

論 文

卓越波浪에 依한 東海岸線 分類의 調查研究

(Astudy on the classification of Eastern Coastal line of Korea
from the view point of Prevailing Wave Direction)

1978. 4. 20

李 元 煥*

Lee won hawn

李 鍾 泰**

Lee Jong tae

Abstract

The approaching deep water wave heights and directions affect the wave energy which is carried to the coast. By studying the relations between the longshore wave energy theory and the evolution of coastline, writer can arrive following conclusion. the longshore littoral drifting affects to a great deal the formation of the coast, and by investigating on the eastern coastal geomorphology of Korea, the theory was proved as a true and made it possible to an approaching to the subdivided classification of eastern coast of Korea. That is to say that angle taken by the level between the wave crest line of prevailing wave (NE) and the coastline was measured as less than 15° , and in the area neighboring the river which served as source of sand particles, there are grand scale formation of sand beach expectable, in the other hand the formation of sand beach in case of $35^\circ \leq \alpha_0 \leq 55^\circ$ which represents the vivid phenomena of longshore littoral drifting was proved not influential but rather transformed into a rocky coast. Depending on the above facts the writer classified general shape of the coast affected by the vivid wave action into the following three, (1) The equilibrium beach. (2) Erosional beach. (3) Geomorphological beach, and made the sandy and rocky coast are subdivided as S-A.B.C and R-DEF.

1. 序 論

한 海岸地形의 特性을 正確하게 파악하는 일은 그 海岸에서 이루어지는 局地的인 工學的 問題들 못지 않게 重要하며 先行되어야 할 課題이다. 海岸線의 一般적인 性格을 부여하기 위한 努力으로서 많은 學者들에 의해 海岸線의 分類가 試圖되어 왔다. 가장 오랜 동안 그리고 널리 使用되어 온 分類는 Johnson(1919)의 成

因의 分類인데 이에 따르면 海岸線은 (1) 浸水海岸線 (shorelines of submergence), (2) 移水海岸線 (shorelines of emergence), (3) 中性海岸線 (neutral shorelines), (4) 複合海岸線 (compound shorelines) 等이다¹⁾ Valentin(1952), Bloom(1965)은 크게 前進海岸 (advancing coast)와 後進海岸 (receding coast)의 2種類로 보았으며, Cotton(1952)은 地殼運動의 重要性을 認識하고 安定地域 (stable region)의 海岸과 不安定地域 (mobile region)의 海岸으로 分類하였는 바, 安定地域이란 第4紀 동안에 地殼運動의 影響을 받지 않은 곳, 不安定地域이란 同期間에 그 影響을 받았거나 아직 받고 있

* 延世大學校 工科大學 土木工學科 教授, 工學博士, 本學會 理事

** 正會員

는 곳을意味한다^{2),3),4)}. Price(1955), Putnam(1960) 등의分類를發展시켜 Shepard(1963)는非海洋性機構(non-marine agencies)에 의하여形成되는1次的(幼年期)海岸과 주로海洋性機構(marine agencies)에 의해서形成되는2次的(壯年期)海岸으로分類하였다^{5),6),7)}.

우리나라東海岸에關하여는一般的으로 Johnson의分類에 의하여 곳곳에海岸段丘를 보여주는移水海岸으로 보고 있으나 자세히檢討하면海岸線이 매우不規則하며潟湖와 이를 바다쪽에서 막은砂洲는後水期的海面上昇을 말해주고 있다⁸⁾⁹⁾. Shepard의分類에 의하면東海岸은海洋性侵蝕에 의해形成된岩石斷崖(sea cliff)海岸과海洋性堆積에 의해서形成되는砂濱(sand beach)海岸 등이散在하여 있는2次的海岸에該當된다고 볼 수 있다. shepard는 이2次的海岸에 대하여波蝕·堆積海岸의岩石崖 및砂洲들의形態에 따라細分하였으나實際로波浪作用이海岸線을變化시켜 나간過程과影響力에對하여는크게考慮하지 않았는바本論文에서는海岸線의發達形態를波浪에너지의海岸線에對한傳達過程의水理現象을 감안하고各海岸地形의諸調査,檢討를 병행함으로써東海岸地域別地形에 따라 새로운觀點에서의分類를提案하였다. 이러한努力은 앞으로東海岸에서 이루어지게 될海岸 및港灣施設의立地選定을包含한基本計劃에 있어檢討對象海岸의一般的特性을事前 파악하는 데 도움이 되고자 함에 그目的이 있다.

2. 東海岸線의性格과分類

東海岸은西·南海岸에 비해 좁고直線化된細長한砂濱과急峻한岩石海岸으로構成되어 있다. 東海岸이 이러한地形을 이루게 된原因은 첫째東高西低한韓半島의地形의特色과 둘째後水期的連續的인海面上昇, 셋째他海岸에 비해活潑한波浪作用과幅 좁은潮差 등에서 찾아볼 수 있다. 東海岸의地形特色을 열거하면

- (1) 直線化 砂濱
- (2) 急峻한 岩石海岸
- (3) 河口를 가로막아 發達된 砂洲(sand bar)
- (4) 곳곳에 形成된 潟湖(lagoon)
- (5) 砂濱前面(foreshore)에 形成된 커스프(cusp)
- (6) 크고 작은 톨보로(tomboro)

등이다. 이상과 같은特色들은東海岸線이活潑한波浪作用을 받고 있음을 의미한다. 本論文에서는海岸으로進行해 오는深海波의波高 및波向은海岸에傳達되는波浪에너지의規模를左右하며 이로 인한沿岸漂

砂移動狀況은海岸線形成에 큰影響을 줄 것이라는理論의根據와東海岸地形을調査,檢討함으로써그關係性を追求하였다, 또한 이를土臺로東海岸의細分化된 새로운分類를 시도하였다.

2.1 海岸線 方向과 波浪에너지

沿岸流에關한實驗的的研究를爲하여 Saville(1950)은 1:10의傾斜로서平均粒徑 0.3mm의 모래를使用하여波向(α_0 波峰線과海岸線과 이루는角)을 $10^\circ \sim 13^\circ$ 로變化시켜가면서漂砂移動量을觀察하였는바,波形傾斜(wave steepness)가 0.02에서 0.025의範圍일 때最大漂砂移動이發生되며 0.02以下이면漂砂移動量은急激히減少됨을發見하였다¹⁰⁾.

Johnson(1953)은深海波向을漸次的으로變化($10, 20, 30, 40, 50$ 度)시킴으로써沿岸漂砂移動量의變化狀態를實驗하였는바, 여러種類的波形傾斜(0.01~0.05)에對하여 α_0 가 30° 일 때 가장漂砂移動이活潑하였다¹¹⁾.

波浪에너지와沿岸漂砂移動量과의關係는 Watt(1953), Caldwell(1956), Savage(1959) 등에 의하여研究되었다^{12),13),14)}. Caldwell은沿岸方向에너지(along-shore energy), E_L 과漂砂移動量, Q 와의關係를

$$Q = 210E_L^{0.8} \dots\dots\dots(1)$$

로提案하였다¹³⁾. 微小振幅波理論에 의하여單位波長幅當位置에너지(E_r)와運動에너지(E_s)를合한單位面積의平均에너지 \bar{E} 는

$$\bar{E} = \frac{E}{L} = \frac{\rho \cdot g H^2}{8} \dots\dots\dots(2)$$

따라서波의進行方向과直交하는單位面積을通過하는波의單位幅當에너지傳達量(energy flux, wave-power), P 는,

$$P = E n c = E C g = \frac{\rho g}{8} H^2 C_g \dots\dots\dots(3)$$

여기서群速度, C_g 는

$$C_g = \frac{1}{2} \frac{L}{T} \left[1 + \frac{4\pi d/L}{\sinh(4\pi d/L)} \right] = n C \dots\dots\dots(4)$$

波峰線과海岸線이 α 만큼의角度를이룰 때海岸線單位幅當 미치게 되는에너지傳達量은

$$P \cos \alpha = \frac{\rho g H^2}{8} C_g \cdot \cos \alpha \dots\dots\dots(5)$$

海岸線과平行方向의成分은

$$P_L = P \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{\rho g}{16} H^2 C_g \cdot \sin 2\alpha \dots\dots\dots(6)$$

碎波帶에서의 P_L 을 P_L_0 로表示하고 C.E.R.C에依하면

$$\bar{E} = (\rho g H_b^2) / 8 \doteq 8 H_b^2 \dots\dots\dots(7)$$

$$C_g = C \doteq (2g H_b)^{1/2} = 8.02 (H_b)^{1/2} \dots\dots\dots(8)$$

$$(H_b)^{1/2} = 1.14 (\cos \alpha_0)^{1/4} H_0^{1/2} \dots\dots\dots(9)$$

여기서 H_b 는碎波高, α_0, H_0 는深海波에對한波向 및波高이다. 식(6), (7), (8), (9)을使用하여 H_0 및 α_0 가決定되면

表-1

東海岸 沿岸漂砂量²⁰⁾

區分	位置	巨 津	東 草	墨 湖	三 陟	厚 浦
移 動 方 向		S	S	N	N	S
漂 砂 量(M ³ /m·yr)		4,516	6,750	9,618	1,259	15,154
調 查 期 間		1974	1974	1974	1974	1974.12~1975.11
使 用 公 式		SAVAGE	SAVAGE	SAVAGE	SAVAGE	SAVAGE

$$P_{L2} = 18.3H_0^{5/2}(\cos\alpha_0)^{1/4}\sin 2\alpha_0 \dots\dots\dots(10)$$

로써 P_{L2} 를 求할 수 있다¹⁵⁾.

2.2 波向에 依한 海岸線의 分類

Watts(1953), Caldwell(1956), Moore and Cole (1960), Komar(1969) 등의 實觀測值를 土臺로 沿岸 移動漂砂量과 에너지傳達率의 關係式을 다음과 같이 表示할 수 있는 바, 即

$$Q = (7.5 \times 10^3) P_{L2} \dots\dots\dots(11)$$

E_L 의 값은 深海有義波高, H_0 및 α_0 에 의해 左右되므로 漂砂量의 規模도 이 값들에 의해 決定된다^{12),13),16),17)} 특히 (10), (11)式에서 알 수 있는 바와 같이 波高의 漂砂 移動量에 미치는 影響은 매우 크다. 우리나라 東海岸의 平均有義波高는 2m 內外이며 最大有義波高는 5

~6m 程度의 高波이다^{18),19)}. 이러한 波浪條件은 實際로 東海岸線에 沿하여 活潑한 漂砂移動을 誘發하며 港內埋沒 및 海岸侵蝕 등의 海岸工學의인 問題들을 던져 주고 있는 實情이다^{20),21)}(表-1).

同一한 波高에 對하여서는 波向이 沿岸 方向 漂砂移動規模 및 方向의 左右하게 되므로 海岸線의 發達方向과 卓越波向(prevaling wave direction)과의 不可分한 關係性을 豫測할 수 있게 된다. 海岸線方向의 最大 漂砂移動量은 (10), (11)式에 依하면 $\alpha_0=42^\circ$ 에서 發生된다(Fig 1). 이 값은 Johnson(1953)의 實驗에서 提案된 $\alpha_0=30^\circ$ 와는 差異가 있으나 現場實測值를 많이 考慮한 C.E.R.C.의 公式에 더욱 比重을 두어 判斷한다면 $30^\circ \leq \alpha_0 \leq 55^\circ$ 의 範圍에서 比較의 活潑한 沿岸漂砂移動이 豫想된다. 海岸線의 發達方向과 卓越波向의 波峰線(wave crest line)이 이루게 되는 α_0 가 이러한 範圍에 해당되고 波高가 充分히 크다면 海濱前面(shore face)에 對한 構成物質의 供給은 不足하게 되는 傾向을 보

表-2 α_0 에 依한 海岸線 分類

α_0 의 範圍	海岸의 一般의 性格
(가) $0^\circ < \alpha_0 \leq 15^\circ$ (平衡性海岸)	同一 規模의 波高 및 周期를 갖는 波浪에 對하여 他海岸보다 큰 에너지가 海岸을 向하여 傳達되므로 海岸線 直角方向으로는 活潑한 漂砂 교환作用과 循環現象이 期待되나 沿岸方向의 漂砂移動은 오히려 鈍化되어 一定 規模의 砂濱形成이 容易한 平衡海岸
(나) $30^\circ \leq \alpha_0 \leq 55^\circ$ (波蝕性海岸)	(가)의 海岸과는 對照의으로 沿岸方向의 漂砂 移動이 活潑하여 隣近 河川으로 부터의 供給物質이 充分하지 못한 地域에서는 波蝕이 豫想되는 海岸
(다) $15^\circ < \alpha_0 < 30^\circ$ 및 $55^\circ < \alpha_0 < 90^\circ$ (地形性海岸)	(가), (나) 海岸의 中間의인 性格을 나타내는 海岸이며 周邊地形因子들이 海岸線形成에 주는 影響이 (가), (나) 海岸보다 크다.

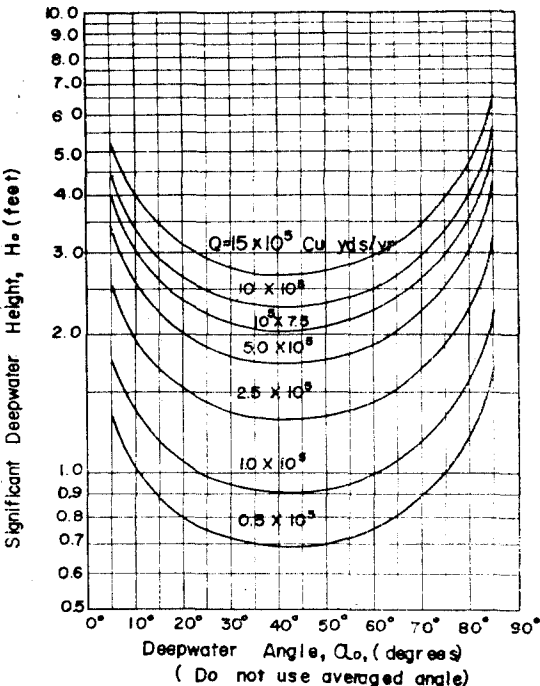


Fig.1 Longshore transport rate as a function of deepwater height and deepwater angle

임으로써 두터운 砂濱의 形成은 어렵게 된다. 反面 $\alpha_0 \leq 15^\circ$ 程度이면 波浪에 對한 漂砂移動은 相對的으로 鈍化되어 運搬物質들의 堆積이 可能한 地域으로서 一定 規模의 砂濱形成이 期待되는 海岸이다. 이와 같은 見地에서 卓越波의 波峰線과 海岸線이 이루게 되는 角 α_0 에 依하여 海岸線을 分類하고 그 特性을 說明하면 表-2과 같다.

表-2와 같은 分類에서 地形의 因子는 海岸의 種類에 無關係하게 作用하며 경우에 따라서는 全く 相反된 樣相을 보여줄 수도 있으므로 上記와 같은 分類는 波浪에 關한 限의 포괄적인 分類이며 後述하는 波浪作用이 活潑한 東海岸에의 適用에서는 舍當한 結果를 얻을 수 있었다. 이 分類에서 α_0 의 境界值決定에 關하여는 主觀的인 面을 完全排除하지 못하였으므로 앞으로의 研究課題도 둔다.

2·3 東海岸의 卓越波向

深海波의 波高와 波向은 海岸에 沿하여 形成되는 沿岸流 및 離岸流等의 移動規模 및 패턴을 左右하게 되므로 海岸의 諸現象을 予見하기에 앞서 深海波에 對한 考察이 先行되어야 한다. 東海岸의 波浪은 黑瀆, 厚浦, 浦項, 蔚山港 等의 波浪觀測所에서 波高가 觀測되고 있으며 이 資料들에 依하여 東海岸의 波浪特性이 研究되었고 設計波高決定을 爲한 平均波高, 右義波高等이 여러 學者들에 依해 提議되어 왔다¹⁸⁾¹⁹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾. 波向에 關하여는 各 觀測所別로 目視에 依하여 觀測되었는 바 觀測所位置에 따른 局地的인 陸上風의 影響과 海底等深線이 相異하므로 東海岸의 卓越波向을 몇몇 港에 지의 觀測資料로서 決定하기에는 無理가 많은 것으로 判斷되어 筆者는 海上風向이 陸地의 影響을 벗어나 比較的 正確하게 記錄되었을 것으로 生疑되며, 東海의 中央에 位置하여 東海岸의 海岸條件을 代表할 수 있을 것으로 判斷되는 蔚山도 測候所의 風向記錄值에 依해 東海岸의 卓越波向을 決定하였다. 東海의 海域은 風波를 發生시킬 수 있는 充分한 對岸距離를 가졌으며 特別 風速이 5.5m/sec以上인 경우에서 波向의 影響이 매우 큰 바, 이러한 경우 各港의 方位에 對하여 風向과 波向이 一致된다고 볼 수는 없으나 많은 觀測值로부터 算出해 낸 卓越波向은 實際平均的으로 보아 卓越波向과 같다고 볼 수 있다. 따라서 蔚山도의 지난 10年間(1964~73) 風向別 風速階級別 觀測回數의 百分率 算出結果에 (Fig. 2) 依하면 風速의 階級을 莫論하고 NE 方向의 卓越風向이므로 東海岸에 來到하는 風成波의 卓越波向도 NE의 範區로 判斷된다.

2·4 砂 濱(Sand beaches)

高城에서 浦項에 이르는 海岸線의 總延長은 約 340

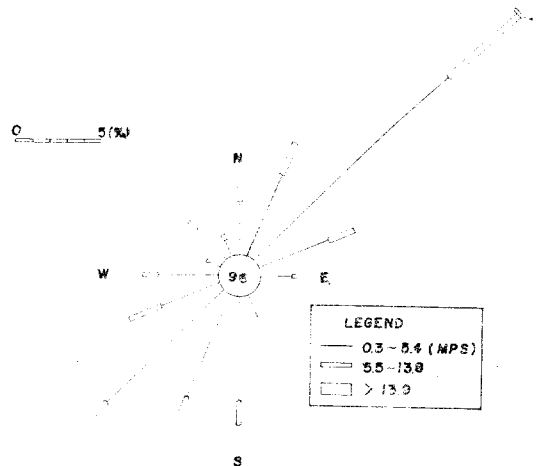


Fig. 2. Wind Rose of Ulieng-Do(10 yrs. 1964~1973, Data from (25))

km이며 이 海岸線의 約 2/3가 砂濱이고 나머지 海岸線은 주로 岩濱, 岩石崖等으로 構成되어 있다.

1:25,000 地形圖에 依한 調査 및 現地踏査 結果 連續 延長 2km 以上, 幅 50M 以上되는 大規模의 砂濱은 高城~浦項間에 29個所이었으며 이 砂濱들 舍한 길이는 138km, 平均延長 4.75km, 平均幅 98m이다. 또한 砂濱들의 約 85%가 북위 $37^\circ \sim 38^\circ 40'$ 地域에 形成되어 있고, 나머지 15%는 북위 $36^\circ \sim 37^\circ$ 地域에 分布되어 있어 全般的으로 보아 大規模의 砂濱은 高城~竹邊間에 偏重되어 있다(表-4). 그 原因은 여러가지로 分析될 수 있겠으나 2.1~2에서 論述한 概念에 立脚하여 두가지의 큰 要因을 든다면 첫째로 河川 下流部에 幅 넓은 沖積平野와 豊富한 供給物質을 河口로 放出하는 比較的 큰 河川이 이 地域內에 多數 存在한다는 것과, 둘째로 海岸線의 發達方向이 漂砂의 移動으로 인한 海濱砂의 損失로부터 海岸砂濱이 어느 程度 保護, 維持될 수 있는 條件을 갖추었다는 데 있다고 判斷된다. 筆者는 調査對象이 된 個個 砂濱 周邊의 地形의 特色과 卓越波向 NE에 對應하는 海岸線의 發達方向을 檢討함으로써 東海岸 砂濱의 類形을 다음 세 種類(Type. S-A, B, C)로 分類할 수 있었다(Fig. 3).

가. $0^\circ < \alpha_0 < 15^\circ$ 의 範圍에 該當되는 砂濱(Type. S-A)

前述한 바와 같이 漂砂移動量의 程度를 波向과 海岸線이 이루는 角 α_0 로써 區分할 때 $0^\circ < \alpha_0 < 15^\circ$ 이면 漂砂移動이 鈍화된 平衡海岸으로 본 結果(表-2) 表-4의

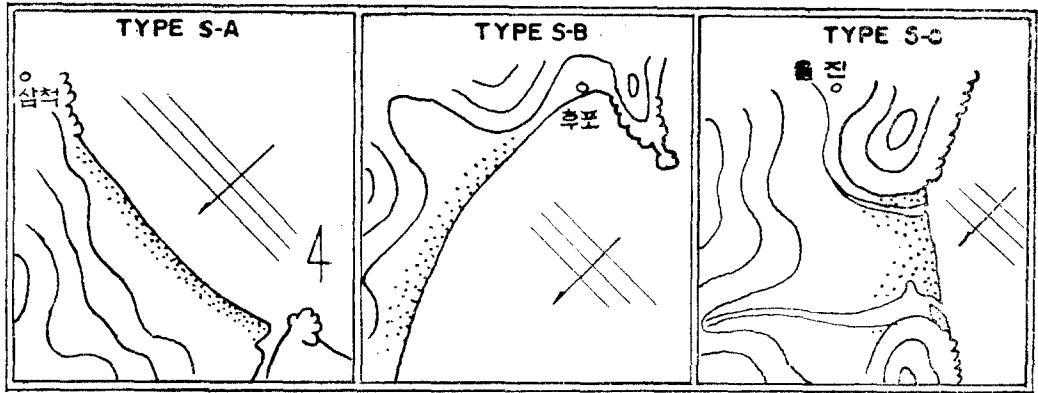


Fig. 3 Classification of sand beaches (arrow denote the prevailing wind direction NE, nonscale)

調査對象砂濱 29個所中 23個所가 이에 該當되며 또한 길이 4km 以上の 大規模 砂濱 16個所中에서 15個所가 該當되는 바 이 15個 大砂濱들의 發達方向과 子午線과의 이루는 平均角 θ_m 을 求하기 爲하여

$$\theta_m = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \theta_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (\text{rad}) \quad (12)$$

에서 個個砂濱의 θ 와 延長 L 을 代入함으로써 $\theta_m = 42.35'$ 이며 卓越波向 NE에 對하여 $\alpha_m = 2^\circ 25'$ 이 된다 이 값은 理論上沿岸方向 漂砂移動量이 極小化되는 $\alpha_0 = 0^\circ$ 에 가까운 값으로써 이 類型에 該當되는 砂濱의 特性을 強調해 주는 값이다. 東海岸의 大部分 砂濱은 이 類型이며 이를 Type S-A 砂濱, 平衡砂濱等으로 命名하는 바 砂濱의 幅은 大體적으로 一定하며 細長·圓弧狀이며 表-2의 分類(가)에 該當되는 海岸이다.

나. 突出岩石崖(headland)에 依하여 波浪으로부터 保護되는 砂濱(Type S-B)

巨津(No. 3), 厚浦(No. 26)等 地域의 砂濱은 Type A와는 全혀 相異한 方向으로 發達되어 있다. 이러한 경우의 海濱은 上部의 突出岩石崖에 의해 下部의 海岸이 卓越波로부터 保護된 地形이다. Fig-2에서 볼 수 있는 바와 같이 突出岩石斷崖 바로 隣の 地域은 靜穩한 地域으로서 隣近海岸으로부터 빠른 沿岸流速에 의해 運搬되어 온 粒子들이 이 地域에서 滅殺되는 沿岸流速으로 因하여 堆積이 조장되어 比較的 幅넓은 砂濱이 形成되지만 南쪽으로 내려갈 수록 波浪의 影響이 增大되어 砂濱의 幅은 좁아지고 前濱의 傾斜度는 急해

지는 形態를 보이는 砂濱이다.

다. 幅넓은 河口 沖積地 前面에 形成된 砂濱(Type S-C)

高城(No. 1), 蔚珍(No. 23), 平海(No. 25)等 Type S-C의 砂濱은 그 發達方向이 Type S'A에 比하면 漂砂의 堆積이 不利하며 Type S-B와 같이 上部 岩石斷崖에 依하여 保護되는 地形도 아니다. 그러나 河口沖積 平野의 幅이 넓고 河川(南江, 南大川, 王避川, 松川等)으로 부터의 流送土砂量이 比較的 많으므로 河口部에 두껍고 긴 砂洲와 砂濱을 形成하는 河川 主導形 砂濱이다.

2.5 岩石海岸

東海岸 곳곳에 形成되어 있는 岩石海岸은 海水의 侵蝕作用에 依하여 이루어진 海蝕崖이다. 海蝕崖을 이루게 되는 큰 要因은 崖의 基底部에 作用하게 되는 波의 侵蝕力과 基底部를 이루고 있는 岩石의 抵抗力이며, 또한 海岸 및 海底地形條件等을 크게 들 수 있다. 波浪의 侵蝕力은 對象海岸 前面에서의 土砂堆積이 이루어 지지 못하고 岩石層이 노출됨으로써 compression, cavitation, abrasion 等の 形態로써 岩石에 直接 作用하게 된다²⁹⁾. 따라서 岩石海岸이 存在하고 있는 位置는 海濱砂의 供給이 充分치 못하거나 또는 充分하다 하더라도 波浪作用에 依해 堆積이 如意치 못한 地域일 것으로 判斷할 수 있다. 實際로 東海岸에 形成된 大規模 岩石海岸(延長 3km以上)에 對한 調査結果 위의 判斷은 受當性이 있음을 밝힐 수 있었다. 即 表-5의 調査對象 岩濱 16個所 가운데 α_0 가 $30^\circ \sim 55^\circ$ 인 海岸이

表-4

東海岸 砂濱 調査表

No	砂 濱	位 置			河 川	潟湖	延長 KM	幅 M	發達方向		海岸 分類	備 考	
		地 名	LAT.	DEP.					NθW	α ₀			
1	高 城	江原-高城	38-38	128-22	南 江	永即湖	1.7	80	08-00	37.00	S-C		
2	高城(松鳴津)	江原-高城	38-35	128-24	後 川·泗 川	鑑 湖	8.2	80	30-00	15.00	S-A		
3	巨 津	" " - 巨津	38-26	128-27	慈 山 川	花津浦	2.8	60	00-00	45.00	S-B		
4	杆 城	" " - 杆城	38-25	128-29	北 川·南 川	一	7.0	60	36-00	09.00	S-A		
5	束 草	" " - 束草	38-14	128-36	龍 村 川	永即湖 廣浦湖	5.3	50	44-30	00.30	S-A		
6	束草(海水浴場)	" - 束草市	38-11	128-36	無 名 川	青草湖	2.6	60	44.00	01.00	S-A		
7	襄陽(釘岩)	" - 襄陽-釘岩	38-08	128-37	雙 川·物溜 川	一	2.1	75	42-00	03.00	S-A		
8	洛 山	" " - 襄陽	38-06	128-39	南 大 川	雙 湖	4.7	125	40-30	04.30	S-A		
9	襄陽(如雲)	" - " - "	38-02	128-42	南 大 川	如雲浦	6.3	150	43-00	00.00	S-A		
10	" (玄南)	" - " - 玄南	37-57	128-47	海 川	梅 湖	2.0	125	42-00	03-00	S-A		
11	注文津(香湖)	" - 溟州-香湖	37-55	128-48	和 尙 川	香 湖	5.2	100	45-00	00.00	S-A		
12	注 文 津	" - " - 注文津	37-52	128-50	新 里 川	一	2.1	150	37-30	12-30	S-A		
13	連 谷	江原-溟州-連谷	37-51	128-52	連 谷 川	一	2.1	150	37-30	12.30	S-A		
14	江 陵	江原-江陵市	37-47	128-55	沙 川·南大 川	蕪鏡湖	10.0	75	44.00	01.00	S-A		
15	江 陵(安仁)	" - 溟州-江東	37-45	128-58	南 大 川	一	4.5	250	45-00	00.00	S-A		
16	江 東	" - " - "	37-42	129-02	正 樂 川	一	3.9	50	46-00	01-00	S-A		
17	墨 湖	" - " - 沃溪	37-37	129-05	珠 樹 川	一	9.5	125	41-00	04-00	S-A		
18	北 平	" - 三陟-北平	37-30	129-08	前 五 川	一	2.3	125	46-00	01.99	S-A		
19	三 陟	" - " - 근덕	37-24	129-13	五 川	一	5.1	75	46-00	01.00	S-A		
20	三 陟	" - " - "	37-19	129-17	弓 川	一	3.0	60	43-30	01.30	S-A		
21	臨 院	" - " - 好山	37-10	129-21	理 川·柯谷 川	一	2.1	70	41-00	04.00	S-A		
22	竹 邊	慶北-蔚珍-北	37-05	129-23	富 後 川	邱 亭 川	一	5.3	75	43-00	02-00		S-A
23	蔚 珍	" - " - 蔚珍	36-58	129-25	南 大 川	王 避 川	一	1.9	75	18-00	27.00		S-C
24	箕 城	" - " - 箕城	36-51	129-26	一	一	2.0	75	41-00	04.00	S-A		
25	平 海	慶北-蔚珍-箕城	36-44	129-28	黃 南 川	保 大 律 川	一	2.8	50	13-00	32.00		S-C
26	厚 浦	" - " - 厚浦	36-40	129-27	三 松 川	一	2.6	50	(-) 42-00	87.00	S-B		
27	寧 海	" - 寧德-炳谷	36-35	129-25	松 川	一	4.7	100	18-30	26.30	S-C		
28	七 浦	" - 迎日-宣昌	36-07	129-25	無 名 川	一	3.7	160	46-30	01-30	S-A		
29	浦 項	" - 浦項市	36-01	129-23	營 山 江	一	20.4	250	47-40	02-40	S-B		

62.5%인 10個所로써 表-2의 分類(나)에 該當되는 波蝕性 海岸에 該當됨을 보여 주었다. 反面 α₀가 15° 未滿인 海岸은 2個所(NO2, 5)에 不過하였다. 後者 두 海岸이 岩石海岸으로 存在하는 理由는 海岸線의 方向은 砂濱形成의 要件을 갖추었으나 인근에 供給源으로서의 河川이 없다는데 起因한다. 나머지 4個海岸은 α₀가 60° 70° 이었다. 이러한 海岸은 相當한 沿岸漂砂移動이 豫測되고 河川으로부터의 運搬物質도 豊富하지 못한 地形의 海岸이다. 이와 같은 見地에서 岩石海岸을 다음 3種類(Type R-D.E.F)로 細分할 수 있다.

가. 30° ≤ α₀ ≤ 55° 인 岩石海岸 (Type R-D);

海岸前面의 漂砂堆積이 困難한 表-2 分類 (나)에 該當되는 波蝕性 海岸

나. 0° < α₀ < 15° 인 岩石海岸 (Type R-E);

漂砂의 堆積은 용이하나 供給源이 빈약함으로 이루어지는 岩石海岸

다. 15° < α₀ < 30° 또는 55° < α₀ < 90° 인 岩石海岸 (Type R-F);

沿岸漂砂移動量도 相當하며 河川으로부터의 供給物質이 充分하지 못함으로 因하여 形成된 岩石海岸이며 表-2의 分類(다)에 該當된다.

表-5의 岩石種類를 살펴보면 大部分 花崗·片麻岩類로써 壓縮強度가 매우 큰 (200~800kg/cm²) 波蝕에 견디는 岩石으로 構成되어 있으나 地域에 따라서는 (NO.10~16) 砂岩 및 火山岩類의 岩石으로 構成된 海岸도 存在하며 이러한 경우 그 波蝕도가 매우 클 수 있다. 實際로 日本의 Joban 및 Byobugaura 海岸은 砂岩 및 波岩 등으로 構成되어 있는 바 그 波蝕에 의한

表-5

東海岸 岩石海岸 調査表

No	암빈	위 치		암석종류	인근 하천	길이 km	발달방향		해안 분류	비고
		지 명	LAT. DEP.				N θ W	α_0		
1	거진	고성, 오대, 장평~거진	38°27' 128 27.00	화강암	—	4.0	34-00	11-00	R-E	
2	강동	명주, 강동, 봉화~금진	37°40' 129 03.00	화강암	정동천	6.0	0-00	45-00	R-D	
3	목호	명주, 목호, 대진~목호	37°34' 129 07.00	사암, 석회암	마상천	3.8	10-00	35-00	R-D	
4	근덕	삼척, 근덕, 남아포~추진	37°21' 129 16.00	편마, 화강암	마읍천	6.2	15-30	39-30	R-D	
5	임원	삼척, 원덕, 갈남~임원	37°15' 129 21.00	편마암	—	4.6	35-00	10-00	R-E	
6	노곡	삼척, 원덕, 임원~음지	37°12' 129 21.00	편마암	가곡천	5.8	01-00	44-00	R-D	
7	울진	울진, 울진, 양정~말루	37°00' 129 25.00	화강, 편마암	남대천	4.2	(-)10-00	55-00	R-D	
8	평해	울진, 평해, 재바위~물청	36°42' 129 28.30	편마, 석회암	남대천	3.2	(-)15-30	50-30	R-D	
9	영해	영덕, 영해 '대진~죽도산	36°32' 129 26.30	편마, 화강암	송천	6.8	15-00	30-00	R-D	
10	축산	영덕, 축산, 죽산~노물	35°28' 129 26.30	사암, 화강암	—	7.8	(-)09-00	54-00	R-D	
11	영덕	영덕, 영덕, 대탄~하저	36°24' 129 25.30	화강암	—	5.5	(-)28-00	73-00	R-F	
12	금진	영덕, 강구, 금진~강구	36°22' 129 24.00	화강암	구계천	3.0	(-)27-00	72-00	R-F	
13	강구	영덕, 강구, 신강구~남포	36°20' 129 23.00	화강암	구계천	3.0	(-)17-00	62-00	R-F	
14	청하	영일, 청하, 이가~칠포	36°09' 129 23.30	화산암류	—	5.0	08-30	36-30	R-D	
15	의창	영일, 의창, 용덕~죽천	36°06' 129 25.00	화산암류	—	3.3	(-)09-00	54-00	R-D	
16	구룡포	영일, 구룡, 포항~모포	35°57' 129 33.00	화산, 응회암	—	7.0	(-)24-00	69-00	R-F	

後退距離는 各各 0.3~0.7M/yr, 0.4~0.7M/yr이며 火山灰砂로 構成된 Habuseura 海岸은 5.5M/yr로써 海岸保全에 심각한을 던져주고 있는 바 우리나라에서도 上記 軟弱岩石海岸에 對하여 長期 集中的인 調査研究 活動이 必要할 것으로 본다^{25), 26)}.

種類로 細分하였는 바 S-A型은 分類(가)에, R-D型은 分點(나)에, S-B,C型 및 R-F型은 分類(다)의 海岸에 該當된다.

參 考 文 獻

3. 結 論

海岸으로 進行하는 深海波의 波高 및 波向은 海岸에 傳達되는 波浪에너지의 規模를 左右하며 이로 因한 沿岸漂砂 移動狀態는 海岸線 形成에 큰 影響을 줄 것이 라는 理論的 根據와 東海岸의 現地地形을 調査, 比較檢 討함으로써 理論과 實際가 不합됨을 밝힐 수 있었으며 이를 土臺로 東海岸의 細分化된 새로운 分類에 接近할 수 있었다. 即 東海岸의 卓越波(N.E)의 波峰線과 海岸線이 이루게 되는 角 α_0 가 15° 以下이고 漂砂 供給源 으로서의 河川이 이웃하고 있는 地域에서는 大規模의 砂濱形成을 期待할 수 있었고, 이에 反하여 $30^\circ \leq \alpha_0 \leq 55^\circ$ 인 경우의 砂濱形成은 빈약하였고 岩石海岸이 主로 形決成되어 있음을 보여주고 있음을 알았다.

筆者는 이에 根據하여 東海岸과 같이 波浪作用을 活潑히 받고 있는 海岸의 一般의 類型을

- (가) 平衡性 海岸($0^\circ < \alpha_0 \leq 15^\circ$)
- (나) 波蝕性 海岸($30^\circ \leq \alpha_0 \leq 55^\circ$)
- (다) 地形性 海岸($\alpha_0 = 15^\circ \sim 30^\circ$ 또는 $55^\circ \sim 90^\circ$)

등의 3 種類로 區分하였고 다시 砂濱에 對하여 S-A, B, C型의 3 種類로, 岩石海岸에 對하여는 R-D, E, F型의 3

1. Jhonson, D.W., "Shore Process and shoreline Development," wiley, New York, 1919, 584p
2. Valentin, H., Die Küsten der Erde, Justus Perthes Gotha, Berlin, 1952, 118p
3. Bloom, A.L., "The explanatory description of coasts (with German and French abs.)," Zeitschr. Geomorphologie, VOL,9, No.4, 1965, pp422~436
4. Cotton, C.A., "Deductive morphology and genetic classification of coasts," Scientific Monthly, VOL. 78, No.3, 1954, pp.163~181
5. Price, W.A., "Correlation of shoreline type with offshore bottom conditions", Texas A & M college, and Geogr. Branch Office Naval Res., 1955, 8p
6. Puttnam, W.C., D.I. Axelrod, H.P. Bailey, and J.T. McGill, "Natural Coastal Environments of the world" Univ. california, Los Angeles, 1960, 140p
7. Shepard, F.P., "Submarine Geology." 2nd ed., Harper & Row, New York, 1963, 557p
8. Kim, S.W. "A study on the terraces along the

- southeastern coast (Bangeojin-Pohang) of the Korean Peninsula", J.Geol. Soc. Korea, VOL.9, pp. 89~121
9. 權赫在, "韓國의 海岸地形과 海岸分類의 諸問題", 高大教育論叢, VOL1, 1975, pp. 73~88
 10. Saville, T., "Model study of sand transport along an infinitely long straight beach," Trans. A.G.U. VOL 31. 1950, pp. 555~565
 11. Johnson, J.W., "Sand transport by littoral currents." proc. Fifth Hyd. conf., Iowa Isnt. Hyd. Res., 1953 pp. 89~109
 12. Watt, G.M., "A study of sand movement at South Lake Worth Inlet, Florida, U.S. Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Tech. Memo. No. 42, 1953
 13. Caldwell, J.M., "Wave action and sand movement near Anaheim Bay, California," U.S. Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Tech. Memo., No. 68, 1956
 14. Savage, R.P., "Laboratory study of the effect of groins on the rate of littoral transport: Equipment development and initial tests, U.S. Army, corps of Engineers, Beach Erosion Board, Tech. Memo. No. 114, 1959
 15. U.S. Army, Shore Protection Manual, C.E.R.C. VOL1, 1973, pp. 4~97
 16. Moore, G.W., and Cole, A.Y., "Coastal Processes, vicinity of Cape Thompson, Alaska," in "Geologic Investigations of cape Thompson, NW Alaska- Preliminary Report", Trace Element Investigation Report 753, U.S. Geological Survey, Washington, D.C., 1960
 17. Komar, P.D., "The longshore Transport of sand on Beaches", Journal of G.R. VOL. 76, No. 3, 1971
 18. 安守漢, "波浪觀測資料分釋 研究報告建", 建設部, 1973
 19. 安守漢, "우리나라 海岸의 波浪과 防波堤의 特性" "Reports of I.S.E.P.C.C.I.S, 1974
 20. 國立建設研究所, 竹邊港 海洋調查報告書, 國立建設研究所, 1975, pp. 2-1~41
 21. 建設部, 管内港灣 水深測量 및 埋沒量 調查報告書 建設部, 1974, pp. 23~68
 22. 合田 良實, "東海岸波高에 對한 新提案", 大韓土木學會誌, 第21卷 1號 1973
 23. 建設部, 東海岸 港灣構造物設計를 爲한 波浪研究, 建設部, 1967, p. 110.
 24. 韓國綜合技術公社, "韓國 東海岸의 設計波에 關한 研究", 韓國綜合技術公社, 1970, p. 159
 25. Horikawa, K., T. Sunamura, "A study on erosion of coastal cliffs by using aerial photographs," Coastal Engineering in Japan, Vol. 10, 1967, p. 67
 26. Sunamura, T., K. Horikawa, "A study on erosion of coastal cliffs by using aerial photographs (Report No.2), coastal Engineering in Japan. VOL. 12, 1969, p. 69.