

Registration No. 75-6470000-000707-01

경북대학교

음성·독도연구소

독도의 자연이야기

지 질 / 지 형 경 관

독도의 자연이야기 지질/지형경관

인쇄일 2017년 6월 10일

발행일 2017년 6월 15일

발행인 경상북도

경상북도 안동시 풍천면 도청대로 455 경상북도청

T 054-880-2114 | **F** 054-880-4999 | www.gb.go.kr

기획 경북대학교 울릉도·독도 연구소 | **T** 053-950-7874 | www.dokdoknu.com

지은이 장윤득, 황상일

편집 서영우

인쇄 한림커뮤니케이션 | **T** 053-425-6667

ISBN 979-11-962343-2-4

정부간행물 발간 등록번호 75-6470000-000707-01

독도의 자연이야기 지질/지형경관

경북대학교 울릉도·독도 연구소

독도의
자연 이야기
지질

독도의 지질,지형경관 Q&A

독도의 지형에는 어떤 것이 있나요?

독도의 지형은 크게 5가지 정도로 나눌 수 있습니다. 먼저, 독도는 전체적으로 화산지형의 특성을 보인다고 할 수 있습니다. 두 번째로 독도는 동해라는 큰 바다 가운데 위치해 있기 때문에, 그 곳에는 다양한 해안지형이 형성되어 있습니다. 세 번째, 독도를 구성하고 있는 화산암은 풍화와 침식에 의한 암석이고, 거기에다 염분공급이 많기 때문에 암석풍화지형이 잘 만들어져 있습니다. 그 다음으로 독도에는 지반운동에서 기인한 단층선들이 많습니다. 또 해안에 발달한 절벽이 거의 수직으로 되어 있어서 중력에 의해 지반이 잘 무너집니다.

같은 화산지형인 백두산과 독도의 차이점은?

백두산은 화산활동의 결과가 그대로 잘 남아 있습니다. 거기에 비해서 독도는 원래 화산체 대부분이 파랑에 의해서 제거되어 버리고 지금은 조금만 남아 있습니다. 그래서 독도의 화구를 직접 확인할 수는 없습니다. 다만 독도를 구성하고 있는 암석이 화산활동에 의해서 만들어진 조면안산암과 응회암으로 구성되어 있기 때문에 화산지형으로 볼 수 있습니다. 두 번째, 분출된 마그마가 공기와 만나 식으면 국수가락처럼 생긴 주상절리라는 지형이 만들어 집니다. 이것은 서도 북부 탕건봉에서 잘 관찰됩니다. 마지막으로는 동해 바닷물을 다 퍼 낸다면, 높이가 2,000 m쯤 되는 큰 독도 화산체를 볼 수 있습니다.

독도 경관에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 무엇인가요?

역시 해양입니다. 오랜 시간에 걸쳐 파도는 독도를 구성하고 있는 암석들을 조금씩 깎아냅니다. 그 결과, 마치 대패로 밀어 놓은 듯한 지형이 만들어지는데 이것을 파식대라고 합니다. 독도 어민속소 부근에는 전형적인 파식대가 잘 만들어져 있습니다. 파식대가 만들어지면서 해안에 절벽들이 만들어 집니다. 그 절벽을 해식애라고 하는데 독도 전체의 해안선은 이 해식애로 둘러싸여 있습니다. 그런데 이 해식애가 한번 만들어 지면 그 위치에 고정되는 것이 아닙니다. 파도가 계속 운동을 해서 파식대를 만들면, 이 해식애는 뒤로 후퇴를 합니다. 따라서, 독도는 시간이 지나면 작아질 수밖에 없는 입장에 있습니다.

독도에서 가장 가까운 육지는 어디일까요?

한반도에서 가장 가까운 육지는 약 216.8 km 떨어진 경상북도 울진군 죽변입니다. 따라서, 과거에는 죽변과 가까운 평해에서 중앙정부 관료나 지방정부 관료들이 배를 타고 독도로 출발했습니다.



경북대학교 지리학과
황상일 교수

독도의 지형이 갖는 의미는?

좁은 면적에 비해 독도에는 다양한 지형이 발달해 있다는 점에서 독도를 찾아오는 방문객들에게 커다란 감동을 줄 수 있습니다. 안타까운 점은 시간 관계상 또는 여러 가지 제약 때문에 방문객들이 독도의 모든 지형을 감상하기란 어렵다는 것입니다. 그리고, 이곳의 지형 발달 속도는 매우 빠른 편입니다. 따라서, 독도는 높은 연구 가치 또한 겸비하고 있다고 할 수 있습니다. 또한, 이와 같은 다양한 지형들이 독도에서 살아가는 다양한 생물들에게 각각 특징있는 서식처를 제공하고 있습니다. 그

래서, 독도의 지형은 상대적으로 생물체의 다양성을 높이는데 기여하고 있다고 볼 수 있습니다. 따라서, 향후 독도의 해저지형에 관한 연구들은 독도를 이해하는데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대됩니다.

육안으로 울릉도에서 독도를 볼 수 있나요?

울릉도에서 독도까지는 약 87 km 정도 되는데 수증기가 없는 맑은 날에는 육안으로 울릉도에서 독도를 볼 수 있습니다. 하지만, 해안선 부근의 고도가 낮은 곳에서는 볼 수 없고, 대략 해발 고도 100 m 이상되는 곳, 예를 들면 울릉도 동쪽에 있는 행남등대, 망향봉, 석보 그리고 내수전에서는 관찰 가능합니다. 아마 울릉도에 거주했던 주민들은 독도가 울릉도 동쪽에 있다는 것을 분명히 알고 있었을 것입니다.

독도의 암석 풍화 지형은 또 무엇인지요?

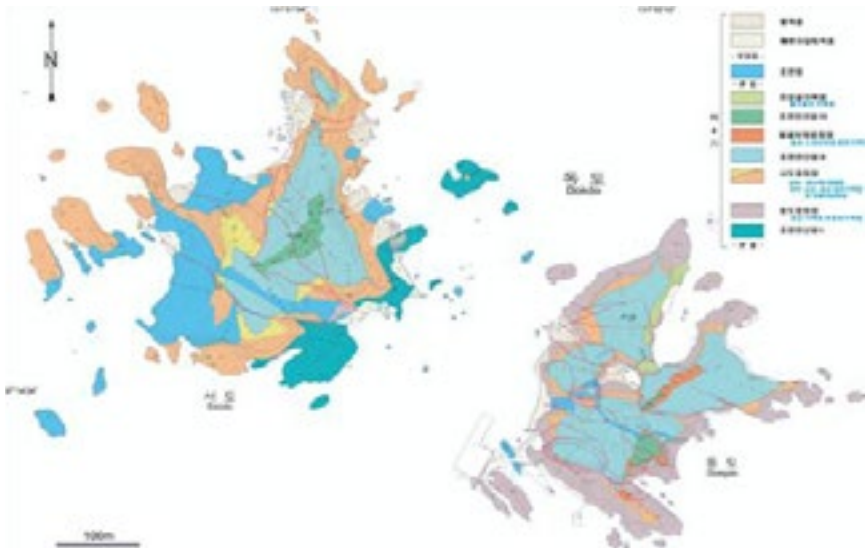
독도의 대표적인 암석 풍화지형은 타포니라는 지형입니다. 이 타포니라는 단어는 코르시카섬에서 구멍투성이라는 뜻을 가진 ‘타포네라’라는 지형에서 유래한 것입니다. 타포니는 건조기후 지역, 즉 사막이나 해안에 잘 형성됩니다. 왜냐면, 이 지형이 염분의 결정작용에 의해서 형성되기 때문입니다.



독도의 지질 개관

독도는 후기 플라이오세에 형성된 화산섬으로 풍화와 침식으로 화산의 작은 부분만 관찰되나 약 2000 m 높이의 화산체가 동해 바다 밑에 잠겨있다. 독도를 구성하는 암석은 폭발성 화산활동으로 분출된 화산재와 암석조각으로 구성되어 있기 때문에 쉽게 풍화되는 경향이 있다. 독도화산활동으로 생성된 다양한 암석 지층은 하부부터 상부까지 총 9개의 화산암층으로 분류할 수 있다.

하부로부터 괴상 응회각력암, 조면안산암 I, 층상 라필리응회암, 층상응회암, 조면안산암 II, 스크리아성 층상 라필리응회암, 조면안산암 III, 각력암, 조면암, 염기성 암맥 등으로 구성된다. 독도의 화산암층 중에서 용암의 분출로 형성되는 조면안산암층과 폭발성 화산활동으로 생성되는 응회암층이 교대로 산출되어 독도의 화산활동의 특성을 보여주고 있다. 다양한 화성활동의 결과로 만들어진 독도는 높은 학술적, 자연유산적 가치를 겸비하고 있다. 분출된 화산암에 일어난 풍화와 침식 작용은 독립문바위, 천장굴, 삼형제굴바위, 탕간봉, 솟돌바위 그리고 물굴과 같은 다양한 지질명소들을 자아냈으며, 이는 독도의 자연 경관적 가치를 더욱 드높이고 있다.



독도의 지질도(지질자원연구원, 2012)



독도 지질명소군

Dokdo Geosite Cluster

독립문바위

독도 동도 동쪽 끝자락에 있는 독립문 바위는 그 형태가 마치 독립문과 흡사하여 이름 붙여졌다. 독립문 바위는 외해로부터의 치는 강한 파도와 염풍화작용으로 인해 형성된 시아치(sea arch)로서 주변의 다양한 지질학적 경관과 함께 독도의 대표적인 지질명소 중 하나이다. 독립문 바위와 그 주변에는 다양한 크기와 모양의 타포니가 형성되어 있으며 해식애, 해식동굴, 시스택이 발달해 있다.



구성암석

독립문바위의 하부는 괴상 응회각력암으로 구성되어 있으며, 그 위에는 총상 라필리응회암 및 응회암이 분포한다. 하부의 괴상 응회각력암층은 폭발성 화산입자와 화산퇴적물로 구성된 화산회와 다양한 크기와 종류의 화산력으로 구성되어 있으며, 상부의 총상 라필리응회암 및 응회암은 대부분 입자가 작은 화산화로 나타난다.

구성광물

독립문바위를 구성하는 광물들은 휘석, 사장석, 흑운모, 철산화광물 등이 있으며, 각 암석마다 구성광물의 종류와 비가 다르다. 특히 현무암은 휘석과 사장석으로 대부분 구성되며, 조면안산암은 흑운모와 사장석으로, 조면암은 사장석으로 이루어져 있다.

형성과정

독립문바위는 두개의 해식동이 만나 형성된 시아치이다. 고결 정도가 미약한 화산회층에 생겨난 세로 방향의 틈에 작용한 파랑의 침식 과정이 동굴과 시아치를 만들었다. 외해에서 오는 거센 파도와 그 파도로부터 만들어진 소금 결정들이 독도를 구성하는 암석의 틈을 활발히 침식시키고, 그 결과 틈이 벌어진다. 따라서 해식애의 기저부에는 틈을 따라 해식동이 형성되고, 폭이 좁은 헤드랜드의 끝 부분에는 해식동굴이 더욱 잘 발달하여 양쪽으로 만나게 된다. 해식동굴이 서로 만나 시아치인 현재의 독립문바위가 형성된 것이다.

천장굴



천장굴은 독도 동도의 중앙에 위치의 침식와지 아래에 있는 해식동굴이다. 동도 정상 부근의 와지 아래 이 동굴로부터 하늘을 볼 수 있어서 ‘천장굴’이라 한다.

과거에는 천장굴을 포함하는 침식와지가 분화구라고 알려졌으나, 최근 학계의 조사결과에 따르면, 천장굴은 단층작용으로 함몰된 지형이 침식작용을 받아 만들어진 침식와지로 보고되었다.



구성암석

하부는 과상응회각력암으로 이루어져 있으며 그 위를 층상 라필리응회암이 덮고 있다. 층상 라필리응회암의 상부는 조면안산암 II 가 놓여져 있으며 상대적으로 풍화 및 침식에 강하여 식생이 피복하고 있다. 그 위로는 스코리아성 층상라필리 응회암과 조면안산암 III 가 놓여져 있다.

침식와지의 북동쪽과 천장굴로 이어지는 좁은 만의 서측 사면에 각력암이 수직으로 분포한다. 천장굴 주변 대부분은 과상 응회각력암으로 구성되며 그 각력암의 종류로는 현무암, 조면안산암, 조면암 등이 있다. 이러한 각력암들이 외해의 풍랑에 의해 천장굴 주변의 자갈해빈을 형성하고 있다.

구성광물

침식와지의 상부를 구성하는 조면안산암(II, III)에 포함된 광물로는 알칼리 장석, 흑운모가 있으며, 휘석, 불투명광물, 철탄산염 광물 등이 부구성 광물로 나타난다.

형성과정

동도의 중앙에 위치해 있는 와지는 ‘분화구’로 많이 알려져 있으나 독도 화산체를 형성한 화구는 독도 북동쪽으로 수백 m 해저에 위치하고 있다. 따라서 천장굴이 위치하는 침식와지는 화산활동 중에 대략 남-북 방향으로 급격하게 형성된 대규모 절리를 따라 조면안산암 II 로부터 유래된 각력들이 붕락되어 형성된 것으로 판단된다. 이 각력암의 물리적 특징 때문에 쉽게 풍화되고 침식되었을 것이라 생각되며 주변 좁게 형성된 만이 이 암체의 분포와 공간적으로 일치할 가능성이 높다. 따라서 이 각력암층의 선택적 침식으로 인해 그 분포지를 따라 좁은 만과 천장굴이 먼저 형성되고, 천장굴을 통해 유입된 파도에 의해 방사상의 단층들이 집중된 지점의 약한 암반들이 차별적으로 침식되어 현재와 같이 독특한 지형의 침식와지가 형성되었을 것으로 추정된다.

삼형제굴바위



서도와 동도 사이에 위치해 있는 삼형제굴바위에는 3개의 해식동굴이 존재한다. 이는 3개의 동굴을 아우르는 명칭이며 현지 어민들의 구전에 의해 ‘삼형제굴바위’라 불린다.

삼형제굴바위의 높이는 약 44 m이며, 동서방향의 가로 폭은 약 60 m 이고 남동방향의 세로 폭은 약 40 m이다.

삼형제굴바위에는 세 방향의 해식동(sea cave)이 형성되어 있으며 세 개의 해식동이 만나 시아치(sea arch)를 이룬다. 외해로부터 오는 강하고 높은 파랑에 의해 이 바위에서 식생은 거의 없으며, 갈매기들의 서식처로서의 역할을 하고 있다.



구성암석

삼형제굴바위의 하부는 조면안산암 I 으로 이루어져 있었으며 상부는 스코리아성 라필리응회암과 응회암으로 구성되어 있다. 조면안산암 I 에는 사각형 또는 오각형의 형태를 보이는 주상절리가 발달하고 있다. 상부의 스코리아성 라필리응회암과 응회암층은 주로 기공이 많은 스코리아성 암석들과 세립질 화산재 입자들로 이루어져 있다.

구성광물

하부의 조면안산암 I 은 주로 사장석 또는 알칼리장석으로 구성되어 있으며, 상부의 스코리아성 응회암과 응회암은 입자가 매우 작은 유리질 화산재로 주로 구성된다. 조면안산암 I 에서는 여러 반정광물이 모여서 자란 취반상조직(glomeroporphyric texture)과 용암이 흐르면서 막대기모양의 광물들이 줄지어 배열한 조면암조직(trachytic texture)이 보인다.

형성과정

삼형제굴바위는 조면암맥이 해수에 의해 침식되어 형성된 시스택(sea stack)이다. 시스택은 바다로부터 강한 파랑의 영향을 받아 기반암이 침식되면서 후퇴하는 동안 일어난 차별침식의 결과로, 암석의 단단한 부분이 육지와는 떨어져서 잔류하는 해안선 부근의 작은 섬을 말한다.

탕건봉

서도 북동쪽에 위치해 있는 탕건봉은 봉우리 형상이 탕건을 닮았다고 하여 붙여진 이름이다. 탕건봉의 전체 높이는 약 98 m이며, 하부 응회암층의 두께는 약 55~60 m이고 상부 탕건봉 봉우리의 높이는 약 45~50m이다. 탕건봉의 남서쪽에는 자갈해빈과 물굴이 위치해 있고 남동쪽에는 솟대바위와 삼형제굴바위가 위치하고 있다.



구성암석

탕건봉 상부는 조면안산암으로 이루어져 있으며 용암이 급격하게 냉각됨에 따라 형성된 주상절리를 잘 보여주고 있다. 탕건봉 하부는 다양한 크기와 형태의 역들로 구성된 층상 라필리응회암과 응회암으로 구성되어 있으며, 여러 형태의 타포니 뿐만 아니라 단층구조가 발달하고 있다.

구성광물

탕건봉의 상부를 구성하고 있는 조면안산암 II는 주로 사장석으로 구성되어 있으며, 휘석, 흑운모 그리고 철산화광물들이 부수적으로 나타난다. 이 암석의 반정광물로는 사장석, 휘석, 흑운모가 있으며, 기질은 아주 작은 세립질의 사장석으로 이루어져 있다. 여러 반정광물이 모여서 자란 취반상조직(**glomeroporphyritic texture**)과 휘석반정의 칼스바드 쌍정(**carlsbad twin**)이 조면안산암 II에서 자주 관찰된다.

형성과정

괴상응회각력암층과 응회암층 위로 조면안산암질 용암이 분출한 후, 급격한 냉각에 의해 주상절리를 형성하게 되었다. 이후, 주변의 상대적으로 풍화 침식에 약한 응회암층은 삭박되어 사라지고 하부 괴상응회각력암층 및 응회암층과 상부의 조면안산암층만 현재 남게되어 탕건봉을 구성하는 것이다.

숫돌바위



동도 남서쪽 선착장 부근의 숫돌바위는 독도 의용수비대원들이 동도에서 생활할 당시 칼을 갈던 곳으로, 바위의 암질이 숫돌과 비슷하다고 하여 붙여진 이름이다. 숫돌바위의 해발고도는 약 10 m 이고, 북서-남동 방향으로 조면암질 암맥이 관입하여 형성된 것이다. 숫돌바위는 일반적으로 관찰되는 수직으로 발달하는 주상절리와 다르게 주상절리를 눕혀 놓은 형태의 수평주상절리가 형성되어 독특한 경관을 보여준다.



구성암석

숫돌바위에는 다양한 크기와 모양의 주상절리가 북동쪽으로 약 $10\sim 15^\circ$ 의 기울어져 있다. 이러한 주상절리는 마그마가 식는 과정 중에 열적으로 수축되어 형성된 냉각절리이다. 탕건봉을 포함한 독도의 여러 주상절리들은 수직방향으로 발달되어 있는 반면에, 숫돌바위의 주상절리는 관입 경계면에 수직한 방향으로 형성되어 흔히 거의 수평을 이루는 것이 특징이다. 이러한 양상은 일반적으로 가장 냉각이 빨리 일어나는 면(관입 경계면 또는 분출 경계면)에 직각 방향으로 주상절리들이 형성되기 때문에 나타난다.

구성광물

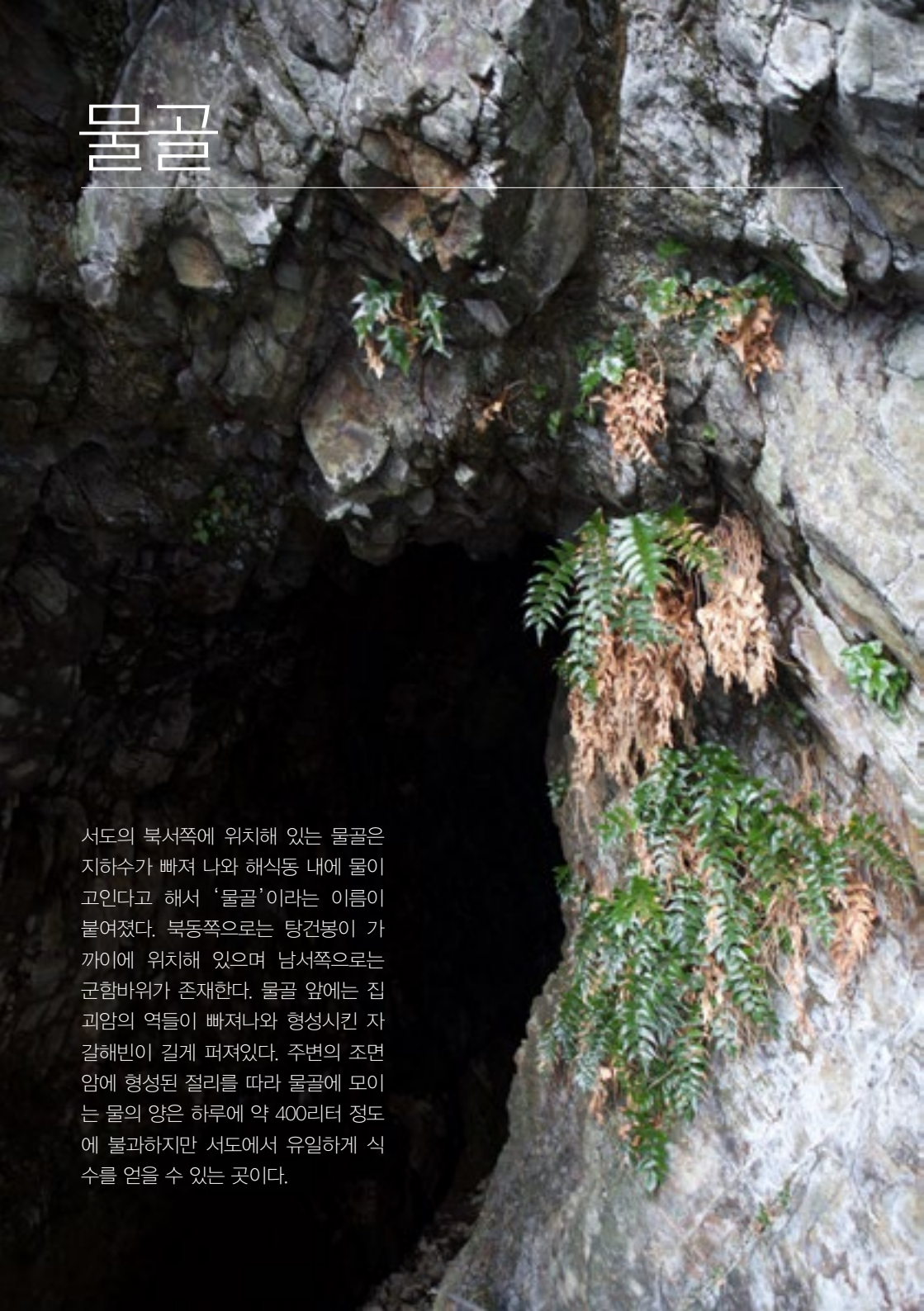
숫돌바위는 조면암으로 구성되어 있다. 조면암의 주구성광물로는 알칼리 장석과 사장석이 있으며, 부구성광물로는 흑운모, 불투명광물이 관찰된다. 편광현미경하에서 기질을 이루는 사장석들이 일정한 방향으로 흐르는 조면암 조직(**trachytic texture**)이 관찰되며, 사장석끼리 서로 교차하여 분포하는 취반상 조직(**glomeroporphyritic texture**)이 나타난다.

형성과정

충상 라필리 응회암층을 후기에 조면암질 마그마가 관입한다. 관입한 조면암질 마그마가 응회암층과 접하는 외곽부에서부터 급격히 식어 수평의 절리를 형성시킨다. 상대적으로 풍화 침식에 약한 주변 충상 라필리응회암층은 식박되어 사라지고 조면암으로만 구성된 현재의 숫돌바위가 남게 된 것이다.

물골

서도의 북서쪽에 위치해 있는 물골은 지하수가 빠져 나와 해식동 내에 물이 고인다고 해서 ‘물골’이라는 이름이 붙여졌다. 북동쪽으로는 탕건봉이 가까이 위치해 있으며 남서쪽으로는 군함바위가 존재한다. 물골 앞에는 집괴암의 역들이 빠져나와 형성시킨 자갈해빈이 길게 퍼져있다. 주변의 조면암에 형성된 절리를 따라 물골에 모이는 물의 양은 하루에 약 400리터 정도에 불과하지만 서도에서 유일하게 식수를 얻을 수 있는 곳이다.





구성암석

물골 일대의 지질은 하부의 층상 라필리응회암과 그 위에 덮고 있는 조면 안산암 II로 구성되어 있으며, 물골을 구성하는 암석은 후기에 관입한 조면암이다. 이곳의 층상 라필리응회암층에서는 입자크기가 큰 것부터 작은 것으로 점차 변화하는 점이층리가 나타난다. 그 위의 조면안산암층과 조면암층에서는 다양한 크기의 주상절리가 관찰된다.

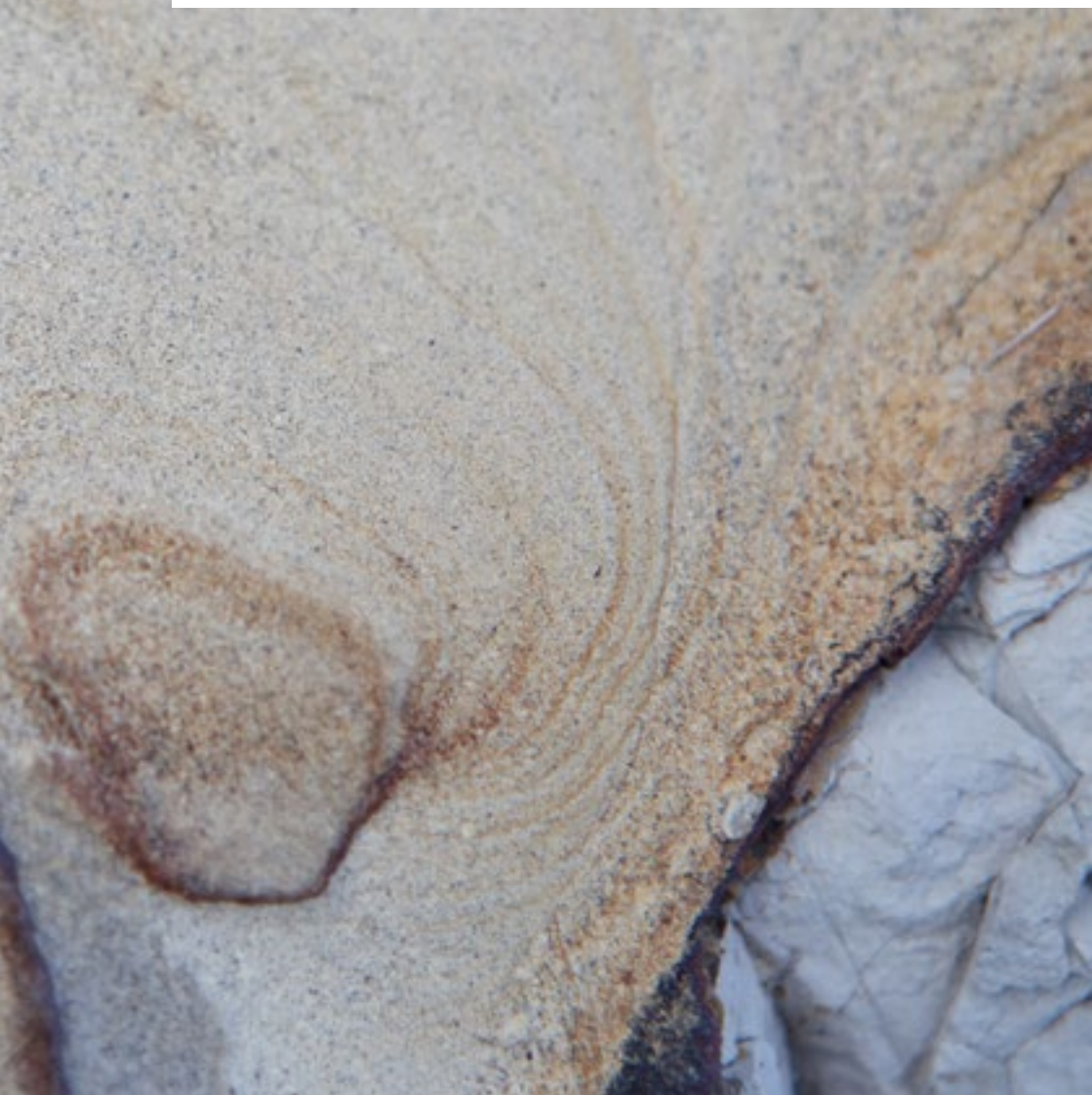
물골 지하수 공급지

물골 상류의 조면안산암 II는 토양층의 두께가 비교적 두꺼워 식물이 잘 자라고 있으며 따라서 물골의 지하수를 충전시켜주는 역할을 한다. 물골 상류의 조면안산암에 내린 강우는 토양층의 두께가 비교적 두꺼운 계곡과 절리를 따라 하류로 이동하다가 라필리응회암에 도달하면 더 이상 하류로 이동하지 못하고 라필리응회암과 조면안산암의 경계를 따라 물골 쪽으로 이동한다. 라필리응회암과 조면안산암의 경계를 따라 흐르는 지하수는 조면암에 이르러서는 조면암에 발달한 절리를



따라서 하류로 이동하다가 물골의 동굴에서는 열린 공간을 만나서 더 이상 하류로 이동하지 못하고 유출되는 것이다. 물골에는 가로 1.2 m, 세로 1.4 m, 깊이 1.68 m의 수조가 있어 상부로부터 유출된 지하수는 일차적으로 이 저수조에 모이게 된다. 이 저수조에 모인 물의 pH는 대략 6~7사이에 분포한다.

지질층군의 암석학적 특징



조면안산암 I

독도충군의 최하위 지층인 조면안산암 I 은 동도에서 선착장 북부 해안에서 작은 노두로 관찰되며, 서도의 동남 해안을 따라 북동-남서 방향으로 분포하고 있다. 한국지질자원연구원(2012)은 삼형제굴바위와 인근의 돌섬에서도 이 암체가 분포한다고 보고하고 있다. 이 암체의 상부는 심하게 삭박되어 부분적으로 매우 불규칙한 침식면을 형성하고 있으며, 이 침식면 상위는 동도와 서도에 전반적으로 분포하고 있는 층상 라필리응회암층과 부정합 관계를 이루고 있다.

조면안산암 I 은 대부분 용암으로서 괴상의 형태로 산출되며 절리가 잘 발달된 부분과 심하게 각력화 되어 있는 부분으로 구성된다. 절리가 잘 발달된 부분에서 이 암체가 매우 조밀하게 판상의 규칙절리로 나타나는 곳도 일부 있지만 대개 그 형태가 불규칙하게 휘어진 곡면을 이루고 있다. 이는 수중에서 용암의 차별적 열적 수축에 의해 형성된 것으로 생각된다. 심하게 각력화 된 부분은 수 cm에서 수 m까지 매우 다양한 크기와 모양의 각력들이 불규칙하게 서로 혼합되어있는 것이 특징이다. 또한 각력화의 정도는 이 암체의 상부로 가면서 점진적으로 증가하는 경향을 보인다(한국지질자원연구원, 2012).

Sohn and Park(1994)은 조면안산암 I 을 수중환경에서 분출한 용암과 각력암 즉, 수성쇄설암(hyaloclastite)의 복합체로 해석하였고, 각력암은 수중에서 액체용암으로부터 직접 형성된 것이 아니라 이미 굳어진 용암이 각력화되어 형성된 것이라고 제안하였다.



동도응회암

동도응회암은 과상 각력암 또는 응회각력암으로 주로 구성되며 동도와 서도에서 광범위하게 나타난다. 이 층은 상당히 두꺼운 층후를 보이며 동도의 일부 지역에서는 약 50 m 고도까지 노출되어 있다. 동도 내의 과상 응회각력암층은 대부분 암적색 또는 흑색으로 이루어져 있으며, 일부는 남서쪽 경사 5° 이하의 낮은 각도로 경사하거나 거의 수평을 이룬다. 역들의 분급도는 낮고 자갈(cobble, 4-64 mm)에서부터 거력(boulder, 256 mm 이상)까지 다양한 크기로 나타나며, 상부로 갈수록 입자의 크기가 커지는 역점이층리(reverse graded bedding)가 빈번하게 관찰된다. 역의 종류는 현무암과 조면암이 우세하지만 회색의 조면암 및 스크리아 등도 상당히 많이 나타난다. 조면현무암질 암편에는 조립질 휘석반정이 다량 함유되어 있으며 크기가 2 cm에 달하는 것들도 있다. 기질의 대부분은 암회색 내지 갈색의 모래크기(sand, 1/16-2 mm)로 나타나며 화산재 또는 화산력에서 공급된 것으로 보인다. 이 층은 서도의 어민속소부근에 소규모로 분포하고 있으며 동도와 같은 암상의 과상 또는 미약한 층리를 보이는 응회각력암으로 산출된다.



서도응회암

서도응회암은 하부의 괴상 응회각력암 및 라필리응회암과 상부의 층상 라필리응회암 및 응회암으로 이루어져 있다.

물골일대의 라필리응회암과 응회암

하부 응회암층

하부 응회암층은 층리가 잘 발달된 응회각력암과 라필리응회암의 호층으로 구성되며, 일부 세립질 응회암이 협재되어 나타난다. 기질부는 모래 크기의 담황색 화산쇄설물들로 이루어져 있으며, 역은 주로 자갈에서 거력 크기의 회색 또는 황갈색의 조면안산암이나 현무암으로 구성되어 있다.

동도에서 이 층은 주로 하부 응회각력암을 부분적으로 포함하는 층상 라필리응회암으로 산출된다. 최상부에서는 세립질의 층상 응회암이 약 1m의 두께로 분포한다. 동도의 남동부에는 하부의 라필리응회암층이 분포하지 않고 최상부의 세립질 응회암이 최하부의 괴상 응회각력암층과 바로 접하여 나타난다.

서도에서 이 층은 대개 역점이층리 또는 점이층리를 보이며 조면안산암 I 위에 두껍게 분포한다. 이 층의 주향은 북북서 방향이고 남서쪽으로 20도 내외의 경사를 보인다. 이 층리의 경사는 퇴적 이후의 지구조적 작용에 의한 것이라기보다는 분출 당시 화산체의 경사면을 반영하는 것으로 생각된다. 따라서 이 층은 대기중으로 분출된 화산쇄설물들이 화산체의 경사면을 따라 진행된 암설류 또는 입자류에 의해 형성된 것으로 해석된다.



상부 응회암층

상부 응회암층은 서도에 국한되어 나타나며 세립의 응회암 또는 라필리응회암으로 구성되어 있다. 이 층은 주로 담회색 또는 담황색의 세립질 화산재로 이루어져 있으며, 두께는 서도 남부에서 최대 약 30 m에 달하지만 북부로 갈수록 얇아지는 특징을 보인다. 이 층은 부분적으로 층리가 잘 발달되어 있으나, 전반적으로 괴상 내지 넓은 간격의 거친 층리를 보이는 세립질 응회암이 가장 우세하다. 또한 드물게 화산력이 포함되어 있다.



서도 북부 탕건봉을 구성하는 서도하부응회암, 서도상부응회암, 조면안산암 II,中间的 서도상부응회암은 담회색 또는 담황색의 세립질 화산재로 구성됨.

조면안산암 II

조면안산암 II는 층상 라필리응회암 및 응회암층 위에 정합적으로 놓여 있다. 서도에서는 최대 약 100 m 두께로 분포하며, 동도에서는 대부분 약 45 m 정도의 두께로 발달해 있으나 얼굴바위 근처에서는 20 m 내외로 분포하다가 사라진다. 조면안산암 용암의 기질부는 암녹색 또는 암회색을 띠며, 반정으로는 암녹색의 단사휘석과 담회색의 장석이 관찰된다. 반정의 종류와 함량은 지역마다 차이를 보인다. 서도의 동쪽 절벽에서는 전형적인 주상절리가 잘 발달되어 있으며, 최 하부에 각력대가 존재한다. 동도에서는 서도와는 달리 주상절리가 발달하지 않지만 고각을 이루는 냉각절리들이 높은 빈도로 나타난다. 조면안산암 II는 폭발적인 분출에 의한 조면안산암 I과는 달리 대기 중의 조용한 분출로 형성된 것으로 보고 있다.



얼굴바위응회암 (스코리아성 층상 라필리응회암)

스코리아성 층상 라필리응회암층은 서도에서는 관찰되지 않으며 동도에서만 관찰이 가능하다. 라필리 응회암과 얇은 층리를 가지는 응회암으로 구성되어 있고 그 두께는 최고 20 m이며 남서쪽으로 갈수록 얇아지는 것이 특징이다. 역은 안산암, 조면안산암, 현무암, 다공질 스코리아, 부석 등으로 구성되어 있으며, 기질부에는 유리질 파편, 흑운모, 단사회석 결정들이 다량 포함되어 있다. 일부 유리질 파편이나 스코리아는 층리를 따라 납작하게 압착된 피아메(fiamme)조직을 보이기도 한다.



얼굴바위응회암내 검은색 피아메(fiamme)

조면안산암 III



동도 정상부근의 조면안산암 III



조면안산암 III은 동도에서 얼굴바 위응회암과 함께 서도의 조면안산암 II 상위를 덮고 있다. 그 두께가 최고 40m이며 일부 지역에서 층후가 다양하게 나타난다. 상부 조면암 용암은 하부 조면암 용암에 비해 알칼리 장석 취반정이 우세하게 관찰된다. 대체로 과상으로 나타나며 주상절리가 발달하기도 한다. 이 조면안암 용암은 스크리아를 형성하는 폭발적인 스트롬볼리언 화산활동 후 폭발력이 줄어들면서 조용한 용암 분출로 화산활동이 전환되었음을 암시한다.

천장굴각력암

(열극충전 각력암)

이 각력암은 동도에서만 관찰되며 동도의 활발한 단층운동에 의해서 형성된 열극을 따라 화산쇄설물로 채워진 암석이다. 이 각력암은 동도의 천장굴 주변에서 북서-남동 방향의 단층대를 따라 분포한다. 이 각력암의 형성원인은 불확실하나, 거의 수평으로 분포하는 기존 지층들과는 무관하게 절벽을 따라 수직적으로 분포하는 것으로 보아 단층에 의해 벌어진 틈을 따라 각력들이 붕괴되어 채워진 것으로 해석된다.



조면암



동도 선착장부근의 조면암(숫돌바위)

조면암은 서도의 서부에 넓게 분포하며 괴상 응회각력암층과 총상라필리응회암 및 응회암층을 완만하게 절단하며 관입하고 있으며, 동도에서는 서북서 내지 동서 방향으로 관입된 암맥으로 분포한다. 이 관입체는 연변부를 따라 주상절리가 그 접촉면에 직각으로 발달하며 남북으로 신장된 모양을 보인다. 암녹색 또는 암회색의 비교적 치밀한 기질에 알칼리 장석 반정이 풍부하며 취반상조석을 보인다. 이 관입체는 화도에 가까운 부분의 단층대와 약한 층리를 따라 관입한 것으로 추정하고 있다 (황상구 와 전영권, 2003).