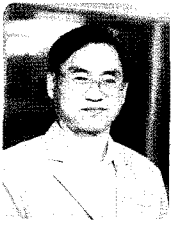
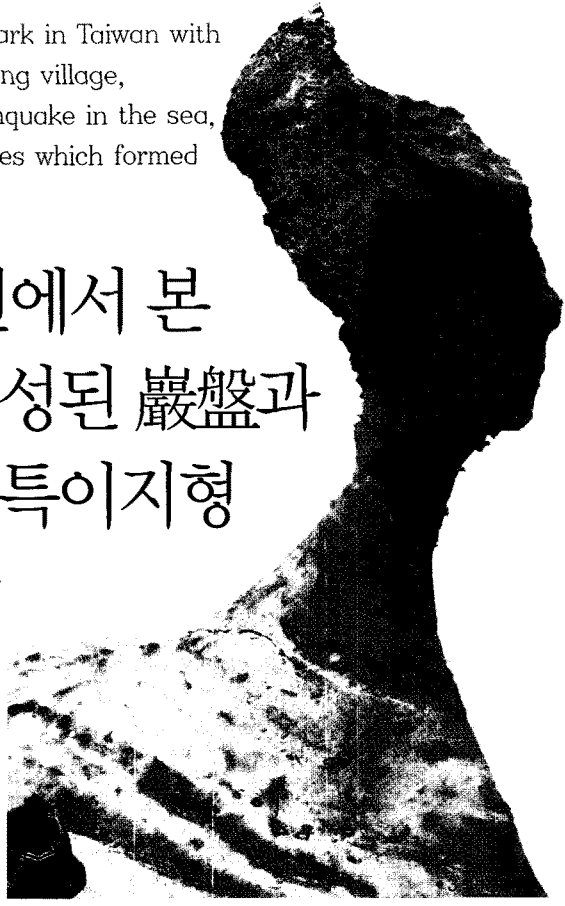


Travel of the North Coast and Yehliu Geology park in Taiwan with rich ecological resources and a prosperous fishing village, and review the foundation orogeny by the earthquake in the sea, consequently collapsing the geographical features which formed the unique style due to the marine erosion

# 臺灣이에리우Yehliu 해변에서 본 지진 造山運動으로 형성된 巖盤과 그 浸蝕作用으로인한 특이지형 景觀의 崩壞과정 小考



조 규 영 회원  
kychope@naver.com  
(주)상지엔지니어링건축사사무소 상무  
건설안전기술사 / 토목시공기술사  
토목품질시험기술사  
한국건설안전기술협회기술위원

Yehliu is located at Wanli of Taipei Country with a long cape. Because the rock layer of nearby seashore contains limestone subject to sea erosion, weathering and earth movements, Yehliu is full of seawater-eroded holes as well as numerous rocks in the shape of mushroom, candle, ginger, and chessboard. All these make this 1,700-meter-long cape a geology park with rich ecological resources and a prosperous fishing village. It indicates how the geological features formed by the foundation orogeny and collapsed due to the marine erosion over thousands of years.

지룽基隆의 북동부 해안을 따라 유명한 이에리우野柳절벽에 가보자. 이곳은 바다와 육지가 만나는 곳으로 암반이 수천 년간 해풍과 해수의 침식작용을 거쳐 형성된 독특하고 멋진 장관이 신비스럽다. 최근에 '女帝의 머리' 모양의 암석을 도난당하는 사건이 있었지만 결국 되찾았고 지금은 시멘트콘크리트로 암반에 고정시켜 놓았다.

타이완은 작아도 포효하는 호랑이(Little Asian Tiger)라고 불리는 별칭을 가진 나라로 사원, 축제에 가서보면 태극권수련을 하는 대만인들의 기상 속에 현대에도 오랜 중국

의 전통이 살아있는 것을 느낄 수 있었다. 대만인은 돈을 벌어도 절대 타인에게 돈 있는 티를 내지 않으며 일일4회의 식사를 하고 먹는 것에는 아낌없이 돈을 쓰는 민족이다. 타이완은 지경학적으로 환태평양 화산대로 지진이 자주 발생하며 타이베이의 기상은 변덕이 심하고 자주 안 좋아져 타이베이의 날씨의 재미와 같다 라는 말이 있다.

대만 역사를 간추리면 15세기말 이래 무역과 식민지 조성을 위해 세계각지에 진출한 서구 여러 나라 중 에스파냐

버섯암들은 해양침식을 거쳐 왔으며 시간이 지남에 따라 단단한 응결물질 들은 내부에서 빠져나와 바람과, 태양, 비, 해수, 강한 북서계절풍의 충격을 겪게 되었다. 오늘날 버섯바위들은 머리가 없는 버섯 암→목이 두꺼운 버섯 암→아래 부분이 가는 버섯 암과 같은 침식과정을 보여준다.

Mushroom rocks had gone through sea erosion and, as time went by, the hard concretion came out to have experience the impact of wind, sun, rain, sea\_water and strong northern monsoon. Today mushroom rocks here demonstrate an eroding process\_from no\_neck, broad\_neck, to narrow\_neck ones.

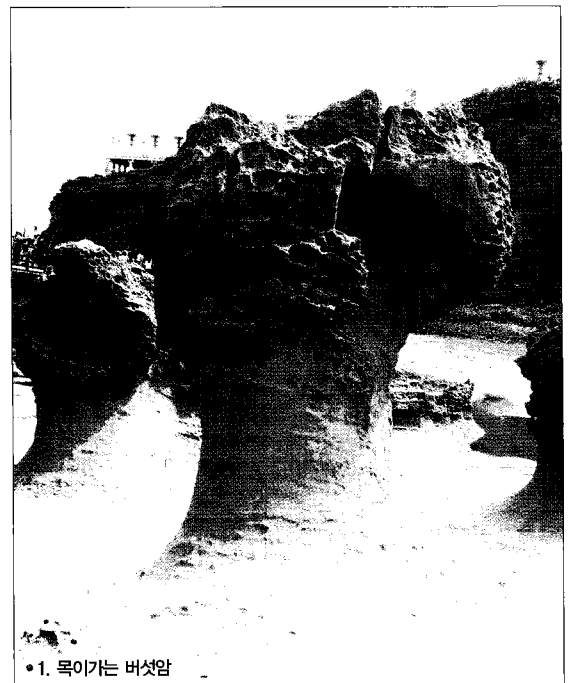
(지금의 스페인)와 네덜란드가 대만의 지리적 위치에 눈을 돌렸다. 7세기, 14세기에 일본 오키나와 해적이 중국무역 선 약탈기지로 이용하던 이곳을 청나라가 물리쳤다. 타이완은 16~17세기 급속한 발전을 이루었는데 1517년 타이완으로 향해하여온 포르투갈 해군제독 안드레이드 Andrade는 이곳을 아름다운 섬이라는 의미의 일라 포모사 Ilha Formosa 라고 이름 지었고 네덜란드인들은 1622년 타이완에 진출했다. 제1차 중일전쟁에서 패한 청 왕조는 타이완인들과 한마디 상의도 없이 대만을 일본에 할양(割讓)하였다.

미국은 장제스 총통을 지지하여 많은 돈을 들여 그를 후원하였으나 타이완은 무차별공격을 받게 되고 다시 돌아온 미국은 타이완국민정부가 냉정하게 현지인을 소외 시키는 것을 무섭게 바라보게 되었다. 이후 중국의 장제스 총통은 1948년 중국으로부터 유일한 피신처는 타이완밖에 없다고 믿고 타이완은 국민당에 중요한 의미를 지니게 된다. 이들은 중국본토에서 마오쩌둥의 홍군이 승리하자 군인, 군속 등으로 약200만 본토인들이 해협을 건너 타이완으로 망명을 왔으며 이들은 성 밖의 외지에서 온 사람들이란 의미로 외성인(外省人)이라고 불리었다.

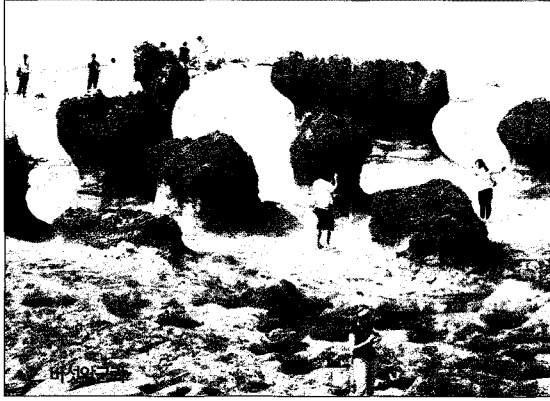
중국인들이 수천 년 내려온 전통을 계승하게 된 힘의 원천은 3개의 중요한 문화에 기인한다. 유교는 의식적인 노력을 해서 본분에 맞게 행동함으로써 조화를 이루는 것을 가장 중요시했다. 불교는 모든 고통은 욕망에서 비롯되므로 인간은 깨달음을 얻기 위해 팔정도(八正道)를 수행해야하며 수백만 년에 걸쳐 환생을 반복하고 마침내 깨달음을 얻을 때 비로소 끝이 난다고 했다. 도교는 노자가 공자보다 수십 년 먼저 태어났는데 노자의 道(道)德(德)經(經)으로서 도교는 사람들이 개발해낸 실용적인 철학이다. 이들은 건강, 장수, 자기계발

을 추구 하며 이러한 3가지 사상이 대만인들의 현재 일상 생활에 묻어나온다. 대만인은 가족과 더불어 일하기를 즐겨하며 자기의 사업을 하고자하는 열망은 이러한 유교주의의 가족중심적인 사고에서 기인한다.

지형 상으로 타이베이에서 자동차로 1시간정도 가면 기암괴석이 많은 이에리우(野柳) 해양국립공원이 나온다. 다양한 모양의 바위-두부바위, 버섯바위(사진 1), 촛대바위, 여왕바위는 이집트여왕 네페르티티의 옆얼굴을 닮았다고 해서 더 유명하다. 이야기가 많은 해안 이에리우는 우리나라에서도 드라마 <온에어 on air>로 소개되었으며, 일찍이 작은 항구였던 이곳은 원래 바다 속에 있던 암반이 수천만 년 전부터 해면위로 솟아오른 다음 풍화작용과 파도로 인해 석회질의 침식으로 빚어낸 기암괴석으로 형성된 천연경관



• 1. 목이가는 버섯암



으로 더욱 형이상학적인 미술품처럼 해안전체를 가득 메우고 있다.

이에리우#cape 지질 공원 지층의 화석은 원래 2000여 만 년 전 생물의 유해로서 지형은 주로 경사진 층의 침적암으로 이루어져 있고 이것들이 육지로 올라온 것이다. 이에리우의 지리적 위치로 타이완의 면적은 36,000km<sup>2</sup>로서 사면이 바다이고 산맥이 많다. 주요 산맥은 남북으로 뻗어있는데 이에리우 북부에 위치한 설산산맥 북쪽 즉 북부해안에 위치해 있다. 북부 해안은 관음산 국립공원으로 다양한 자연환경과 인문 환경을 두루 갖춘 지역이다. 흰 모래 해변, 석문동굴, 금산의 촛대 암석, 주명 미술관 등, 그 중 가장 대표적인 관광지가 이에리우이며 타이완 북부에 위치한 기다란 뿔 모양으로 돌출 된 모양의 땅이다. 길이는 1,600~1,700km 너비는 약 250km이며 중간지역이 가장 좁은 50m이다.

풍부한 해식(바다로 인한 부식)과 풍화 및 지각 변동 운동 등으로 해식동굴, 해식구(도랑), 별집암, 촛대암, 버섯암군락(사진 2), 등 특수 지형이 많다. 이에리우의 암석은 지금부터 약 2000 만 년 전, 당시는 아시아의 동남쪽 얇은 해안이었으나 물이 흐르면서 육지의 모래 진흙이 바다로 흘러와 점점 퇴적된 후, 바닷물 속의 광물들과 장기간에 걸친 교착으로 오늘날 볼 수 있는 암석들이 한 층 한 층 만들어졌으며 대료층(大寮層)이라고 부른다. 꽃과 만의 형성에 있어서 부드러운 암층이 침식되어 오목하게 들어가면서 만을 형성하였고, 견고하고 단단하여 침식력에 강한 암석들은

상대적으로 돌출되어 꽃을 형성하게 되었다.

이에리우편징취는 북부 타이완의 중요한 관광거점 중의 하나로서 주타이스(獨臺石) 촛대바위는 이에리우에서 볼 수 있는 독특한 해식경관이다. 촛대위의 촛불모양은 실제로 암석층 중 비교적 단단한 부분으로 해식과정을 거치면서 남게 되었다. 하이단화스(海壇化石) 해당화석은 아득한 옛날에 생성된 것으로 이에리우에 넓게 자리하고 있는 바위 중의 하나로 동전과 같은 둥근 모양을 띠고 해저생물의 잔해가 발견된다. 선상 암에 속하는 시엔늬시(仙女靴) 선녀신발은 선녀신발암석모양의 거대한 신발 비슷하며, 옛날부터 천상의 선녀가 인간 세상에 내려왔다가 남기고 간 신발이라 전해진다. 뉘왕터우(女王頭) 여왕머리(사진 3)는 선상 암으로 그 생김새가 세밀하고 우아해 마치 여왕 같은 위엄과 고귀함이 엿보인다하여 여왕머리 바위라는 이름을 얻게 되었다. 오늘날 이에리우의 대표적인 상징물이다.

떠우푸이엔(豆腐巖) 두부바위는 이에리우 꽃에서 내려다보면 나란히 놓인 두부바위가 보인다. 해수 가까이 자리하는 이 바위는 본래 있던 절리가 끊임없이 침식 과정을 통해 형성되었다. 마치 조각조각 등분해 놓은 두부모양을 닮았다 해서 두부바위라고 한다. 마령니아오스(瑪陵鳥石) 마령조석은 실제 존재하는 새는 아니나 마령항구에 살던 어민들이 이곳을 지나다 멀리서 거대한 새의 머리 형상을 한 바위를 보고 이런 이름을 지었다고 한다. 이에리우의 자연적인 바위 형상은 자연의 힘과 침식에 의해 생성된 예술적 모양의 놀랄만한 배열이다. 거대한 계란모양의 바위는 어부들에게 승강대로 사용되며, 넓게 그리고 부드럽게 물결치는 해안에 널린 이상한 모양의 바위들인 용암과 사암, 교량모양의 돌은 과거에 조수로 인해 생겼던 용덩이로부터 멋진 해안선이 보이는 좁은 돌기까지 연결하여 준다.

이에리우지질공원의 기암은 세계 훌륭한 경치 중의 하나이며 해식지형으로 유명하여 관광지 대부분이 해안가에 위치해 있다. 해안이 뻗은 방향은 지층 및 구조라인과는 거의 수직에 가깝고 외부적으로 파도 침식과, 암석 풍화, 해륙상대운동 및 지각운동 등의 지질 작용의 영향까지 더해져

이와 같은 희귀한 지형, 지질 경관을 만들어냈다. 풍화작용은 깊은 곳의 암층이 조금씩 땅 위로 드러날 때, 그 압력이 줄어들게 되고 그 중 어떤 암반은 절리가 생기면서 공기와 물의 접촉 면적이 커져서 암석 내부적으로 화학적 변화가 일어나기 시작한다. 혹은 열팽창과 냉수축의 물리적인 작용을 받아 암석은 부서부서하게 부서지면서 나중에는 심하면 모래나 점토, 토양으로 변한다.

이에리우 지역은 아열대에 속하여 기후가 따뜻하고 습하다. 1년 중 약 6개월 동안 강한 동북계절풍이 불고 파도의 침식 작용으로 인해 풍화작용은 더욱더 빠른 속도로 진행되고, 암석은 그 색상이 더욱 다채로워지고, 또한 지하 암층의 특수한 구조로 인해 각양각색의 기암괴석이 만들어진다.

**벌집바위**는 단단한 암석에 크고 작은 구멍이 가득한 모습이 마치 벌집과 같아 벌집 바위라 부른다. 이것은 암괴의 측면에 동굴형태로 발달한 풍화 열로 타포니(taoni)이다. 바다 속 암석층이 어떻게 지금의 육지 위로 출현 했는지를 알아보면, 침적물이 바다 속에서 교착되어 침적암이 된 후에 약 6, 700 만 년 전 필리핀 지층의 지판이 서북 방향으로 천천히 이동하여 유럽 아시아지판과 부딪쳤다. 이때 생긴 거대한 에너지가 암석층에 지질변화작용을 야기 시켰을 뿐만 아니라 부분적으로 암반의 변위가 발생했고 동시에 **造山운동**이 일어났다. 이로서 바다 속 침적암이 점점 해수면으로 상승하였으며 지금까지도 **造山운동**이 진행 중이다. 그러므로 이에리우는 아직도 융기 중이라고 할 수 있다. **造山운동** 발생 시 지구 내부의 거대한 힘이 암석층을 융기시켰을 뿐만 아니라 때로는 암석층을 경사지게 밀어 올리기도 하고 파도에 의해 구불구불한 모양으로 만들어 놓았다. 심지어 암석이동이 서로 마주보고 일어나 단층이 생기기도 했다. 즉 암석층이 융기한 후, 계속적으로 각종 자연의 힘의 작용을 거쳐 다양한 지형을 뿜내는 이에리우가 만들어진 것이다.

**지진**은 지구내부의 운동에 의한 응력으로 발생하며 에

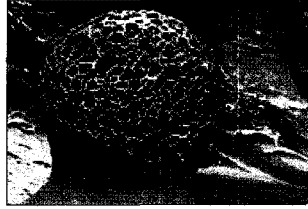
너지원은 지구초기의 운석과의 충돌이나 방사성물질붕괴로 축적된 열에너지인데 지진은 지구내부의 에너지발산으로서 지구는 크고 작은 13개의 판이 존재한다. 지구는 탄성체로 외력이 작용하면 지진이 발생하고 변형을 하며 변형 에너지를 축적하고 탄성한계에 도달하면 단층운동을 하며 외력이 해소되면 원상회복을 하고 지진파를 발생하여 에너지를 방출한다. 지진의 판구조론에 의하면 맨틀이 대류현상으로 이동하여 판 경계에서 지층이 변한다.

지구의 표면은 평균두께 약 100km의 암석권(lithosphere) 또는 판으로 이루어져 있고, 강체(剛體)의 성질을 가진 이 판들은 그 밑의 연약권(asthenosphere) 위에서 움직인다. 판은 해저 산맥에서 생성되며 해구에서 소멸한다. 판들은 그 내부에서는 단층이나 습곡 등 지각변형이 잘 발생하지 않고, 주위 판들과의 경계지역에서 서로의 마찰에 의해 지진을 포함한 여러 가지 지질활동이 일어난다. 판은 온도가 낮은 견고한 암석권인데 해저산맥에서 생성된 판은 1년에 수 cm씩 이동하여 마침내는 해구에 이르러 대륙판 밑으로 비스듬히 침강하여 맨틀내부에서 녹아 다시 고온의 맨틀물질로 환원된다. 이 때 침강하는 해양판의 상부에서는 천발지진이 발생하고, 판 내부의 온도가 가장 낮은 부분에서는 700km 깊이에서까지 심발지진이 발생한다. 2개의 대륙판이 충돌하면 어떤 판도 다른 판 밑으로 침강하지 않으므로 서로 밀어 올려진다. 판들 사이의 경계운동이 경계에 평행일 경우에는 경계를 이루는 단층을 따라서 지진이 발생하는데, 지진대는 모든 판의 경계가 되며, 판의 내부에서는 지진활동이 낮다. 큰 규모의 지진들은 대부분 판의 경계에서 발생하나 드물게는 판의 내부에서도 지진이 발생한다.

한국은 유라시아판 내부에 위치하므로 지진활동이 드물다. 한국에서 지진에 의하여 방출되는 에너지는 일본의 수만분의 1 정도이다. **造山運動(造山運動)**(그림 1)은 대규모의 습곡산맥을 형성하는 지각변동을 말하며 그 과정은 지향사(地相) 단계를, **造山** 단계를, 침식단계의 세 단계로 나뉜다. 지향사 단계는 지향사에 퇴적층이 형성되는 단계이다. 깊은 완 지향사는 심해성 퇴적물과 화산분출물이 쌓여서, 얇은 지향



• 4. 생물암



• 5. 벌집바위,  
출처 : Yehliu Valley(2009)

사는 천해성퇴적물이 쌓여서 만들어지는데, 판구조론에 의하여 서서히 침강하여 그 두께가 10,000m가 넘는 퇴적층이 되는 것으로 알려져 있다. 造山단계는 지향사를 이루는 두꺼운 퇴적층이 판과 판이 충돌하거나 한 판이 다른 판 밑으로 침강할 때 작용하는 거대한 횡압력을 받아서 습곡褶曲을 만들고 거대한 습곡산맥으로 되는 단계이다. 이들 습곡산맥은 무수한 단층을 가지고 있고 그 軸부분은 화강암의 관입貫入으로 광역변성작용廣域變成作用을 받아 편마암이나 결정편암으로 변한 것이 대부분이다. 협의의 의미로 이 단계를 造山운동이라고하며 침식단계는 습곡운동이 그친 후 융기된 습곡산맥이 풍화침식으로 깎이어 평탄해지는 단계이다.

이에리우의 침적암 sedimentary rock, 퇴적암은 두 가지로 분류되는데 하나는 쇄설부스러기암이고 다른 하나는 부스러지지 않은 침적암 또는 생물암(사진 4)이다. 碎屑巖 clastic rock의 성분은 암석 혹은 광물 부스러기가 주를 이루며 가끔 사이에 생물유해가 끼어있으며 석탄 암과 같이 생물암은 생물 유해가 주요 성분이 되기도 한다.

사암층은 해수면에 경사진 곳에 나타나 있는데 많은 구멍 모양과 절리가 펼쳐져 있다. 구멍이 생긴 이유는 과거 사암의 침적 시 상대적으로 부드러운 물질과 교차된 후 그 물질이 침식되거나 유실되어 남겨진 모양일 것으로 추정된다. 혹은 조개류 같은 것이 붙어 유기산이 분비되어 천천히 凹 모양의 구멍으로 침식되었고 다시 바다 물에 의해

점점 구멍이 커졌을 것으로 보인다.

이에리우 사암 중에는 해당화 모양의 화석이 있고 두부 모양의 암석도 있는데 이는 침식작용으로 돌출된 암석이다. 주위의 암석이 단단하여 부식에 비교적 저항력이 강해 그 모습이 마치 공룡 등의 모양처럼 돌출되어 있다. 쇄설암이 교착되어 암석이 된 후 알갱이의 크기에 따라 사암, 분사암, 공암 등으로 분류된다. 이에리우 침적암 중 가장 많이 볼 수 있는 것은 사암과 분사암 및 작은 양의 칼슘을 지닌 분사암이다. 두꺼운 사암 위에 벌집암석(사진 5.1, 5.2)이 있는 모양이다.

사암 아래가 비교적 짙은 색으로 된 것은 해수의 침잠 때문이다. 또한 해수의 영향이 가장 높은 위치에 있다. 벌집암의 분포와 너비가 바로 침적환경 중 생물 존재범위 일 것으로 보인다. 혹은 암석층에 반응하는 조성 성분이 다른 경계를 표시해 주고 있다. 공장塊狀석, 중앙 부분에 해수 침식 작용에 의해 형성된 구멍모양이다. 중앙에 구멍이 있는 특수한 형상은 매우 희소한 것이라 이에리우 공원 내에 있으나 진귀해 다른 곳에서 보기 힘든 형상이라 할 수 있다.

이에리우 암석층 내의 화석은 지층의 고생물의 유해나 그 활동이 남긴 흔적들이다. 화석은 두 가지로 나뉘는데 하나는 생물이 죽어서 비교적 딱딱한 유해가 암석층 위에 그대로 남은 실체화석이고, 다른 하나는 이전은 고생물이 침적물 표면위에서 활동할 때 남겨놓은 흔적으로 생흔화석이다. 이들은 모두 그들이 생존했던 시대와 당시의 생활환경을 알려준다.

이에리우 암석층 중에 당시 얇은 바다 가에 있었기 때문에 그곳에 식생분포가 돼 있던 해당화 화석을 볼 수 있다. 이들은 모래지역을 좋아하고 그곳에 자라고 있었던 것을 알 수 있는데 평평한 원형모양으로 마치 동전 모양처럼 생

졌다. 원래는 흰색이나 땅위로 노출되어 지층에 함유된 칼슘 성분으로 홍갈색으로 변했다. 이에리우 풍화 및 침식상태를 보면 지표상의 암석은 공기 중으로 나오면서 천천히 변색한다. 지질이 딱딱한 것이 부드러워지기도 하고 부서지기도하며 차차 토양으로 변하는 풍화작용을 한다. 이에리우 지역은 해풍과 염분 그리고 파도의 침식 작용의 영향을 끊임없이 받고 있는데다 속도도 비교적 빠르다. 이로 인해 암석층이 다양한 구조와 다양각색의 특이한 암석들로 형성되었다. 해수면에 가까운 바위에는 염분의 침식 작용으로 만들어진凹凸 모양의 별집 암이 있다. 凹 모양의 구멍에 바다 물이 담기면 햇빛을 받아 현란한 풍경이 펼쳐진다.

이에리우 자연 조각들- 물, 바람, 모래 등 자연 으로부터 온 힘 중 물은 자연계 중 발생한 침식 작용의 가장 중요한 힘이다. 비, 강물, 바다 물 심지어 얼음 까지 모두 매우 강한 침식 작용을 일으킨다. 단지 작용 후 결과는 같지 않다. 이에리우 바다 물이 낮과 밤 계속 해안을 때리고 해안의 조석, 해류와 파도가 계속해서 암석을 침식시켰다. 파도가 작은 돌덩어리들을 끼고 와 전마암을 형성하고 염분은 암석을 다양한 모양으로 조각해 놓았다.

이에리우 秘境으로, 탄미엔산(탄미엔산(사진 6)은 造山운동으로 형성된 단층과 압력의 불균형으로 이에리우 북쪽에는 해수면에서 凸 모양의 암석이 해수면에서 돌출되어 꽃이 형성되었다. 형성원인은 주로 원래 수평이었던 지층이 造山운동의 횡압력으로 인해 점차 높이 솟아오르고, 비틀리고, 기울어져서 습곡 지형을 이루게 된 것이다. 이곳의 양쪽은 경사의 차이가 있는데 육지에 근접한 곳은 완만하게 동쪽으로 기울어져있고 해안 쪽은 비교적 높게 올라와 있어 해안 절벽을 이루고 있다. 이런 비대칭 모양으로 이루어진 탄미엔산 이다. 멀리서 보면 약 20도 정도 동남쪽으로 기울어져 있고 그 끝에는 등대가 서 있다.

이에리우는 두 개의 탄미엔산이 있다. 암석의 기울기도 비슷하다. 造山운동의 방향과 관계있는 것으로 보인다. 경사로 말미암은 단층형상과 침적암층이 서로 구성되어 있으며 양쪽 탄미엔산 사이에는 해수 침식작용 후 평평한 암반



으로 서로 연결되어 있다. 경사암층은 수직으로 경사진 두 개의 조로 형성된 절리 면이 있다. 해수면에 파도가 때린 영향이 큰데다 절리면의 침식이 가속되고 있다. 절리는 암석이 힘을 받아 생성된 천연적으로 단절된 면으로, 갈라진 면 양측의 암석층이 아직 분명하게 서로 마주보며 이동하지 못한 것이 절리이다. 절리 면은 대체로 평면으로 암석층이 땅위로 노출된 후 자연계의 외부 힘의 영향을 받아 침식되어 절리 현상이 더 분명히 나타나게 되었다.

절리 한 조는 평행면에 가까운데 만약 두 조의 절리가 있다면 각이 달라 서로 다른 지형경관이 형성됐을 것이다. 또 만약 각이 거의 90도였다면 두부모양의 암석과 배열된 외모가 비슷하게 형성되었을 것이다. 암석이 밤낮으로 해수와 파도 및 바람의 힘을 받아 절리가 지속적으로 침식되어 형형색색의 지형 경관이 형성되었다. 예를 들면 해식구(해식구(바다침식으로 만들어진 골), 두부모양 암석 등이 있다. 암석층 간의 절리는 바다 물 침식에 의해 이와 같이 단절된 면이 나타나 풍화 침식이 진행되어 커다란 절리가 나타난 것이 해식구이다.

이에리우 서북부 쪽에 해안 바로 바닷물이 들어오는 곳에 두부모양의 암석이 있다. 이는 암석층이 지각 판상의 표층 운동의 압박으로 두 조의 수직 모양의 절리가 나타났다. 거기에 바다 물이 절리에 계속 침식이 더해져 절단면이 드러나게 되었는데 이것이 두부 모양의 암석이다. 절리는 외관상으로는 단층과 흡사하지만, 파열 면 양측의 암층이 균열 면을 따라 움직이지 않은 것이다. 이것이 바로 절리와



7. 가는버섯암(박원길남)



8. 버섯암군락



9. 부러지기전 버섯암 (김정숙님)



10. 버섯암(박원길, 민동기님)

단층의 가장 큰 다른 점이다. 절리지형 경관 종류는 아래와 같이 간단하게 나눌 수 있다.

- 해식골짜기 : 암층의 절리 면을 따라 파도가 때리면서 깎아내고 침식으로 형성되었다.
- 밀 폐형 절리: 비가 올 때, 빗물이 절리를 따라 암층에 스며들어 부분적인 화학물질이나 광물질을 용해시킨다. 다시 햇빛에 의해 암석 속에 수분이 공기 중으로 증발되면서 원래 용해되었던 화학물질과 광물질이 절리 주위에 침전되어 띠 형태의 풍화 무늬를 만들게 된다.

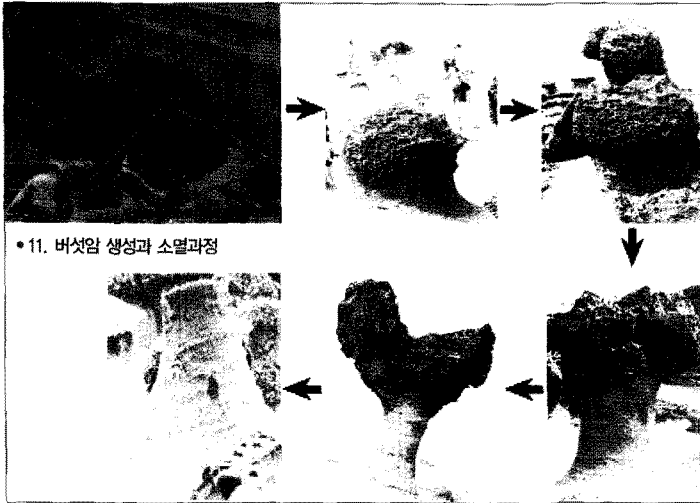
두부바위는 두 그룹의 수직 절리를 따라 해수 침식이 일어나 네모 형태의 작은 지형을 만들어냈다. 버섯 암 mushroom rock(사진 7)은 이에리우 바다 음식 평지면에 버섯 모양의 외관을 가진 암석들을 말한다.

상부는 큰 콩 모양의 암석이 있고 아래는 비교적 작은 석주(돌기둥)가 받들고 서 있다. 마치 버섯 한 송이 모양과 같아 버섯 암이라 부른다.(사진 8) 버섯 암의 형성은 암석층 간에 두 개 조의 절리가 있기 때문이다. 공기와 해수가 절

리에 닿아 침식이 이루어져 하나하나의 석주가 형성되었고, 석주 위의 암석층은 칼슘이 함유된 시암층이어서 다소 아래 석주보다 조금 더 단단하다.

공기, 물, 바람의 힘의 작용 하에서 단단한 암석은 비교적 침식에 강해 결국 위와 아래 다른 모양으로 형성된 버섯 암이 만들어졌고 그 외형은 버섯 암 일생의 생성과 소멸과정을 설명해 준다. 유명한 여왕머리 암석(사진 9)은 가늘고 긴 외형을 지니고 있다. 사람 머리 모양의 버섯 암석으로 여왕머리의 목 부위는 침식 작용을 통해 점점 기울어 진 것이다. 이는 강한 지진이나 외부충격을 받으면 언제든지 부러져 버릴 위험이 존재하고 있다.(사진 10) 석주의 상층은 칼슘을 함유한 암석층이라 아래 암석보다 비교적 딱딱하다. 같은 해수, 파도, 계절풍 및 태양 등의 같은 조건하에 침식 작용이 다르게 발생한다. 위의 칼슘성분 암석은 천천히 침식되고, 아래 석주는 쉽게 침식되어 버섯 암이 탄생했다.

버섯 암들의 외형에 따라 일생말록 초기는 머리가 없는



• 11. 버섯암 생성과 소멸과정



• 12. 여왕바위(박노순, 최승길탄)

버섯 암→목이 두꺼운 버섯 암 아래 부분이 계속 침식 작용을 거쳐 목이 가는 버섯 암 형성→마지막에는 지탱할 수 없어서 머리가 잘린 버섯 암이 된다(사진 11). 바위의 높이를 타이완 북부 지각과 비교하여 평균 상승 속도를 계산하면, 여왕머리의 연령은 거의 4천 살에 가깝다.

여왕머리는 버섯바위이지만, 1962~1963년 사이에 꼭대기 절핵의 절리가 절단되어 갈라지게 되었고, 어느 각도에서 바라보자 그 모습이 마치 여왕의 두상과 같아 지금의 이름을 얻게 되었다. 이와 같은 특별한 형상 덕분에 이에리우의 지형 상징이 되었으나 그 명성 때문에 곤란 한 점도 있다. 일 년 내내 비바람과 햇빛 이외에도 관광객들이 만지는 바람에 침식 속도는 가속화되었고, 현재 가장 가는 부분인 목둘레는 단지 138cm밖에 남지 않았기 때문이다(사진 12).

풍화무늬 weathering ring는 그림을 그린 것 같은 구름이 흘러가고 물이 흐르는 듯 한 무늬이다. 각 판마다 모두 각각 다른 무늬를 보여준다. 이는 대자연의 작용으로 형성된 것으로 우리는 풍화 무늬라고 한다. 자연계의 공기와 물은 가장 암석의 절리를 따라 흐르기 쉽다. 암석 내에 포함하고 있는 철분 성분의 끊임없는 작용으로 즉 산화과정을 거쳐 산화철이 되어 색깔이 점점 갈색으로 변하게 된 것이다.

해안에는 충분한 물과 공기가 있어 한 쪽 한 쪽 아름다운 윤곽을 그려 있는데 이것이 풍화 무늬이다. 풍화 작용은 항상 절리를 따라 진행된다. 즉 물이 흐르는 길에 암석 내에

함유된 철광석 성분이 산화 작용을 발생하게 한 결과 산화철이 무늬 모양을 형성한다. 산화철은 주변의 시암들에 비해 침식에 강하다. 침식 작용의 차이로 인해 질서 있는 요철모양의 반복으로 이런 지형 경관이 만들어 졌다. 때로는 풍화작용을 받은 산화철이 옆 암석 내의 작은 모래 알갱이와 혹은 그 밖의 다른 물질과의 결합 및 교착으로 인해 더 단단하게 변해 주위의 암석에 비해 돌출 된 모양이 되어 마치 작은 등뼈와 같이 만들어 진다. 반대로 아래로 파이거나 갈라진 부위가 나타나는데 많은 철 함유의 화합 물질이 침전되어 나타난 무늬들이다. 이들이 서로 다른 변화를 겪고 있는 결과이다.

촛대 암 candle rock(사진 13)은 이에리우 암석층의 해안가 쪽으로 한 평지가 있는데 이곳에 한 무리의 외형이 마치 촛대 모양인 바위가 웅기종기 모여 있다. 크기가 서로 다르고 보기 드문 기묘한 암석이다. 길은 동그란 원통 기둥인데 아래는 두껍고 위쪽으로 갈수록 가늘어 진다. 직경이 약 0.5m에서 1m까지 각각 모두 다르며 기둥 위 중앙 부분에는 작은 알갱이 모양의 돌덩어리가 있는데 이 공 모양의 돌덩어리 주변은 알개 파여 이 돌덩이를 감싸고 있다. 이를 촛대 암(사진 14)이라 한다. 파도가 부딪히는 부분에 있는 촛대 암은 작은 파도가 밀려오기도 하고 또 파도가 없으면 파도의 공격 밖에 있으나, 태풍이나 동북 계절풍이 불어올 때는 파도가 높은 곳의 촛대 암석을 침식시키기도 한다. 그



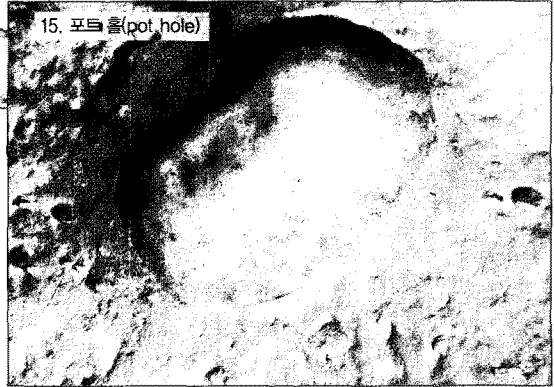
• 13. 촛대바위(필름 박물관, 박은수, 윤원애, 임재욱, 김희순, 한재욱님)



• 14. 촛대바위(인화순님)



15. 포트홀(pot hole)



러므로 발육 상태의 환경 하에 있는 대표적 암석이다.

촛대 암석의 형성 원인은 위쪽의 공 모양의 돌덩어리가 원래 침적암 내에 끼어있던 칼슘성분을 지닌 광물 성분인데, 주변 침적암에 비해 침식에 저항하는 능력이 비교적 강하기 때문에 그런 모양으로 남은 것이다. 오랜 기간에 걸쳐 파도, 조석 간만의 힘의 작용 하에서 해수가 강하게 선화하는 힘으로 그 주변이 천천히 파이게 되었고, 바다 물이 고였다 빠졌다 반복하고 파도가 지속적으로 때린 결과 움푹한 모양이 형성 되었다. 바다는 지층운동의 결과 造山작용의 영향을 받아 전체 암석층이 점점 올라와 천천히 해수면 위로 노출이 되어 오늘날과 같은 모습이 되었다. 해수는 이 테두리를 따라 아래 방향으로 깎아 내려간다. 그러면서 점차 원추형의 외형을 만들며, 절묘하게 촛대를 만들어낸다. 오랜 시간이 지나면 촛대는 해수에 의해 점점 길게 조각되어 진짜와 똑같은 촛대바위를 완성하게 된다.

촛대바위는 공원 내의 가장 기이한 지형 경관으로 단순히 원추형으로 지면에서 있는 형상을 하고 있다. 해식 호혈(주전자 구멍) pot hole(사진 15)은 이에라우 해식 지대의 평평한 곳에 외형이 동그랗게 움푹 파인 구멍들이 있는 지형을 발견할 수 있으며, 구멍 주위로 수직으로 파여 주전자 모양의 형상을 만들어 내 주전자 구멍이라 이름 붙여 부른다. 어떤 것은 주전자 구멍이 몇 개씩 서로 연결되어 있거나 혹은 구멍 속에 또 구멍이 있어 매우 변화가 많은 작은

지형이라 할 수 있다. 해식 주전자 구멍 형성은 해식 지대의 평평한 곳 아래 부분에 해수 등의 요인으로 인해 침식된 결과 아래로 뾰족하게 파이고 또 파인 곳에 작은 돌 입자나 모래 알갱이 등이 들어가 오랜 기간에 걸쳐 파도 및 썩지 않고 선화하는 물의 흐름으로 돌 입자들이 구르고 마모시켜 원래 뾰족하였던 곳이 더 파여 그와 같은 모양으로 만들어진 것이다. 그밖에 다른 풍화와 침식 작용이 더해져 주변이 가파르게 깎이고 아래로 움푹 파인 주전자 모양의 구멍이 형성 되었다.

초기 발육 중인 구멍은 직경 몇 cm지만 지속적으로 침식을 받은 것은 직경이 1m이상에 이른다. 면적이 비교적 넓게 분포되어 있는 평탄한 지대에 구멍들이 무리져 있는데 늘 바다 물이 담겨져 있어 비교적 쉽게 용식 작용이 일어나 하나하나 접시 모양의 얇은 뾰족한 구멍인 용식반(溶蝕盤)이 조성되어 있다.

카르스트반(溶蝕盤) 해식평대 구역 중에서 면적이 비교적 큰 평탄한 저지대에는 용식 작용에 염분의 풍화 작용까지



더해서 천천히 뾰족한 형태의 특수 지형이 형성 되었다. 해식 평탄 대지 위의 주전자 모양 구멍은 염분 결정이 만들어 지는 현상이 있다. 어떤 해식 구멍은 서로 연결되어 있기도 하고 어떤 구멍은 그 속에 또 작은 구멍이 형성 되어 있기도 하며 집시 모양의 알개 파여진 홈 부분을 형성한다. 용식작용은 바위 속의 광물과 해수와의 화학작용, 반복적인 건습과 소금결정 풍화 등으로 일어난 바위조각 박리작용을 포함한다. 어떤 때는 집시 바닥에 칼슘 성분이 침전되어 일부가 비교적 단단한 부분을 형성하기도 한다.

생강 암 ginger rock(사진 16)은 버섯 암과 촛대 암 부근에 몇몇 암석이 표면이 갈색으로 돌출된 모양을 한 암석층이 있는데 표면은 절리로 이어져 있다. 해수의 침식으로 줄무늬 모양이 형성 되었고 거친 외관이 마치 야채 중 생강을 닮았다고 생강 암이라 부른다. 생강 암의 성분은 비교적 많은 칼슘성분과 소량의 철 광물질을 포함하고 있다. 단단하기가 비교적 강하다. 이로 인해 서로 같은 해수의 침식 작용 후 주변의 비교적 부드러운 암석층이 쉽게 침식이 진행된 것에 비해 생강 암이 더 강하기 때문에 지표면으로 돌출돼 올라와 있는 모습으로 형성되어 또 다른 지형 경관을 보여 준다.

생강 암 위에는 가로 세로로 서로 교차하는 절리가 형성 되었고, 그 위에 벌집 모양으로 침식된 모양이 형성되어 있다. 사진 중에 이 암석과 그 아래 암석층의 색깔이 선명히 다른 것을 볼 수 있는데 이 암석들의 차이를 보여주고 있다. 생강 암은 탄산칼슘 성분이 비교적 많고 아래 암석은



사암으로 차이가 선명하다. 해식 평지위에 생강 암은 외형이 모두 다르며 크기의 차이가 크다. 그러나 분명히 볼 수 있는 것은 바로 수직 모양으로 교차하는 절리가 그 위에 모두 그어져 있다는 것이다. 생강 암을 가진 암석층은 대체로 두께가 50cm 정도이다. 이 해안의 동북단에서 서남단 까지 연속적으로 이런 지대가 분포되어 있다. 지층에 다소 경사가 있어 쉽게 이런 지형을 발견할 수 있다.

해식뼀벽, 해식동굴, 해공 海孔 sea erosion cave은 이에리우 해변의 암석층은 장기간에 걸쳐 조석 간만 시 파도의 힘이 부딪쳐서 만들어진 것인데 이런 힘은 오랫동안 지속되고 저지 할 수 없는 큰 힘이 되어 점점 안으로 파여 뾰족 모양으로 형성되었다. 만약 암반에 부딪히는 운동 시, 계속 위로 솟아오르면 일정 시간이 흐르면 점차 위로 솟게 되고 해수면과 점점 멀어지며 해식 뼀벽, 해식동굴 등의 지형을 만들어 내는 것이다. 바다와 육지가 만나는 곳에 암석층이 약하면 갈라지기도 한다. 파도가 계속 때리면 안으로 파여 들어간 해식 지형이 형성된다.

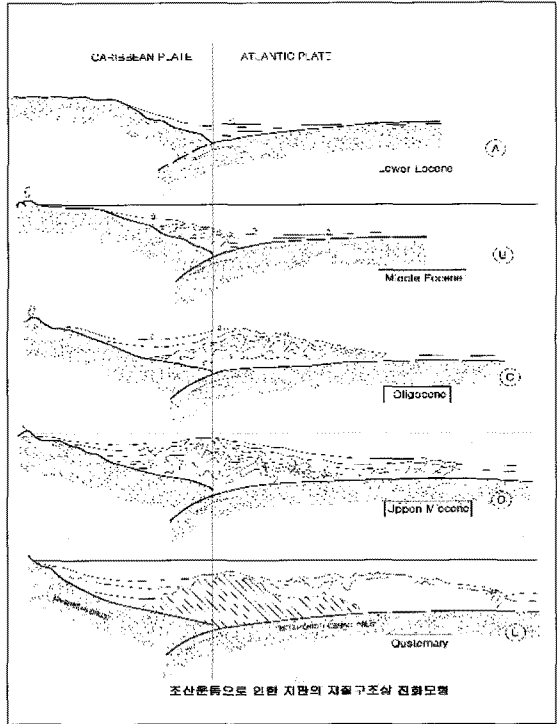
해안가의 해식 뼀벽이 만약 해수 등의 힘에 의해 침식이 지속적으로 이루어지면 더 움푹 들어가, 길에서 보면 마치 작은 암석 동굴 모양이 형성 된다. 때로는 강한 해수가 조금도 뚫리지 않고 계속적으로 부딪쳐서 그 동굴을 꽤 뚫어 구멍이 만들어 지기도 하는데 이를 해공(註: 바다가 만든 도넛 모양의 돌, 중국인들이 두 손을 마주 잡고 팔을 들어 올리는 모양을拱이라 한다)이라 한다. 파도가 끊임없이 해식뼀벽을 쓸어내면 오랜 기간이 지나 그 벽이 점점 붕괴



된다. 그러면 해수면과 거의 평탄한 높이의 지대가 형성되며, 그 평평한 지대 위에서 해식凹벽이 만들어져 빗어낸 다양한 모양의 암석들을 볼 수 있다.

두부바위 bean curd rock가 만들어지려면 두 그룹의 서로 수직에 가깝게 교차되는 절리가 필요하다. 해수의 침식으로 인해 토막토막의 격자 형태로 절단되어 마치 두부와 흡사하다. 그래서 두부바위라 불린다. 큰 탄미엔산으로 통하는 계단에서 왼편 바다로 굽어보면, 거기에 이에리우에서 가장 완벽한 두부바위가 있다. 그것은 바다 절벽 가장자리에 아주 가지런하게 깔려 있다. 구운 닭다리바위(사진 17)는 용머리 바위 옆 바닷가에 위치하고 있다.

용머리 바위에서 바닷가 방향으로 보면, 큰 닭다리가 바위 위에 놓여 있는 것을 발견할 수 있다. 뿐만 아니라 철망으로 구운 흔적까지 있다. 그래서 계속 보다 보면 마치 맛있는 향이 코를 찌르는 듯한 착각을 일으키지도 한다. 구운 닭다리(사진 18)의 오른쪽에는 비교적 작은 막대 모양의



• 그림 1 조산운동지판 진화모형

자료출처: Geological Structures and Moving Plates, 1988

생강바위 세 개가 함께 나란히 배열되어 있어, 마치 치킨의 통통한 다리처럼 보인다.

이에 이류 해변에서 이러한 물리적 현상이 발생하는 것은 지구 내부로부터의 열에너지에 의해 지표기복을 시키는 內因的作用 endogenous process에 기인하며 이것은 지각변동과 화산작용이 있다. 전자의 경우 규모나 성질에 따라 크게 조륙운동 orogenic movement, orogenesis과 造山운동 epeirogenetic movement, epeirogenesis으로 구분된다. 조륙운동은 지각이 장기간에 걸쳐 융기·침강 하는 것이며, 造山운동은 산맥을 형성하는 일련의 과정으로 단층, 습곡등이며 조륙운동이나 造山운동(그림 1)은 지표의 기복자체에 직접적 영향을 주기도 하며 조륙운동의 경우 육지의 승강에 따라 해수면이 상대적으로 상승, 하강됨으로서 침식기준면을 변화시켜 지형형성의 외적작용에 간접적인 영향을 준다.

지질구조에 차별침식을 유도하는 대표적인 인자는 두부

바위나 생강바위에서 나타나는 절리 joint로서 암석의 물리적인 연속성을 단절하는 분할선이고 지표상에 존재하는 암석 중 가장 보편적으로 나타나는 구조적 특징이다. 절리는 암석이 탄성한계를 넘는 힘을 받을 경우, 암석의 냉각에 의해 수축이 일어날 경우, 지표의 압력제거로 지하암석이 팽창될 경우가 일반적인 성인이다. 外因的作用 exogenous process은 침식, 운반, 퇴적작용을 통해 지표기복이 변하는 과정으로서 팽창작용이다. 단순히 지구중력에 의해 사면물질이 이동되는 경우는 매스무브먼트 massmovement이며, 지각내부 운동을 일으키는 원동력은 지구 내부의 열 순환으로서 이들 열 순환에 의해 형성된 각종 지형이 정적인 의미를 갖는 구조지형 structural landform이다.

습곡지형은 습곡 fold이란 지각상층부의 암석에 발달한 주름으로서 모든 암석에 형성되나 퇴적암층에서 전형적으로 나타나며 지향사에 쌓인 두꺼운 퇴적암층은 造山운동을 받으면서 융기하게 되는데 이때 지질구조가 복잡한 습곡산지가 형성된다. (그림 1) 지층이 습곡작용을 받아 구부러질 때 그 지층 내에서 압축 및 팽창이 일어나며 습곡작용은 부분적으로 팽창, 수축되기 때문에 동일한 압력의 지층도 장소에 따라서 풍화나 침식저항강도가 달라져 지표의 기복형성에 주요한 영향을 끼치게 된다. 단층은 지각에 압력이 작용하여 地塊間に 형성되는 斷裂運動으로서 습곡과 마찬가지로 보통 造山운동의 일환으로서 발생한다.

단층지형은 단층운동 중 정단층에 의해 주변지역보다 상대적으로 올라가거나 내려간 단층 地塊 fault block이다. 풍화작용은 단단한 암석이 형성된 후 다양한 외적요인으로 붕괴된 것이며 풍화되면 기반암은 작게 부식 지고 지표의 제반요인 유수, 바람, 빙하, 파랑등으로 침식, 운반되며 다양한 지형이 발달된다. 풍화작용은 그 지역의 기후적 특징이나 암석의 구조적인 특징과 소요 시간등 다양한 요인에 의해서 지표상에서 차별적으로 진행된다.

기계적 풍화작용은 암석의 균열에 의하는 것으로 암석을 약하게 만드는 작용인 劣化作用이며 균열에는 압력제거에 따른 균열과 주야간 온도차에 의한 암석표면 수축균

열 등이 있다. 기계적 풍화작용을크고 작은 구멍인 風化穴이 발달하며 전체적으로 침식이 진행된 지역은 완만한 구릉지를 형성하며 차별풍화가 된 곳은 험준한 산악지형을 형성한다.

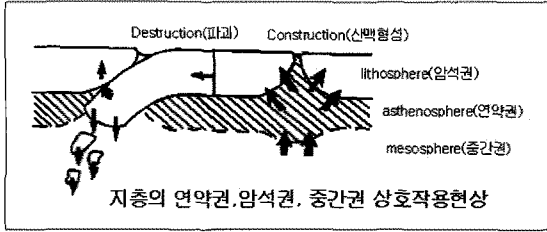
풍화지형은 그 成因과 형태에 따라 토어 tor와 보른하르트 Bornhardt, 그나마 Gnamma, 포트홀 Pot hole(사진 14), 타포니 Tafoni, 그루브 Groove, 애추 Talus, 암괴원 Block field, 박리 Exfoliation 등이 있으며 토어는 똑바로 서있는 탑이라는 의미로 동결작용 등으로 사면이 후퇴되어 기반암의 약한 부분을 따라 차별적인 풍화가 일어나 받는 암석은 빨리 수분침투가 가능하여 효과적으로 화학적 풍화에 도달한다.

풍화가 진행될 때 풍화 층이 넓게 나타나거나 기상작용 등으로 차별화되어 나타나는데 상대적으로 풍화에 약한 부분은 움푹 패게 되며 게 되면 그 앞쪽에 토어가 발달하게 된다. 저항성을 갖는 암괴가 평탄면상에 움푹 솟아있게 되는데 이것이 토어이다. 그나마 Gnamma는 구멍을 의미하는 말로서 절리나 罅지에 물이 고이고 이들 정체된 물의 화학적 풍화작용과 溶蝕作用등 다양한 기후작용으로 형성된다.

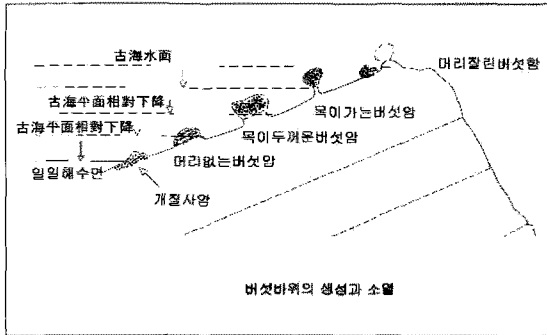
포트 홀은 巖盤河床이나 해안의 기반암상에 海蝕으로 인해 발달한 원형, 타원형 구멍으로 자갈이 구멍속의 불규칙적인 수류로 인해 회전하면서 발생하는 물리적 풍화와 관련이 있으며 해식호철(주전자구멍)을 형성한다. 타포니 Tafoni는 암괴의 측면에 동굴형태로 발달한 풍화 열로서 사암층, 석회암층에서 해수에 의한 풍화작용으로 형성되며 열대, 아열대지방에서 발달한다.

애추 Talus는 기계적 풍화작용으로 암반 면에서 떨어져 나간 암층이 사면 기저부에 집적된 지형이다. 석회암의 용해와 침전은 화학적 풍화작용으로 溶蝕관련으로 카르스트 karst라는 특유한지형이 발달한다. 강수량이 풍부한곳에 물과 함께 용식속도는 고온일 경우 그 작용이 강하게 나타난다. 석회암은 보통 방해석 CaCO<sub>3</sub> 형태로 존재하며 탄산염 광물이 최소 50%이상인 암석으로 물에 용해된 탄산가스의 작용이 카르스트지형을 형성하는 중요역할을 한다.

磨蝕 sand blast action은 지표면을 削蝕하고 이 물질들은 바



• 그림 2. 지층상호작용  
 자료출처: Geological Structures and Moving Plates, 1988



• 그림 3. 버섯암 생성과 소멸 단면도

람에 의해 이동·퇴적되어 버섯바위 mushroom rock는 이런 기저부가 차별 침식된 마식의 대표적 형상이다. 박리 exfoliation 작용은 지표에 노출된 기반암의 표면에 평행하게 박리면이 형성되고 그곳으로부터 板狀의 암편이 분리되어 나오는 현상으로 지표부근의 암층이 제거되고 지하의 암층이 노출될 때 내려누르던 하중의 제거로 인한 절리의 형성에 따른 현상과 지표에 노출된 암반이 주야간기온차로 팽창수축을 반복하여 형성된 절리의 형성에 따른 현상 등으로 발생된다.

판구조론에 따르면 암석권-연약권-중간권 상호작용(그림 2)으로 암석권은 조산운동시의 융기지판에 있는 연약권으로부터 융기시의 쌓기 재료를 구한다. 지판이 파괴되는 동안 융기시의 쌓기 재료는 암석권에서 연약권으로, 중간권의 순서로 잃게 된다. 암석권 안에 있는 造山재료의 동선은 조산작용과 파괴의 현장 쪽으로 관계되어 횡 방향으로 이동된다. 암반 중에는 암석이 분리되고 있다든지 깨지기 쉽게 된 경우로 불연속면이 존재하는데 층리, 편리, 절리, 단층 등의 명칭이 있으며 절리(그림 11 좌측상단)는 불연속면에 있어서 접하는 암석이 상대적으로 이동이 없을



때를 말하며, 단층은 이동이 있는 경우를 나타낸다. 암반사면의 안정에 영향을 미치는 요소는 활동암괴나 암반 block의 크기 및 형상과 활동을 일으키는 방향 orientation과 전단강도이다. 이중에 절리면의 방향과 전단강도가 주된 요소이며 사면의 활동이 수백 개의 절리 중 가장약한 절리 면을 따라 활동이 일어나고 이러한 위험한 절리 면을 발견하기가 쉽지 않다. 절리면의 전단강도에 영향을 미치는 요인은 절리면의 형상과 거칠기, 풍화정도, 압축강도, 간격, 연장성, 틈새, 틈새의 충전물정도, 지하수 상태 등으로 나눌 수 있다.

버섯바위의 생성과 소멸(그림 3)에 그 과정을 나타냈다. 절리면의 공학적인 성질이 사면안정에 절대적이고 적절하게 이를 판단하는 것은 쉽지 않다. 노출된 기반암은 부피가 축소되고 연직방향의 인장절리가 발생하며 지각변동을 받지 않는 대부분의 절리면의 경사는 연직에 가깝다. 사면파괴는 단층면 또는 파쇄대간의 지질구조선에 따라 발생하는 경우가 많고 단층면은 암반이 전단파괴 되어 형성된 절리면이기 때문에 평탄하고 매끄럽다.

이에리우지질해안의 자원을 보존하기 위해서는 보수공법과 보강공법으로 현재의 상태를 오래 보존하는 것이 바람직 하겠다. 암반사면붕괴는 단층파쇄대 구간에 열수변질작용 熱水變質作用 hydrothermal alteration process을 받아 매우 불량한 암질상태를 이루거나 사면좌측부에 썩기파괴가 발생하거나 하부암질이 불량한 상태로 사면안쪽으로 경사진 단층면에 의해 전도파괴가 발생하는 경우 파괴를 촉진 시

킬 수 있다. 사면붕괴는 버섯 암에서 볼 수 있는 것과 같이 사면방향의 수직절리를 따라 붕괴되고 풍화의 진전으로 지지력이 약해져서 발생할 수 있다. 대부분의 버섯암과 생강암등이 사면이 불안정한 상태로, 현행 붕괴가 진행되는 암을 보수보강하는 것이 보다 안전하게 유지하는 길이다. 이를 위해서 세



• 21. 중정기념관에서의 타이완 공동탐사단 기념촬영.

굴이나 암석층에서의 원형과괴를 방지하고 사면보강을 위해 Rock Bolt와 Shotcrete工을 설치하고 表面處理공법을 실시하는 것이 바람직하며, 영구 計測계획을 수립하여 신속계, 변위말뚝과 경사계를 설치하여 변위에 대한 동태관측을 하여 보수보강에 활용하는 것을 제안한다.

2009년 해남중고등학교 17, 15회 海論會 25명의 동문들이 다녀온 대만 여행 중 이에라우지질해변은 거대한 지구의 지진에 따른 조산운동과 수천 년간에 걸친 자연의 침식

작용에 의해 형성된 기이한 형상을 구현한 것에 감탄을 금할 수 없었다.

이번여행은 두고 기릴 수 있는 자연역사기행이었으며 즐겁게 여행을 같이한 민동기, 박재성, 윤재성, 박원길, 최승길, 이동호, 박규철, 임강식, 박수동, 홍성언, 정영석, 박경일, 이성기 동문과 그 부인들께 감사드리며 이 글을 작성하기 위해 중국어참고자료를 번역하여 협조를 아끼지 않은 최승길 동문에게 감사드립니다.

#### 이 글 쓰기에 도움이 된 글들 및 자료

1. 《지표공간의 이해》(김주환 외, 도서출판푸른세상, 2001, pp.91~94, 110, 116, 121~126)
2. 《세계를 간다·대만》(중앙일보사, 1995)
3. 《세계관광지리지자원》(전영호, 도서출판 기문사, 2005 pp.91)
4. 《타이완100배 즐기기》(허용선, 랜덤하우스코리아, 2008, pp.12~17)
5. 《지리학강의》(한국지리정보연구회, 도서출판 한울, 2000, pp.57)
6. 《野柳地質公園之旅》(北海岸及觀音山國家風景區管理處, 臺灣大學地理環境資源學系臺灣地形研究室, 2009, pp.2~31)
7. 《Yehliu Valley》(新空間國際有限公司, Wanli Township, Taipei County 20744, Taiwan, R.O.C, 2009)
8. 《Geological Structures and Moving Plates》(Blackie Glasgow and London, USA by Champion and Hall New York, pp.5,130)