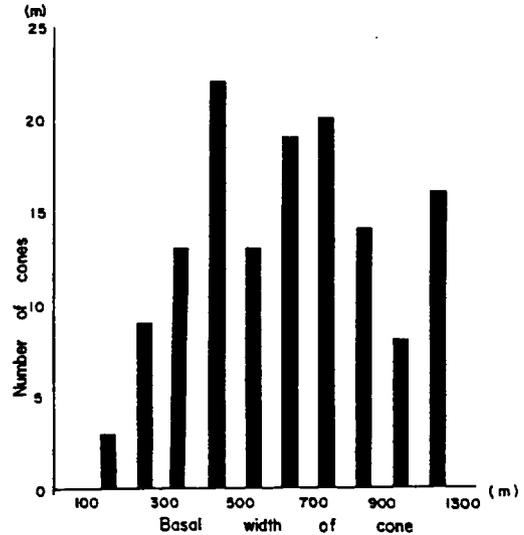


Fig. 3. Frequency distribution of Basal width of cones in study area.

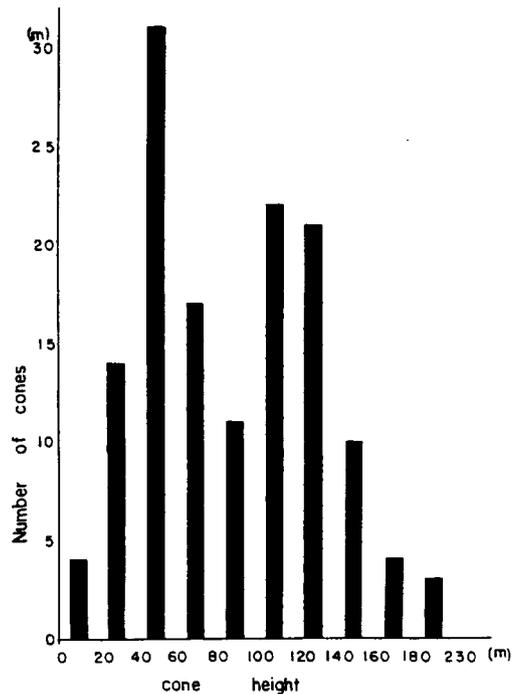


Fig. 4. Frequency distribution of cones height in study area.

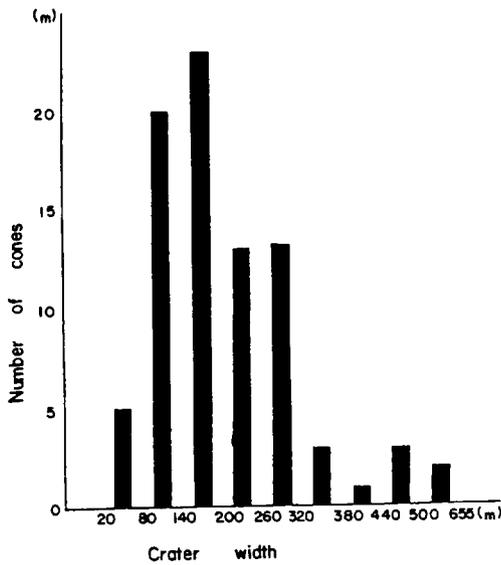


Fig. 5. Frequency distribution of craters width in study area.

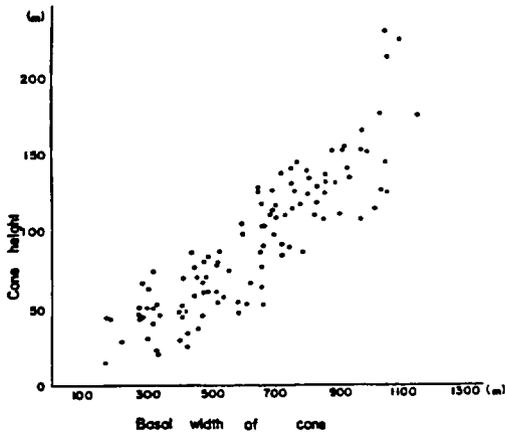


Fig. 6. Relationship between basal width of cones vs craters height.

140~230 m의 것은 17개로 12.4 %를 차지하며 최소의 비고를 보이는 분석구는 한경면 판포리 송아오름이 15 m이고, 최대는 애월읍 봉성리 큰오름이 1,040 m이다. 화구경은 <Fig. 5>에서 보는바와 같이 80~200 m 사이의 분석구가 44개로 전체의 52.4 %를 차지하며, 20~80 m의 것은 5개로 6 %를

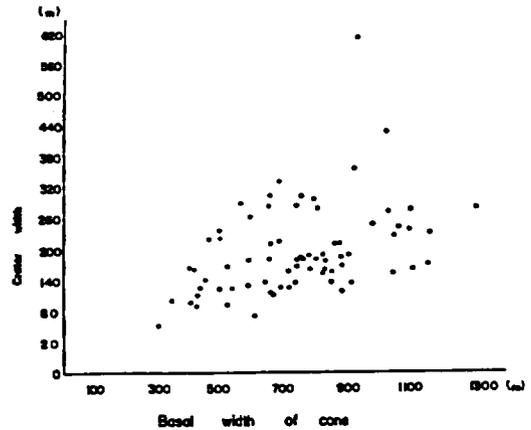


Fig. 7. Relationship between basal width of cones vs craters width.

차지하고 200~320 m 사이의 것은 26개로 31 %를 보이고, 320~500 m 사이의 것은 7개로 7.2 %를 보이며, 500 m 이상의 것은 2개로 2.4 %를 차지하고, 최소의 화구경은 조천읍 교래리 괴평오름이 25 m이며, 최대는 조천읍 산굼부리의 600 m와 구좌읍 연평리 소머리오름이 653 m이다. 저경(Wco)과 비고(H) 사이에는 <Fig. 6>에서와 같이 $H=0.15Wco-6.46$ 의 직선 관계가 설정되며, 상관계수 $r=0.82$ 이상으로 매우 밀접한 정의직선 상관관계를 보여 화산체의 저경이 큰 것일수록 화산체의 높이도 높음을 알 수 있다. 저경(Wco)과 화구경(Wcr) 사이에는 <Fig. 7>에서와 같이 $Wcr=0.14H+91.51$ 의 다소 분산된 직선관계를 나타내며 상관계수가 $r=0.33$ 으로 정의 상관계수를 보여주고 있어 이도 화산체의 저경의 큰 것일수록 화구경도 큰 모양을 하고 있음을 잘 나타내 준다(Fig. 7 참조).

본 조사지역에 분포하는 기생화산의 경사도는 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 의 것이 119개로 전체의 87 %를 차지하고, $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 사이의 것은 6개로 4.4 %이고, 10° 이하의 것은 12개로 8.8 %를 차지하며, 최저의 경사도를 갖는 화산체는 한경면 청수리 송아오름이 3.5° 이고, 최대는 애월읍 봉성리 붉은오름이 39° 이다.

화산암재(scoria)의 물리-화학적 특성

본 연구에서는 조사지역에서 여러형태로 산출되는 화산암재를 이용하여 유약의 원료, 유리의 원료,

연마재, 경량골재로 활용하는데 기초자료를 제공하고자 화산암재의 구성물질, 화학적 성분, 물리적 특성, 입도분석등을 검토하였다(홍, 1969; 감, 1967).

시료채취는 화산암재가 많이 노출되어 있는 곳을 중심으로 지역별 분포와 색깔 및 입도등을 고

려하여 35개 곳을 선정하여 5 l정도를 채취하였으며 채취 장소는 <Table 1>과 같다.

화산암재는 지역에 따라 조금씩 차이가 있으나 입자가 수 cm 정도의 조립질인 Scoria가 주를 이루며, 기공이 많고 매우 가벼우며, 색깔은 적갈색, 황갈색, 흑색 및 암회색을 띤다. 상기 지역에서 채

Table 1. Sampling sites from the study area

Color	Sample No.	Region
Redish-brown	41	Kujwaup Songdangri Cheo Mt.
Redish-brown	44	Kujwaup Songdangri Saemi Mt.
Redish-brown	49	Kujwaup Songdangri Abu Mt.
Redish-brown	50	Kujwaup Songdangri Chik Mt.
Redish-brown	47	Kujwaup Chongdalri Dongkomun Mt.
Redish-brown	60	Kujwaup Chongdalri Yongnuni Mt.
Redish-brown	3	Jocheunup Kyoraeri Jikuri Mt.
Redish-brown	9	Jocheunup Kyoraeri Komun Mt.
Redish-brown	15	Jocheunup Kyoraeri Pulgun Mt.
Redish-brown	24	Jocheunup Wahulri Saemee Mt.
Redish-brown	135	Hallimup Kumokri Jeungmul Mt.
Redish-brown	84	Aewolup Shinhungri Odo Mt.
Redish-brown	108	Aewolup Bongsongri Pulgun Mt.
Redish-brown	95	Aewolup Bongsongri Koe Mt.
Redish-brown	136	Hallimup Kumokri Dol Mt.
Redish-brown	134	Hallimup Kumokri Nuhun Mt.
Redish-brown	116	Hangyongmyon Chongsuri Kama Mt.
Yellow-brown	56	Kujwaup Songdangri Dock Mt.
Yellow-brown	57	Kujwaup Songdangri Wollang Mt.
Yellow-brown	28	Jocheunup Wasanri Albam Mt.
Yellow-brown	36	Kujwaup Deukchonri Buk Mt.
Yellow-brown	82	Aewolup Sanggari Konae Mt.
Yellow-brown	85	Hallimup Sangdaeri Cheuna Mt.
Yellow-brown	130	Hallimup Mongwolri Kaeguri Mt.
Yellow-brown	117	Hangyongmyon Sanyongri Sinseu Mt.
Yellow-brown	69	Kujwaup Chongdalri Jimi Mt.
Dark-grey	68	Kujwaup Chongdalri Dusan Mt.
Dark-grey	70	Kujwaup Yonpyingri Someuri Mt.
Dark-grey	122	Hangyongmyon Kosanri Dangsang Mt.
Dark-grey	123	Hangyongmyon Kosanri Suwol Mt.
Black	66	Kujwaup Dongkimyongri Leepsan Mt.
Black	51	Kujwaup Songdangri Min Mt.
Black	8	Jocheunup Kyoraeri Buda Mt.
Black	71	Aewolup Bongsongri Leedal Mt.
Black	114	Hangyongmyon Cheujir Cheuji Mt.

제주도 북사면의 기생화산체에 관한 연구

취한 35개 시료를 색상별, 지역별(동부지구 20개 시료, 서부지구 15개 시료)로 구분하여 화학적 성분과 물리적 특성 및 자연 입도를 분석하였다.

연구대상 지역 내에서 색상별, 지역별로 총 35개의 시료를 취하여 화학분석을 실시한 결과는

Table 2와 같다. 이들 표에서 보는바와 같이 화산암재의 주성분은 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 의 함량이 약 75 %에 달하며 유기불순물의 함량이 비교적 적게 나타나서 안정된 화학조성을 갖고 있다.

색깔별 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 의 함량은 적갈색 화

Table 2. Chemical composition of scorias from the study area

Color	Sample No.	Region	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	K ₂ O	Na ₂ O	Fg. loss.
Redish-brown	41	Kujwaup Songdangri Cheo Mt.	47.96	18.43	14.69	7.40	8.42	2.01	1.45	2.93	0.71
Redish-brown	44	Kujwaup Songdangri Saemi Mt.	46.45	18.24	16.47	6.49	6.47	2.23	1.24	2.48	0.88
Redish-brown	49	Kujwaup Songdangri Abu Mt.	45.41	17.55	13.50	7.32	4.07	4.72	1.03	3.26	2.70
Redish-brown	50	Kujwaup Songdangri Chik Mt.	44.42	17.47	16.77	7.36	5.84	4.04	1.08	2.84	0.87
Redish-brown	47	Kujwaup Chongdalri Dongkomun Mt.	49.01	16.39	13.43	7.39	5.01	3.84	1.26	3.62	0.71
Redish-brown	60	Kujwaup Chongdalri Yongnuni Mt.	45.68	16.72	16.27	7.04	5.22	3.44	1.34	2.74	0.72
Redish-brown	3	Jocheonup Kyoraeri Jikuri Mt.	35.48	21.40	18.54	3.62	4.29	5.88	0.25	1.39	8.50
Redish-brown	9	Jocheonup Kyoraeri Komun Mt.	47.02	16.44	14.24	6.42	7.02	4.76	1.08	3.12	1.60
Redish-brown	15	Jocheonup Kyoraeri Pulgun Mt.	45.52	16.74	15.27	5.54	5.64	2.02	1.22	2.58	0.74
Redish-brown	24	Jocheonup Wahulri Saemeo Mt.	39.41	17.95	15.72	4.08	4.72	4.01	1.63	1.44	7.22
Redish-brown	135	Hallimup Kumokri Jeungmul Mt.	45.74	14.07	13.16	8.99	6.75	5.52	1.08	3.23	0.92
Redish-brown	84	Aewolup Shinhungri Odo Mt.	46.21	15.25	16.63	7.08	5.26	5.56	1.53	3.60	1.42
Redish-brown	108	Aewolup Bongsongri Pulgun Mt.	43.66	16.11	13.80	8.40	6.38	5.68	0.53	2.36	2.60
Redish-brown	95	Aewolup Bongsongri Koe Mt.	45.26	15.54	3.94	7.89	6.28	3.54	1.28	3.01	0.82
Redish-brown	136	Hallimup Kumokri Dol Mt.	48.62	19.01	16.01	6.90	6.58	1.00	1.93	3.50	0.45
Redish-brown	134	Hallimup Kumokri Nuhun Mt.	46.10	14.77	14.57	8.12	9.14	3.56	1.52	3.00	0.70
Redish-brown	116	Hangyongmyon Chongsuri Kama Mt.	45.27	14.74	13.67	8.09	7.04	5.61	1.53	2.76	1.70
		Average	45.14	16.87	14.92	6.95	6.13	3.97	1.23	2.82	1.96
Yellow-brown	56	Kujwaup Songdangri Dock Mt.	37.20	24.18	15.32	4.11	4.54	2.78	0.43	0.14	10.60
Yellow-brown	57	Kujwaup Songdangri Wollang Mt.	41.22	18.64	14.27	5.80	9.78	2.28	0.20	1.33	6.41
Yellow-brown	28	Jocheonup Wasanri Albam Mt.	40.04	23.52	15.22	3.82	6.00	0.82	0.45	1.41	8.71
Yellow-brown	36	Kujwaup Deukchonri Buk Mt.	39.75	20.01	14.72	6.44	6.21	2.09	1.32	1.24	7.62
Yellow-brown	82	Aewolup Sanggari Konae Mt.	35.73	22.90	16.44	0.93	6.99	3.03	0.11	0.20	13.40
Yellow-brown	85	Hallimup Sangdaeri Cheuna Mt.	45.02	19.49	14.33	4.04	7.34	1.72	0.64	1.27	6.15
Yellow-brown	130	Hallimup Mongwolri Kaeguri Mt.	43.01	16.34	14.82	5.85	4.18	5.83	1.10	1.98	4.30
Yellow-brown	117	Hangyongmyon Sanyongri Sinseu Mt.	36.70	16.06	17.93	1.19	8.19	6.12	0.15	0.29	12.70
Yellow-brown	69	Kujwaup Chongdalri Jimi Mt.	47.63	17.73	13.97	7.52	6.51	1.57	1.52	2.15	10.87
		Average	40.70	19.87	15.22	4.47	6.64	2.92	0.66	1.11	8.97
Dark-grey	68	Kujwaup Chongdalri Dusan Mt.	45.26	16.48	12.24	7.92	8.85	2.37	1.43	2.44	1.82
Dark-grey	70	Kujwaup Yonpyingri Someuri Mt.	46.21	16.04	10.47	7.76	6.72	1.95	1.74	2.24	1.01
Dark-grey	122	Hangyongmyon Kosanri Dangsang Mt.	46.34	16.11	12.02	8.42	8.52	2.58	1.27	2.72	1.08
Dark-grey	123	Hangyongmyon Kosanri Suwol Mt.	47.10	16.39	11.91	8.24	7.56	2.49	1.65	3.62	1.04
		Average	46.22	16.26	11.66	8.09	7.91	2.35	1.52	2.76	1.24
Black	66	Kujwaup Dongkimyongri Leepsan Mt.	47.71	17.94	13.21	6.97	5.06	2.30	0.78	2.43	4.60
Black	51	Kujwaup Songdangri Min Mt.	48.16	18.86	12.14	8.74	8.77	2.41	0.22	0.74	0.68
Black	8	Jocheonup Kyoraeri Budae Mt.	17.22	19.50	13.12	9.24	6.97	3.51	0.15	0.27	0.22
Black	71	Aewolup Bongsongri Leedal Mt.	40.01	22.50	11.46	6.30	3.26	2.50	0.12	2.21	0.66
Black	114	Hangyongmyon Cheujir Cheuji Mt.	47.02	16.93	11.40	9.54	8.87	2.33	0.69	2.01	0.72
		Average	40.02	19.15	12.27	8.16	6.59	2.61	0.39	1.53	1.38

산암재가 76.8 %, 황갈색이 75.8 %, 암회색이 74.5 %, 흑색 화산암재가 71.3 %로 적갈색과 황갈색 화산암재가 다소 높은 함량치를 보인다. 각 성분별 특징을 색상별로 보면 적갈색 화산암재의 SiO₂ 함량이 45.4 %, 황갈색이 40.7 %, 암회색이 46.22 %, 흑색이 40.02 %로 암회색 화산암재가 비교적 높은 함량치를 보이며, 지역적으로 볼때는 구좌읍 송당리 동거문오름이 49.01 %로서 최대의 함량치를 보이고 있고, 조천읍 교래리 부대악이 17.22 %로서 최저치를 보이고 있다.

또한 지구별로 보면 동부지구가 평균 43.75 %이고, 서부지구가 43.05 %로서 거의 유사한 함량분포를 보인다.

색깔에 따른 N₂O+K₂O의 값은 적갈색 화산암재가 4.06 %, 황갈색이 1.77 %, 암회색이 4.28 %, 흑색이 1.92 %로 암회색과 적갈색 화산암재가 높은 함량을 보였다. 지역적으로는 한림읍 금악리 돌오름이 5.43 %로 최대치를 보이며, 애월읍 상가리의 고내봉이 0.31 %로 최소치를 보였다. 지구별 N₂O+K₂O의 함량은 동부지구가 3.3 %이고, 서부지구가 3.1 %로 큰 차이를 보이지 않았다.

색상별로 볼때 CaO함량은 흑색 화산암재가 8.16 %로 가장 높은 함량을 보이고, 암회색이 8.09 %, 적갈색 6.95 %, 황갈색이 4.41 %로서 황갈색 화산암재가 매우 낮은 함량을 나타내고 있다. 분포지역별로 보면 한경면 저지리 저지오름이 9.54 %로 최대의 함량을 보였으며, 애월읍 상가리 고내봉이 0.93 %로 최소치를 보였다. 지구별로는 동부지구가 5.83 %이고, 서부지구가 6.94 %로 서부지구가 다소 높은 함량 분포를 보인다.

MgO의 색상별 함량을 비교하여 보면 암회색 화산암재가 7.91 %로 비교적 높은 함량을 보이나, 적갈색은 6.13 %, 황갈색은 6.64 %, 흑색은 6.59 %로 거의 유사한 함량을 보였다. 분포지역별로 보면 구좌읍 송당리 월달봉이 9.78 %로 최대의 함량을 보이며, 애월 봉성리 이달봉이 3.26 %로 최소치를 보인다. 지구별로는 동부지구가 6.19 %이고, 서부지구가 6.84 %로 동서부지역이 거의 유사한 함량을 보였다.

색상에 따른 Al₂O₃ 함량 변화는 적갈색 화산암재가 16.87 %, 황갈색이 19.87 %, 암회색이 16.26 %, 흑색이 19.15 %로 황갈색과 흑색 화산암재에서가 높은 함량을 보였다. 지역적으로 볼때에는 구좌읍 송당리 돛오름이 24.18 %로 최대치를

보였고, 한림읍 금악리 정물오름이 14.07 %로 최소치를 보였다. 지구별 분포는 동부지구가 18.47 %, 서부지구가 17.36 %로 동부지구가 비교적 높은 함량을 보였다.

색상에 따른 Fe₂O₃ 함량변화는 적갈색 화산암재가 14.92 %, 황갈색이 15.22 %, 암회색이 11.66 %, 흑색이 12.27 %로 황갈색과 적갈색 화산암재에서가 높은 함량을 보였다. 지역적 분포를 보면 조천읍 교래리 지그리오름이 18.54 %로 최대치를 보였고, 구좌읍 연평리 소머리오름이 10.47 %로 최소치를 보였다. 지구별 분포양상은 동부지구가 14.77 %, 서부지구가 13.75 %로 동부지구가 다소 높은 함량을 보였다.

색상에 따른 TiO₂의 함량변화는 적갈색 화산암재가 3.97 %, 황갈색이 2.92 %, 암회색이 2.35 %, 흑색이 2.6 %로 적갈색 화산암재가 높은 함량을 보였다. 지역별 분포를 보면 한경면 산양리 신서악이 6.12 %로 최대치를 보였고, 한림읍 금악리 돌오름이 1.00 %로 최소치를 보였다. 지구별 분포경향은 동부지구가 3.0 %, 서부지구가 3.63 %로 서부지구가 약간 높은 함량분포를 보였다.

한편 화산암재의 물리적 특성은 내화도, 흡수율, 마모율, 단위무게, 비중을 조사대상으로 하였으며 (홍, 1969; 부·김, 1980), 내화도 및 마모율 실험은 제주지방 공업시험소의 협조를 얻어 시험하였다(Table 3).

내화도는 한국공업규격 KSL 3113 내화벽돌의 내화도 실험을 하였다. Table 3에서 보는바와 같이 전체 평균은 1,165 °C인데 색상별로는 황갈색 화산암재가 1,210 °C, 적갈색이 1,141 °C, 암회색이 1,120 °C, 흑색이 1,188 °C로 황갈색 화산암재가 다소 높은 내화도를 보였다. 지역별로는 구좌읍 동김녕리 입산봉이 1,300 °C로 가장 높은 온도를 보였고, 지구별로는 동부지구 1,181 °C, 서부지구가 1,140 °C로 동부지구가 다소 높은 온도를 보였다.

흡수율은 한국공업규격시험 KSF 2529 경량 잔골재의 흡수율 시험방법에 따라 2회 실험을 시행하여 그 평균값을 취하였다.

Table 3에서 보는 바와 같이 화산암재의 대부분이 기공이 많아 총 평균 23.1 %로 높은 흡수율을 보이고 있는데 색상별로 보면 적갈색 송이가 21.4 %이고, 황갈색이 32.5 %, 암회색이 17.7 %, 흑색이 20.78 %로 황갈색 화산암재가 다소 높았다. 지구별로는 동부지구가 27.49 %, 서부지구가 18.68 %

Table 3. Physical characteristics of scorias from the study area

Color	Sample No.	Region	Degree of fireproof (°C)	Ratio of absorption (%)	Ratio of abrasion (%)	Unit Weight (g/cm ³)	Specific absolute drg	gravity surface drg
Redish-brown	41	Kujwaup Songdangri Cheo Mt.	1220	22.60	72	0.46	1.67	1.34
Redish-brown	44	Kujwaup Songdangri Saemi Mt.	1220	24.50	60	0.48	1.74	1.35
Redish-brown	49	Kujwaup Songdangri Abu Mt.	1140	15.80	44	0.96	2.08	1.80
Redish-brown	50	Kujwaup Songdangri Chik Mt.	1120	23.30	57	0.62	1.99	1.02
Redish-brown	47	Kujwaup Chongdalri Dongkomun Mt.	1120	23.20	58	0.62	1.99	1.62
Redish-brown	60	Kujwaup Chongdalri Yongnuni Mt.	1100	23.40	59	0.63	1.98	1.64
Redish-brown	3	Jocheonup Kyoraeri Jikuri Mt.	1230	25.00	74	0.46	1.66	1.33
Redish-brown	9	Jocheonup Kyoraeri Komun Mt.	1230	25.40	72	0.46	1.67	1.34
Redish-brown	15	Jocheonup Kyoraeri Pulgun Mt.	1130	24.60	60	0.72	1.76	1.35
Redish-brown	24	Jocheonup Wahulri Saemee Mt.	1100	35.60	59	0.69	1.94	1.60
Redish-brown	135	Hallimup Kumokri Jeungmul Mt.	1120	3.90	55	0.64	2.45	2.37
Redish-brown	84	Aewolup Shinhungri Odo Mt.	1120	11.20	56	0.82	2.27	2.04
Redish-brown	108	Aewolup Bongsongri Pulgun Mt.	1120	10.80	52	0.65	1.97	1.58
Redish-brown	95	Aewolup Bongsongri Koe Mt.	1110	11.00	54	0.66	2.16	2.38
Redish-brown	136	Hallimup Kumokri Dol Mt.	1120	4.00	54	0.63	2.43	2.36
Redish-brown	134	Hallimup Kumokri Nuhun Mt.	1100	66.00	59	0.72	1.87	1.12
Redish-brown	116	Hangyongmyon Chongsuri Kama Mt.	1100	10.70	38	0.88	2.25	2.03
		Average	1141	27.40	57.82	0.65	1.99	1.70
Yellow-brown	56	Kujwaup Songdangri Dock Mt.	1230	46.20	76	0.57	1.59	1.11
Yellow-brown	57	Kujwaup Songdangri Wollang Mt.	1240	46.00	75	0.55	1.58	1.10
Yellow-brown	28	Jocheonup Wasanri Albam Mt.	1210	26.70	63	0.76	1.91	0.47
Yellow-brown	36	Kujwaup Deukchonri Buk Mt.	12.30	46.10	76	0.57	1.57	1.12
Yellow-brown	82	Aewolup Sanggari Konae Mt.	1230	24.30	69	0.82	2.05	1.66
Yellow-brown	85	Hallimup Sangdaeri Cheuna Mt.	1150	26.00	43	0.95	2.04	1.63
Yellow-brown	130	Hallimup Mongwolri Kaeguri Mt.	1120	26.40	60	0.93	1.92	1.52
Yellow-brown	117	Hangyongmyon Sanyongri Sinseu Mt.	1230	24.20	70	0.83	2.06	1.66
Yellow-brown	69	Kujwaup Chongdalri Jimi Mt.	1250	26.40	73	0.78	1.90	1.51
		Average	1210	32.50	67.22	0.75	1.85	1.31
Dark-grey	68	Kujwaup Chongdalri Dusan Mt.	1120	16.40	40	0.74	1.86	1.60
Dark-grey	70	Kujwaup Yonpyingri Someuri Mt.	1100	35.40	67	0.47	1.67	1.23
Dark-grey	122	Hangyongmyon Kosanri Dangsam Mt.	1140	8.20	40	0.71	2.47	2.28
Dark-grey	123	Hangyongmyon Kosanri Suwol Mt.	1120	10.80	42	0.81	2.31	2.03
		Average	1120	17.70	47.25	0.68	2.08	1.80
Black	66	Kujwaup Dongkimyongri Leepsan Mt.	1300	27.30	72	0.67	2.52	1.40
Black	51	Kujwaup Songdangri Min Mt.	1200	13.70	42	0.94	2.03	1.77
Black	8	Jocheonup Kyoraeri Budae Mt.	1120	20.20	77	0.49	2.60	2.17
Black	71	Aewolup Bongsongri Leedal Mt.	1200	22.50	65	0.69	2.38	1.96
Black	114	Hangyongmyon Cheujir Cheuji Mt.	1120	20.20	79	0.48	2.59	2.18
		Average	1188	20.78	67	0.65	2.42	1.90

로 동부지구 화산암재가 비교적 높은 흡수율을 보였다.

마모율 시험은 한국공업규격 KSF 2508 시험기에 의한 굵은 골재의 마모시험 방법에 따랐다.

마모율은 조적이 치밀, 강약, 균질, 기공의 다과 등 여러가지 요인에 기인하는데, 이번 조사된 화산암재들은 당산붕이 최저 40 %에서 저지옴이 최대 79 %의 분포를 보이고 있으며 평균 58.5 %를 나타내고 있다. 색상별로는 적갈색이 57.82 %이고, 황갈색이 67.22 %, 암회색이 47.25 %, 흑색이 17 %로 황갈색 화산암재가 마모율이 가장 높게 나타나고 있는데 이것은 황갈색 화산암재가 토양화 상태가 높기 때문이라 생각된다(박, 1984).

이처럼 화산암재가 일반 자갈이나 모래보다 마모율이 높은 것은 기공의 파다에 기인한 것으로 생각된다.

단위용적당 중량은 Table 3에서 보는바와 같이 최저 0.46 g/cm³에서 최고 0.95 g/cm³ 사이의 분포

를 보이며 평균 0.69 g/cm³로서 매우 작은 편이다.

색상별로는 적갈색이 0.69 g/cm³이고, 황갈색 0.75 g/cm³, 암회색이 0.68 g/cm³, 흑색이 0.65 g/cm³로 황갈색 화산암재가 다소 높은 경향을 보인다.

표면 건조비중은 평균 2.06으로서 절대 건조비중이 평균 1.68보다 크다. 이것은 화산암재의 기공에 수분함유량의 유무에 기인한 것이다.

색상별로는 표면 건조비중이 적갈색이 1.99이고, 황갈색이 1.85, 암회색이 2.08, 흑색이 2.42로 흑색 화산암재가 가장 크다. 이는 흑색 화산암재가 보다 다공질로서 수분함량이 크기 때문이라 추정된다. 또한 절대 건조비중은 적갈색이 1.70이고, 황갈색이 1.31, 암회색이 1.80, 흑색이 1.90으로 이도 흑색송이가 가장 크며 지역적으로 보면 표면 건조비중은 조천읍 교래리 부대악이 2.60으로 최대치를 보이고 구좌읍 덕천리 북오름이 1.57로 최소치를 보인다. 절대 건조비중은 애월읍 봉성리 괴오름이 2.38로 최대치를 보이고 구좌읍 송당리 월랑봉

Table 4. Size analysis of scorias in study area

Color	Sample No.	Region	25 (25.4)	19 (19.1)	13 (12.7)	10 (9.52)	No.4 (4.76)	No.8 (2.38)	No.16 (1.19)
Redish-brown	24	Jocheonup Wahulri Saemee Mt.	100	100	97.5	91.7	67.4	19.2	8.3
Redish-brown	134	Hallimup Kumokri Nuhun Mt.	100	100	95.4	90.1	68.6	28.9	14.2
Redish-brown	84	Aewolup Shinhungrri Odo Mt.	100	100	100	99.6	92.0	47.7	21.4
Redish-brown	49	Kujwaup Songdangri Abu Mt.	100	98.2	93.6	88.7	70.6	25.9	13.6
Redish-brown	3	Jocheonup Kyoraeri Jikuri Mt.	100	100	96.2	83.7	55.4	12.2	3.6
Redish-brown	116	Hangyongmyon Chongsuri Kama Mt.	100	100	95.7	93.2	79.8	33.6	15.2
Redish-brown	50	Kujwaup Songdangri Chik Mt.	100	100	81.5	66.3	37.1	9.8	4.8
Redish-brown	135	Hallimup Kumokri Jeungmul Mt.	100	100	98.8	95.0	69.0	20.3	11.2
Average			100	99.8	94.8	88.5	67.5	24.7	11.5
Yellow-brown	130	Hallimup Mongwolri Kaeguri Mt.	100	81.0	46.9	27.3	7.8	1.8	1.7
Yellow-brown	56	Kujwaup Songdangri Dock Mt.	100	100	93.7	78.8	43.0	8.0	1.2
Yellow-brown	117	Hangyongmyon Sanyongri Sinseu Mt.	100	100	90.7	80.5	54.6	17.9	9.5
Yellow-brown	69	Kujwaup Chongdalri Jimi Mt.	100	100	96.0	91.1	73.3	38.0	26.0
Yellow-brown	85	Hallimup Sangdaeri Cheuna Mt.	100	100	96.2	91.1	74.9	44.4	33.3
Average			100	96.2	94.7	73.8	50.7	20.0	14.3
Dark-grey	70	Kujwaup Yonpyingri Someuri Mt.	100	100	85.3	69.8	35.2	8.9	4.2
Dark-grey	68	Kujwaup Chongdalri Dusan Mt.	100	100	100	98.8	83.7	56.9	31.2
Dark-grey	122	Hangyongmyon Kosanri Dangsan Mt.	100	100	66.8	50.0	34.1	19.4	13.4
Dark-grey	123	Hangyongmyon Kosanri Suwol Mt.	100	100	95.2	75.9	42.9	17.4	8.4
Average			100	100	86.8	73.6	49.0	25.7	14.3
Black	114	Hangyongmyon Cheujir Cheuji Mt.	100	89.4	74.1	57.9	24.5	2.5	0.01
Black	66	Kujwaup Dongkimyongri Leepsan Mt.	100	100	99.1	94.7	74.9	37.2	18.2
Black	8	Jocheonup Kyoraeri Budae Mt.	100	100	93.5	78.7	37.3	5.6	2.6
Average			100	96.5	88.9	77.1	45.6	15.1	6.9

1.10로 최소치를 보였다.

화산암체의 자연입도 측정은 준비된 시료를 1 ℓ 를 취하여 충분히 건조시킨 후 표준체인 No. 8, No. 4, No. 13, No. 19, No. 25의 체를 사용하여 사분법에 따라 각 체를 통과한 시료의 중량을 전 중량에 대한 백분율을 계산하였다(Ingram, 1971).

Table 4에서 보는 바와같이 전체적인 입도분포가 25.4 mm에서 1.19 mm사이로 비교적 균일한 분포를 가졌으며 색상별로 보면 적갈색 화산암체의 입도가 비교적 작음을 알 수 있다. 동부지구 화산암체가 체번호 13, 10의 통과율이 서부지구 화산암체보다 큰 것으로 보아 동부지구 화산암체에는 세립질 화산암체가 많이 분포되어 있음을 알 수 있다.

요 약

- 본 역에는 한라산의 중양화구인 백록담을 정점으로 하여 해안으로 이르는 완경사의 사면상에는 소위 "오름"이라 불리우는 기생화산들이 본도의 장축 방향(동북동~서북서)을 따라 대상으로 군을 이루면서 분포하며, 특히 송당리 일대지역에는 100 km³ 지역에 38개 이상의 기생화산이 최대의 밀도분포를 보이기도 한다.
- 본 조사지역의 기생화산은 화산활동 당시 가스 이외의 다른 물질을 소량분출한 분지형 기생화산체를 제외한, 원추형 화산체는 총 137개 이었다. 이들중 육상형성인 스트롬볼리식 분화에 의해 형성된 분석구는 총 129개, 수중분화라 할 수 있는 써지한 화산활동에 의해 형성된 응회구와 응회환은 수월봉, 당산봉, 차귀도, 두산봉, 소머리오름, 산굼부리, 고내봉 등 8개였다.
- 조사지역의 분석구는 대부분 원추상 화산구이고, 분출물의 입자는 수 cm 정도의 조립질이고 다공질 scoria가 주를 이루며 충리의 발달이 빈약하다. 이들 분석구는 완전한 원추상을 이루는 것, 환형의 모양으로 파인것, 분석구 자체가 말굽형을 이루는 것 등으로 구분된다. 조사지역에 응회환에 해당하는 화산체는 두산봉, 당산봉등이며 이들 내부에는 분석구를 가지고 있는데 이는 화산분화 과정이 응회환 형성은 천해환경에서 육상환경으로 변화된 2중 분화구이다.
- 기생화산의 지역별 분포 상황은 구좌읍 지역의 전체빈도의 29.8%, 애월읍 지역 25.2%, 한경면 지역 9.9%, 한림읍 지역 8.4%로 구좌읍 지역이 최대 밀집 분포를 보인다. 이들 기생화산 중 화산체 윗부분에 분화구가 없는 원추형은 전체의 32.1%이고, 환형은 2.2%, 말굽형은 25%, 복합형은 40.2%로 복합형 화산체가 최대밀도를 보인다.
- 조사지역 기생화산의 저경은 400~800 m의 것이 54% 이상을 차지하고, 비고는 40~400 m의 기생화산이 전체의 74% 이상을 차지했으며, 화구경은 80~200 m 사이의 것이 전체 52% 이상을 차지하였고, 경사도는 10°~30°의 것이 전체의 89%를 차지하였다. 또한 저경과 비고 사이의 관계에서도 상관계수가 $r=0.82$ 로 매우 밀접한 정의 직선관계를 보였다.
- 본 조사지역에 분포하는 화산암체의 주성분은 $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 의 함량이 75% 이상에 달했으며, 유기 불순물의 함량이 적게 나타났다. 화산암체는 대부분 기공이 많아 흡수율이 23.1%로 높은 값을 보였고, 송이의 색깔도 다양하며, 내화도도 평균 1,165 °C로 높은 편이었고, 건조비중은 평균 2.06이고, 절대 건조비중은 1.68이었다.

참 고 문 헌

- Fisher, R. V., 1979. Model for pyroclastic surges and pyroclastic flows. J. Volcanol. Geotherm. Res, 6, 305~318.
- Fisher, R. V. and Schmincke, H. U., 1984. Pyroclastic Rocks, Springer-Verlag, Berlin, 1~472.
- Heiken, G. H., 1971. Tuff Rings ; examples from the Fort Rock-christmas Lake Valley Basin, South-Central Oregon, J. Geop. Resear. 76, 5615~5626.
- Ingram, R. L., 1971. Sieve analysis in Carver, R. E. Procedure in Sedi. Per. N. Y. Wiley-Interscience, 49~68.
- Kim, D. H., Hwang, J. H. and Hwang, S. K., 1986. Tuff rings and Cones on Jeju Island, Korea, J. Geol. Soc. Korea, 22, 1~9.
- Kokelaar, P., 1983. The mechanisms of surtseyan volcanism, J. Geol. Soc. London, 140, 939~944.
- Kokelaar, P., 1986. Magma water interaction in

- subaqueous and emergent basaltic volcanism, Bull. Volcnol., 48, 275~289.
- Lee, M. W., 1982. Petrology and geochemistry of Jeju Volcanic Island, Korea, Report of Tohoku Univ. Series. 3, 1~256.
- Ollier, C. D., 1974. Phreatic eruption and Maars, Physical Volcanology, 289~310.
- Porter, S. C., 1972. Distribution, morphology and size frequency of cinder cones on Mauna Kea Volcano, Hawaii, Bulletin of Geological Society of America, 83, 3607~3612.
- Self, S., Sparks, R. S. J., Booth, B. and Walker, G. P. L., 1974. The 1973 Heimaey strombolian scoria deposits, Iceland. Geol. Mag., 111, 534~548.
- Waters, A. C. and Fisher, R. V., 1971. Base surges and their deposits : Capelinhos and Taal Volcanoes, J. Geophys. Res., 76, 5596~5614.
- Wohletz, K. H. and Sheridan, M. F., 1983. Hydrovolcanic explosions, II, evolution of basaltic tuff rings and tuff cones. Am. Jour. Sci. 283, 385~413.
- 감수마, 1967. 제주도 화산회 및 화산암재의 건축 재료로서의 이용 연구, 건설부연구보고 제2집, 1~135.
- 김동학, 황재하, 황상구, 1986. 제주도 화산활동 연구, 한국동력자원연구소, KR-86-(B)-4.
- 김봉균, 1969. 제주도 신양리 및 고산리지구의 신양리층에 대한 층서 및 고생 물학적 연구, 지질학회지, 5, 103~122.
- 김봉균, 1972. 서귀포층의 층서 및 고생물학적 연구, 손치무교수 송수기념논문집, 169~187.
- 김상후, 1959. 제주도의 자연지리, 대한지리학회지, 1, 2~14.
- 박경갑, 1984. 제주도 화산암재의 활용을 위한 기초적 연구, 전남대학교 대학원, 1~27.
- 박승필, 1985. 제주도 측화산에 관한 연구, 전남대학교 논문집 제30편, 159~166.
- 부석량, 김선우, 1980. 제주도산 송이의 활용에 관한 연구, 공업연구지 17, 99~105.
- 손영관, 1992. 제주도 현무암질 옹회환 및 옹회구의 퇴적기구, 서울대학교 대학원, 1~210.
- 손치무 외 22명, 1968. 한라산 학술조사보고서, 문화공보부, 1~29.
- 原口九萬, 1931. 제주도의 지질, 지질조사소, 조선 지질조사보고 제10권 제1호, 1~22.
- 원종관, 1975. 제주도의 형성과정과 화산활동에 관한 연구, 건국대학교, 이학논총, 제1집, 7~48.
- 원종관, 1976. 제주도의 화산암류에 대한 암석학적 연구, 지질학회지, 12, 207~226.
- 윤상규, 한대석, 이동녕, 1986. 제주도 남부지역의 제4기 지질조사 연구, 한국 동력자원연구소, KR-86-2(B)-2, 1~63.
- 윤 선, 1970. 제주도 성읍리-대륙산 지역의 용암류 분출 및 기생화산구 형성의 순서에 관하여, 지질학회지, 6, 205~212.
- 이동녕, 윤상규, 김주룡, 김윤종, 1988. 제주도 제4기 지질조사 연구, 한국동력자원연구소, KR-87-29, 233~278.
- 이상만, 1966. 제주도의 화산암류, 지질학회지, 2, 1~7.
- 홍봉화, 1969. 국산 천연골재의 분포조사 및 품질 시험에 관하여, 대한건축학회지, 13, 9~22.