

제주 근해 유인도서의 해안지형

김 태 호

제주대학교 사회교육과

Coastal Landforms of Inhabited Islands in Jeju Waters

Tae-Ho Kim

Department of Social Studies Education, Cheju National University, Jeju-Do, 690-756, Korea

Inhabited islands in Jeju waters are geographically and lithologically classified into the islands around Jeju-do and Chuja-do. The former is composed of Quaternary basalt and trachyandecite, while the latter consists of welded tuff which erupted from late Cretaceous to early Tertiary. In addition to wave environment, the lithology plays an important role in the development of coastal landforms in the islands. Shore platforms are dominant landforms in U-do composed of basaltic lavas even though small reliefs on lava flows produce undulatory coastal landscape. Since Mara-do is situated in a higher wave environment than U-do, its basaltic coasts have been rapidly retreated close to a central part and then vertical cliffs over 20 m high appear in the east coast. Gapa-do is composed of trachyandecite and shows rugged coasts which are covered with ramparts of about 2 m high. Sangchuja-do and Hachuja-do are characterized by steep sea cliffs with few shore platforms. Joint system has an influence on the development of coastal landforms such as sea cliffs, notches on cliffs, and coastlines. There are 18 pocket beaches in Chuja-do which are composed of gravels. Gravel beaches also appear in Gapa-do and Mara-do. Large sandy coasts, however, do not appear in the inhabited islands in Jeju waters where no river exists. Since the islands are exposed to an open sea, the deep water and subsequent high wave energy are responsible for the development of gravel beaches rather than sandy beaches. By contrast, sandy beaches in U-do are attributable to the relatively shallow water, outline of coasts and nearby sources of sands.

Key words : coastal landform, inhabited island, Jeju waters

서 론

국토의 최남단에 위치하는 제주도의 주변 해역에는 8개 유인도서와 55개 무인도서가 소재하고 있다(제주도, 2002). 이 가운데 유인도서에는 최근 '섬 속의 섬'이라는 테마 여행의 붐과 함께 많은 관광객이 찾게 되면서 여러 가지 환경문제가 나타나고 있다(제주일보, 2003). 특히 관광객의 편의를 위해 무계획하게 건설된 해안도로로 인해 사빈이 축소되고 파식대가 훼손되는 등 해안지대의 지형경관에 직접적인 피해가 발생하고 있을 뿐 아니라 조간대로부터 내륙 쪽으로 이어지는 생태 통로가 단절됨으로써 식생 교란현상도 일어나고 있다(한국방송공사, 2003). 따라서 앞으로도 계속 증가할 것으로 보이는 관광객을 위한 편의시설의 확충으로 인해 소중한 자연자원이 더 이상 훼손되지 않도록 대책 마련을 위한 자연환경조사가 시급한 실정이다.

제주 근해 도서에 대해서는 수 차례에 걸쳐 자연환경조사가 이루어졌다(자연보존중앙협의회, 1986; 제

주문화방송, 1990: 제주문화방송·제주도, 1991: 문화부, 1992: 환경처, 1994: 제주도민속자연사박물관, 1995, 2001, 2003: 제주도·제주대 기초과학연구소, 1995: 문화재청, 2001). 그러나 종래의 조사는 대부분 동·식물상의 현황 파악을 중심으로 이루어졌으며, 생물의 서식처로서 물리적 토대를 이루는 지형경관은 조사 대상으로 거의 포함되지 않았다. 최근 환경문제에 대한 새로운 접근법으로서 학제적 성격이 강한 경관생태학이 주목을 받고 있다(홍·이, 1997: 한국경관생태연구회, 2001: 이, 2001). 경관생태학에서는 경관을 지형, 지질, 토양, 기후, 수문, 식생, 동물, 토지이용 등 많은 인자가 생태적으로 결합함으로써 형성되는 것으로 보고, 구성인자간의 상호관계를 바탕으로 경관을 종합적으로 파악한다. 따라서 종래의 생물상 중심의 조사만으로 생태계의 전체 상을 파악하기에는 충분하다고 할 수 없다. 경관을 구성하는 인자 가운데 지형은 각 장소의 생태적 현상에 제약을 줄 뿐 아니라 물질이동에 직접 관여함으로써 경관 형성에 기여하는 중심적인 인자이다(橫山, 1995). 특히 생태 소공간(ecotope)이 주로 지형과 생물의 결합에 의해 시각적으로 결정된다는 점을 고려한다면, 지표면의 형태인 지형의 특성은 생태계 이해에 불가결한 요소라고 할 수 있다.

이러한 경향은 환경부에서 실시하고 있는 자연환경 조사에서도 확인할 수 있다. 국내에서는 자연환경보전법 제32조 1항에 의거하여 10년을 주기로 환경부 주관으로 전국의 자연환경을 조사하고 있다. 제1차 전국자연환경조사는 1986년부터 1990년까지 실시되었으며, 그 결과는 녹지자연도로 정리되어 각종 환경정책에 반영되고 있다. 그러나 녹지자연도는 식물과 식생이라는 제한적인 요소만을 대상으로 작성되었기 때문에 생태계의 다양성을 감안할 때 그 효용성에 문제점을 지니고 있다. 따라서 국토의 효율적인 관리를 위한 과학적 자료의 제시와 자연환경에 대한 국민 인식을 제고할 목적으로 1997년부터 2003년까지 실시되고 있는 제2차 전국자연환경조사에서는 전국의 동식물 현황뿐 아니라 지형환경을 조사, 평가하고 이 결과를 토대로 생태·자연도를 작성함으로써 자연환경 정보관리의 체계화를 도모하고 합리적인 정책 결정의 판단 자료로 활용하려고 하고 있다(홍, 2000). 따라서 제2차 전국자연환경조사에는 생태·자연도 구축에 필

요한 축척 1:25,000의 지형환경 정보도를 작성하기 위해 지형경관이 조사분야로 채택됨으로써 국내의 많은 지형학자가 조사사업에 참여하고 있다.

제2차 자연환경조사에서 제주도는 4개의 유인도서를 포함하여 전부 9개 지역의 해안이 우선 조사지역과 일반 조사지역으로 선정되어 지형환경의 조사와 평가가 이루어졌다. 본고에서는 이 조사결과를 바탕으로 제주 근해에 소재하고 있는 유인도서의 해안지형에 대해 지형경관의 현황과 특성을 정리한다.

조사지역 및 방법

제주 근해에 소재하고 있는 유인도서는 제주도 주변의 섬과 추자군도를 구성하는 섬으로 구분할 수 있다. 제주도 주변에는 우도를 비롯하여 비양도, 가파도, 마라도 등 4개의 유인도서가 출현하며, 추자군도에도 상·하추자도와 횡간도, 추포도의 4개 유인도서가 분포하고 있다(Table 1). 이 가운데 상·하추자도, 가파도, 마라도는 2001년도에 우도는 2002년도에 해안 조사지역으로 선정되어 지형환경 정보도 제작을 위한 지형경관 조사가 실시되었다. 따라서 본고에서는 제주도 주변의 비양도, 추자군도의 횡간도와 추포도를 제외한 5개 유인도서를 중심으로 정리한다.

조사는 실내조사와 현지조사를 병행하였다. 실내에서는 문헌자료를 정리하고 지형도를 비롯하여 지질도, 토양도(농촌진흥청, 1976) 등의 주제도를 분석하였다. 조사지역의 지형·지질에 대한 문헌자료로는 박 외(1984), 원·이(1986), 한국자원연구소(2000a, 2000b), 제주도민속자연사박물관(2001) 등이 있다. 그러나 기관이나 연구자가 특정 도서를 개별적으로 조사한 결과이므로 지형의 분류와 평가에는 자료에 따라 차이를 보인다.

축척 1:5,000 지형도가 발간되어 있는 우도와 가파도는 지도를 이용한 지형분석을 실시하였다. 그러나 1:50,000 지형도만 발간되어 있는 추자도와 1:25,000의 마라도는 지형도 축척에 비해 섬의 규모가 작으므로 실질적인 도상작업은 이루어지지 않았다. 작업에 사용한 지형도는 성산(058), 성산(059), 성산(068), 성산(069), 모슬포(002), 모슬포(092)의 1:5,000 지형도 6 도폭과 1:25,000 모슬포(NI 52-9-18-4), 1:50,000

Table 1. Inhabited islands in Jeju waters(Jeju Province, 2002)

Island	Administrative District	Area(km ²)	Household	Population	Distance to Admin. Office(mile)
U-do	Udo-myeon	5.99	632	1,732	-
Hachuja-do	Chuja-myeon	4.17	428	1,002	1
Sangchuja-do	Chuja-myeon	1.25	861	2,185	-
Gapa-do	Daejeong-eup	0.87	143	362	6
Hoengkan-do	Chuja-myeon	0.61	12	22	3
Biyang-do	Hallim-eup	0.51	60	162	3
Mara-do	Daejeong-eup	0.29	46	91	11
Chupo-do	Chuja-myeon	0.12	4	5	2

추자(N152-9-02)이다. 지질도의 경우 제주도 주변은 축척 1:50,000의 모슬포·한림과 성산 도폭을 사용할 수 있었으나, 추자군도 일대는 미발간 지역이므로 1:250,000 제주 도폭을 참고하였다.

현지에서는 주로 해안선을 따라 이동하면서 해안지형을 중심으로 조사하였다. 그러나 조사지역의 해안에는 급경사의 해식애가 잘 발달하여 섬 일주는 물론 접근 자체가 불가능한 장소도 있었으며, 이러한 경우에는 선박으로 섬 주위를 일주하면서 해안에 출현하는 지형경관을 관찰하고 기재하였다. 현행 환경부의 조사지침에 따르면 지형경관에 관한 조사는 권역별로 나타나는 지형단위를 우선 일반지형과 특수지형으로 파악하고, 각 지형을 다시 형태와 지형형성작용에 근거하여 중구분하고 있다. 또한 지형형성작용의 결과로써 출현하는 지형단위를 세구분하고 있는데, 해안지형으로 중구분하고 있는 지형경관에는 전부 44개의 지형단위가 포함되어 있다(환경부, 2001). 본 조사에서도 환경부 목록에 근거하여 해안지형의 분류와 평가가 이루어졌다. 특히 학술적인 성격이 강한 지형단위를 비롯하여 해당 유인도서의 특징을 잘 보여주며 자연자원으로서의 가치도 큰 지형경관을 대상으로 사진 촬영을 하고 특징을 기재하였으며 필요시에는 측해도 실시하였다.

결 과

우도

우도는 북제주군 구좌읍 종달리 해안으로부터 동쪽으로 2.5 km 떨어져 있으며, 면적은 5.99 km²로서 제

주도 부속 도서 가운데 가장 큰 섬이다. 동서 길이는 2.8 km이며 남북 길이는 4 km로서 남북 방향으로 긴 타원형을 이루고 있다. 조일리 비양동 해안에는 부속 도서인 비양도가 인공적으로 연속되어 있다. 우도의 최북단은 오봉리 세비코지의 33° 31' 18" N이며, 최남단은 조일리 소머리오름의 33° 29' 06" N이다. 또한 최동단은 조일리 비양도의 126° 58' 23" E이며, 최서단은 천진리 배왓동산의 126° 56' 35" E이다.

제주도폭 지질설명서(한국자원연구소, 2000a)에 의하면 우도는 섬 남쪽의 소머리오름 일대를 제외하면 전 해안에 걸쳐 제4기의 현무암이 분포하고 있다. 우도의 현무암은 두께가 10~50 cm에 불과한 얇은 용암류가 복합되어 형성된 것으로 암회색을 띠고 있으며, 기공 함유량이 50%를 넘는 다공질 암석이다. 해안에 노출된 암석 표면에는 구감상 질리와 새끼줄 구조가 잘 발달한다. 반면에 소머리오름은 수증기마그마폭발로 형성된 응회구로서 갈색, 흑갈색, 녹회색을 띠며 비교적 고결도가 낮은 중립질 또는 조립질의 응회암으로 이루어져 있다(우도지 편찬위원회, 1996).

우도 해안의 전체 길이는 부속 도서 비양도를 포함하여 15.15 km이며, 이 가운데 암석해안이 74.6%인 11.3 km를 차지한다. 또한 사질해안과 인공해안은 각각 14.8%와 10.6%인 2.25 km와 1.6 km이다. 우도는 섬 남쪽의 수성 화산체인 소머리오름을 제외하면 전 해안이 현무암질 용암류로 구성되어 있으므로 파식대의 출현이 현저한 제주도 암석해안의 특징을 잘 보여주고 있다. 제주도 해안은 서귀포 일대를 제외하면 주로 현무암질 용암으로 이루어져 있으며, 특히 표면에 새끼줄 구조가 잘 발달한 파호이호이 용암이 많이 분포하고 있다(원, 1975). 평탄한 지표면에서 유동성

이 큰 파호이호어 용암은 얇은 층을 이루며 빠른 속도로 바깥쪽으로 흘러내리기 때문에 용암류의 말단부는 점진적으로 두께가 감소한다. 그 결과 비고가 큰 지형의 발달은 적고 바다를 향해 완만하게 기울어진 평탄면의 발달이 탁월하며 우도 해안에서도 유사한 지형경관이 출현한다.

그러나 전형적인 암석해안과는 달리 우도의 파식대 배후에는 해식애가 명료하게 나타나지 않으며, 이는 현무암질 용암류의 유동성으로 비교적 완만한 사면이 해안에 면하고 있기 때문이다. 섬 북쪽의 세바코지 일대, 동남쪽의 영일동 해안 및 비양도의 동쪽 해안에는 매우 평탄한 파식대가 비교적 넓게 나타나며, 일부 파식대 위에는 원마도가 높은 대력과 거력이 실려 있다(Fig. 1). 그러나 대부분의 파식대는 용암류에 발달하는 튜물러스로 인해 파랑상 지형면을 이루므로 파식대의 인상은 크지 않은 편이다. 파식대의 구성 비율을 보면 평탄면이 2.875 m인데 비해 파랑상 기복면은 6.650 m로 평탄면의 두 배를 넘는다.

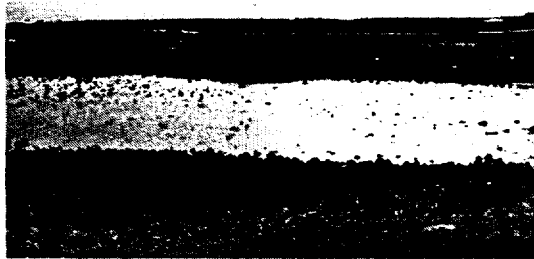


Fig. 1. Shore platform covered with boulders in Sebikoji.

소머리오름은 응회구의 화구 안에 분석구가 형성되어 있는 이중화산이다. 소머리오름의 외부 화산체는 파식작용에 약한 응회암으로 구성되어 있으므로 화산체에는 대규모의 해식애가 형성되어 있으며, 단애면에는 수성 화산체 특유의 퇴적구조도 잘 나타난다(Sohn and Chough, 1993). 소머리오름을 따라 출현하는 길이 2.825 m의 해식애에서 62.8%는 바다와 직접 접하고 있는 활동성 단애면이며, 나머지는 단애전면에 발달한 사질해안과 애추로 인해 파식작용으로부터 보호를 받고 있다(Fig. 2). 활동성 단애면에는 파식작용이 활발하게 진행되어 다양한 침식지형이 나

타난다. 특히 동안경굴이나 달그린안과 같이 우도팔경(牛島八景)을 이루는 해식등을 비롯하여 노치, 시아치, 선돌로 불리는 시스택 등 암석해안 특유의 지형단위가 잘 발달한다(Fig. 3).

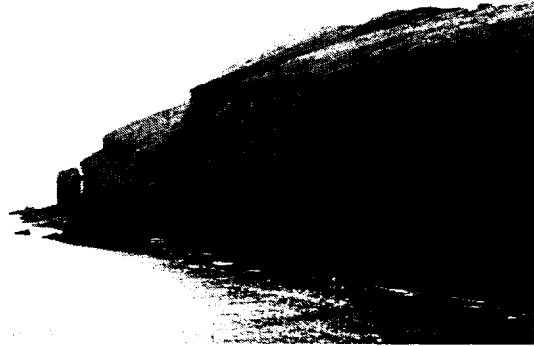


Fig. 2. Sea cliff developed at a tuff cone. Someorioreum.



Fig. 3. Dongangyeonggul sea cave.

암석해안의 만입부를 따라 국지적으로 사질해안이 분포하고 있으며, 전체 길이 2.250 m의 사질해안 가운데 사빈은 425 m이고 역빈은 1.825 m이다. 우도팔경의 하나인 서빈백사(西濱白砂)로 유명한 천진~우목 해수욕장은 국내에서는 유일하게 고화된 홍조류의 파편으로 이루어진 역빈이다(우 외, 2003: Fig. 4). 해안 도처에 분포하는 기반암으로 인해 역빈은 여러 구역으로 분리되어 있어 연속성이 불량한 제주도 사질해안의 특징이 잘 나타난다. 역빈의 퇴적물은 2~4 mm의 세력이 탁월하며, 비치페이스의 경사는 평균 10°로서 비교적 급한 편이다(고 외, 1988). 사빈은 오봉리의 하고수동 해수욕장과 조일리의 검멀래 두

곳에 출현한다. 하고수동 해수욕장은 제주도의 전형적인 패사 사빈으로서 조사와 증사로 이루어져 있으며 비치페이스는 4°의 경사를 보인다(고 외, 1988). 반면에 검멀래는 용회암 기원의 세립질 광물입자로 구성되어 패사 사빈과는 차이를 보인다.

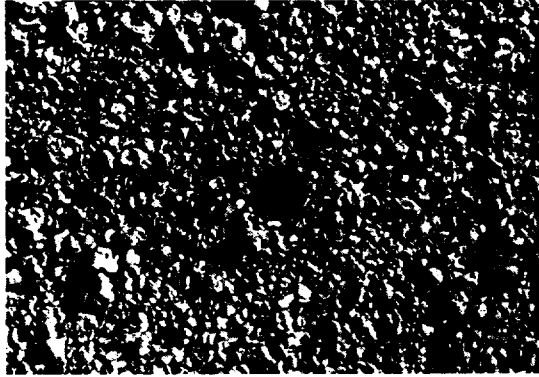


Fig. 4. Sediments of Cheonjin and Umok gravel beach.

가파도

가파도는 남제주군 대정읍 하모리 해안으로부터 남쪽으로 2.3 km 떨어져 있으며 면적은 0.87 km²이다. 동서 길이는 1.5 km이며 남북 길이는 1.3 km로서 마름모 모양을 하고 있다. 가파도의 최북단은 상동 해안의 33° 10' 16" N이며, 최남단은 자장코지의 33° 09' 34" N이다. 또한 최동단은 볼락코지의 126° 16' 52" E이며, 최서단은 큰아끈여의 126° 15' 56" E이다.

모슬포·한림도폭 지질보고서(한국자원연구소, 2000b)에 의하면 가파도에는 강정동 현무암질조면안산암에 대비되는 조면안산암이 주로 분포하고 있다. 강정동 현무암질조면안산암은 회색을 띠는 치밀하고 견고한 암석으로 SiO₂의 함량은 47.1~52.8%를 보인다. 모식지인 중문 해안에서 용암류의 두께는 20 m이며 1 m 간격의 주상절리가 발달한다. 또한 암체 표면에는 두 겹께 클링커가 형성되기도 한다. 이 암질의 절대연대는 0.55±0.04Ma(玉生, 1990)이므로 가파도의 조면안산암도 55만년 전에 분출한 용암류로 추정된다. 가파도의 서쪽 해안에는 조면암이 국지적으로 분포하고 있는데, 진황색이나 진회색을 띠는 비현정질 암석으로 동심원상의 풍화면이 나타나 구상 풍화구조를 이룬다(강, 2001). 가파도의 조면암은 절대연대가 0.87

±0.13Ma(윤 외, 1986)로서 제주도 최고기의 용암으로 알려진 산방산 조면암에 대비된다.

가파도 해안의 전체 길이는 3.980 m이며, 이 가운데 암석해안이 49%인 1.950 m를 차지한다. 또한 사질해안과 인공해안은 각각 29.6%와 21.4%인 1.180 m와 850 m이다. 가파도의 동쪽은 대부분 암석해안으로 이루어져 있으나 서쪽으로는 사질해안이 발달하여 대조를 보인다. 섬의 동북쪽으로부터 남서쪽 해안에 걸쳐 나타나는 암석해안은 볼락코지의 지형경관과 같이 높이 2 m 이내의 기복면으로 이루어져 파식대의 인상은 크지 않으나 마식작용으로 매끄러운 표면을 지닌 평탄면도 국지적으로 나타난다(Fig. 5). 특히 남서쪽의 자장코지는 높이 1~2 m의 파식잔구도 산재하나 비교적 넓은 평탄면으로 이루어져 있으며, 마식작용을 받은 암반 표면에는 원형이나 타원형의 염풍화혈이 깊이 5 cm 이내로 잘 발달한다. 마식작용으로 인한 마린포트홀은 북서쪽 해안에 국지적으로 나타나는 파식대 표면에 원형이나 타원형의 형태로 일부 발달한다.



Fig. 5. Rocky coast with ramparts in Bollakkoji.

암석해안의 육지 안쪽으로는 자갈이 실려 있으며 만입부에는 길이 30 m 내외의 역빈도 수 개소 나타난다. 역빈 퇴적물의 크기와 원마도는 장소에 따라 큰 차이를 보인다. 예를 들면 상동포구 동쪽에는 비고 1~1.5 m의 파식잔구 사이와 배후에 길이 150 m의 역빈이 발달한다. 역빈은 직경 10~30 cm의 아원력과 원력으로 구성되어 있으며 직경 80~60 cm의 거력이 산재하나 동쪽으로 갈수록 크기가 작아져 10 cm 이하의 중력이 탁월해진다. 그러나 역빈은 서쪽 해안에 넓게 분포하고 있는데 남서쪽 고냉이돌 일대

의 만입부에 발달한 역빈은 길이가 400 m에 이른다 (Fig. 6). 직경 60~100 cm의 아각력과 아원력으로 이루어진 남쪽 50 m 구간을 제외하면 대부분 직경 20 cm 이하의 중력과 대력으로 구성되어 있다. 특히 직경 5~10 cm의 중력이 탁월하나 북쪽으로 갈수록 자갈의 크기는 증가하여 직경 10~20 cm의 대력이 많아진다. 자갈의 원마도와 편평도는 매우 높은 편이다. 북서쪽 빈톱바위 주변 만입부에도 역빈이 단속적으로 나타나며, 역빈의 퇴적물은 원마도가 매우 높은 직경 5~20 cm의 중력과 대력으로 특히 10 cm 이하가 탁월하다.



Fig. 6. Gravel beach around Gonaengidol.



Fig. 7. Inactive sea cliff in the west coast of Gapa-do.

한편 남서쪽 해안에는 높이 5~7 m의 해식애가 600 m에 걸쳐 출현하는데, 전방에 형성된 역빈으로 인해 현재는 파랑의 작용을 받지 않고 있으므로 사면 전체가 식생으로 덮여 있다 (Fig. 7). 해식애 상부에 나타나는 두께 0.5~1 m의 역층으로부터 약 6,000년 전으로

추정되는 완신세 기후최적기 (climatic optimum)의 해침으로 인한 해안단구애로도 해석하고 있다 (강, 2001).

마라도

남제주군 대정읍 하모리 해안으로부터 남쪽으로 8 km 떨어져 있는 마라도는 국토의 최남단에 위치하는 면적 0.29 km²의 섬이다. 동서 길이는 0.5 km이며 남북 길이는 1.3 km로 남북 방향으로 긴 타원형을 이루고 있다. 마라도의 최북단은 33° 07' 15" N이며, 최남단은 33° 06' 32" N이다. 또한 최동단은 126° 16' 18" E이며, 최서단은 126° 15' 57" E이다.

모슬포·한림도폭 지질보고서 (한국자원연구소, 2000b)에 의하면 마라도는 광해악현무암으로 이루어져 있다. 회색이나 암회색을 띠는 광해악현무암은 1~10 mm의 기공을 20% 정도 포함하고 있으며, 반정은 2~3 mm 크기의 감람석이 우세하고 소량의 휘석과 장석을 함유하고 있다. SiO₂의 함량은 48.2~52.9%를 보인다.

마라도는 동쪽과 북쪽 해안에 분포하는 역빈을 제외하면 사질해안은 거의 나타나지 않으며, 섬 대부분이 암석해안으로 이루어져 있다. 암석해안의 지형단위로는 해식애가 탁월하며 특히 동쪽 해안에는 높이 20 m를 넘는 수직 단애면이 나타난다 (Fig. 8). 마라도는 현무암질 용암으로 이루어져 있으므로 해식애의 단면에는 두께 50~200 cm의 파호이호이 용암의 층리가 잘 나타난다. 또한 바다와 직접 접하고 있는 이들 활동성 단애면에는 파식작용이 활발하게 진행되어 다양한 침식지형이 나타난다. 섬 전체에 걸쳐 노치와

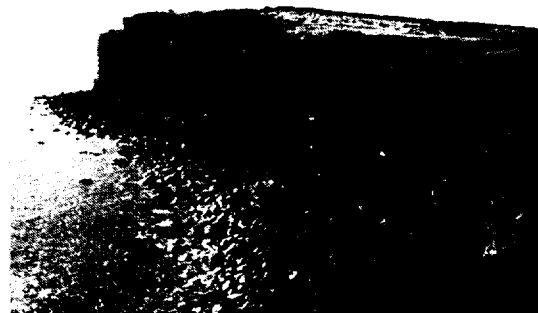


Fig. 8. Sea cliff and gravel beach in the east coast of Marado.

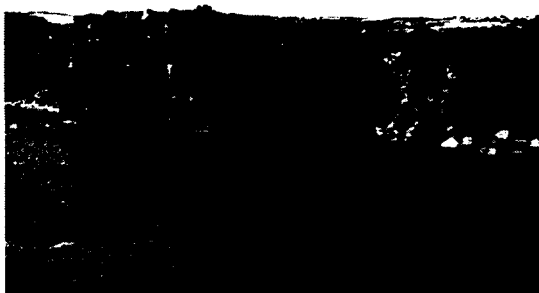


Fig. 9. Vertical cliff with two sea caves around Alsalleduk.



Fig. 10. Namdaemun sea arch near Jariduk.

해식동이 분포하는데, 북동쪽의 알살래덕과 서쪽의 자리덕 부근 해식애에는 높이 12~15 m, 폭 15~20 m의 대형 해식동이 출현한다(Fig. 9). 해식동 가운데는 안쪽 벽에 해식동이 다시 형성되어 이중구조를 보이거나 측면 벽에 구멍이 생겨 인접한 해식동에 연결되기도 한다. 이러한 과정이 더욱 진행되면 시아치가 출현하게 되는데, 마라도 서쪽 해안에 형성된 높이 12 m의 남대문이 유명하다(Fig. 10).

남쪽의 장시덕 일대는 해식애가 명료하지 않은 암석해안으로 용암류의 층리를 따라 진행된 굴식작용으로 암반이 제거되어 계단상 완사면이 발달한다. 섬의 남서쪽과 북서쪽에도 유사한 지형경관이 나타나는데, 북서쪽 해안에는 국지적으로 평탄면도 보이나 연속성이 떨어져 파식대의 인상은 크지 않다. 그러나 북쪽 해안에는 파식대 양상의 높이 3 m 이내의 평탄면으로 이루어진 시스택이 10여 개 분포하며, 특히 마라도 남단에는 매우 평탄한 파식대가 헤드랜드를 이루

고 있다. 파식대에는 포트홀과 함께 새끼줄 구조도 보이나 마식작용으로 형태는 명료하지 않다.

동쪽 해식애를 따라 전면에 폭 10~30 m의 역빈이 잘 나타나는데 남쪽으로 갈수록 폭이 넓어진다. 역빈의 퇴적물은 대력과 거력 크기의 원력으로 직경 2 m에 이르는 암괴도 산재하며, 자갈의 원마도는 남쪽으로 갈수록 작아진다. 역빈 중앙부에는 배후의 단애면에서 붕락한 암괴로 인해 애추가 발달한다. 해식애에 형성된 해식동과 노치 내부에도 원력이 쌓여 소규모의 역빈을 이루고 있다. 또한 섬 북단의 시스택 배후와 만입부에도 원마도가 매우 큰 30~80 cm의 거력으로 구성된 길이 80 m의 역빈이 출현한다(Fig. 11)



Fig. 11. Gravel beach in the north coast of Mara-do.

추자도

무인도서 38개를 포함하여 총 42개의 도서로 이루어진 추자군도의 최대 섬인 하추자도는 면적이 4.17 km²이며, 제주로부터 북북서 방향으로 50 km 떨어져 있다. 면적 1.25 km²의 상추자도는 1972년과 1995년 두 차례에 걸쳐 세워진 추자교에 의해 하추자도와 연결되어 있으므로 본고에서는 두 섬을 추자도로 묶어서 정리한다. 추자도의 최북단은 상추자도 대서리의 33° 57' 55" N이며, 간조시에 대서리 해안에 연속되는 무인도서 다무래미를 포함하면 33° 58' 03" N이다. 최남단은 하추자도 신양리에 소재하는 석주머리의 33° 55' 40" N이다. 또한 최동단은 하추자도 예초리의 126° 20' 32" E이며, 최서단은 상추자도 영흥리의 126° 16' 59" E이다.

제주도폭 지질설명서(한국자원연구소, 2000a)에 의

하면 추자도는 주로 응회암으로 이루어져 있다. 상·하추자도를 비롯한 추자군도는 전라남도 남해안 지역에 분포하는 백악기 말~제3기 초의 화산암류와 암질이 유사하므로 전라남도의 남해안에 연속되는 것으로 볼 수 있다. 상추자도에는 녹색이나 암적색 암편을 포함하는 회색의 유문암질 응회암이 분포하는데 비해 하추자도에는 회색의 각력질 응회암과 암회색의 유리질 용결응회암이 분포한다(원·이, 1986). 응회암에는 N40° W 80° SW의 절리계가 탁월하며, N20° W 70° SW의 절리계가 부수적으로 발달한다(한국자원연구소, 2000a)

추자도는 만입부에 포켓비치로 출현하는 역빈을 제외하면 대부분 암석해안으로 이루어져 있다. 상추자도는 북쪽 해안과 서·남서쪽 해안에 하추자도는 동쪽 해안을 비롯하여 서쪽의 묵리고개와 남서·남쪽의 석주머리 일대에 비교적 급경사의 해식애가 발달하며, 특히 상추자도의 대장산 남서 사면에는 수직 단애로 이루어진 해식애가 나타난다(Fig. 12). 단애면에는 세장형 노치가 발달하여 침식곡의 형태를 이루는 경우도 있으나 해식동과 시아치는 보이지 않는다. 또한 해식에 전면에서 차별침식으로 인한 시스택도 하추자도의 동쪽 해안과 묵리고개 일대를 제외하면 거의 출현하지 않는다.



Fig. 12. Vertical cliff around Mt. Daejang in Sangchuja-do.

석주머리 동쪽 만입부에는 길이 100 m, 폭 50 m의 파식대가 발달한다. 약 3° 경사의 평탄면으로 이루어진 파식대에는 N85° E와 N60° E의 절리를 따라 그루브와 염풍화혈이 잘 나타난다. 또한 수평 방향의 절리를 따라 암반이 제거되어 계단 모양을 보이거나 표면

은 마식작용으로 매끄럽다. 하추자도 북서쪽 해안에도 헤드랜드를 따라 평탄도가 낮은 소규모의 파식대가 발달한다. 후포만 남쪽 해안에는 다양한 크기의 염풍화혈과 포트홀이 분포한다. 암반에 조밀하게 발달한 N50° W, N40° E 등의 절리를 따라 굴식작용이 진행되어 삼각형이나 사각형의 요지가 형성된 후에 마식작용으로 요지가 원형의 포트홀로 발전한다(Fig. 13).



Fig. 13. Tidal pools and potholes around Hupo.

추자도에는 작지라고 불리는 역빈이 전부 18개 보고되고 있다(추자도지 편찬추진위원회, 1999). 이 가운데 하추자도 신양리에 발달한 길이 300 m의 진작지는 추자도에서 가장 규모가 큰 역빈으로 추자십경(楸子十景)의 하나인 장작평사(長作平沙)에 해당한다(Fig. 14). 역빈에는 범이 명료하게 나타나며 비치페이스는 경사 6~8° 와 16~20° 의 두 부분으로 이루어져 있다. 역빈의 퇴적물은 원마도가 매우 높은 1~5cm의 중력으로 특히 1~2 cm 크기의 소위 콩돌이 탁월하다(Fig. 15). 하추자도의 동쪽 해안에도 비교적 규모가 큰 모진이작지와 고래죽은작지의 두 역빈이 발달한다. 길이가 200 m인 모진이작지의 비치페이스 경사는 15~20° 이다. 해안 쪽은 원마도가 높은 1~3 cm의 중력으로 이루어져 있으나 해안에서 멀어지면 2~7 cm로 커진다. 또한 동쪽으로 갈수록 자갈의 크기는 작아지고 양도 줄어들어 사빈의 양상으로 변한다. 고래죽은작지는 길이가 150 m이며 비치페이스의 경사는 18° 이다. 원마도가 매우 높은 1~25 cm의 중력과 대력으로 이루어져 있다. 자갈의 크기는 남쪽으로 갈수록 작아지며, 비치페이스에는 5 cm 이하의 콩돌이 많이 나타난다. 이외에 상추자도의 후포작지

를 비롯하여 하추자도의 생금이작지, 작은묵이작지, 석주머리작지도 2~5 cm 크기의 소위 콩돌로 이루어진 역빈에 해당한다.



Fig. 14. Jinjakji, the largest gravel beach, in Chuja-do.

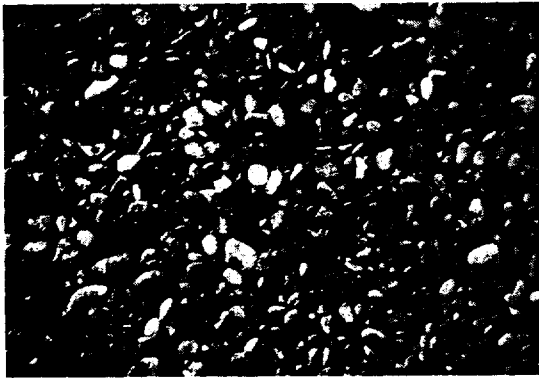


Fig. 15. Sediments named kongdol in Jinjakji.

고찰

제주 근해의 유인도서도 전보(김, 2002)에서 언급한 무인도서의 경우와 같이 그 형성과정과 관련하여 제주도 주변의 도서와 추자군도를 구성하는 도서로 구분할 수 있다. 주로 제4기에 일어난 제주도의 화산 활동과 더불어 형성된 제주도 부근의 도서에 대해 백악기 말부터 제3기 초에 걸쳐 생성된 용결응회암으로 이루어진 추자군도의 도서는 지질 조건이 다르며 이러한 차이는 지형경관에도 크게 반영되고 있다.

현무암과 조면안산암으로 이루어진 제주도 부근의 유인도서에는 암석해안이 탁월하나 해안에 형성된 지

형단위는 지질과 해양 환경에 따라 차이를 보이고 있다. 일반적으로 산지나 구릉지가 근접한 해안에서는 배후의 급사면과 전방의 평탄면으로 이루어진 암석해안이 나타난다. 즉 전형적인 암석해안은 파식작용으로 인해 노출된 급경사의 해식애와 해식애가 후퇴하면서 해수면 높이에 남게 되는 평탄한 파식대로 구성되는데, 두 지형단위의 형태는 암석의 강도와 구조 및 파랑 에너지의 강도를 반영하고 있다(Bird, 2000).

현무암질 용암으로 구성된 우도에서는 전 해안에 걸쳐 파식대가 나타난다. 제주도 해안은 서귀포 일대를 제외하면 현무암질 용암으로 이루어져 있으며, 특히 표면에 새끼줄 구조가 잘 발달한 파호이호이 용암이 많이 분포하고 있다. 평탄한 지표면에서 유동성이 큰 파호이호이 용암은 얇은 층을 이루며 빠른 속도로 바깥쪽으로 흘러내리기 때문에 용암류의 말단부는 점진적으로 두께가 감소한다. 그 결과 비고가 큰 지형의 발달은 적고 바다를 향해 완만하게 기울어진 평탄면으로 이루어진 지형경관이 나타나며 우도 해안의 지형경관도 유사하다. 파랑의 침식작용을 통해 평탄면은 비교적 넓은 파식대로 발달할 수 있으므로 현무암질 용암으로 이루어진 해안에는 파식대의 출현이 탁월하다. 그러나 용암류가 흐르면서 파식대 표면에 미지형이 발달할 수 있으므로 평탄면보다는 파랑상기복면으로 이루어진 파식대도 많이 나타난다. 또한 완만한 사면이 해안에 면하고 있으므로 파식대 배후에 해식애가 명료하게 나타나지 않는 것도 우도를 비롯한 제주도 암석해안의 특징이다.

마라도는 현무암질 용암으로 이루어져 있으나 파식대보다는 해식애의 발달이 탁월하다. 제주도 해안으로부터 8 km 이상 떨어져 있는 마라도는 우도에 비해 파랑 에너지가 큰 해역에 위치하고 있다(기상연구소, 2000). 따라서 활발한 파식작용으로 인해 비교적 비고가 높은 중심부까지 해안이 후퇴함으로써 높이 20 m를 넘는 해식애가 출현한 것으로 보이며, 전 해식애에 걸쳐 해식동, 시아치, 노치 등의 침식지형도 잘 나타나고 있다. 단애면에는 용암류의 층리도 잘 나타나는데, 이러한 수평 층리를 반영하여 해식애는 수직에 가까운 사면형을 보인다. 조면안산암으로 이루어진 가파도의 암석해안에도 파식대의 발달은 미약하다. 마식작용을 받은 평탄면이 국지적으로 출현하고 있으나 대부분 2 m 이내의 기복면으로 이루어져

있어 파식대의 인상은 크지 않은 편이다.

상·하추자도는 만입부의 포켓비치를 제외하면 대부분 암석해안으로 이루어져 있다. 그러나 암석해안의 지형단위인 파식대는 거의 나타나지 않고 섬 전체에 걸쳐 비교적 급경사의 해식애가 발달한다. 해식애의 사면형에는 절리의 경사가 반영되어 있다. 또한 단애면에도 절리를 따라 진행된 차별침식으로 세장형 노치가 잘 나타나며 일부는 안쪽으로 확장되어 침식곡을 이루기도 하나 해식동과 시아치는 발달하지 않는다. 해식애 전방에도 파식대나 시스택이 거의 나타나지 않는 plunging cliff의 형태를 보이는데, 이는 완신세 이후의 해수면 상승으로 인한 침수의 결과로 생각된다(Sunamura, 1992).

추자도에는 퇴적에 유리한 만입부를 따라 18개의 역빈이 분포하고 있으나 사빈은 나타나지 않으며, 마라도와 가파도에도 사빈은 분포하지 않는다. 해수욕장으로 이용하는 사빈으로 대표되는 사질해안은 해저수심의 차이로 인해 파랑 에너지가 발산하는 만에 주로 나타난다. 즉 파랑이 집중하여 해수면이 상승하는 헤드랜드로부터 양쪽의 만을 향해 연안류가 발생하면서 헤드랜드에서 생성된 암설은 만으로 운반된다. 그러나 사질해안의 퇴적물은 주로 내륙으로부터 하천을 통해 공급되므로 큰 사질해안이 출현하기 위해서는 다량의 토사를 지속적으로 공급할 수 있는 하천의 존재가 필요하다(貝塚, 1992). 따라서 하천이 분포하지 않는 제주 근해 유인도서에서 규모가 큰 사질해안의 형성을 기대할 수는 없다. 또한 대부분의 섬이 외해에 직접 노출되어 있으므로 해저 수심이 깊고 해안에 작용하는 파랑 에너지가 강하여 사빈보다는 역빈이 형성되기 쉽다. 그러나 우도에서는 비교적 낮은 수심과 만입부의 형태, 주변에 소재하는 모래 공급원 등의 조건으로 검멀래와 하고수동에 사빈이 발달한다.

요 약

제주 근해에 소재하는 우도, 가파도, 마라도 및 상·하추자도의 5개 유인도를 대상으로 해안지형의 특성을 조사하였다. 제주 근해의 유인도서는 제4기의 현무암과 조면안산암으로 이루어진 제주도 주변의 도서와 백악기 말~제3기 초의 용결응회암으로 이루어

진 추자군도의 도서로 구분되며, 이러한 지질 조건과 해양 환경의 차이가 지형경관에도 잘 반영되어 있다.

현무암으로 이루어진 우도에는 파호이호의 용암의 성질이 반영되어 비교적 평탄한 파식대가 잘 나타난다. 그러나 마라도는 파랑 에너지가 큰 해역에 위치하므로 활발한 파식작용으로 해안이 비고가 큰 중심부까지 후퇴함으로써 높이 20 m를 넘는 해식애가 나타난다. 조면안산암으로 이루어진 가파도의 파식대는 대부분 2 m 이내의 기복면으로 이루어져 있어 파식대의 인상은 크지 않다. 추자도에는 파식대가 거의 나타나지 않고 섬 전체에 걸쳐 비교적 급경사의 해식애가 발달한다. 해식애의 경사각을 비롯하여 해식애의 노치, 해안선의 형태 등 해안의 지형경관은 절리계에 의해 크게 영향을 받고 있다.

추자도에는 포켓비치의 형태로 18개의 역빈이 분포하고 있으나 사빈은 나타나지 않으며, 마라도와 가파도에도 사빈은 분포하지 않는다. 제주 근해 유인도서에 하천은 존재하지 않으므로 규모가 큰 사질해안은 출현하지 않는다. 또한 외해에 직접 노출되어 있으므로 해저 수심이 깊고 파랑 에너지가 강하여 사빈보다는 역빈이 발달하기 쉽다. 그러나 우도에는 비교적 낮은 수심과 만입부의 형태, 주변에 소재하는 모래 공급원 등의 조건으로 일부 사빈이 출현한다.

참고문헌

강순석. 2001. 섬의 지형발달과 지질형성사. 제주도민속자연사박물관(편) 가파도 학술조사보고서, pp. 91-102.

고기원·윤정수·김성복. 1988. 제주 동부 우도의 해빈퇴적물에 관한 연구. 제주대 해양연보, 12: 43-53.

기상연구소. 2000. 제주도앞(부근)바다 해양기상 특성조사. 178 pp.

김태호. 2002. 제주 근해 무인도서의 해안지형. 제주도 해양과환경연구논문집, 26: 63-78.

농촌진흥청. 1976. 정밀토양도(제주도). 52 pp.

문화부. 1992. 제주도 해역의 조간대 및 아조대의 생물상 조사보고서. 문화재관리국, 244 pp.

문화재청. 2001. 제주 연안 천연보호구역 조사연구보

- 고서. 279 pp.
- 박동원 · 오남삼 · 박승필. 1984. 가파도와 마라도의 지형. 제주도연구, 1: 365-382.
- 우경식 · 김진경 · 강순석. 2003. 제주도 우도의 홍조단과 해빈 퇴적물의 특징. 제주화산연구소(편) 제주화산연구소 개소기념 제1회 학술심포지엄자료집, pp. 108.
- 우도지 편찬위원회. 1996. 우도지. 739 pp.
- 원종관. 1975. 제주도의 형성과정과 화산활동에 관한 연구. 건국대 이학논집, 1: 7-48.
- 원종관 · 이문원. 1986. 추자군도의 지질. 자연보호중앙협의회(편) 자연실태종합조사보고서 제5집 추자군도, pp. 55-69.
- 윤상규 · 한대석 · 이동영. 1986. 제주도 남부지역의 제4기 지질조사 연구. 한국동력자원연구소 연구보고(KR-86-2-B-2), 64 pp.
- 이도원. 2001. 경관생태학. 서울대학교출판부, 349 pp.
- 자연보존중앙협의회. 1986. 자연실태종합조사보고서 제5집 추자군도. 교학사, 339 pp.
- 제주도. 2002. 제42회 제주통계연감. 663 pp.
- 제주도 · 제주대학교 기초과학연구소. 1995. 제주 자연생태계 조사연구보고서. 305 pp.
- 제주도민속자연사박물관. 1995. 제주 연안 도서 동물상. 193 pp.
- 제주도민속자연사박물관. 2001. 가파도 학술조사보고서. 173 pp.
- 제주도민속자연사박물관. 2003. 비양도 학술조사보고서. 173 pp.
- 제주문화방송. 1990. 제주무인도학술조사. 236 pp.
- 제주문화방송 · 제주도. 1991. 제주유인도학술조사. 403 pp.
- 제주일보. 2003. 9. 16.
- 추자도지 편찬추진위원회. 1999. 추자도. 310 pp.
- 한국경관생태연구회. 2001. 경관생태학. 동화기술, 420 pp.
- 한국방송공사. 2003. 8. 20.
- 한국자원연구소. 2000a. 제주 지질도폭(1:250,000) 설명서. 59 pp.
- 한국자원연구소. 2000b. 모슬포 · 한림도폭 지질보고서. 56 pp.
- 홍선기 · 이창석. 1997. 생태학의 새로운 분야로서 경관생태학의 발전과 역할. 한국생태학회지, 20: 217-227.
- 홍성조. 2000. 지형과 삶의 질: 지형경관과 삶의 질. 대한지리학회지, 35: 351-364.
- 환경부. 2001. 제2차 전국자연환경 조사지침: 지형경관 · 해안생물. 환경부 생태조사단, 125 pp.
- 환경처. 1994. '93 자연생태계 지역정밀조사보고서(서귀포 문섬 · 범섬 · 숲섬 일대). 279 pp.
- 玉生志郎. 1990. 韓國濟州島の火山岩のK-Ar年代とその層序的解析. 地質調査所月報, 41: 527-537.
- 貝塚爽平. 1992. 平野と海岸を讀む. 岩波書店, 142 pp.
- 横山秀司. 1995. 景觀生態學. 古今書院, 214 pp.
- Bird, E. 2000. Coastal Geomorphology. Wiley, 322 pp.
- Sohn, Y. K. and Chough, S. K. 1993. The Udo tuff cone, Cheju Island, South Korea: transformation of pyroclastic fall into debris fall and grain flow on a steep volcanic cone slope. Sedimentology, 40: 769-786.
- Sunamura, T. 1992. Geomorphology of Rocky Coasts. Wiley, 302 pp.