

# 濟州島 波蝕臺에 대한 地形學的 研究

朴 東 源\*  
吳 南 三\*\*

## 目 次

1. 序 論	(2) 吾照里~城山浦 波蝕臺
(1) 研究의 目的과 方法	(3) 新昌里 波蝕臺
(2) 研究 地域의 地質과 水文	(4) 西歸浦 波蝕臺
2. 本 論	(5) 北村里 波蝕臺
(1) 新陽里 波蝕臺	3. 綜合討論 및 結論

## 1. 序 論

### (1) 研究의 目的과 方法

玄武岩 地域에 發達하는 波蝕臺가 어떠한 地形學的인 特徵을 갖는지를 알아보기 위하여 玄武岩 地域이 널리 分布하는 濟州島의 海岸線에 發達된 波蝕臺를 研究의 對象으로 擇하였다.<sup>1)</sup>

濟州島에는 거의 모든 海岸에 따라 大小의 波蝕臺가 發達하여 있으나 그중 가장 代表的인 東海岸 城山浦와 新陽里一帶, 西海岸 新昌里一帶, 南海岸 西歸浦港 周邊地域, 北海岸 北村里一帶의 波蝕臺를 집중적으로 조사하였다(그림 1). 이상의 波蝕臺들은 東西南北의 各海岸線에서 가장 넓게 發達하여 있는 波蝕臺로서 그 地形的 特徵과 規模面에서 各海岸線에 發達하여 있는 波蝕臺를 代表할 수 있다고 생각된다.

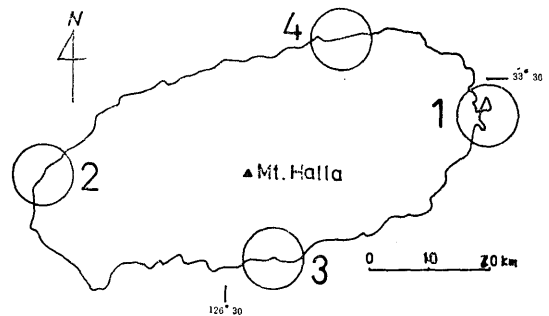


그림 1. 연구지역의 위치

- 1. 吾照里, 城山浦, 新陽里
- 2. 新昌里
- 3. 西歸浦
- 4. 北村里

實際 野外踏査는 1979년 여름부터 1981년 여름 사이에 行하여 졌으며 野外觀察은 주로 低潮位時에 이루어졌다.

### (2) 研究地域의 地質과 水文

표 1.에서 보는 바와 같이 濟州島 全海岸은 주로 10개의 基盤岩으로 構成되어 있다.<sup>2)</sup>

1) 朴東源, 1980, 古群山 群島의 地形, 韓國 自然保存協會 調查報告書, 第18號, pp. 45~57.  
 吳南三, 1980, 濟州島 城山浦~新陽里의 海岸地形研究, 高麗大 碩士學位論文, pp. 1~66.  
 2) 元鍾寬, 1975, "濟州島의 形成過程과 火山活動에 관한 研究", 理學論集, 第一輯, 建國大學校 附設 應用科學 研究所, pp. 7~48.  
 農業振興公社, 1971, 1972, 1973, 1974, 濟州島 地下水 報告書.

표 1. 研究地域의 波蝕臺基盤岩

生成 順序	名 稱	五段階區分	備 考
1	基底玄武岩	第一期初	橄欖石玄武岩
2	西歸浦層	第一期末	플라이오세
3	針狀長石橄欖石玄武岩	第二期初	表善里玄武岩
4	粗面岩	第二期中	西歸浦粗面岩
4	城山浦層	第二期中	플라이스토세
5	新陽里層	第二期末	플라이스토세
6	斑狀輝石玄武岩	第三期初	} 濟州玄武岩
6	斑狀長石玄武岩	第三期初	
7	長石玄武岩	第三期中	下孝里玄武岩
8	非顯晶質玄武岩	第四期初	始興里玄武岩

基底玄武岩은 地下水 試錐孔에서 濟州島 基底 最下位에서 發見되는 玄武岩으로 거의 露出되지 않으나 西歸浦港 東側에 第一段波蝕臺로 干潮水面에서 그 一部分이 露出될 뿐이다. 粗面岩은 西歸浦, 中文海岸에서 海蝕斷崖로 觀察되며 柱狀節理가 잘 發達하여 빠른 海蝕後退를 하기 때문에 기반암이 粗面岩인 곳에서는 波蝕臺가 발달하지 않는다. 斑狀輝石玄武岩과 斑狀長石玄武岩은 濟州市에서는 비교적 分布地域이 넓으나 南元面 地域에서는 一部 地域에만 나타날 뿐 아니라 열하(fissure)에 따라 流出되었기 때문에 그 深度 혹은 分布가 不規則하여 波蝕臺를 形成하기 보다는 스택(stack)을 形成하는 경우가 많다.<sup>3)</sup> 非顯晶質玄武岩은 海岸地形에서는 火山活動 最終期間에 噴出된 溶岩이므로 噴出이 一部地域(城山浦北部)에 국한되며 強度가 弱하여 波蝕에 依하여 빨리 侵蝕되므로 波蝕臺를 形成치 못하고 있다.

濟州島 波蝕臺의 代表的인 基盤岩은 針狀長石橄欖石玄武岩이다. 針狀長石橄欖石玄武岩은 제주도에 있어서의 五期の 火山噴出중 第二期初의 噴出에 의하여 생성된 것이다. 이 玄武岩은 地下水開發을 위한 試錐孔 調查結果에 따르면 爲美一頂上一和順의 三角地帶(西歸浦市 中心 및 그 주변지

역) 이외의 濟州島 거의 전지역의 基底를 形成하고 있음이 밝혀졌다. 이것은 西歸浦層의 中心部가 隆起된 이후에 이 玄武岩이 布狀流出되었기 때문이라고 생각되고 있다. 本 研究地域의 新陽里波蝕臺, 新昌里波蝕臺, 北村里波蝕臺는 모두 針狀長石橄欖石玄武岩이 布狀流出한 결과 형성된 지역에 발달되어 있다.<sup>4)</sup> 新陽里層은 金鳳均(1969)에 의하여 研究報告된 바 있으며<sup>5)</sup> 그 형성시기는 第四期初로 알려져 있다. 주로 新陽里海岸에 나타나며 여기에 波蝕臺가 잘 발달하여 있다.

본 조사지역의 干滿潮差는 北岸보다 南岸이 0.3 m 정도 높으나 北岸은 8~14分을 주기로 하는 海面의 昇降이 있으며 그 昇降은 0.4 m를 넘는 수가 있기 때문에 干滿潮差에 依한 波蝕의 南北高度差를 식별할 수 없으며 季節別 海面昇降이 30 cm 정도 있으나 地域差는 없다.

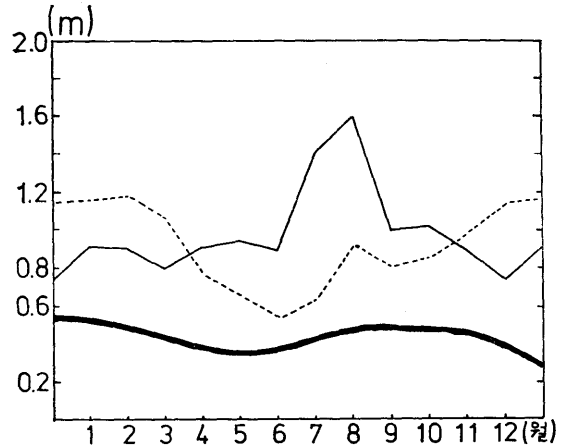


그림 2. 月別平均波高(濟州市 ..... , 西歸浦市 ——)

波高의 높이는 北岸의 濟州와 南岸의 西歸浦에 설치되어 있는 波高觀測所의 자료를 利用하여 조사하였다.<sup>6)</sup> 그림 2.에서 보는 바와 같이 南北岸 比較에서 平均 波高는 南岸이 10 cm 높으며 季節別로 보면 南岸의 最高波高는 8월에 나타나고 있으나 北岸은 바람이 많은 季節인 2월에 나타나고 있다. 特히 北岸은 波高가 風速에 比例하여 增加하나 南岸은 북서풍과 북풍의 그늘지역(shadow area)에 있기 때문에 風速이 波高를 낮추는 結果

3) Strahler, A. N., 1976, *Principles of Earth Science*, Harper International Edition, Singapore, pp. 29~41.

4) Kirk, R., 1975, *Exploring Crater Lake Country*, the University of Washington Press, Seattle, pp. 3~5.

5) 金鳳均, 1969, "濟州島 新陽里 및 高山里地區의 新陽里層에 對한 層序 및 古生物學의 研究", 韓國地質學會誌, Vol. 5, No. 2, pp. 103~115.

6) 水路局, 1977, 1978, 1979, 潮汐表, 西歸浦 海洋觀測所, 1973, 1974, 1975, 1976, 1980年 波高計測資料

를 초래하고 있다. 7) 本島가 颱風의 進路에 있을 때조차도 바람은 東北風이므로 오히려 北岸의 波高를 높이고 南岸의 波高를 낮춘다. 그러므로 平均波高와는 달리 月別最大波高와 1/10 波高<sup>8)</sup>는 北岸이 높은 것으로 나타나고 있다. 南岸에서는 원거리의 颱風에 기인한 海溢이 있을 때에만 北岸보다 波高가 높아진다.

## 2. 本 論

### (1) 新陽里 波蝕臺

基盤岩에 따라 크게 新陽里層에 發達한 波蝕臺와 針狀長石橄欖石玄武岩에 發達한 波蝕臺, 非顯晶質玄武岩에 發達한 波蝕臺로 나눌 수 있고,<sup>9)</sup> 生成時期에 따라 現生波蝕臺와 古波蝕臺로 나눌 수도 있으며 植生の 被服여부에 의하여 被服波蝕臺와 非被服波蝕臺로 區分할 수도 있다.

第四期初에 形成된 新陽里層에 發達한 波蝕臺는 新陽里層의 여러가지 특징을 그대로 잘 反映하는

바, 新陽里層이 가장 널리 發達하고 있는 新陽里에서는 이 層의 露出된 길이 約 1 km, 너비 約 500 m, 깊이 20 m 內外로 現在 심각하게 侵蝕을 받고 있다. 地層은 東쪽(바다)으로 向하여 1~2° 程度 완만히 기울어져 있다. 新陽里層 바로 위에는 濟州玄武岩 혹은 始興里玄武岩이 不整合으로 덮고 있으며 新陽里層 아래에는 城山浦層이 不整合으로 연속된다. 新陽里層의 構成 物質은 表善里玄武岩, 城山溶岩의 破片 자갈과 火山碎屑物, 貝砂等이다. 新陽里層에 發達한 波蝕臺는 潮間帶型(intertidal)의 波蝕臺로서 表面은 자갈이나 모래로 被服되어 있지 않고 단순하며 완만한 傾斜(1~2°)를 가진다. 이 波蝕臺는 最低干潮水面까지 200 m 程度 連續되다가 갑자기 切斷되어 깊이 3~4 m 되는 斷崖(low tide cliff)를 形成하고 있는데 여기에는 垂直 깊이 1~2 m의 海蝕洞窟들이 生成되어 있다. 이 斷崖에서 바다로 갈수록 水深이 얕아지다가 水深 1 m 정도의 最高頂點에서 水深 20 m 까지는 다시 완만하게 기울어져 있다.

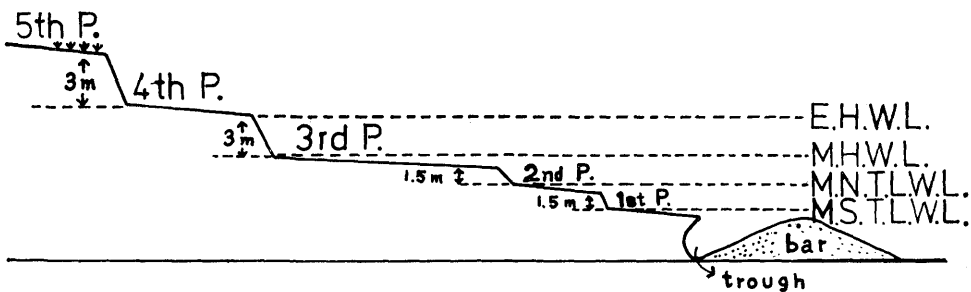


그림 3. 섬지코지 일대의 波蝕臺의 斷面圖

P : Wave Cut Platform

E. H. W. L. : Extreme High Water Level

M. H. W. L. : Mean High Water Level

M. N. T. L. W. L. : Mean Neap Tide Low Water Level

M. S. T. L. W. L. : Mean Spring Tide Low Water Level

上記 水深 1 m 程度의 最高 頂點地形은 最低干潮時의 碎波帶(breaker zone)에 發達하는 海底砂洲(bar)로 생각된다(그림 3). 그리고 低位潮水面 波蝕臺는 發見되지 않으며 潮間帶型 波蝕臺가 두개의 段을 이루며 低位潮水面까지 連續되고 있다. 波

蝕臺의 表面에는 地層의 強弱이 잘 나타나 있으며 節理現象은 관찰되지 않으나 파랑의 backwash에 依하여 形成된 grove 혹은 pothole 등의 微地形이 잘 發達되어 있다. 特히 新陽里層 波蝕臺는 集塊岩에 發達되어 있기 때문에 波蝕에 弱하여 波蝕에

7) 吳南三, 前掲書, pp. 14~17.

8) 波高 計測資料中에서 上位 10%에 該當하는 最大波高의 平均値를 말함.

Wood, A. M. M., 1969, *Coastal Hydraulics*, Macmillan, London, pp. 51~61.

9) 吳南三, 前掲書, p. 5.

너지에 의한地形侵蝕 方向을 確實히 觀察할 수 있다.<sup>10)</sup> 波蝕地形은 一般的으로 headland에서의 波蝕에 의한 斷崖後退에 의하여 形成되는 것으로 생각되어 왔으나 新陽里層 波蝕臺에서는 headland가 없음에도 불구하고 波蝕現象이 強力하게 일어나는 것을 관찰할 수 있다. 특히 重要的 것은 波浪의 前進에너지에<sup>11)</sup> 의한 波蝕臺 前面의 斷崖後退 뿐만 아니라 파랑의 backwash에 의한 磨蝕<sup>12)</sup>이 顯著하게 波蝕臺를 침식하여 波蝕物質을 보다 廣範圍하게 분포시키고 있다는 事實이다.<sup>13)</sup>

이외에도 低潮位斷崖의 활발한 後退現象, 그리고 beach에서 바다쪽으로 礫의 粒徑이 점차 증가하여 beach는 주로 모래 혹은 細礫(pebble)로 구성되며 반하여 바다로 내려 갈수록 그 粒徑이 幾何級數的으로 증대되어 最低干潮水面에서는 粒徑이 1m 정도에 달하는 巨礫(boulder) 등이 나타난다는 사실, 그러나 그 이하의 수심에서는 그 구성물질이 다시 모래로 변한다는 사실에서 波浪 energy가 가장 강하게 침식작용을 행하는 곳은 最低干潮水面 근처라고 생각된다.

波蝕物質의 最大 供給源인 3段波蝕面 근처에는 粒徑이 큰 礫들이 많으나 점차 바다로 향해 가면서 粒徑이 감소되다가 最低干潮水面 근처에서 粒徑이 다시 증가하는 현상도 또한 파랑의 침식 energy가 最低干潮水面에서 가장 강하다는 사실을 다시 증명하는 것이다. 또 波蝕臺의 磨滅은 longshore current와 beach drifting에 의하여 운반되는 物質에 의해 주로 행하여 진다는 사실이 확인되었다.

섬지코지에 發達한 波蝕臺도 針狀長石橄欖石玄武岩(表善里玄武岩)에 발달된 것으로서 基盤岩의

特徵을 잘 나타낸다.<sup>14)</sup> 이 波蝕臺는 最低干潮時에 폭 200m가량이 노출되며 最低干潮水面 前面은 一般 海岸線과 같이 cusp型 曲線을 그리고 最下位 波蝕臺의 末端部에 高度 3~4m의 斷崖를 형성하고 있다.<sup>15)</sup> 最少限 5段의 波蝕臺를 높이에 따라 區分할 수 있는 바 편의상 가장 아래의 段부터 1, 2, 3, 4, 5段으로 命名하였다. 各段의 高度差는 1.5~4m이며 各段 사이에는 斷崖가 形成되어 있다.

第5段은 現高潮水面보다 약 6m 위에 發達되어 있으며 심하게 風化를 받아서 波蝕臺임을 認識하기 어려운 곳도 있으나 섬지코지海岸의 곳곳에 生成되어 있다. 대부분 現在는 植生으로 덮혀 있으며, 陸上 侵蝕 營力에 의한 侵蝕現象을 觀察할 수 있으므로 現海水面의 波浪에너지에 의한 波蝕을 거의 받지 않는다고 생각된다.<sup>16)</sup>

第4段은 現高潮水面보다 약 3m 정도 높이에 있으며 바다를 向해서 약 2° 기울어져 있다. 4段이 波蝕에 의해서 破壞된 곳에는 4段과 같은 높이에 礫으로 構成된 berm이 發達되어 있다. 이 波蝕臺는 現在에는 주로 파괴되는 過程에 있다. 部分的으로 植生이 약간 被服되기도 하였으나 植生被服이 되지 아니한 곳이 大部分이다. 颱風과 같은 異常高水位 現狀이 있을 때에만 海水에 의하여 侵蝕을 당한다.

第3段은 平均 高潮水面과 一致하는 波蝕臺로서 1일중 2回 程度 海水에 의해 덮힌다. 波蝕臺 위에는 溶岩의 수축에 의해서 생긴 節理(joints)가 發達되어 있어 波蝕臺의 形成을 돕는다. 둘 이상의 節理가 接하는 곳에는 pothole이 生成되어 있다.<sup>17)</sup>

10) Russell, R. J., 1959, "Caribbean beach rock observations," *Z. Geomorph. N. F.*, Band 3, pp. 227~236.

Russell, R. J., 1962, "Origin of beach rock", *Z. Geomorph. N. F.*, Band 6, pp. 1~16.

11) Davis, R. A., 1972, *Principles of Oceanography*, Addison-Wesley, Mass., 翻譯版(文教部), pp. 109~132.

12) 平常時 波浪의 前進에너지에 의한 波蝕力이 微弱한 波蝕臺에서도 A級 颱風에 의한 巨波의 波蝕力은 莫大하다. 巨波에 의한 波蝕은 일차적으로 波蝕臺上의 weathering pit을 따라 이루어진다. 그러나 A級 颱風은 數十年의 週期를 갖고 있기 때문에 實際로 平常時 數十年間의 波蝕量과 比較되어야 하며, 또 이러한 巨波는 波蝕臺를 生成시키는 것이 아니라 生成된 波蝕臺를 파괴할 수도 있다.

13) Thornbury, W. D., 1969, *Principles of Geomorphology*, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 426~432.

14) 元鍾寬, 前揭書, pp. 20~21.

15) Davis, R. A., 前揭書, p. 346.

16) Thornbury, W. D., 前揭書, p. 426.

17) Peel, R. F., 1974, "Insolation weathering", *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl. Band 21, pp. 19~28.

Wirthmann, A., 1973, "Reliefentwicklung auf Basalt unter Tropischen Klimaten", *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl. Band 17, pp. 223~241.

Yaalon, D. H., 1974, "Note on some geomorphic effects of temperature changes on desert surfaces", *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl. Band 21, pp. 29~34.

**(2) 吾照里~城山浦波蝕臺**

食山峯의 東쪽과 城山里사이, 그리고 吾照里의 東쪽에 發達된 波蝕臺를 말한다. 19세기 말까지 이 地域은 大部分 波蝕에 露出된 波蝕臺였으나 1900년도의 護岸工事와 堤防工事에 依하여 本 波蝕臺는 大部分 直接的인 波蝕에서 保護를 받게 되었다.<sup>18)</sup> 以後 瀉湖도 생겨나고 波蝕臺에는 植生도 被服되었다. 그러나 지금도 颶風時에는 海水에 依해서 가끔 沈水되고 있다. 波蝕臺의 基盤岩은 吾照里近處에서는 針狀長石橄欖石玄武岩이며 城山里 陸繫砂洲에서는 新陽里層이다.

섭지코지의 第5段에 該當되는 古波蝕臺는 잘 認識되나 第4段以下의 波蝕臺는 區分이 잘 되지 않는다.

吾照里~城山浦 波蝕臺는 약 2km<sup>2</sup>의 넓이를 가진 것으로서 現在는 大部分 植生으로 被服되어 있다.

**(3) 新昌里波蝕臺**

基盤岩은 表善里玄武岩으로 되어 있다. 많은 節理가 發達되어 있으며 節理에 따라 風化作用과 波蝕이 강력히 進行된다. 節理가 바다에서 海岸으로 향해 垂直方向으로 發達되어 있고 節理에 따른 강력한 波浪의 侵蝕作用과 運搬作用(quarrying), 波蝕臺 表面에서의 潮水干滿의 現象에 따른 乾濕의 交代現象에 의한 風化作用(water level weathering), 節理面 사이의 空隙안의 水分의 結氷과 熔

融현상에 의한 風化作用등의 결과, 波蝕臺上에는 規則적인 灣入이 生成되며<sup>19)</sup> 이러한 灣入에 따라 강력한 波浪 energy가 집중하여 灣入은 더욱 進전된다(그림 4). 그림 4.의 2단계에 이르면 넓은 灣入部내에 渦流現象이 강력히 發生하여 점차 內部를 확대시켜 결국 제 3단계에 이르게 된다. 이때에는 沿岸流와 backwash가 강력히 작용하여 波蝕臺의 後方에서부터 波蝕이 加速化한다. 제 4단계에 이르러 上位波蝕臺의 末端部는 거의 直線化하여 上位臺의 末端部의 一部가 下位臺 위에 분리되어서 stack으로서 존재하게 된다. 이상의 과정을 살펴보면 이 下位波蝕臺도 같은 방법에 의해 그보다 下位의 波蝕臺로 또다시 平坦化될 것이므로 波蝕臺의 生成과 破壞에 있어서도 侵蝕輪廻의 法則이 適用된다는 것을 알 수 있다. 물론 이때에는 기반암의 岩質이 同一하다든지, 급격한 地盤運動이 없어야 한다는 것이 前提되어야 할 것이다.

本 新昌里 波蝕臺도 섭지코지 波蝕臺와 마찬가지로 5段으로 構成되어 있다. 그러나 上位波蝕臺와 下位波蝕臺 사이의 斷崖는 發見되지 않는다. 다만 斷崖가 있으리라고 豫想되는 곳에 礫들이 약간 急傾斜로 集積되어 있을 뿐이다. 3段以下의 波蝕臺에는 4角形, 5角形, 6角形의 節理가 많이 生成되어 있어서 이 節理面을 따라서 岩石이 깨어져서 암괴로 分離된다. 이러한 岩塊들은 대략 直

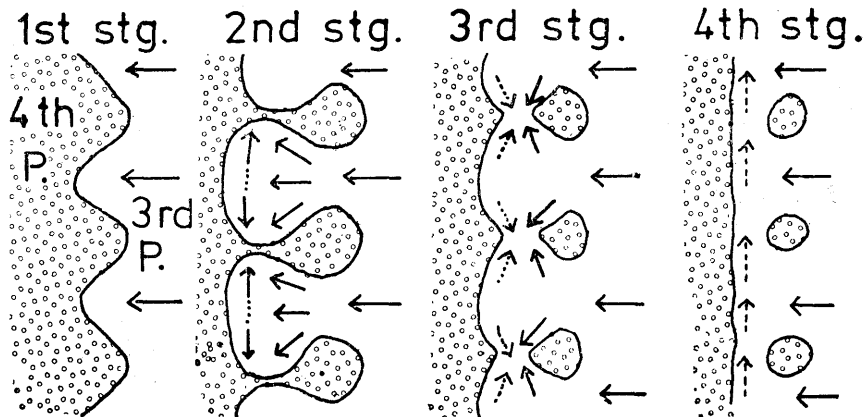


그림 4. 第3段 波蝕臺의 擴大과정(← : 파랑의 방향)

18) 吳南三, 前掲書, p. 57.

19) 이러한 灣入을 玄武岩 波蝕臺上的 rock cusps라 할 수 있을 것이다.

Wood, A. M. M., 前掲書, pp. 108~110.

朴東源, 前掲書, p. 47.

徑 40 cm 内外의 크기를 갖는다. 波蝕臺의 表面에서 일어나는 water level weathering 이 이와같은 現狀을 일으키는데 크게 作用하리라고 생각된다. 또 節理面과 節理面이 만나는 곳에는 pothole 이 生成되는 경우가 많다. 이 pothole 은 波蝕臺를 破壞하는데 큰 役割을 한다.<sup>20)</sup>

그리고 異常 高潮水位面과 一致하는 第4段 波蝕臺에는 第3段에서와 같은 岩塊의 生成도 없고 節理도 形成되어 있지 않다. 斑晶質石理로 되어 表面은 比較的 平坦하며 氣孔이 거의 없어 물이 잘 고인다. 곳곳에 풀들이 약간씩 자라고 있다. 高潮水位때의 강한 water spray 와 異常高潮水位 때의 一時的인 沈水로 인하여 이 波蝕臺에는 salt weathering 이 強하게 일어나고 있다.<sup>21)</sup> 일단 小規模의 溶蝕窪地가 생기면 이곳에 海水가 고이게 되어 漸次 이 窪地는 크게 生長한다.

第5段 波蝕臺는 城山里와 섬지코지의 그것보다 絶對 海拔高度가 약간(1.5~2m 程度) 낮다. 現在 植生에 依해서 被服되어 있는지 住宅地로 利用되고 있다. 低潮水位面과 一致하는 波蝕臺(2段 波蝕臺)도 그림 4.에 圖示한 方法대로 中間이 一部 破壞된 곳도 있다. 이때 切斷된 低潮水位 波蝕臺는 암초와 같은 形態로 바다 가운데 나타난다. 波浪의 planation 作用을 甚하게 받으므로 表面은 完全히 平坦하다.

#### (4) 西歸浦 波蝕臺

濟州島 南端에 該當하는 西歸浦 地域에서는 濟州島의 5段階 火山活動 가운데 第1噴出期에 該當하는 基底玄武岩과 西歸浦層(플라이오신)을 第2噴出期에 該當하는 西歸浦 粗面岩(플라이스토신)이 不整合으로 덮고 있으며 그 위를 第3噴出期에 該當하는 長石玄武岩(下孝里玄武岩)이 不整合으로 덮고 있어서, 濟州島 代表的 溶岩인 針狀 長石橄欖石玄武岩(表善里玄武岩)은 나타나지 않고 있다.<sup>22)</sup> 그러므로 西歸浦 地域의 波蝕臺에서는 前述한 濟州島 東~西地域의 波蝕臺와는 상이한 特徵의인 點들이 觀察된다. 西歸浦 地域의 代表的인 波蝕臺는 그 規模와 特徵으로 보아서 거문여(속칭) 波蝕臺와 새섬 波蝕臺라 할 수 있다.

거문여 波蝕臺는 基盤岩이 長石玄武岩(下孝里玄武岩)이며, 4개의 高度를 달리하는 波蝕臺로 구성된다. 가장 高度가 높은 第5段은 西歸港(西)쪽으로 높고 甫木里(東)쪽으로 낮아 高度差가 크지만 대략 해발 10~25 m 사이에 형성되어 있다. 역시 植生이 덜어 있으며 현재 農耕地로 이용되고 있다.

4段 波蝕臺의 폭은 약 100 m이며 表面에는 salt weathering 이 상당히 進展되고 있고 一部 地域에 植生이 점차 侵透하고 있다. 그 高度는 前述한 濟州島 東西地域의 波蝕臺에 비슷하여 現高潮水面보다 3m 정도 높다. 3段과 4段사이의 斷崖는 3~4 m 程度로 測定되며 第2段과 3段은 얕은 斷崖로 區分되나 最低位水面 波蝕臺인 第1段과 第2段은 區別하기 어렵다.

第1段 前面은 3~4 m 높이의 水中斷崖로 海底와 連結되고 있다. 그러나 前述한 新陽里의 一部 地域과 이 地域에서는 대부분 第1段, 第2段, 第3段 波蝕臺가 同時에 波蝕되어 그 斷崖가 第4段 波蝕臺에 連結되어 있어 第4段 前面 斷崖가 最低 干潮水面이하에 달한다. 따라서 그 수직 높이가 10 m 이상 달하고 있는 곳이 상당히 넓은 지역에서 觀察된다.

새섬의 基盤岩은 上記 거문여와는 달리 西歸浦 粗面岩地域이기 때문에 다른 形態의 波蝕臺를 이루고 있다. 波蝕臺는 5개의 高度를 달리하는 段으로 구성되어 있는데 가장 높은 第5段 波蝕臺의 표면은 새섬의 고도자책(약 15 m)와 일치한다. 표면은 比較的 平坦하며 植生이 무성하게 자라고 있다.<sup>23)</sup>

第4段 波蝕臺는 거문여波蝕臺에서와 같이 濟州島 다른 地域의 波蝕臺에 比하여 面積이 廣大하고 海拔高度 亦是 약 3 m(平均高潮水面 기준)로 他地域과 비슷하다. 따라서 그 高度가 異常高潮水位面과 일치한다. 그 表面에는 salt weathering 을 받아 形成된 侵蝕窪地가 곳곳에 發見된다.

이 窪地에는 대부분 海水가 고여 있어 초봄과 늦가을에 結氷과 熔融이 交代될 때 쉽게 파괴되어 그 규모가 擴大된다. 또 颱風등이 불어 水位가 異

20) Small, R. J., 前掲書, p. 450.

21) Cotton, C. A., 1963, "Levels planation of marine benches", *Z. Geomorph. N. F.*, Band 7, pp. 103~105.

22) 元鍾寬, 前掲書, pp. 36~40.

23) Bloom, A. L., 1965, "The explanatory description of coasts", *Z. Geomorph. N. F.*, Heft. 4, Band 9, pp. 422~436.

常高潮水面에 달할 때에는 海水의 噴射에 의한 salt weathering 이 촉진되고 있다는 것도 관찰된다.<sup>24)</sup>

3段은 一般的으로 平均高位潮水面과 一致되는 波蝕臺로서 현재 cusp 型으로 第4段을 파들어 가면서 그 자체를 확대시키고 있다. 따라서 상위단인 第4段은 점차 축소되어 간다고 볼 수 있다.

第3段과 4段 사이의 斷崖도 수직내지 수직에 가까운 斷崖로서 그 高度差는 약 3m 이고 후방으로 平行後退하고 있다. 潮間帶型 波蝕臺는 거의 發見되지 않고 第3段波蝕臺 前面 斷崖는 第1段波蝕臺 斷崖底의 trough 까지 달하여 그 斷崖의 높이가 7m 내외에 이르고 있다. 一部 地域에서는 第1段 波蝕臺가 觀察되는데 第3段과의 高度差는 3m 내외이며 강력한 波蝕에 依해서 形成된다. 高潮 波蝕臺인 第3段 波蝕臺는 wave planation 뿐만 아니라 water layer weathering 과 solution weathering 의 影響도 많이 받고 있는 것으로 觀察된다. 이 波蝕臺도 全體적으로 볼 때 그림 4.에서 圖示한대로 形成擴大되고 있으나 이 새섬 波蝕臺에서는 아직 孤立된 岩島가 發見되지 않는다. 이는 기반암이 粗面岩으로 이루어져 있고 節理의 발달이 미약하기 때문이라고 해석된다.

### (5) 北村里 波蝕臺

基盤岩은 針狀長石橄欖石玄武岩으로 이루어져 있는데 他 海岸에 比하여 規模가 比較的 작고 段의 發達도 微弱하다. 第5段과 平均滿潮水面과 一致하는 第3段 그리고 最低干潮水面과 一致하는 第1段 波蝕臺가 認定되지만 4段과 2段 波蝕臺는 發見되지 않는다. 第4段 波蝕臺의 位置에는 shingles 이나 boulders 로 이루어진 berm 이 잘 發達하고 있어 第5段의 前面을 保護하고 있다. 第5段은 他 地域처럼 植生으로 덮혀 있어서 現 波蝕臺가 아님을 認識할 수 있으며 그 海拔 高度가 他 地域에 생성된 第5段 波蝕臺에 比하여 낮은 것이 特徵이다.<sup>25)</sup> 서귀포 새섬의 第5段 波蝕臺와 比較

한다면 10m 정도 高度가 낮다는 것이 확인된다. 이와같은 현상은 北岸이 南岸에 比하여 相對的 隆起量이 적다는 것을 의미한다고 생각된다.

현재 波蝕이 가장 활발히 진행되는 곳은 第3段 波蝕臺로서 波浪의 前進에너지, 碎波(breaker)<sup>26)</sup>, 波蝕臺 表面의 乾濕의 交代, 沿岸流, swash, backwash, gully flow<sup>27)</sup> 등의 다양한 방식에 의해서 第3段은 계속 확대되고 있으며 그 波蝕物質은 第3段의 後面에 berm 堆積物로서 集積된다. 波浪의 前進 energy 는 第3段 波蝕臺의 안쪽에서는 점차 弱화되므로 第3段 波蝕臺는 안쪽에서 바깥쪽으로 약 1° 기울어져 있다. 第3段 波蝕臺가 파괴되는 과정에서 上位臺의 一部가 stack 으로 남을수가 있는데, 이 stack 의 형태가 거의 圓形이고 바다에 면한 쪽이 반드시 더 우월한 침식을 받지 않는다는 사실에서 波蝕臺가 擴大되는데 있어서 波浪의 前進 energy 뿐만 아니라 沿岸流나 backwash 등도 중요한 직접적인 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다.<sup>28)</sup> 특히 沿岸流나 backwash 가 礫들을 운반할 때에는 그 磨蝕力이 대단하여 上位波蝕臺와 stack 을 신속히 파괴시킨다는 것을 현장에서 관찰할 수 있다.

## 3. 綜合討論 및 結論

본 調査地域의 波蝕臺는 거의 모두 第4期에 噴出된 玄武岩 혹은 玄武岩質粗面岩, 第4期初의 新陽里層等에 生成되어 있다. 東西南海岸에 發達되어 있는 波蝕臺는 보편적으로 5개의 段으로 구성되어 있으나 北岸에 發達된 波蝕臺는 3개의 段으로만 구성되어 있다.

가장 上位의 波蝕臺인 第5段 波蝕臺는 植生으로 被服되어 있거나 혹은 人間의 住居地내지 農耕地로 利用되고 있으며 異常高潮水位 때에도 現海水에 의한 直接的인 波蝕은 받지 않은 波蝕臺이다. 南岸 西歸浦港의 건너편에 있는 새섬에 발달된 제

24) Goudie, A., 1974, "Further experimental investigation of rock weathering by salt and other mechanical process", *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl. Band 21, pp. 1~12.

25) 金相昊, 1963, "濟州島의 自然地理", 地理學 第1號, pp. 2~14.

26) spilling breaker, plunging breaker, surging breaker 들이 觀察되었음.

27) 落潮流時에 波蝕臺上의 弱線에 형성된 균열을 따라 흘러내려 오는 rill 과 비슷한 유출형태를 말함.

Hazel Faulkner, 1974, "An allometric growth model for competitive gullies", *Z. Geomorph. N. F.*, Suppl. Band 21, pp. 76~87.

28) Bascom. W., 1980, *Waves and Beaches*, Anchor books, New York, pp. 216~230.

5 단 波蝕臺는 現 平均 海水面보다 약 15 m 높은 高度에 발달되어 있으나 東岸과 西岸에서의 第5段 波蝕臺의 高度는 약 10 m에 불과하고 北岸에는 약 5 m에 불과하다. 그러나 4段 이하 段의 海拔高度는 濟州島 전 海岸에 걸쳐 거의 同一하다는 사실, 플라이오세에 속하는 西歸浦層과 플라이스토초에 속하는 城山浦層은 심하게 요곡 운동을 받아 응기되어 있으나 이들보다 後期에 속하는 新陽里層은 比較的 심한 요곡 운동을 받지 않았다는 사실 등에서 第5段은 第3紀末, 第4紀初 이전에 形成되어 第3紀末, 第4紀初에 現 위치로 응기되었고, 그 이후에는 본 濟州島에 있어서 傾動운동은 비교적 微弱했으리라는 사실이 유추된다. 또 南岸 西歸浦 近處나 北岸의 北村里 近處에서의 第5段 波蝕臺의 高度差에 의해 약 10 m 정도 西歸浦 近處의 海岸이 相對的으로 隆起 되었을 可能性을 強力히 시사한다. 第5段 波蝕臺는 現在 陸上侵蝕(subaerial erosion)에 의해서 破壞되어 변형되어 있으므로 古波蝕臺로 認識된다.

第4段 波蝕臺는 異常高潮水位時에만 波浪에너지에 의하여 直接的인 波蝕을 받는 곳이며 그 表面은 海水噴射에 의한 salt weathering에 의하여 強力히 침식 당하고 있다. 一部地域에서는 第4段 波蝕臺가 심하게 破壞되고 그곳에 礫이 堆積되어 berm을 形成하기도 한다. 特히 北岸에서는 第4段이 觀察되지 않고 이곳에 代身 礫으로 된 berm이 發見된다. 대략 平均 高位潮水面보다 약 3 m 程度의 높이에 位置하고 있다. 4段과 5段의 絕對高度의 差異는 西歸浦 앞의 새섬에서 약 10 m에 이르나 東岸과 西岸에서는 3 m, 北岸에서는 약 1 m인 것으로 觀察된다.

3段 波蝕臺는 現 滿潮 平均水位面과 一致하는 波蝕臺로서 가장 널리 分布한다. 上位에 있는 4段 波蝕臺가 波蝕에 의하여 축소되는 정도 만큼 점차 그 범위를 擴大시키고 있다. 따라서 3段 波蝕臺는

漸次 확대되며 4段 波蝕臺는 점차 축소 되리라고 생각된다. 현재도 곳에 따라서는 北岸의 北村里 海岸에서와 같이 4段 波蝕臺가 거의 完全히 파괴되어 野外에서 인식할 수 없는 경우도 있다.

第3段 波蝕臺는 規模의 大小 差異는 있으나 濟州島의 거의 모든 海岸에 따라서 發達되어 있으며 基盤岩은 모두 玄武岩이지만 그 噴出形態와 化學的 特性의 差異에 따라 波蝕臺 表面의 節理가 무질서하고 稠密하게 發達된 것, 그리고 節理가 4, 5, 6角形으로 질서있게 발달되어 있는 것등 表面의 微形態가 相異한 여러 종류의 波蝕臺가 생성되어 있는데 이러한 波蝕臺는 그 岩石學의 特性에 의하여 獨特한 方法으로 擴大되고 있다.

4段 波蝕臺가 破壞되고 3段 波蝕臺가 擴大되는 方式은 그림 4.에 表示한 것과 같다. 3段 波蝕臺가 擴大되면 결국 上位 波蝕臺인 4段 波蝕臺는 축소되어 없어지지만 똑같은 方法으로 새로 생긴 3段 波蝕臺도 파괴되어 平坦化될 것이 예상되므로 이러한 파식대의 파괴 과정은 암석의 特性의 현격한 差異나 地盤運動이 없는 한 계속될 것으로 생각된다. 그리하여 최종적으로는 모든 波蝕臺는 사라지고 堆積海岸地形으로 변모할 것이다.

第2段 波蝕臺는 조금干潮水面과 사리干潮水面 사이에 生成되며 본 波蝕臺의 上部는 조금干潮水面과 一致한다. 波浪이 극히 심한 곳에는 發見되지 않는다. 東岸의 新陽里層과 섬지코지의 玄武岩에 第2段 波蝕臺가 잘 발달되어 있다.

第1段 波蝕臺는 最低干潮水面과 一致하는 波蝕臺로서 새섬에서처럼 第3段과 絕崖로서 연속되는 경우가 많다. 強力한 波浪에너지에 의해서 生成되므로 表面은 一般的으로 거의 平坦하며 垂平을 이룬다.

—\* 서울大 社會大 副教授—

\*\* 서울大 博士課程



# A Geomorphological Study on the Wave Cut Platforms of the Cheju Island

Dong Won Park\*

Nam Sam O\*\*

## Summary

In order to study the geomorphological features of the wave cut platforms which are formed on the basalt, authors conducted a research on the four representative coasts of the Cheju Island, a southern most volcanic island of Korea. The study areas are as follows: Seogwipo coast in the south, Bugcheonri coast in the north, Seongsan coast in the east and Sinchangri coast in the west. All the coasts except a part of Seongsan and Seogwipo coast are composed of basaltic ground rock. The Seongsan and Seogwipo coasts are composed of tertiary and quaternary formations as well as basalts.

The wave cut platforms on all the coasts except the one in the north are composed of 5 terraces while the northern one 3 terraces. The highest terrace which may be called the 5th terrace is covered with vegetations or sites of present human settlements. This terrace is not directly affected by the present wave planation and is usually severely weathered by the sub-aerial erosion and might be a paleo terrace. The height of this terrace near Seogwipo reaches 15 meters above mean sea level while it reaches 10 meters in the east and west coast and 5 meters in the north. This fact indicates that

the Cheju Island was subject to the strong crustal movement in the late tertiary and the early quaternary, during which time the middle part of the southern coast has uplifted ca. 10 meters in comparison to the northern one. Since the early quaternary it seems that the tilting has taken place insignificantly.

The 4th terrace which is under wave attack only during extremely high water level (ex. Typhoon) is being planated by the present wave energy and subject to strong salt weathering. In the northern coast this terrace is severely eroded and turned into gravel berms. This terrace lies about 3 meters above the mean high water level. The difference of height between the 5th and 4th terraces ranges 10 meters in the south, 3 meters in the east and west and 1 meter in the north. However, the fact that the height of the 4th and 3rd terraces almost equals at all the coasts indicates that the tilting of the Cheju Island took place after the formation of the 5th terrace and earlier than the formation of the 4th and 3rd terraces and during the ensuing periods there has been no significant tectonic movement which affected the relative tilting of the Cheju Island.

The 3rd terrace which lies on the mean high water level is the most widely developed terrace and still expanding rapidly at the expense of

the 4th terrace, which leads to the retrenchment of the 4th terrace. The densely developed joints of various shapes contribute, to great extent, to the rapid expansion of the 3rd terrace. The way of planation of the 3rd terrace is shown on the fig. 4.

The 2nd terrace is formed between mean low water level of neap tide and mean low water level of spring tide. Whereever the wave energy is very strong this terrace is not formed. This terrace is well developed on the Sinyangri For-

mation and basalt coast of the east coast.

The 1st terrace which lies in the lowest position corresponds with the extreme low water level. Whereever this terrace is developed, there is formed no 2nd terrace and the 1st terrace is directly connected with the 3rd. The above fact indicates that the 1st is formed where wave energy is very strong as in Saeseom Island off Seogwipo port. The surface of this terrace is usually very plain and horizontal because of the strong wave actions.