

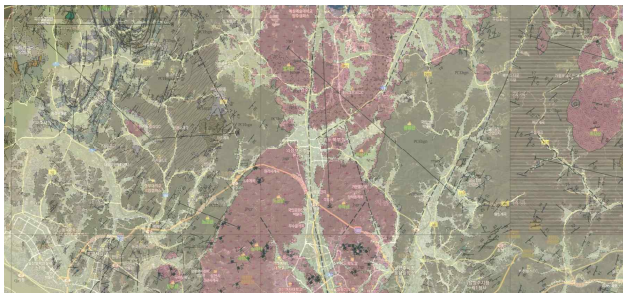
# 북한산의 자연 지리적 특징

-지형, 지질, 식생, 토양을 중심으로-

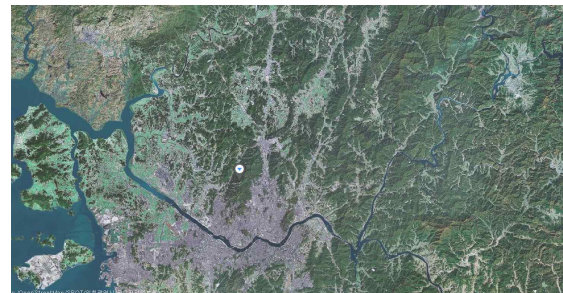
이 우 평

(인천고잔고등학교 교사)

## 1. 지질



북한산 일대 지질도



서울 위성사진(네이버)



단층주변 위성사진(구글어스)



단층주변 지질도



동두천단층대 - 원 안의 지형 확대(네이버지도 파노라마)

### 가. 지질의 특성

북한산 일대의 지질은 크게 선캄브리아기 호상편마암(경기북합체)의 중심을 중생대 쥐라기 남북 방향으로 관입한 화강암으로 이루어져 있다. 그리고 화강암 일대의 중심을 남북 방향

으로 가르는 단층대가 발달하였다. 이 단층대를 따라 경기도 의정부시와 서울특별시 도봉구, 노원구, 구리시에 걸쳐 남북방향으로 이어지는 3번 국도와 동부 간선도로가 지나가고 있으며, 중랑천이 남쪽으로 흘러 한강으로 유입된다.

## 나. 한국을 대표하는 암산(岩山)

북한산은 금강산, 설악산과 함께 우리나라를 대표하는 암산으로, 백두산이 우리 한반도 한민족의 진산이라고 한다면 서울의 진산은 단연코 북한산이다. 산으로서 북한산이 갖는 특이한 점은 도봉산과 더불어 산전체가 거대한 하나의 바위 덩어리로 이루어진 암산이라는 것이다. 도봉산의 만장봉, 선인봉, 자운봉, 오봉을 시작으로 북한산의 백운대, 인수봉, 만경대를 거쳐 다시 남쪽으로 내려 달리며 용암봉, 자단봉, 문수봉, 보현봉, 비봉, 향로봉으로 이어지고, 문수봉에서 다시 북으로 나한봉, 용출봉, 의상봉 등에 이르기까지 제각각의 웅장한 암봉들이 산 전체를 휘감으며 험준하면서도 수려한 산세를 이루고 있다.

## 2. 지형

### 가. 북한산 화강암의 정체는? 중생대 지각 변동의 산물

북한산의 상징인 인수봉을 비롯한 문수봉, 노적봉, 보현봉, 숨은벽, 병풍암 등 걸출한 암봉들은 다 어떻게 만들어진 걸까? 북한산의 이 많은 바위 덩어리들의 정체를 밝히기 위해서는 한반도의 지질사에서 지각변동이 가장 심했던 중생대로 거슬러 올라가야만 한다.

이 땅 한반도에는 중생대에 크게 세 차례에 걸친 화성 활동이 있었다. 먼저 트라이아스기 중기(약 2억2천만~2억1천만 년 전)에 ‘송림변동’으로 인하여 평안북도와 함경남도를 중심으로 한반도 북부지역에 송림 화강암이 관입되었다. 이후 쥐라기 중기에서 말기(1억8천만~1억6천만 년 전)에 걸쳐 ‘대보운동’으로 인하여 원산~서울을 잇는 추가령 구조곡 이남지역에 북동~남서방향으로 뻗은 대보 화강암이 관입되었다. 북한산, 설악산, 계룡산 등을 이루는 화강암들은 이 당시에 생겨난 것들이다. 그리고 마지막으로 백악기 중기 이후(1억~7천만 년 전)에 일어난 ‘불국사 변동’에 의하여 경상 퇴적분지와 옥천 습곡대 주변지역에 소규모의 불국사 화강암이 관입되었다. 월출산, 월악산, 속리산, 월악산 등을 이루는 화강암들은 이때 만들어진 것들이다.

현재 한반도의 암석 가운데 약 30%를 차지하는 화강암은 이와 같이 중생대에 세 차례에 걸친 지각 변동의 산물이다. 화강암은 대규모의 지각변동에 따른 화산분출과 함께 지하 깊은 곳에서 상상을 초월하는 불덩어리인 마그마가 지각의 약한 틈을 뚫고 올라오다가 지하 깊은 곳(대보 화강암은 약 10~12km 아래, 불국사 화강암은 약 3~4km 아래)에서 냉각, 고화되어 형성되었다.

이 가운데 북한산의 거대한 암봉을 이루는 화강암은 한반도 지질사에서 지각변동이 가장 격

렬했던 대보운동의 산물로 약 1억6천만~1억5천만 년 전 사이에 관입된 쥐라기 중기의 대보 화강암에 속한다. 현재 북한산을 이루는 화강암을 포함하여 인접한 도봉산, 그리고 동쪽으로 불암산, 수락산 그리고 한강 이남의 관악산, 청계산 등에 넘쳐나는 우윳빛 백색의 화강암들은 모두 같은 시대에 형성된 대보 화강암으로 서울 일대의 화강암을 이루고 있어 ‘서울 화강암’이라고 부른다.

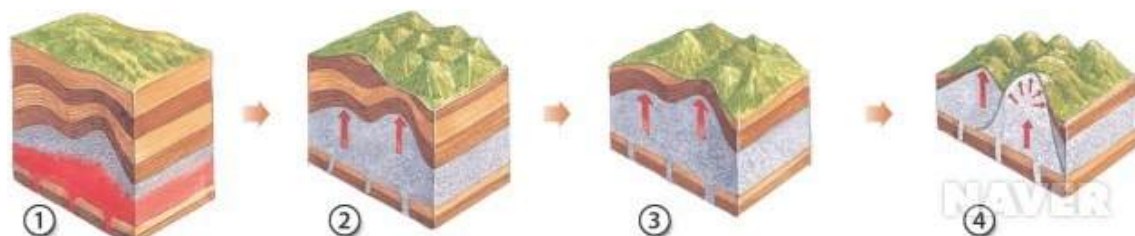
지하 약 10km를 넘어서는 깊은 곳에 있던 거대한 화강암 덩어리들이 지표에 모습을 드러낼 수 있었던 이유는 화강암이 관입이 이루어진 이후 오랜 지질시대를 거치며 지각의 지속적인 융기와 함께 피복물이 침식과 풍화를 받아 차츰 제거되었기 때문이다. 화강암 덩어리들을 덮고 있던 약 10km에 달하는 두꺼운 피복층이 중생대 백악기와 신생대의 지질시대를 거치며 모두 깎여나간 것이어서 그 역점의 세월에서 아득함이 느껴진다.

#### 나. 기암괴석 화강암 공원 형성의 비밀? 절리와 지상 및 지중 풍화의 산물

대보 화강암은 추가령 구조곡을 중심으로 북으로는 철원~포천~의정부~서울로 이어지고 남으로는 여주~이천~원주~대관령~강릉으로 이어져 있다. 이 가운데 서울일대를 둘러싸고 있는 서울 화강암은 서울에서 의정부와 포천을 거쳐 철원에 이르는 북동~남서방향의 추가령 구조곡과 거의 일치하며 뻗어 있어 마치 한반도에 화강암 허리띠가 둘러진 듯하다.

북한산을 비롯하여 설악산, 도봉산, 월출산, 계룡산, 속리산 등 화강암이 주를 이루는 산지에서 나타나는 공통된 특징 가운데 하나는 아주 특이하고도 기기묘묘한 형태의 다양한 암석지형을 목격할 수 있다는 사실이다. 이는 ‘화강암 재단의 마술사’라고 불리는 절리작용에 의한 것으로, 절리는 단단한 화강암을 마치 칼로 무를 자르듯 여러 가지 모양으로 재단하여 다양한 형태의 암괴지형을 만들어낸다. 화강암은 암석의 특성상 매우 단단한 암석이지만 일단 심층부에서나 표층에서 물과 접촉하면 쉽게 풍화되어 부서지는 특성이 있다. 실제로 북한산이나 도봉산 등 화강암으로 이루어진 산지를 올라보면 화강암이 풍화되어 쉽게 부서져 내리는 푸석바위(saprolite)을 흔히 볼 수 있다.

<화강암 지형의 형성 과정>



- ① 약 10km 깊이의 지하에서 관입한 마그마가 서서히 냉각되면서 화강암이 생성되었다.
- ② 서서히 융기함에 따라 화강암을 덮고 있던 암석이 풍화와 침식으로 조금씩 깎여 나가면서 화강암은 점점 더 지표와 가까워진다.
- ③ 덮고 있던 지표가 모두 깎이면서 화강암이 전과 다른 환경에 노출된다. 즉 압력과 온도는 낮아지고 공기와 물, 생물과의 접촉은 많아지면서 풍화와 침식이 더욱 빨라진다.
- ④ 계속된 융기와 풍화·침식으로 화강암의 주변부는 모두 침식되어 사라짐에 따라 화강암이 받던 압력이 사라지게 된다. 이에 따라 팽창

한 화강암 덩어리는 판상절리나 박리 작용에 의해 판 모양으로 쪼개져 떨어져 나가고 결국 돔 모양의 바위산이 되었다

그렇게도 단단한 화강암이 절리에 의해 어떻게 쪼개져 다양한 암괴지형을 이루게 되는 것일까? 화강암은 지표 가까이로 올라오면서 점차 압력하중이 제거됨에 따라 팽창한다. 이 과정에서 암체에 균열, 즉 절리가 생기며 이때 암석에 발달하는 절리는 보통 수직 및 수평 방향으로 발달한다. 이후 이곳 절리면을 따라 물이 침투하여 암석을 구성하는 광물질들과 반응하여 화학적 풍화를 이끌고, 또한 열고 녹기를 반복하면서 그 틈새를 더욱 벌려 암석의 붕괴를 촉진시킨다. 특히 수직과 수평의 절리가 만나는 모서리에 침식과 풍화가 집중적으로 이루어져 암석은 쉽게 침식되어 깎여나간다. 이후 장기간 지하에서 침식과 풍화를 받은 화강암체는 오랜 세월을 거치며 지표를 덮고 있는 피복물질들이 빗물, 바람, 하천수 등에 의해 씻겨 내려간 후 지표에 다양한 암괴지형을 드러내는 것이다.

북한산의 상징으로 웅장하고도 육중하게 생긴 인수봉은 바로 화강암에 작용한 절리 가운데 수직보다는 수평으로 전개된 판상절리(板狀節理, sheeting joint)가 탁월하게 발달한 암괴지형이다. 화강암체에 수평의 판상절리가 발달하면 암체로 수분이 침투되는 것이 어렵기 때문에 암석의 침식과 풍화가 거의 이루어지지 않는다. 이렇게 침식과 풍화에 대한 저항이 커져서 상대적으로 절리에 의해 암석이 많이 붕괴되지 않았다. 비교적 급한 경사면을 따라 발달한 판상절리에 의해 암석표면이 양파껍질처럼 층상으로 벗겨져나가 끝이 뾰족한 인수봉과 만경대 등의 첨봉이 만들어진 것이다.

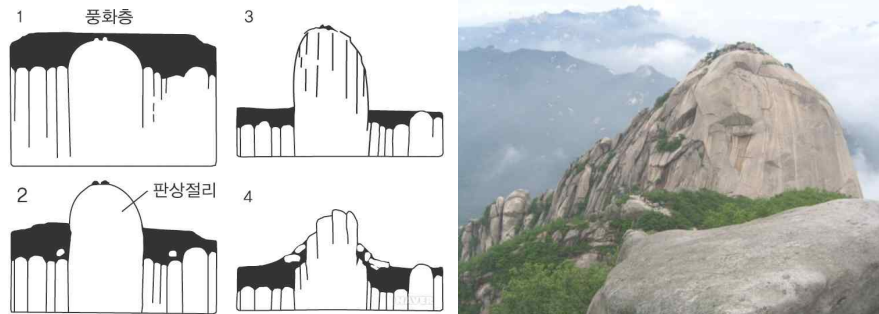
북한산의 인수봉과 같은 돔 모양의 암봉 형태의 지형을 지형학 용어로 ‘보른하르트(bornhardt)’라고 하는데, 설악산의 금강굴이 위치한 장군봉, 천화대 범봉, 공룡능선 1275고지, 소공원 달마봉, 속리산의 문장대, 월출산의 천황봉과 구정봉 등이 모두 이에 속한다.

**다. 언제, 어떤 환경에서 만들어진 걸까? 제3기 고온습윤의 열대성 기후 영향에 의해 형성**  
현재 북한산을 이루고 있는 화강암은 약 1억5천만 년 전 관입한 이래 지표면에 모습을 드러내기까지 오랜 세월 땅속에서 심층풍화를 받아 등장한 것으로 현재 지상에 모습을 드러낸 시기는 정확히 알 수 없다. 그러나 지금의 기본적인 모습을 갖추게 된 것은 현재와는 아무런 연관이 없는 과거의 기후조건에서 형성된 것이며, 지하에서 이미 암체들의 형상이 모두 갖추어진 후 지표 위에 모습을 드러내게 되었다는 것이 화강암을 연구하는 지형학자들의 견해이다.

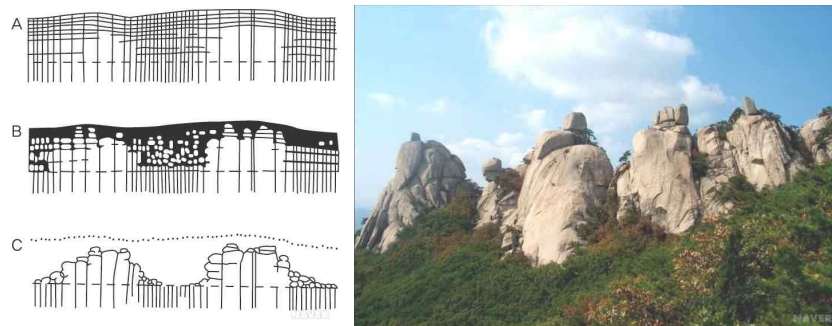
땅속에서 화강암에는 물과의 접촉에 의한 화학적 풍화작용이 결정적인 인자로 작용하는데, 북한산의 화강암이 땅속에서 지중풍화를 겪을 당시는 제3기로 기후조건이 고온습윤했던 열대성 기후의 영향을 받았다. 따라서 현재보다 강수량이 많았기 때문에 보다 활발한 풍화가 진행되어 북한산의 기본적인 암체가 땅속에서 형성될 수 있었다. 이후 제4기로 접어들면서 지구는 여러 차례의 빙기와 간빙기를 경험하게 되었는데, 빙기를 거치는 동안 한랭한 기후 조건에서 암석들이 동결과 융해를 반복함에 따라 풍화가 보다 활발히 이루어진 것도 오늘날 암체의 윤곽을 더욱 뚜렷하게 만드는 요인으로 작용했다고 볼 수 있다.

## 라. 화강암 대표 지형의 형성 과정

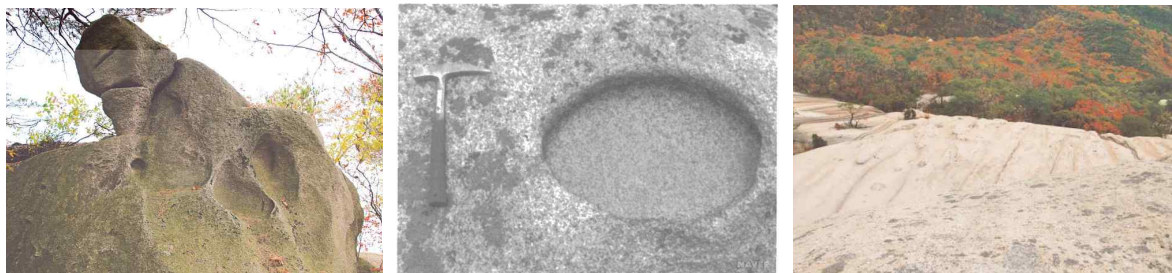
### ○ 보른하르트: 인수봉



### ○ 토르: 오봉



### ○ 타포니 & 나마 & 그루브



## 3. 식생

북한산의 식생 분포는 현재 주로 능선부는 신갈나무가 우점하고 있으며, 해발 고도가 낮은 일부지역에서는 소나무, 졸참나무, 상수리나무 등이 혼효하고 있다. 2007년, 현존식생과 녹지 자연도와 외래식물 분포 실태 조사 결과, 현존식생은 총 8개의 식물군락과 기타 지역으로 구분되었으며, 자연림은 신갈나무군락, 신갈나무-소나무군락, 낙엽활엽수림 등 5개 식물군락으로, 조림지는 잣나무림, 리기다소나무림, 아까시나무림 등 3개 산림유형으로 구분되었다.



북한산국립공원 안에 식재된 수목류는 총 71과 212종류이었고 이중 자생종은 37과 67종류(31.6%), 외래종은 58과 145종류(68.4%)이었다. 북한산국립공원의 자연환경 회복, 자생식물의 다양성 유지와 자연경관을 향상시키기 위해서는 외래수종에 대한 관리가 필요하다.

북한산 국립공원은 연중 등산객이 산을 찾고 있어 등산로 주변 일대의 토양과 식생이 크게 훼손되어, 등산객이 가장 많이 찾는 우이동계곡과 정능계곡간 등산로를 중심으로 여러 차례에 걸쳐 구간별 자연휴식년제가 되었다. 이로 인하여 토양과 식생이 크게 개선되고 있다.

한편, 북한산 국립공원의 식생, 즉 숲이 지닌 이산화탄소 저장 능력을 경제적 가치로 환산하면 연간 2,000억 원 이상에 달한다고 한다. 2010년 국립공원연구원의 조사에 의하면, 북한산의 활엽수림(6,800헥타르)은 연간 374톤의 이산화탄소를 저장하고 있는 것으로 추정되는데, 이는 전체 북한산 면적의 86%에 이르는 것으로, 이산화탄소 저장량으로 보면, 30년생 신갈나무 5억 4,000 그루에 해당하는 규모라고 한다. 따라서, 1헥타르 당 이산화탄소의 처리 비용이 3,200만 원임을 고려하면 북한산 국립공원은 연간 2천 200억 원 이상의 사회적 비용을 절감하고 있다는 얘기입니다.

#### 4. 토양

토양은 식생과 동식물의 서식처를 마련하는 처소(處所)로서 생태학적 가치가 매우 크다. 북한산 일대의 토양은 화강암이 주를 이루는 지질의 특성을 반영하여 사질토양이 주를 이룬다. 암반이 노출된 해발고도가 높은 상층부의 능선상은 토심이 얇고, 투수성이 커 식생이 안착하기 어렵지만, 계곡부의 토양은 상층부에 비해 토심이 두껍고 식생이 안착에 유리하여 다양한 식생이 서식하고 있다.

2013년 국립공원관리공단은 북한산 정상 백운대 암반의 절리틈 사이에 형성된 깊이가 약 10~60cm, 면적은 1,200㎡의 빈약한 토양층을 보호하기 위한 사업을 실시하였다. 북한산의 형성 이후 화강암이 풍화로 형성된 백운대 암반 위 토양은 백운대 정상을 찾는 많은 탐방객의 통행과 그동안 별다른 보호시설 없이 폭우에 노출되며 유실이 심화되고 있어 사라질 위험에 처하게 된 것이다. 토양층은 북한산이 거대한 화강암 덩어리로 구성돼 생성된 이후 퇴적과 유실을 반복하면서 형성됐는데 1cm 쌓이는데 약 200년 정도 걸린다고 한다. 특히, 백운대 정상 부근의 토양층은 인데, 털개회나무, 참조팝나무, 분취, 처녀치마, 금마타리 등의 식물들이 뿌리를 내리고 아름다운 고산지 생태경관을 형성하고 있다. 뿐만 아니라 암반이 많은 북한산 고산지역에서 이러한 식생지역은 각종 새들의 먹이활동과 은신처가 됨으로써 생물다양성에 기여한다. 이에 따라 국립공원관리공단은 훼손지 복원의 일환으로 토양을 보강하는 한편, 토양유실 방지시설을 함께 설치하고 일부 식생은 원래 식생과 같은 수종으로 추가 식재하여 복원토록 했다.