

마라도의 지형·지질에 관한 연구

송 시 태*

목	차
I. 서 언	V. 마라도의 원지형 복원
II. 마라도의 인문환경	VI. 마라도의 층서적 위치
III. 마라도 주변의 해저지형	VII. 결론
IV. 마라도의 지질	참고문헌

I. 서 언

우리나라에서 가장 큰 화산섬인 제주도 주변에는 우도, 비양도, 마라도, 가파도 등 8개의 유인도와 문섬, 범섬, 쇠섬, 차귀도, 지귀도 등의 크고 작은 무인도 54개소가 산재되어 있다. 이 중 마라도는 '대한민국 최남단에 위치하는 섬'이란 상징성을 지니고 있다. 이들 유·무인도들은 섬이 형성된 이후 해침과 해퇴가 반복되는 역사를 겪어왔으며, 현재는 바닷물로 둘러싸여 있기 때문에 섬의 형성과 관련된 여러 가지 현상들이 베일에 가려져 있다.

제주도 주변 섬들의 구성지질은 제주도 본도처럼 현무암류와 조면암류로 이루어져 있지만 섬의 위치, 지형 및 지질 등의 관점에서 자세히 관찰해 보면 몇 개의 유형으로 나눌 수 있다.

제주도 주변의 섬들은 분포위치가 일련의 방향성을 지니고 있지만 지형과 지질이 서로 다르므로 이는 섬들의 형성시기와 화산활동 양식이 서로 다름을 나타내 주는 것이라 할 수 있다. 현재까지 이들 도서들에 대한 체계적인 지질조사를 통하여 구성지질과 화산활동사를 밝히고 제주도의 화산층서에서 이들 섬들의 층서적 위치를 해석하는 연구는 가파도와 마라도의 지형에 관한 연구(박동원 외, 1984; 강상배, 1991), 비양도의 형성(송시태, 2003a), 우도의 형성(송시태, 2003b), 서건도일대의 야외지질학습장 개발(송시태, 2003c)이

* 제주대학교 교육과학연구소 특별연구원

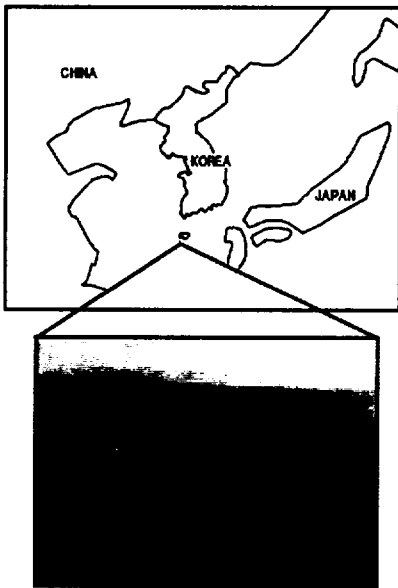
있으며, 손영관(1992)은 제주도 응회구 퇴적층에 관한 연구에서 우도 응회구 퇴적층에 대하여 기술한 바 있다.

마라도의 지형은 평탄한 현무암류로 이루어져 있다. 마라도를 형성한 분화구가 육상에서 발견되지 않을 뿐만 아니라, 마라도에는 약 30m에 달하는 해안절벽이 발달하고 있다.

본 연구는 마라도의 지형과 지질을 밝히고 고지리를 복원하며, 제주도 본도의 화산층서에서 마라도가 차지하는 화산층서적 위치를 밝힘으로써 제주화산체와 주변 도서와의 상관성을 찾아내는데 그 목적이 있다.

II. 마라도의 인문환경

마라도는 북위 33°6'31", 동경 126°16'10"의 우리 나라 최남단에 위치하고 있는 유인도이며, 섬의 면적은 0.3km²로 제주도 주변의 부속 도서 중 7번째로 큰 섬인 마라도는 동서의 길이가 약 500m이고 남북의 길이는 약 1300m로서 제주도 본도의 모양과 유사한 형태를 이루고 있다(그림 1).



<그림 1> 마라도의 위치도

마라도는 가파도로 부터 남쪽으로 약 5.5km의 거리에 위치하고 있으므로 인하여 1981년 이전에는 남제주군 대정읍 가파리에 속해 있었으나 1981년 4월 마라리로 승격되었다. 이 섬에 사람이 살기 시작한 것으로 고종 21년(1884년)부터이며, 2002년 12월말 현재 46세대 84명(남자 43명, 여자 41명)의 인구가 거주하고 있다. 마라도 주민들은 경작지가 없어 수산업과 관광업에 종사하고 있다.

교육시설로는 가파초등학교 마라분교가 있으며 전기는 태양열 발전에 의해 공급되고 있지만 급수 사정은 매우 낙후되어 있다. 빗물 이외에는 이렇다할 수원이 없는 관계로 100톤 규모의 마을 공동 물탱크와 각 가정마다 시설된 소규모의 물탱크에 빗물을 받아 두었다가 사용하는 봉천수로 식수 및 생활용수로 이용하고 있는 실정이었지만 마라도민과 내도하는 관광객들에게 양질의 식수를 제공하기 위하여 염

지하수를 담수화하여 음용수로 이용하고 있다.

제주도의 부속 도서 중 추자군도를 제외한 도서들의 위치, 지형 및 지질 등의 관점에서 자세히 관찰해 보면 몇 개의 유형으로 나눌 수 있다. 즉 도서들의 위치를 중심으로 보면

- ① 형제섬-섬섬-문섬-범섬-지귀도 등 동-서 방향의 연장선상에 위치하는 섬

- ② 비양도-가파도-마라도 등 남-북 방향의 연장선상에 위치하는 섬
- ③ 우도-성산반도-섬지코지 등 남서-북동방향의 연장선상에 위치하는 섬
- ④ 기타의 섬 등으로 나눌 수 있다.

또한 도서들의 지형과 지질적인 관점에서 보면,

- ① 섬의 중앙에 분석구가 없이 용암대지를 이루고 있는 유형의 섬(예 : 지귀도, 마라도 등)
- ② 섬 중앙에 분석구가 있으며 현무암과 수리쇄설성 용회암층이 존재하는 유형의 섬(예 : 우도, 비양도 등)
- ③ 조면암류로 돛형을 이루는 유형의 섬(예 : 문섬, 범섬, 쇠섬 등)
- ④ 용회구로 이루어져 있는 유형의 섬(차귀도)으로 나눌 수 있다.

Ⅲ. 마라도 주변의 해저지형

1. 마라도의 육상지형

마라도는 대한민국 최남단에 위치하고 있는 상징적인 섬으로서 남북의 길이가 약 1.3km이고 동서의 길이가 약 500m인 타원형을 하고 있다. 특히 본 도는 동서방향에서 조망하면, 제주도 본도의 모양처럼 타원형을 이루고 있음이 특징적 형태라고 할 수 있다. 해발표고가 최고 높은 지점은 1:25,000 지형도에는 34m로 표기되었으나 현지조사에서 확인한 바에 의하면 해발 26m로서 다소의 차이가 있다. 또한 1:25,000 지형도에 나타나 있는 지형등고선은 현지의 실제 지형과는 많은 차이가 존재하여 지형도에 의한 지형분석은 어려운 실정이다.

마치 골프코스를 연상케할 정도로 푸른 초원이 펼쳐져 있는 마라도는 등대가 위치한 가장 높은 지형을 중심으로 동서 및 북쪽 방향으로 완경사를 이루고 있다. 남쪽 장시덕포구에서 동북쪽의 살레덕포구까지 그리고 서북쪽의 자리덕 주변에는 최대 26m에 달하는 해안절벽(Sea Cliff)이 발달하여 접근하기가 매우 어렵다. 이들 해안절벽 지역에는 <그림 2>에 제시되어 있는 모습과 같은 크고 작은 해식동굴(Sea Cave)은 파랑이 해안절벽의 기저부를 공격할 때 절리(Joint)나 단층면 등의 연약 부분이 파식되어 없어짐으로써 해수면과 거의 같은 지점에 만들어지게 된다. 마라도 해안에 발달하고 있는 해식동굴의 생성 원인은 이들 해식동굴을 이루고 있는 용암류에 대



<그림 2> 살레덕포구 해안에 발달된 해식동굴 모습

한 관찰을 통하여 유추할 수 있다. 그림 2에 제시된 바와 같이 해식동굴을 이루는 해안절벽은 모두 현무암으로 구성되어 있는데 이 현무암은 두께가 얇은 용암류 단위로 이루어져 있을 뿐만 아니라, 용암류가 포상된 이후 냉각·수축되는 과정에서 형성된 수축 절리가 무수히 발달되어 있음을 관찰할 수 있다.

특히 마라도의 해안절벽을 이루는 용암류 단위와 단위 사이에는 용암류 중간부에 비하여 상대적으로 연약하고 거친 클링커가 발달하고 있을 뿐만 아니라, 크고 작은 틈들이 발달하여 투수성이 매우 높은 특성을 지니고 있다. 마라도의 해식동굴은 대부분 두께가 얇은 판상의 용암에 발달한 절리부분을 끊임 없이 계속되는 파랑과 여름철에 내습하는 태풍에 의한 거파(Giant Wave) 또는 폭풍파가 공격함으로써 절리면이 파괴되면서 구상(球狀)의 해식혈(海蝕穴)이 만들어지고, 이곳을 계속해서 파랑이 강타함으로써 현재와 같은 해식동굴이 생겨나고 있는 것으로 보인다.

마라도의 지형적 특징 중 또 하나의 특징은 분석이나 스코리아가 지표면에 존재하지 않는 대신 토양층의 발달이 매우 양호하다는 것이다. 마라도의 북서쪽 포구 근처의 터파기 공사장의 토양단면은 두께가 약 1.5m 정도이고 점토 함량이 높아 굴삭기 삽날의 흔적이 토양에 그대로 남아 있으며, 하부의 현무암층과 토양층 사이의 경계면에서는 적은 양이긴 하지만 신선한 지하수가 흘러나오고 있다. 이와 같이 제주도에 분포하는 퇴적층을 윤선 외(2002)는 '탐라층(Tamna Formation)'이라 명명하였다.

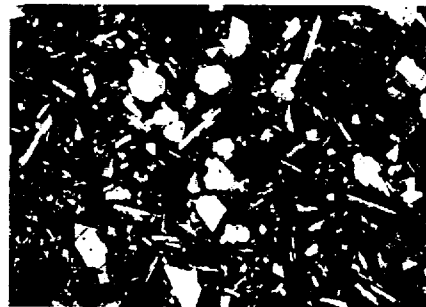
마라도의 북쪽 해안은 남동 및 북서 해안과는 달리 크기가 1m 내외의 거력들로 이루어진 역질해안을 이루고 있는데, 이처럼 원마도가 좋은 이들 거력들은 폭풍시 거파에 의하여 내륙쪽 50여m 까지 밀려와 분포하고 있다.

2. 마라도 주변의 해저지형

마라도는 제주도 본도와 더불어 동중국해의 북동단에 위치한 도서이며 수심이 150m 이내인 대륙붕 상에 형성된 하나의 화산체이다. 마라도가 위치하고 있는 제주도 남서부 해역은 중국대륙으로부터 공급되는 육성퇴적물의 직접적인 퇴적 영향권에서 다소 멀리 떨어져 있는 관계로 황해와 양자강 앞바다가 대체로 50m 정도의 얇은 수심을 보이고 있는데 반하여 수심이 100m를 넘는 비교적 깊은 해저를 이루고 있다. 마라도와 가파도 주변의 해저지형을 수로국에서 발간한 해도에 근거하여 살펴보면, 마라도 주변해역의 해저지형은 가파도와는 달리 비교적 단순하며 섬에서 조금만 벗어나면 수심이 급격히 깊어져 100m 이상의 지형을 이룬다. 특히 가파도와 마라도 사이의 해역은 동·서 방향으로 연결되는 깊은 해저 협곡이 발달되어 있는데, 이를 단면도에 나타내어 살펴보면 V자형을 이루고 있다. 이는 마라도의 화산활동 또는 그에 수반된 지구조적인 운동에 의해 형성된 협곡인 것으로 생각된다. 마라도 주변에 작은 수중 암초들이 섬 가까이에 발달되어 있는데, 이 같은 암초들은 본래의 마라도 지형이 강한 파도에 의해 파식되어 해안선이 후퇴하면서 생겨난 일종의 파식대지가 암초를 이루고 있는 것으로 생각된다.

IV. 마라도의 지질

제주도에 분포하는 현무암질용암류는 곱자왈용암(gotjawal lava; 송시대·윤선, 2002)과 빌레용암(bille lava; 송시대, 2003d)으로 구분할 수 있다. 마라도는 섬 전체가 빌레용암인 다공질의 침상장석감람석현무암(Acicular Feldspar Olivine Basalt; FOB)으로 이루어져 있다. 본 암은 매우 작은 침상의 장석과 감람석 반정을 포함하고 있어 침상장석감람석현무암이라 불리워지고 있다. 제주도 본도에서는 남제주군 표선면 일대 지역에 광범위하게 분포하고 있기 때문에 서해길 외(1964)에 의해 “표선리 현무암”이라는 명칭이 붙여진 용암으로서 지질학자들은 FOB 또는 표선리현무암이라는 용어를 사용하였으며 박기화 외(1998)는 제주·애월 도폭 조사에서 위와 같은 특징을 갖는 암석이 북제주군 구좌읍 김녕리 일대에 매우 폭넓게 분포하고 있음을 확인하여 “김녕리 현무암”으로 명명하였다. <그림 3>은 마라도에서 채취한 침상장석감람석현무암 암석표본에 대하여 박편을 제작한 후 편광현미경을 통해 촬영한 현미경 사진이다.



<그림 3> 마라도에서 채취한 암석 표본의 편광현미경 사진

편광현미경을 통해 관찰되는 본 암의 특징으로는 침상의 사장석과 감람석반정으로 이루어져 있으며, 담녹황색을 띠는 감람석은 비교적 철분이 많은 hyalosiderite가 주를 이루고, 순열상조직(seriatic texture)를 나타내고 있다. 사장석은 풍화면상에서 백색의 침상결정으로 나타나며, 라브라도라이트는 주상의 알바이트 쌍정을 이루는 것이 많다. 사장석 또한 순열상조직을 이루고 있다.

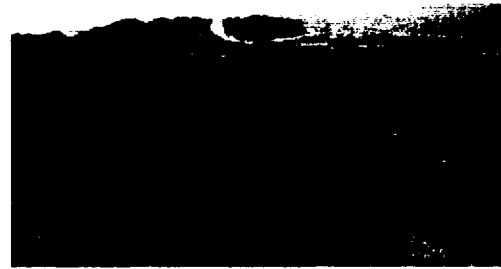
마라도 북서쪽의 자리덕포구 옆에 나타난 노두는 두께가 1m 미만에서 3m에 이르는 용암류 단위 7매가 겹겹이 쌓여 호층을 이루고 있다(그림 4). 용암류 단위와 단위간의 접촉면에는 적색 또는 적갈색을 띠는 산화대가 관찰되며, 판상의 용암류에 수직 절리가 발달해 있는 모습도 관찰된다.



<그림 4> 자리덕포구 해안 노두의 모습

마라리 마을 앞 해안가에 노출된 용암수로(Lava Channel)는 하위에 분포하는 용암 위를 피복하였다(그림 5). 섬 쪽에서 유출된 용암은 바닷쪽으로 흘러 내린 용암수로의 방향을 뚜렷하게 보여주고 있다. 노출된 이 용암수로의 길이는 20m 정도이고 폭은 4m에 이르며, 수축절리가 발달되어 있다.

마라도 남서쪽 해안가의 노두에 분포하는 용암관(Lava Tube)은 길이가 약 2m 정도이고 장경이 34cm인데 천정은 작은 기공들이 발달한 다공질이나 바닥면은 풍화를 받아 적갈색의 토양이 존재하고 있다. 이 용암관은 용암이 냉각되는 과정에서 뜨거운 액체상태의 용암속에 포함되어 있던 가스가 상부 용암의 하중에 의하여 외부로 빠져 나온 결과 생겨난 것으로 보인다.



<그림 5> 마라리 마을 앞 해안가에 노출된 용암수로

마라도 북동쪽에 위치해 있는 살레덕포구 진입로 노두에는 용암설상체(熔岩舌狀體; Lava Tongue)가 뚜렷이 형성되어 있다(그림 6). 이러한 형태의 설상체는 마라도 해안의 여러 지역에서 발견된다. 용암설상체는 용암이 유동하면서 나무가지 모양으로 갈라져 흐르므로써 생겨나는데, 유동방향에 직각인 단면에서는 베개형태를 보인다. 또한 중심부의 용암이 빠져나가 버린 곳은 중심이 텅 빈 모양을 나타내며, 방사상의 미세한 열극과 더불어 동심원상의 기공이 대상으로 분포하는 특징을 나타낸다(양승영과 강필중, 1987).



<그림 6> 살레덕포구 해안 노두에 발달된 용암설상체의 모습

또한, 용암설상체가 있는 살레덕포구 근처의 노두에 나타난 화산회층은 황갈색을 띠며, 두께는 약 8cm 정도이다. 측방으로의 연속성은 없으나 자리덕포구 근처의 노두와 등대 북쪽의 노두에서도 이와같은 화산회층이 최상부의 용암류 단위 하부에 협재되어 있음을 고려할 때 마라도를 형성케한 화산활동의 말기에 화산회층의 분출이 있었던 것으로 사료된다.

V. 마라도의 원지형 복원

지금으로부터 약 15,000여년 전에는 제주도를 포함하는 동중국해 대부분이 대기에 노출된 육지였다. 전 세계적으로 엄습해온 빙하기로 인하여 해수면이 서서히 하강하여 오늘날 보다 약 150m가 하강하였기 때문이며, 그 시점을 전환점으로 다시 해수면이 상승하여 오늘날과 같은 해수면을 이루고 있는 것이다. 아울러 해수면의 변화가 반복되는 과정에서 지괴

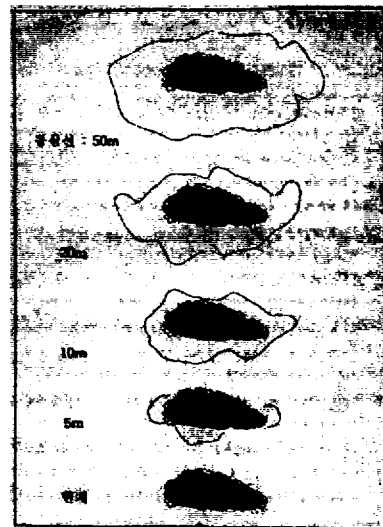
가 융기하거나 침강하는 지구조적인 운동이 수반됨으로써 지질학적인 복잡성을 더하였다. 이처럼 우리가 살고 있는 지구상에는 지질시대 동안 여러 차례의 빙하기와 간빙기가 되풀이되면서 지구의 구석구석을 조각하여 현재와 같은 지형을 빚어냈다고 할 수 있다.

본 연구에서는 교통부 수로국에서 발간한 해도를 근거로 마라도와 가파도의 원래의 지형복원을 시도하였다.

마라도가 현재와 같은 환경, 즉 수심 100m 내외가 유지되는 해양환경에서 분출한 해저 화산폭발에 의해 형성된 섬일까? 하는 점에는 몇 가지 의문점이 제기된다. 뜨거운 유동성 용암이 얼음이나 물 속을 뚫고 분출하거나 물 속으로 흘러 들어갈 경우에는 베개용암(pillow lava; 양승영·강필중, 1992)이나 수리쇄설성 퇴적층(hyaloclastites)과 같은 특징적인 변종을 생성시키는 것으로 알려져 있다. 그렇지만 마라도에서는 이러한 형태의 것들이 발견되지 않고 있으며, 판상의 용암류 단위들이 겹겹히 쌓여 있는 모습이 해안가 노두에서 잘 관찰할 수 있다. 이러한 점들은 마라도가 해저 화산작용에 의해 형성된 화산도(volcanic island)라기 보다는 육상환경에서 분출된 화산활동에 의해 생성된 섬이며, 섬이 형성된 이후에 해수면의 상승과 더불어 마라도의 많은 부분이 해수에 침수됨으로써 현재와 같이 화산도인 것처럼 보이고 있는 것으로 추정된다.

마라도의 원지형을 복원하기 위하여 교통부 수로국에서 발간한 해도를 근거로 마라도 주변의 등수심선을 50m, 20m, 10m, 5m 및 현재의 마라도 해안선으로 구분하여 그림 7에 제시하였다.

등수심선 50m의 지형은 현재 마라도의 모습과 같이 남북이 길고 동서가 짧은 모습을 보여주고는 있으나 등수심선이 단조로운 형태를 이루고 있을 뿐만 아니라, 마라도-모슬포의 해저지형 단면도에서도 마라도의 원지형으로 추정하기는 어렵다. 등수심선 20m를 보면, 현재 해안절벽이 발달해 있는 북서 및 남동지역이 현재 해안선과 등수심선의 거리가 비교적 길게 나타나고 있으며, 남쪽과 북쪽해안에는 서쪽방향으로 왜곡된 작은 지형도 나타나고 있다. 등수심선 10m 경우는 현재 마라도 해안선에 매우 근접해 있는데, 전술한 해안절벽이 발달한 지역이 해안선과의 거리가 타지역에 비해 길게 나타나고 있으며, 현재의 마라도의 모습과도 대체로 일치하고 있다. 그렇지만 등수심선 5m는 마라도의 남쪽, 북쪽 및 동쪽에서만 찾아볼 수 있을 뿐이다.



<그림 7> 마라도의 원지형 복원도

이상 설명한 등수심선의 분포 모습을 마라도와 모슬포를 연결한 해저지형 단면도와 연결시켜 마라도의 원지형을 복원하면, 등수심선 20m 선이 마라도가 생성되었을 당시의 원래 모습인 것으로 추정된다. 현재의 마라도는 매우 작은 섬에 불과하지만 이 섬을 탄생시킨 화산활동이 종료된 직후의 마라도는 지금보다 약

3배가 더 큰 화산체를 이루었던 것으로 생각된다. 그렇지만 전세계적인 해수면의 상승과 하강운동이 반복되고, 물리·화학적인 풍화작용이 거듭되면서 마라도 원래의 화산체는 많은 부분이 침식되고 풍화되었으며 현재와 같은 해수면이 유지된 지금으로부터 약 7,000년 전부터는 주로 파랑에 의한 해식이 진행되면서 해안선의 후퇴가 활발하게 일어나 현재와 같은 작은 섬으로 우리들이 눈에 보이고 있는 것으로 생각된다.

VI. 마라도의 층서적 위치

마라도는 제주도의 부속도서로서 그 구성 지질은 전술한 바와 같이 제주도 본도에 분포하고 있는 것과 동일한 침상장석감람석 현무암 등으로 이루어져 있다. 이러한 사실은 마라도의 형성시기가 제주도 본도를 형성시킨 화산활동의 어느 한 시기에 포함될 수 있음을 반영하는 것이다. 그렇지만 마라도의 구성암석에 대한 절대연대 측정자료가 없는 실정이기 때문에 절대적인 연대를 논할 수는 없다. 오직 구성암석의 특징, 즉 암석의 종류에 의한 층서적 위치를 추정할 수밖에 없는 실정이다. 제주도 본도의 화산층서에 대한 연구는 原口九萬(1931)을 비롯하여 농어촌진흥공사(1971), Won et al(1986), 윤상규 외(1987) 등의 연구자들에 의해 이루어져 왔다. 이들 연구자들이 제시한 화산층서는 연구자들마다 상이한 견해를 보이고 있어, 아직까지도 이렇다할 정론이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 제주도 본도에 분포하고 있는 용암류에 대한 기존의 절대연대 측정자료를 참고로 마라도의 층서적 위치를 살펴보고자 한다.

마라도를 구성하고 있는 침상장석감람석 현무암은 1971년 농어촌진흥공사에서 발간한 제주도 지질도(축척1:100,000)상에는 동부와 서부의 해안변과 중산간지역에 넓게 분포하고 있는 것으로 표기되어 있다. 특히 마라도 북단의 모슬포지역에도 이 암석이 넓게 분포하고 있다. 본 암으로 불리우고 있는 용암에 대한 절대연대 측정은 윤상규 외(1987)와 Tamanyu(1990)에 의해 이루어진 바 있다. 윤상규 외의 자료를 보면 태흥리 해안 해발 3m에 분포한 암석의 절대연령은 $0.63 \pm 0.03\text{Ma}$, 고산 자구내 포구의 해발 1~2m에 분포하는 암석의 절대연령은 $0.60 \pm 0.13\text{Ma}$ 의 범위를 나타내고 있으며, Tamanyu의 자료는 태흥리 해안 해발 2~3m에 분포한 암석의 절대연령이 $0.31 \pm 0.04\text{Ma}$ 로서 두 연구자가 제시하고 있는 자료에서도 약 30만년이라는 큰 시대차가 존재하고 있다. 이러한 기존의 절대연대 측정자료를 근거로 마라도의 층서적 위치를 고찰하여 보면, 표선리 현무암에 대비될 수 있으나 암석의 풍화정도로 미루어 볼 때 고산 자구내 포구에 노출된 용암에서 측정된 연대와 비슷한 시기에 해당될 것으로 보인다.

Ⅶ. 결 론

제주도 남서부의 해상에 위치한 마라도는 우리나라 최남단에 위치해 있는 섬이라는 상징성을 지니고 있으며, 마라도의 지형은 평탄하지만 약 30m에 달하는 해안절벽이 발달하였고 마라도를 형성케한 분화구가 육상에서 발견되지 않으며 지질은 현무암류로 이루어져 있다.

마라도는 소위 '표선리현무암 혹은 김녕리현무암'이라 불리워지는 침상장석감람석현무암으로 이루어져 있으며, 해안가 노두에서는 7매의 용암류 단위가 관찰된다. 최상부의 용암류 하부에는 세립질화산회층이 약 15cm 두께로 불연속적인 분포를 나타내는 것으로 보아, 화산활동 말기에 화산재를 분출시켰다.

등수심선의 분포 모습으로 마라도의 원지형을 복원하면, 등수심선 20m 선이 마라도가 생성되었을 당시의 원래 모습인 것으로 추정되며, 현재의 마라도는 매우 작은 섬에 불과하지만 이 섬을 탄생시킨 화산활동이 종료된 직후의 마라도는 지금보다 약 3배가 더 큰 화산체를 이루었던 것으로 생각된다.

기존의 절대연령 측정자료를 참고하면, 마라도의 형성시기는 고산리 자구내 포구 노두의 형성시기에 대비되는 60만년 내외일 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 강상배 (1991), 제주도 주변 유인도의 지형지질, 제주유인도학술조사보고서, pp.35~50.
- 농어촌진흥공사 (1971), 제주도지하수보고서, 농림수산부, p.381.
- 박기화 · 이병주 · 조동룡 · 김정찬 · 이승렬 · 최현일 · 황재하 · 송교영 · 최범영 · 조병욱 · 김유봉 (1998), 제주 · 애월도폭 지질보고서, 제주도, p.290.
- 박동원 · 오남삼 · 박승필 (1984), 가파도와 마라도의 지형, 제주도연구 제1집, pp.365~382.
- 서해길 · 조한익 · 남기영 (1964), 제주도남부 지하수원, 국립지질조사소 지하수원조사보고 제1호, pp.77~111.
- 손영관 (1992), 제주도 현무암질 응회환 및 응회구의 퇴적기구, 서울대학교 박사학위 논문, p.210.
- 송시태 (2003a), 비양도는 어떻 밍그라진 섬일까?, 성민출판사, p.96.
- 송시태 (2003b), 우도는 어떻 밍그라진 섬일까?, 성민출판사, p.109.
- 송시태 (2003c), 서건도 일대의 야외지질학습장 개발, 제주대학교 사범대학 교육과학연구소 백록논총 5(1), pp.101~111.
- 송시태 (2003d), 제주도 꽃자왈지대의 용암 No. 3, 도너리꽃자왈용암, 제주대학교 기초과학연구 16(1), pp.46~55.

- 송시대 · 윤 선 (2002), 제주도 곳자왓지대의 용암 No. 1, 조천-함덕 곳자왓지대, 지질학 회지 28(3), pp.337~389.
- 양승영 · 강필중 (1987), 야외지질학, 형설출판사, pp.355~357.
- 윤상규 · 한대석 · 이동영 (1987), 제주도 남부지역의 제4기 지질조사 연구, 한국동력자원연 구소 연구보고, KR-86-2-(B)-2, pp.1~64.
- 윤 선 · 정차연 · 송시대 · 현원학 (2002), 제주도 형성사에 있어서 탐라층의 의의, 한국고 생물학회 제18차 학술발표회 요약집, pp.17~18.
- 原口九萬 (1931), 濟州島の地質, 朝鮮總督府 地質調査所, 朝鮮地質調査要報 10 (1), pp.1~34, 圖版 1-9; pp.1~12, 圖版 1 (日文+英文).
- Tamanyu, S., (1990), The K-Ar ages and their stratigraphic Interpretation of the Cheju Island Volcanics, Korea. Bull. Geol. surv. Japan, 41(10), pp.527~537.
- Won, Chong-Kwan, Matsuda, J., Nagao, K., Kim, K. H. and Lee, M. W., (1986), Paleomagnetism and Radiometric age of trachytes in Jeju island. Korea. Jour. Korea Inst. Mining Geol., Vol. 19, pp.25~33.