

화산 폭발과 호흡기 보호

- 화산활동

지하 깊은 곳에서 생성된 고온, 고압의 마그마가 지각의 약한 부분이나 갈라진 틈을 따라 지표 가까운 곳까지 올라와 있다가 내부 압력이 커지면 지표 밖으로 분출하게 된다. 이것은 마치 탄산음료의 뚜껑을 열면 병 내부의 압력 감소로 인하여 용액으로부터 가스가 나오면서 기포를 발생시키는 것과 유사하다. 이 때 생성된 기포는 마그마의 점성에 의해서 이동 형태가 결정된다. 이와 같이 지표 밖으로 분출하여 흘러나오는 곳을 화산이라고 하고, 분출한 마그마를 용암이라고 한다. 이러한 총체적인 과정이나 현상을 화산활동이라고 한다.

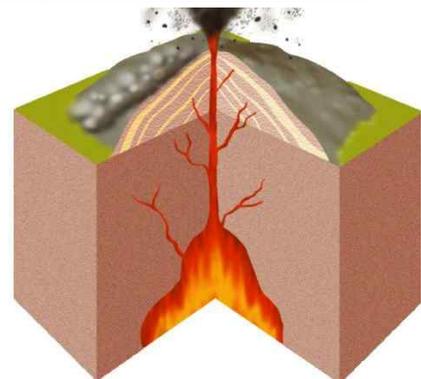
- 화산의 유형

화산유형	형태	분화유형	예
순상화산	작은 경사를 가진 완만한 아치나 방패형	용암류, 화산재(테프라) 방출	 하와이 마우나로아 화산
복합화산 성층화산	급한 경사를 가진 원뿔형	용암류와 폭발적인 활동의 조합	 일본 후지산
화산 동	돔 형태	높은 폭발	 캘리포니아 라센 화산
분석구	급한 경사를 가진 원뿔형	화산재(테프라) 방출	 에리조나 스프링빌화산

* 출처 : 자연

재해와 방재, 시그마프레스 (2008)

- 화산 분출물



- 1) 화산가스 : 약 60 ~ 90% 이상이 수증기이며, 이산화탄소, 질소, 아황산 가스, 황화수소 등으로 구성된다. 화산가스는 마그마가 지하 깊은 곳에서 지표 가까운 곳으로 올라오는 동안 압력이 감소함에 따라 마그마로부터 휘발되어 생성되며, 이때 들어있던 수증기는 폭우가 되어 내리고 천둥이 치기도 한다.
- 2) 용암 : 마그마가 지표로 분출한 것

하와이 용암 분출



미국 하와이의 와이쿠파나히에서 재개된 화산 활동으로 분출된 용암이 바다로 흘러들어가고 있다. 이 용암은 칼라우에와 화산의 지하에서 시작된 것으로 지하의 용암통로를 따라 이곳까지 흘러 왔다.

알래스카 뒤덮은 화산재



미국 알래스카 리다우드 화산이 1989년 12월 폭발이후 20년 만에 엄청난 양의 연기와 화산재를 내뿜으며 활동을 재개 했다.

- 3) 화산쇄설물 : 화산의 폭발에 의하여 방출된 크고 작은 암편을 말하며 입도에 따라 화산진, 화산재, 화산력, 화산암괴 등으로 분류한다. 또 화산쇄설물이 서로 고결하여 생긴 암석을 화산쇄설암이라고도 한다.

화산 쇄설물	특징 및 입자의 크기
스코리아	기공이 많으나 물에 뜨지 않는다
부 석	회고 기공이 많으므로 물에 뜬다.
화산탄	지름이 32mm 이상, 둥근 것
화산암괴	지름이 32mm 이상, 모가 난 것
화산력	지름이 4~32mm
화산재	지름이 0.25mm~4mm
화산진	지름이 0.25mm 이하

화산탄은 야구공 또는 농구공 크기에서 직경이 수 미터에 이르는 것이 있으며, 타원형·원반형 및 불규칙형 등 모양과 크기가 다양하다. 100톤이나 되는 암괴가 강력한 분출로 화구에서 10km 이상 날아간 예도 있다.

화산재와 화산진은 대륙권 상부까지 올라가고, 엄청난 거리까지 날아간다. 1980년

에 미국의 세인트 헬렌스(Saint Helens) 화산이 활동했을 때는 화산진이 2주 동안이나 전 세계로 퍼져 나간 것이 인공위성에서 탐지되었다. 이와 같은 화산분출물은 기후변화에도 영향을 주고 있다.

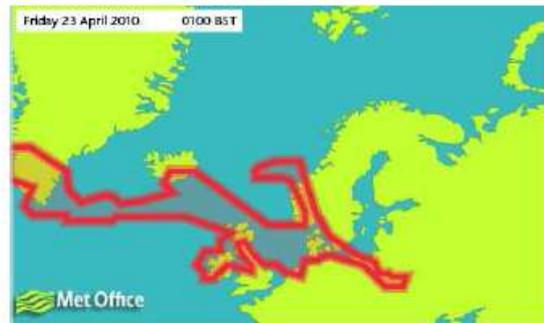
- 화산폭발의 예 (2010년 4월 14일 아이슬란드)

- 발생개요

: 2010년 4월 14일 01시 아이슬란드 수도 레이카비크 (Reykjavik) 에서 150 Km 떨어진 에이자프잘라조쿨 (Eyjafjallajokull) 빙하에서 화산폭발 발생

: 화산폭발로 인한 화산재와 연기가 지상 약 6,000 ~ 11,000 m 상공에 분포되어 있으며, 용암분출로 인해 빙하에서 흘러내린 물은 인근지역 수위상승을 유발하여 2차 피해가 우려되는 상황

: 화산폭발로 인한 화산재가 유럽 남부와 북부로 퍼지면서 북유럽 대부분의 항공운행이 금지됨. (유럽 30여개국, 313개 공항이 영향받음)



<화산재 확산 현황>

* 출처 : 연합뉴스, 영국기상청

- 백두산 화산폭발의 가능성과 예상 피해

백두산 폭발에 대한 우려의 목소리가 최근 들어 더욱 커지고 있다. 소방방재청은 국회에 제출한 자료를 통해 백두산이 분화할 경우, 2010년 4월에 전 세계적인 항공대란을 유발했던 아이슬란드 화산(VEI 5)보다 10배 이상의 규모로 폭발할 것이며, 북한측 삼지연 일대 거주지가 순식간에 침수될 것으로 예상된다고 밝혔다.

소방방재청 산하 국립방재연구소는 백두산이 분화하면 화산폭발지수(VEI : Volcanic Explosivity Index)가 6정도에 달할 것으로 분석했는데, 이는 1980년 미국 세인트헬렌 화산 폭발(VEI 5)의 10배 이상의 규모이며, 1991년 필리핀 피나투보 화산폭발과 유사한 정도의 폭발이다.

화산폭발지수는 화산폭발의 지속시간, 분출물의 높이와 양 등을 종합해 화산폭발강도를 나

타내는 수치로서, 수치 1이면 소규모, 2~3이면 중규모, 4이상이면 대규모 폭발로 분류한다. 수치가 1씩 커지면 화산폭발정도는 10배씩 커진다.

전문가들도 2002년 6월을 기점으로 백두산 지진의 발생빈도가 증가하고 있으며, 백두산의 모습이나 주기 등을 고려해볼 때 2014년에서 2015년 사이에 백두산 화산폭발이 일어날 가능성이 높다는 의견을 내놓고 있다.

또한, 국립방재연구소는 백두산 화산이 폭발하면 물→불→지진→화산재순으로 피해를 입힐 것으로 전망했으며 구체적 홍수 피해 정도를 시뮬레이션(모의실험)을 통해 분석했다.

화산폭발이 발생하면 직경 12km, 평균 깊이 213m에 이르는 천지에 담긴 20억t의 물(소양강댐 저수량의 75% 정도)이 넘쳐 흐르면서 분화 1시간 후 천지 인근 압록강과 두만강 유역을 침수시키고, 1시간 20분 이내에 김정일 출생지(양강도 삼지연군 백두산 밀영·북한측 주장)에 도달하며, 1시간 40분 후에는 인근 삼지연 지역(삼지연 방학캠프, 삼지연 병원, 삼지연 어린이 궁전)까지, 3시간 20분 이내에 홍수가 천지 반경 약 30km 거리까지 도달해 북한측 백두산 일대 호텔·병원·마을 등을 침수시킬 것으로 예상했다. 이후 홍수는 112시간 만에 두만강을 따라 66.9km까지, 128시간30분 만에 압록강을 따라 127.5km까지 영향을 끼칠 것으로 전망했다.

홍수 후에는 100억㎡에 이르는 용암이 분출되고, 유황, 아황산가스 등 유독가스가 분출되면서 주변 식생이 전멸할 것이며, 화산재는 25km 상공까지 올라가 기상조건에 따라 두세 달 이상 중국, 러시아 일대에서 대규모 항공기 결항사태를 유발할 것으로 전망했다.

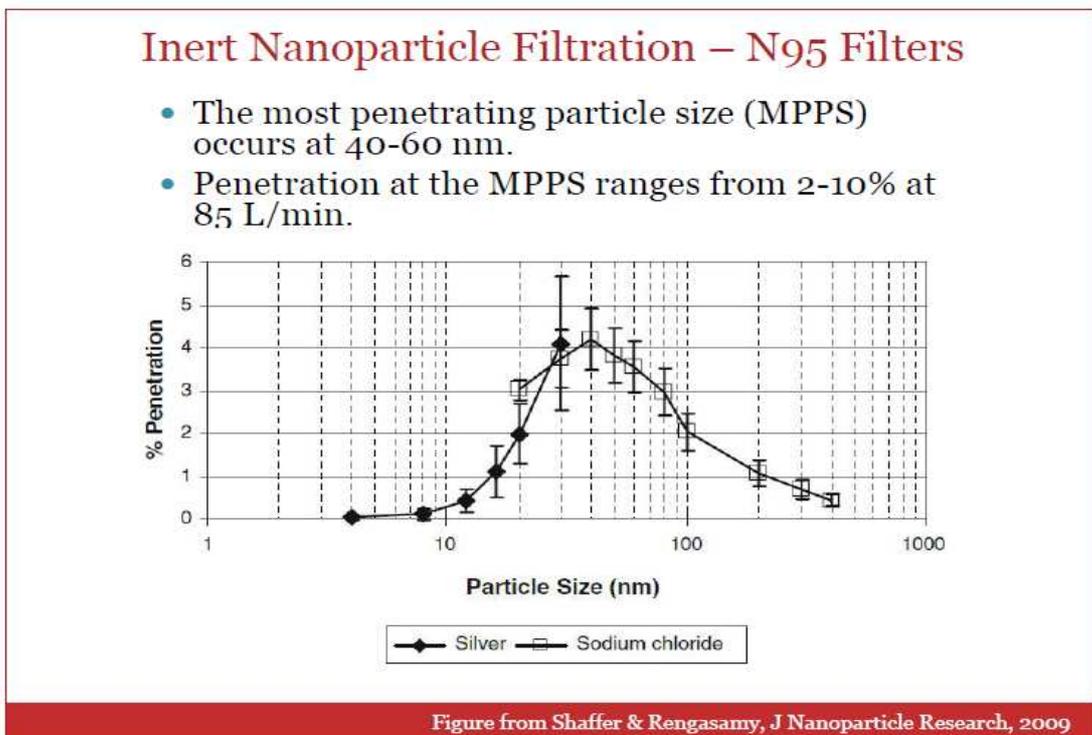
다만, 백두산 일대 상공에는 강력한 편서풍이 불기 때문에 남한에는 직접적인 화산재 피해를 가져오지는 못할 것으로 전망했으며, 화산 폭발로 인해 발생하는 지진도 남한 지역에는 직접적인 피해를 주지 않을 것으로 예상했다. 그러나 백두산의 화산이 겨울에 분화할 경우엔 북풍 또는 북서풍을 타고 화산재가 우리나라에도 영향을 미칠 수 있다. 또한, 화산재의 영향으로 야외활동이 위축됨에 따라 여행 등 서비스업의 생산과 소비가 위축될 가능성이 있다. 그리고 화산재가 하늘을 가려 이상 저온현상도 야기될 것으로 보인다. 백두산 화산의 분화 규모에 따라 달라질 수 있겠지만, 화산재가 기류를 타고 확산됨에 따라 태양에너지를 반사하면서 아시아 지역에 저온현상이 유발될 것으로 우려된다.

-. 화산쇄설물과 호흡기 보호

화산 폭발로 인해 발생 가능한 여러 가지 피해 중, 인체의 호흡기에 악영향을 미칠 수 있는 요소로는 대표적으로 화산쇄설물이 있다. (백두산 화산 폭발의 경우, 편서풍 등의 지역적 특성으로 인해 남한에는 직접적인 화산쇄설물 피해가 없을 것으로 예상되지만, 공중에서 오랜 기간 또 넓은 지역으로 전파가 가능한 입자의 특성 상, 인근 북한 및 중국 지역은 물론 인근 남한 지역까지 영향을 미칠 수 있으며, 해당 지역의 주민들은 방진 마스크를 이용하여

화산쇄설물로부터 호흡기를 보호해야 할 것이다.)

화산쇄설물은 기본적으로 입자성 물질이기 때문에, 방진 마스크를 사용하여 폐로 호흡되는 경로를 차단해야 한다. 위에서 언급한 바와 같이 화산쇄설물은 그 입자의 크기 및 외형적 특성 등에 따라 약 일곱여 가지로 구별되고, 입자성 물질로부터 호흡기를 보호하기 위한 방진 마스크의 성능은 그 입자의 크기 및 성분 (Oily mist or Non-oil) 등을 포함한 다양한 요소에 의해 영향을 받을 수 있다. 하지만 화산쇄설물의 분류에서 알 수 있듯이 일반적으로 방진 마스크의 성능에 영향을 줄 수 있는 요소로는 화산쇄설물 입자의 크기만을 생각할 수 있으며, 입자 크기에 따른 여과재 효율은 잘 알려진 바와 같이 아래의 그림과 같다.



위의 그림에서 볼 수 있듯이, 40 ~ 60 nm 크기의 입자는 여과재를 침투하여 통과하기 쉬우며, 그 이상 혹은 이하 크기의 입자에서는 거의 침투하지 못함을 알 수 있다. 그렇기 때문에 여과재의 성능시험에서는 가장 여과재를 통과하기 쉬운 크기의 입자를 사용하여 진행하고 있다. (여과재를 가장 잘 통과하기 쉬운 크기의 입자로 실험하여 인증 등급을 부여한다.) 위에서 논의되는 입자의 크기에 해당하는 화산쇄설물은 0.25 mm 이하로 분류되는 화산진

이며, 화산진 역시 일반적인 입자에 적용되는 위 이론에 해당된다고 할 수 있다. 따라서 유분이 없는 모든 크기의 분진에 대해 95 % 이상의 여과제 효율을 갖는 N95 등급 이상의 방진 마스크(또는 산업안전보건공단의 인증을 받은 특급 또는 1급 방진 마스크)를 착용한다면 모든 종류의 화산쇄설물로부터 호흡기를 보호할 수 있다고 하겠다.