

# 海雲臺砂濱 斷面の 遷移走行 및 貯溜 漂砂量 變化特性에 관한 研究

A Study on the Profiles Transition and Storage Movement  
on the Profiles at HAEUNDAE Beach

梁	綸	模*
Yang,	Yun	Mo
咸	契	運**
Ham,	Gye	Un

---

## Abstract

The wave and hydrologic climate at a beach location are everchanging and coastal engineers have always been interested in the deformation of the natural beach caused by wave action over short or long interval of time.

The drift of sand on a beach particularly manifests itself when blocked construction of seawalls, jetties, breakerwaters and groins etc....

For this reason, the understanding and evaluation of littoral drift has been especially important to the coastal engineers.

The resulting of the sand drift movement, such as the type of beach profile, width of beach, storage volume of the littoral sand over the profile are rapid everchange.

We have studied the geological changes due to the littoral drift on a beach with field investigation and model tests in laboratory.

But, it is impossible to make quantative correct analysis because of the factors are everchange and complicate.

And then, most of study are incline to qualitative analysis.

In this paper, authors studied mainly on the transition of beach profile and sediment storage on the profile using statistical field data as qualitative analytical method.

The used theoretical beach transition model by Sonu and Beek have developed to obtain the change of HAEUNDAE beach backed with seawall.

Results of this study indicate that the transition model are useful in the analysis of beach profile changement and the littoral drift movement on the beach.

Qualitative analyses for HAEUNDAE beach are as follows.

- 1) Transition sequence of profile has 4 major transition for one cycle.
- 2) Storage sediment model of beach profile by Sonu and Beek well coincided with HAEUNDAE beach.
- 3) Seasonal cycle has ill-balanced process for the 5-yr. investigation.

---

\* 正會員 · 釜山大學校 工科大學 土木工學科 教授

\*\* 正會員 · 慶尙大學校 工科大學 土木工學科 副教授

## 要 旨

自然海岸에 護岸等の 構造物과 새로운 用地의 確保를 위해 埋立을 行하였을 경우 이에 수반되는 豫期치 않던 地形變化는 海岸工學上의 커다란 問題點으로 擡頭되고 있다.

本 研究는 最近 砂濱侵蝕이 甚하게 일어나고 있는 海雲臺砂濱의 侵蝕防止 및 養濱工法을 模索할 目的으로 砂濱의 斷面變化特性을 定性的으로 診斷하고자 하였으며 다음과 같은 解析方法에 의해 診斷을 行하였다.

- (1) 現場實測資料에 의해 砂質斷面의 徑年의 變化를 調査하였다.
- (2) 底質特性에 의한 斷面의 形成 및 進行狀態를 考察하였다.
- (3) Malkov chain model에 의한 理論的 考察方法을 海雲臺砂濱에 適用하고 斷面의 遷移特性을 限定된 斷面形狀 遷移 model로 確定하여 斷面變化의 走行特性을 把握하였다.
- (4) 海雲臺砂濱의 遷移 model 解析結果로서 海水面上(MSL)의 貯溜漂砂量을 確定하는 形狀函數에 의해 決定된 自然砂濱의 貯溜漂砂量算定式이 護岸과 같은 海岸構造物이 設置된 砂濱斷面貯溜漂砂量算定에도 有用하게 適用될 수 있음을 檢討確認하였다.

## 1. 序 論

山地國家인 우리나라는 地形이 急峻하고 平野部가 적기때문에 人口가 增加하고 各種産業 및 舟運交通을 利用하는 頻度가 커짐에 따라 海岸部의 利用이 盛行하여 埋立에 의한 住居團地의 造成과 臨海工業團地의 敷地擴張이 그 어느 때보다 絶對히 要求되어, 現在 우리나라 海岸部 곳곳에서는 港灣工事와 이에 隨伴된 海岸構造物의 施工이 한창 進行中에 있다.

또한 國民들의 文化生活 및 生活水準이 向上됨에 따라 生活時間에 占有하는 餘暇時間의 割愛는 大幅的으로 늘어났으며 특히 夏季에 있어서의 海岸砂濱의 利用, 즉 海水浴場의 利用客은 每年 기하급수적으로 늘어가고 있는 實情이다.

各種 建設工事와 餘暇施設의 擴充에 따른 副作用인 災害 또한 적지않게 惹起되어 港灣에 있어서의 港路埋沒, 海濱에 있어서의 短時間內 繼續的인 侵蝕問題에 당면하게 되었으며 河川에 있어서의 砂利採取로 인한 陸上에서의 運搬土砂가 減少됨에 따라 海濱構築의 形成源인 漂砂의 移動量이 현저하게 줄어들고 있으며 海岸域으로 流入되는 各種 廢水로 漂砂의 移動狀態 變化率에 큰 影響을 미쳐 停滯하는 漂砂現象까지도 發見되고 있다. 이에 따라 構築된 海岸構造物에 의한 예기치 못한 地形變化나 그밖의 原因으로 인

한 砂濱地形變化를 把握하고 그 特性을 料明하고 장차의 變化를 推定하여 問題視될 可能性인 元치않는 急激한 侵蝕과 堆積現象을 事前에 防止하는 對策을 수립하지 않으면 아니되겠다.

海濱象化를 誘導하는 因子는 크게 人爲的인 것과 自然的인 것으로 大別할 수 있겠는데 前者로서는 海岸構造物에 의한 變化가 主로서 護岸, 防波堤, 突堤, 離岸堤, 導流堤等에 의한 變化와 인근 河川과 對象海岸域에서의 砂利採取, 港路浚渫과 養濱을 위한 土砂運搬 및 投入에 의한 變化이며 後者に 있어서는 氣象의 條件에 의한 波浪狀態에 의한 變化라 할 수 있겠다.

지난 20여년간 이러한 海濱變化의 支配因子를 中心으로한 變形機構解析은 크게 模型實驗을 中心으로한 方法<sup>(1,2,3,4,5)</sup>과 數值 Model에 의한 方法<sup>(6,7,8,9,10)</sup>, 그리고 長期間의 現場觀測을 통한 統計的解析方法<sup>(11,12,13,14,15)</sup>으로 大別할 수 있다.

現在까지의 研究成果로서는 海濱變化에 대한 定量的인 明確한 解析結果를 얻지 못하고 있는 實情인데 이러한 근본적인 理由로서는 (1) 높은 精度의 現地데이터가 不足하고, (2) 海濱地形은 外力인 波浪作用에 의하여 크게 支配되고 있는데 그 變形機構를 完全히 料明하지 못한 狀態이고, (3) 時間的인 經過에 따른 必然的인 海濱의 形狀變化를 充分히 고려하지 않은채 研究를 進行하고 있는 實情이며, (4) 現地海濱에서 岸-沖

漂砂와 沿岸漂砂의 個別的인 糾明이 아닌 이들의 重合인 3次元의인 現象에 對하여 細密히 研究가 進陞되지 못한 狀態이기 때문이라 할 수 있다.

本 研究는 近來 海濱後岸에 護岸을 築造하고 汀線部에 大型構造物을 세운後 經年의으로 海濱의 侵蝕이 加速化되고 있는 海雲臺砂濱의 地形 變化特性을 把握하여 그 災害를 防止하고 養濱의 手法을 模索할 目的으로 Markov chain model (16, 17, 18)을 理論的인 海濱斷面遷移로 確定하여 海雲臺海濱斷面의 遷移過程把握에 適用하고자 하였으며 斷面別 貯溜漂砂量의 時間的인 變化量算定方法을 模索하고자 하였다.

## 2. 海雲臺海濱의 斷面遷移特性

### 2.1 自然條件

#### (1) 位置 및 地形

海雲臺海濱은 釜山市 中心部에서 北東方向에 位置한 곳으로서 正確한 位置는 北緯  $35^{\circ}9'1''\sim 22''$  東經  $129^{\circ}9'13''\sim 10'10''$ 이며 海岸線의 長이는 1.8km 程度이며 海濱幅은 平均 40m 程度를 維持하고 있다.

海岸線의 長이 中 1.5 km 는 WSW, 나머지 0.3 km 만큼은 ESE 方向으로 發達한 非對稱 초생달型 砂濱海岸이다.

地形的인 條件으로서는 西端部에는 冬栢半島가 位置하고 있으며 東端으로는 臥牛山기슭인 岩

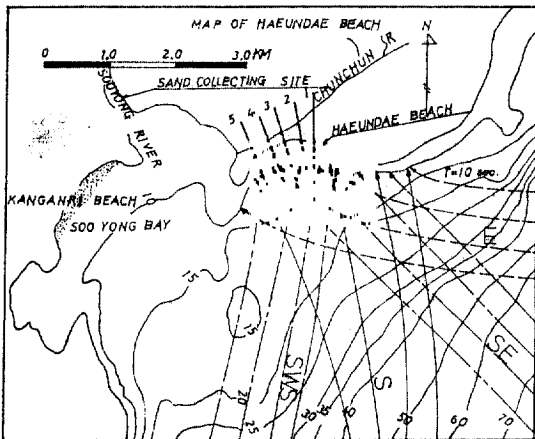


그림 1. Natural condition of HAEUNDAE Beach region

濱海岸으로 境界되어 있다.

砂濱後岸에 높이 1.5~1.8 m 程度로 護岸이 陸地와 境界되어 있고 海濱으로는 南으로 玄海灘을 向하여 外海에 開放되어 있으며 이 開放된 海城으로 SSW, SE, S와 SW 方向의 卓越波浪이 來襲하여 오고 있으며 海濱流의 흐름은 冬栢半島를 迂回하여 臥牛山方向으로 흐름을 轉換하는 現象이 測定되었다.

現在 海雲臺는 溫泉 및 海水浴場을 兼備한 國內 第一級의 觀光地로서 每年 利用客이 增加하고 있는 實情이다.

1977年과 1978年의 釜山市의 調查結果에 의하면 實使用 海水浴場面積 9萬  $m^2$  程度에 '77年度 1年間 總利用客數는 8千 70萬 5千名이며 海水浴場 開場期間인 7月 1일부터 8月 31일까지는 最大 1日 利用客이 60萬名이고 平均 1日 利用客은 19萬餘名에 이르고 있어 1人當의 海水浴場의 所要面積은 最大 利用客이 使用할 때는  $0.15 m^2/人$ 이고 平均  $0.45 m^2/人$ 을 나타내 極甚한 混雜狀態를 잘 말해주고 있다. 이는 日本의 1885年을 基準으로 한 서비스水準  $7 m^2/人$ (19)과 美國의 快適한 氣分을 느끼게하는 水準  $13 m^2/人$ (20)과는 너무나 激甚한 差異를 보여주고 있다.

#### (2) 底質特性

海濱斷面의 地形的 變化에 따른 底質粒子의 移動에 關係하는 固有特性值를 찾고 그 相關關係를 糾明하기 위하여 海濱의 各地點에서 底質漂砂를 採取하여 海濱面과 波打帶, 碎波帶 그리고 前濱領域에서의 漂砂의 分布特性을 찾고자 粒度分析 및 物性實驗을 行하여 斷面別 底質特性值를 求하여 표 1의 값들을 얻었다.

結果에 의하면 砂濱의 底濱粒徑은 全斷面에 걸쳐 平均 0.30 mm 에서 0.38 mm 의 범위內로 變化하고 있으며, 海濱의 平均 傾斜는  $2^{\circ}\sim 4^{\circ}$  이었다.

粒徑은 徑年의으로 작아지고 있는데 反하여 斷面의 傾斜度는 점차 커짐을 보이고 있으며 이러한 傾向은 No. 1 斷面에서 No. 5 斷面으로 갈수록 커짐을 보여주었다.

다음 그림 2, 3은 이러한 變化의 徑年的인 進行을 圖示한 것이다.

波의 特性과 海濱流等에 의하여 定해지는 底

표 1. Characteristics of beach sediment on HAEUNDAE profiles

Article	Value	Remark
Shore length	1,800m	*Survey duration (1976~1980) *Beach width inclined to erosional proceed. *Each profiles average slope are as follow; No. 1 : 2.3° No. 3 : 2.6° No. 5 : 3.7°
Beach width	60→30m	
Back beach height	2.4~3.4m(from M.S.L)	
Beach slope	2°~4° (Total average)	
Median diameter	0.30~0.38mm	
Size term	Medium sand	
Roundness	Subangular	
Skewness	0.95~1.07	
Sorting coeff.	1.06~1.24	
Specific weight	2.65	
Pore space	0.60	*Standard sand
Compound ratio	Granite 70%, Shell 30%	*Standard state. *Granite(Feldspor 10%, Quartz 60%)

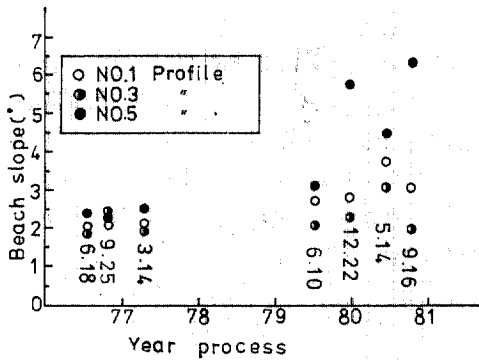


그림 2. Beach gradient process

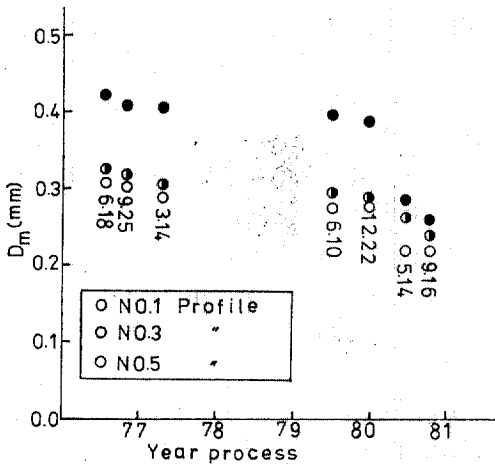


그림 3. Beach sediment size process

質의 체가름 程度는 Trask<sup>(21)</sup>가 提案한 算定式에 의하면 No. 1 斷面에서는 平均値가 1.15 인데 反하여 No. 5 斷面方向으로 進行할수록 1.20(No.

3斷面), 1.24(No. 5 斷面)로 粒子의 構成狀態는 그 均一한 分布程度에 있어 No. 1, No. 3, No. 5 斷面の 順으로 나타나고 있다.

다음 그림 4, 5는 Shepard<sup>(22)</sup>와 King<sup>(23)</sup>의 現場 實測結果로서 얻은 平衡傾斜 및 最小可能傾斜統計基準에 海雲臺 砂濱의 實測統計値를 對照한 것이다.

結果에 의하면 海雲臺 各斷面別 平均傾斜度 및 全斷面の 平均傾斜度中에서 No. 5 斷面の 平均傾斜度만이 Shepard, King의 基準値와 거의 一致함을 보여 주었고 나머지 斷面은 모두 提示된 限

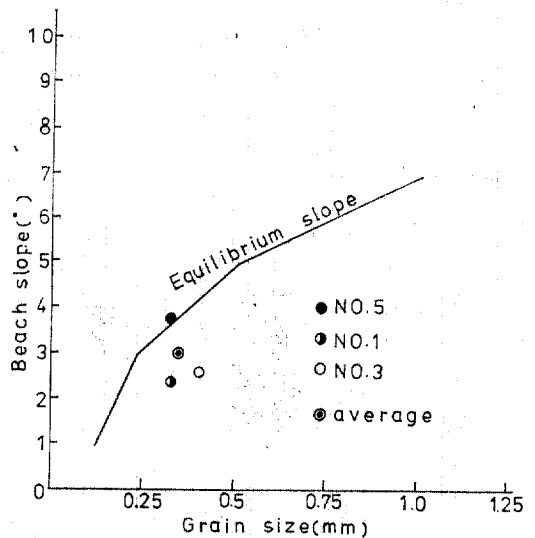


그림 4. Correlation sediment size between beach profile average slope(after Shepard)

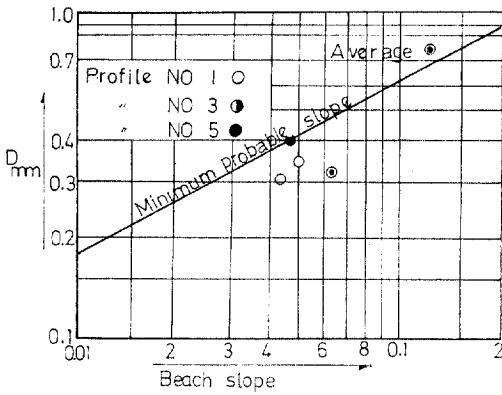


그림 5. Correlation sediment size D between beach profile gradient for exposures to waves (after King)

界傾斜보다 적은 범위 내에 플롯되었다.

이러한 사실은 斷面이 平衡傾斜에 達하기 위해서는 傾斜은 現狀態의 傾斜보다 急한 方向으로 誘導되어야만 하고 그렇게 됨으로써 海濱斷面の 安定이 이루어지리라 생각된다.

### 3.2 汀線 및 斷面變化

海濱의 汀線 및 斷面變化를 調査하기 위하여 그림 6 과 같은 座標系를 設定하였다.

現地에서의 觀測方法은 確定된 斷面別 位置를 中心으로 그림 7 과 같이 陸上海濱에서는 平板과 트랜싯을 利用하여 地形測量을 行하였고 海上에서는 船舶을 利用하여 水深測定과 海底面底質을 採取하였다.

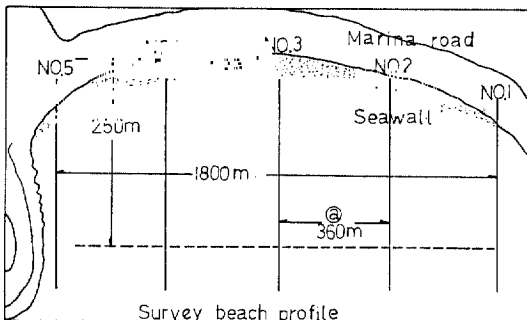


그림 6. Location of traverses for measurement of beach profiles

測定期間은 1976年 6月 18日부터 1980年 9月 16日까지 5年 동안 7 회에 걸쳐 季節的인 變化過

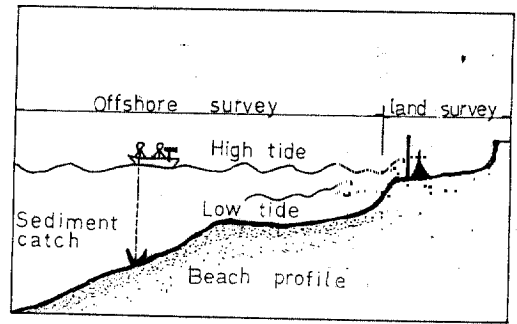


그림 7. Survey procedure

程에 重點을 두어 陸上에서는 汀線과 直角方向으로 斷面變化를 測定하였으며 海上에서는 水深測定을 行하였는데 特히 波打帶에서는 底質漂砂의 特性에 의한 粒子의 波浪反應度 및 移動分布狀況을 알기위한 觀測을 行하였다.

海濱城 座標系에 나타난 바와 같이 臥牛山 기슭方向에서 冬栢半島쪽으로 약 300m 間隔으로 測定斷面을 測定하고 時間的 경과에 따른 海濱斷面の 變化를 測定하였는데 그림 8(a), (b), (c) 는 이 中에서 變化特性이 뚜렷한 세 斷面の 地形變化圖이다.

이들 斷面變化圖로부터 各 斷面の 變化樣狀 및

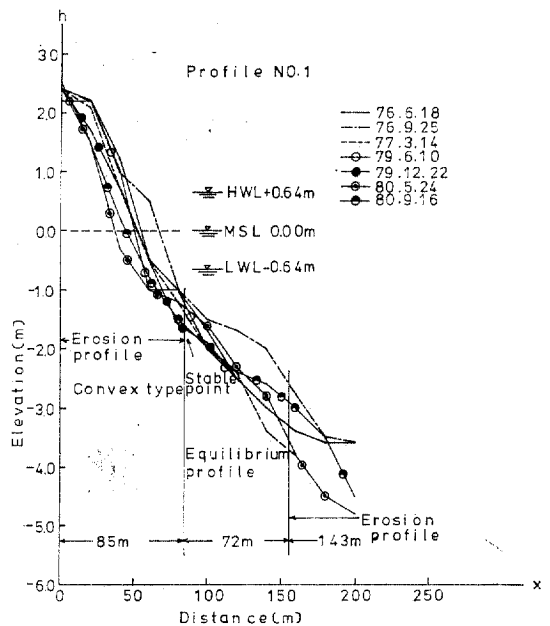


그림 8(a). Beach profiles showing erosion and accretion of sand associated with time intervals

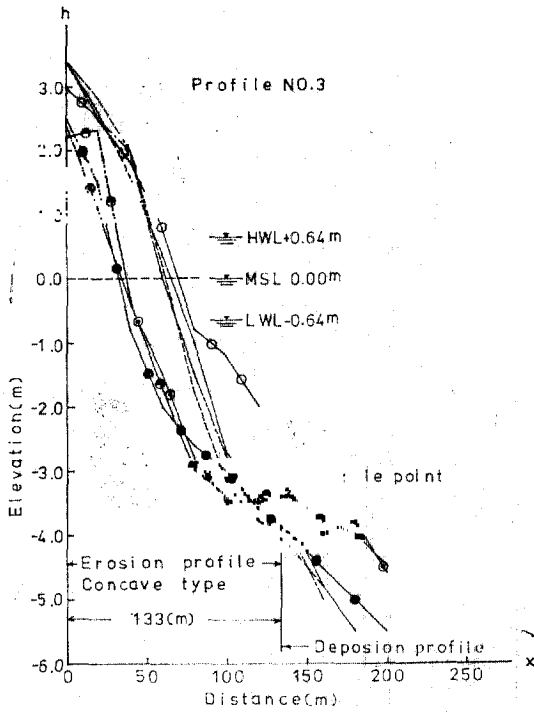


그림 8(b). Beach profiles showing erosion and accretion of sand associated with time intervals

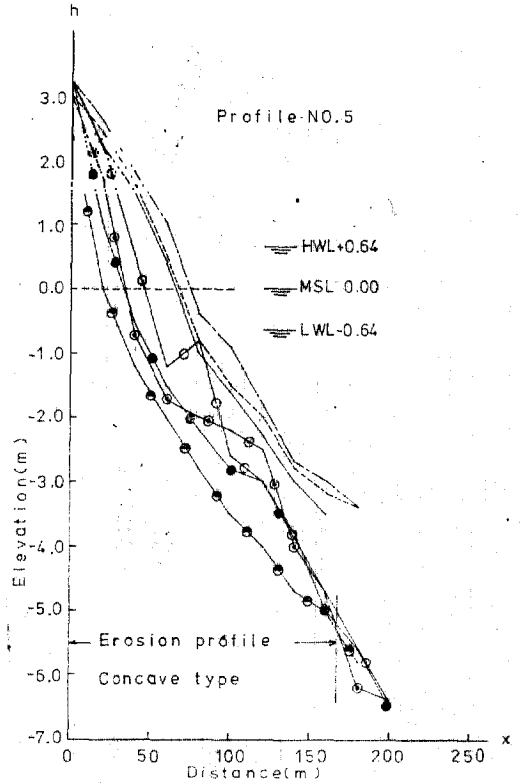


그림 8(c). Beach profiles showing erosion and accretion of sand associated with time intervals

특성을考察하면 No. 1斷面의變化特性은後濱頂點 즉護岸이築造된位置에서前濱域 85m地點까지는繼續的인侵蝕이發生하고 있으며測定된大部分의形狀은凸形狀(convex)으로서의斷面變化特性을 보여주고 있다.

85m以後의距離에서 157m地點까지는平衡區

間을 보여주고 있었으며 이區間을 넘어서는遠濱에서는 다시侵蝕하는傾向을 보이고 있었다.

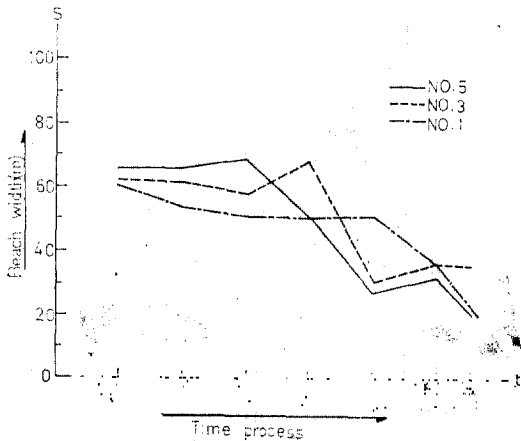


그림 9. Shoreline changes with time intervals

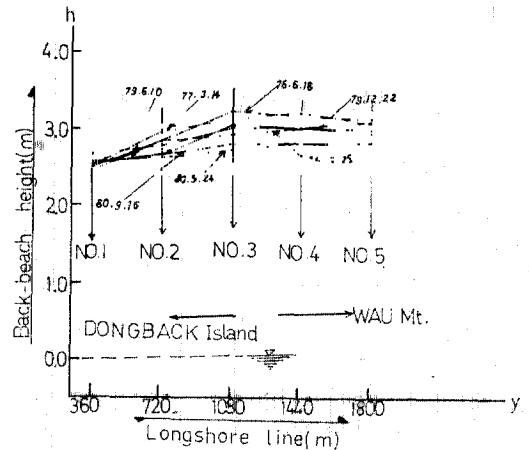


그림 10. Back-beach elevation changes with time intervals

汀線보다 陸地쪽의 斷面形狀은 No. 1斷面の 凸形狀에 反하여 No. 3, No. 5斷面 모두가 凹形狀(concave)을 나타내고 있었다.

다음의 그림 9와 그림 10은 海濱幅과 後濱頂點의 標點變化를 나타낸 結果이다.

이들 結果에 의하면 海濱幅은 No. 1의 斷面の 경우에 測定의 처음 해인 1976年 6月 18日에는 62 m이었던 海濱幅이 1980年 9月 16日에는 44m로서 測定初期의 海濱幅에 比하여 약 1/3가량의 汀線後退를 가져왔다.

이러한 汀線의 後退傾向은 No. 3斷面和 No. 5斷面에서도 惹起되었는데 그 現象이 加速化되어 初期測定 海濱幅의 2/3나 되는 汀線後退現象을 보여주고 있었다.

橫方向 後濱頂點의 標高는 海雲臺海濱의 地形의 特性인 초생달型 形狀인 海上쪽으로 오목한 地點인 No. 3斷面이 最大이고 全般的인 傾向은 No. 1에서 No. 5斷面을 向하여 점차 커지는 現象을 보여주고 있다.

測定期間中 모든 斷面に 있어서 가장 큰 侵蝕을 가져온 1979年 6月 10日과 12月 22日사이의 斷面變化和 1980年 5月 24日과 9月 16日사이의 變化는 同期間中 이 地方을 強打한 颱風 어빙(Aving)과 주디(Judy) 그리고 메리(Mary)號의 影響으로 이로 因해 短期間內 높은 波의 來襲頻度가 잦았으며 後續하는 태풍의 時間的인 間隔이 짧아 海濱斷面이 平衡狀態로 復歸하려는 循環能力을 阻止시켰다고 推定되어졌다.

### 3.3 海濱의 遷移走行 및 貯溜漂砂量

#### (1) 斷面の 遷移走行

海濱의 變化는 波에 의한 任意的인 자극에 의하여 支配되고 있으며 變化可能性은 波의 모든 變化可能性의 限界內에 있다 하겠다. 이러한 事實은 海濱의 時間的인 走行들이 完成된 하나의 循環過程을 이룩하는 데는 同時에 二重이라고 할 수 있는 侵蝕進行이나, 堆積進行이나 하는 遷移分布可能性을 가지고 있으며 이 때 가장 單純化된 遷移可能性은 1/2로서 海濱斷面の 進行은 兩者의 遷移可能性中에서 어느 한 가지의 樣相을 보이게 된다.

海濱의 變化가 推計學的이라 斷定지어 말할 수

있는 意味는 時間的인 經過에 따른 海濱의 變化가 最終時間에 構築되어진 決定的인 任意時間 現在의 斷面現象이 部分的으로 先行斷面の 影響을 받는, 다시 말한다면 先行斷面の 從屬函數라는 意味를 包含하고 있으며 Markov의 1次項으로서 海濱의 變化過程을 나타낼 수 있기 때문이라 할 수 있다.

實際 海濱의 變化를 解析하기 위하여서는 무엇보다도 앞서 斷面の 變化를 確定짓기 위한 遷移모델을 必要로 하고 있는데 Monte Carlo에 의한 數值解析方法<sup>(24)</sup>으로서 random number의 問題, noise의 處理, 그리고 power spectrum의 統計處理問題가 發生하여 解析過程이 매우 까다롭게 되고 거기에 不充分한 現場資料까지 겹치게 되면 完全한 解析을 기대하는 것은 어려워지게 된다.

이러한 理由때문에 理論的인 解析方法으로서 現場의 觀察結果를 通한 遷移모델을 擇하여 海濱의 變化를 把握하고 排定하는 方法이 가장 보편적 方法이라 할 수 있다.

Sonu와 Beek<sup>(25)</sup>는 美國 North Carolina의 Outer Bank의 海濱에서 8個月동안 半日潮 間隔으로 每日의 海濱斷面の 變化를 觀察한 結果 6가지의 主要斷面形狀을 1循環過程으로 하는 規則的인 遷移走行을 하고 있음을 發見하였으며 遷移의 主原因으로서 波浪에 의하여 海濱域인 前濱部에서 波浪砂洲가 變化하게 되는데 이 때 底質粒徑이라는 媒介變數가 波浪特性에 따라 反應

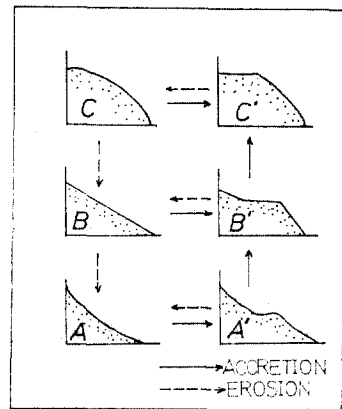


그림 11. Schematic drawing showing characteristics sequences of profile change(Sonu and Beek 1971)

하면서 海濱의 前濱에서는 波浪砂洲의 形態로 陸地의 海濱에서는 段丘의 形態로 海濱의 形態를 支配하는 것을 알았다.

그림 11은 Sonu와 Beek가 291個의 現場觀測 資料中 90%程度를 일치시킨 結果에서 얻은 遷移走行圖이다.

그림에서 오른쪽의 A', B', C의 遷移形狀은 一樣的인 堆積의 遷移를 나타내고 있으며 왼쪽의 斷面遷移狀態들은 逆으로 一樣的인 侵蝕狀態를 나타내고 있다.

遷移過程中에 決定된 斷面形狀에 대하여 海水面上에 노출된 斷面空間을 決定하는 函數는 海濱幅 S와 斷面に 堆積된 底質漂砂量인 貯溜漂砂量 Q 그리고 海濱의 斷面形狀 Ω에 의해 支配되는 것을 알았다.

斷面形狀으로서의 앞서 言及한 A型인 凹形狀 斷面과 B型인 線型形狀 그리고 C型인 凸形狀 斷面の 3가지 基本形狀에 段丘形狀을 添加시킨 6가지 代表形狀으로 提示되었으며 다시 海濱斜面에 形成된 段丘의 位置에 따라 上部, 中部, 下部의 段丘로 細分되어 全部 12가지의 斷面形態가 代表主要斷面으로 表示되고 있다.

다음 그림 12는 Sonu와 Beek가 觀察한 Outer Bank 海濱에서 12가지 斷面形態의 出現分布와 海雲臺海濱에서의 觀察된 斷面形狀分布 比率를 比較하여 그 結果를 圖示한 內容이다.

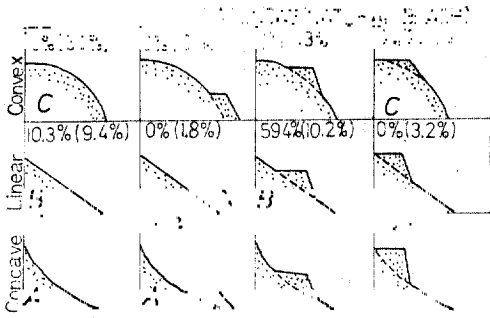


그림 12. Statistical result for the generation ratio at natural beach and HAEUNDAE Beach

그림에서 表示한 ( )밖에 숫자는 海雲臺海濱에서의 斷面形狀 出現率이며, ( )안의 숫자는 Outer Bank에서의 出現率이다.

出現率의 結果를 考察하여 보면 自然海濱(Ou-

ter Bank)에서는 A型이 30.2%로서 가장 높은 出現頻度를 보여주고 있었으며 다음이 凸形에다 斷面上部에 段丘가 發生한 C'形狀이 27.6%의 順으로 나타나고 있는데 反하여 海雲臺에서는 線型에서 斷面中間部에 段丘를 發生시킨 B'型이 59.4%로 全 發生斷面形狀의 過半數 以上을 보이고 있으며 다음이 凹型에다 斷面下部에 段丘를 發生시킨 A'型이 28.1%를 보이고 있었다.

海雲臺海濱斷面의 形狀遷移 內容中 가장 광목 할만한 事實은 C와 C'의 斷面形狀이 總 觀察斷面 36가지中 한번도 觀察되지 않은 事實이다.

이러한 特性을 지닌 海雲臺海濱의 斷面들에 대한 遷移走行과 循環過程을 그림 13에 나타내었다.

遷砂走行을 나타낸 그림 13에 의하면 完成된

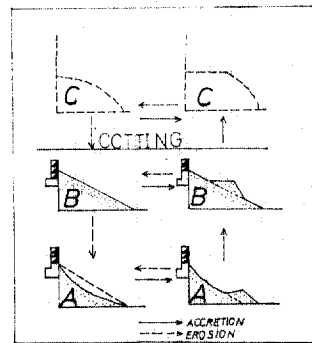


그림 13. Comparison of profile transition sequence characteristics at natural beaches and HAEUNDAE Beach

하나의 循環過程은 一般의 自然海濱에서 必要로 하는 1循環이 6가지의 典型的인 主要形狀 遷移를 하나의 循環長으로 하고 있음에 反해 海雲臺의 경우에는 4가지 形狀의 主要遷移를 1循環으로 하여 變化하고 있었다.

이러한 遷移走行에서 얻어진 結果를 나타낸 것이 그림 14의 自然海濱과 海雲臺海濱에서 考察된 上向走行(ascending sequence)과 下向走行(descending sequence)의 特性圖이다.

走行特性圖에 의하면 自然海濱의 경우 上向形 즉 堆積形인 進行의 경우에는 最終到達時達時間인 C'에 이르는 可能性의 確率은 B'型인 侵蝕形의 進行경우보다 2배나 크게 遷移走行을 하고 있는 것이 밝혀졌다.



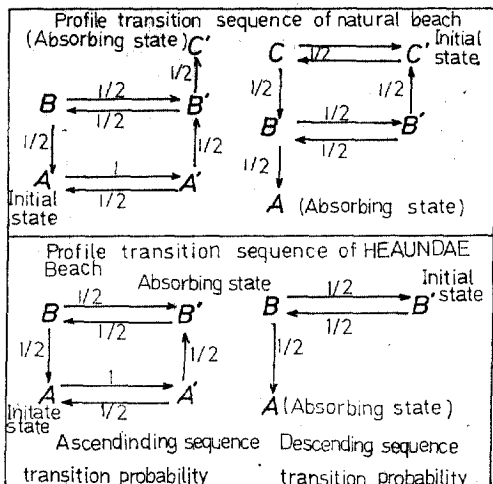


그림 14. Comparison of profile transition sequence characteristics at Natural beaches and HAEUNDAE Beach

그림 15에서는 海雲臺海濱에서 일어나고 있는 遷砂走行을 走行長의 支配에 따라 侵蝕形과 堆積形일 때의 遷移確率을 함께 表示하였다.

(2) 斷面 貯溜漂砂量 變化

任意 時點에서 決定되어진 斷面形狀의 海水面

그림 15. All possible ascending sequence of lengths 2, 4 and descending sequence of lengths 2, 4 and 4 transition, starting A and B.

Transition sequence length	Profile state sequence	Probability	Cumulative probability	Remark
2	A→A'→B'	0.50000	0.50000	Ascending
4	A→A'→A'→A'→B'	0.25000	0.75000	"
2	B'→B→A	0.25000	0.25000	Descending
4	B'→B→B'→B'→A	0.06250	0.31250	"

上 堆積漂砂貯溜量의 變化를 算定하기 위한 函數座標系는 媒介變數 S, Q, Ω에 의하여 決定되며 그림 16과 같이 나타내었다.

適用座標系에서 貯溜漂砂量을 Q라고 한다면 이 Q는 海濱面(beach surface)과 X, Y軸으로 境界지어진 斷面積으로서 單位길이 當의 貯溜漂砂量은 다음 式과 같이 나타내어진다.

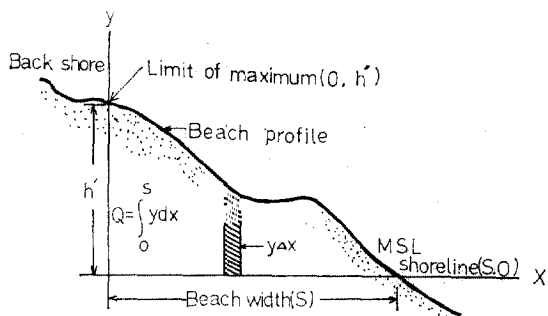


그림 16. Coordinate system employed for representation of beach profiles

$$Q = \int_0^s y dx \quad (1)$$

이 때 X軸은 M.S.L일 때 汀線에서 後濱方向으로 直角이고 Y軸은 垂直上向을 나타내고 있다 斷面形狀을 나타내는 變數 Ω는 (i) 海濱斷面의 形狀을 數值的으로 나타낸다고 하면 一般의 海濱斷面形狀은 다음 式과 같이 나타내 질 수 있다.

$$Y = ax^2 + bx + c \quad (2)$$

윗式에 各各의 斷面形狀에 따른 境界條件을 생각하면 貯溜漂砂量들은 다음과 같이 된다.

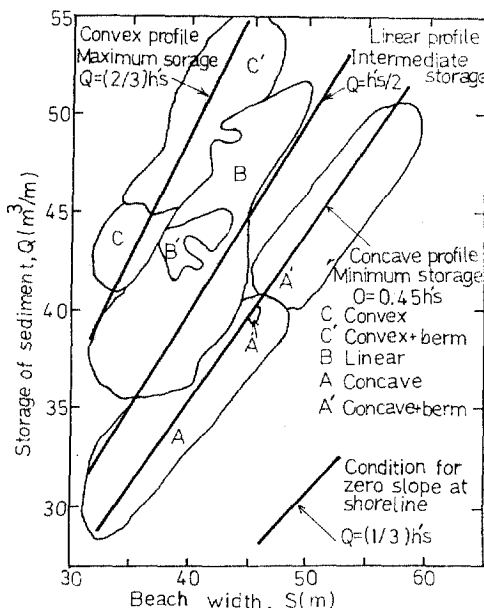


그림 17. Comprehensive presentation of beach profile data as multiple function of three selected parameters, i.e., beach width, sediment storage, and configuration (after Sonu and Beek, 1971)

II 2. Comparison for the surveyed result and calculated result of storage sediment on HAEUNDAE Beach profiles.

Surveying Day	Storage $Q = m^3/m$			Deformation $Q = m^3/m$			Total Average	Beach Profile	Total storage $Q = m^3$	Remark
	No. 1	No. 3	No. 5	No. 1	No. 3	No. 5				
76. 6.18	100	136	132	—	—	—	123	Convex	221,400	Cacul.
	97	120	119	—	—	—	112	Convex	205,560	Surve.
76. 9.25	88	128	132	-12	-8	0	116	Convex	208,800	Cacul.
	82	119	121	-15	-2	2	107	Convex	198,180	Surve.
77. 3.14	77	121	145	-11	-7	13	114	Convex	205,200	Cacul.
	78	118	126	-4	-1	5	107	Convex	197,640	Surve.
79. 6.10	75	128	84	-2	7	-61	96	Convex	172,800	Cacul.
	84	105	89	14	-13	-37	93	Convex	172,440	Surve.
79.12.22	14	43	50	-61	-85	-34	36	Convex	64,800	Cacul.
	47	46	46	-37	-59	-43	46	Convex	83,700	Surve.
80. 5.24	62	63	67	38	20	17	64	Convex	115,200	Cacul.
	50	58	60	3	12	26	56	Convex	102,420	Surve.
80. 9.16	67	62	42	8	-1	-25	57	Convex	118,800	Cacul.
	60	61	49	10	3	-11	57	Convex	103,860	Surve.

(1) Convex profile maximum

Storage ;  $Q_1 = 2/3h's$

(2) Linear profile Intermediate

Storage ;  $Q_2 = 1/2h's$  (3)

(3) Concave profile minimum

Storage ;  $Q_3 = 0.45h's$

다음의 그림 17은 이러한 理論的인 數式結果와 現場의 觀測資料를 綜合하여 表示한 Sonu와 Beek의 貯溜漂砂量 算定座標系이다.

海雲臺海濱과 같이 海岸構造物인 護岸이 築造된 경우에 있어서도 지금까지 考察된 底溜漂砂量 算定座標系의 適用 可能性與否를 診斷하기 위하여 그림 8의 (a), (b), (c) 實測斷面圖에서 No. 1, No. 3, No. 5의 單位길이當 漂砂量變化를 經年的으로 求하고 全海濱斷面の 貯溜漂砂量을 算定 比較한 結果를 나타낸 것이 표 2와 그림 18이다.

그림 18에 의하면 實測結果와 座標系에 의한 推定값이 一致하는 傾向을 나타내고 있어 斷面 形狀 遷移 model에 의하여 提案된 Sonu, Beek의 海水面上 海濱斷面の 貯溜漂砂量 算定 model

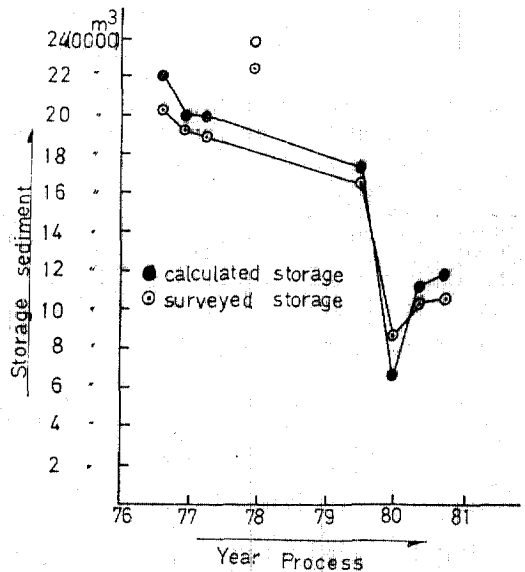


그림 18. Total storage sediment deformation on beach profiles of HAEUNDAE

은 一般 自然海濱만 아니라 海岸構造物이 築造된 海雲臺海濱에도 適用될 수 있는 有用한 model임이 立證되었으며 海雲臺海濱斷面の 漂砂量은 經年的으로 점차 줄어들고 있음이 糾明되었다.

특히 '79年 6月에서 12月사이의 急激한 變化는 夏季의 颱風來襲時(Aving, Judy)의 侵蝕이 加速化된 現象으로 나타났다.

#### 4. 考 察

(1) 지금까지 現場觀測을 通하여 調查된 海雲

臺海濱變形을 支配하고 있다고 생각되는 因子들을 要約하면 表 3 과 같다.

(2) 海雲臺海濱의 遷移過程은 循環平衡이 周期的으로 成立하지 않고 있으며 走行特性에 있어서는 4가지 形狀의 遷移走行을 1循環過程으로 反復하는 變化였으며 그 遷移可能性은 考察結果에

표 3. Major deformation factors of HAEUNDAE Beach profiles.

變形因子	因 子 現 象	影 響
人爲的因子	1) 海岸構造物의 設置 (後濱 護岸設置, 前濱域의 미역 養殖場, 砂濱斷面內 小規模 海水 取水用 構造物等) 2) 河川上流 開發과 土砂採取 (水營江) 3) 海水浴客에 의한 砂濱斷面의 人爲的 變形	1) 海岸構造物 設置에 따른 backwash 強度增加 ——凸型 維持 ——深海方向 漂砂移動 增加 2) 斷面의 季節的 循環의 不均衡 ——侵蝕形 斷面의 支配 3) 底質漂砂의 粒徑減小 變化 및 그 移度의 阻止 ——斷面傾斜度 減少 및 線型斷面의 一時的 持續
自然的因子	1) 氣象條件 2) 海象條件 (沿岸流 및 海濱流 狀態의 變化波의 fore-back wash 變化, 暴風強度 및 頻度變化)	1) 河川 流下量 減小에 따른 流砂量 減小 ——砂濱 漂砂源의 減小 2) 波의 back wash 者力 增加 ——洗掘現象의 加速化 ——완만한 傾斜度 捉進
기 타	1) 海水汚染 (水質 및 廢油로 인한 汚染) 2) 沿岸과 陸岸 및 深海方向 漂砂 移動率의 變化	1) 底質漂砂의 比重 및 附着力 增加 ——漂砂 移動率의 變化 ——砂濱斷面 形狀遷移의 一時的 中止

의하면 侵蝕形으로부터 堆積形으로 進行할 수 있는 可能性의 2배가 됨이 밝혀졌으나 實際 後濱에 設置된 護岸 및 海濱部의 各種 構造物(횃집에서의 活魚用 取水構造物群)의 影響으로 現場觀察 結果 大部分 凸型을 나타내고 있었다.

(3) 調查期間中 海濱의 遷移進行에 있어 季節的 循環特性은 明確한 周期性을 보여 주지는 않았으나 現在까지 나타난 海濱의 遷移特性은 다음과 같았다.

海濱面에서 段丘 및 砂洲의 生成 및 移動現象을 中心으로 觀察하면 海雲臺海濱은 一般的으로 3月에서 6月까지는 段丘가 繼續 成長하여 6月末을 頂點으로 最大높이를 維持하다 7月부터 8月末까지의 海水浴場 人波에 의하여 붕괴되어 自然砂濱의 典型的 進行인 秋季까지의 繼續인 段

丘의 成長, 즉 漂砂의 堆積作用을 阻止시키고 있으며 이 때 發生되는 多頻度의 颱風影響으로 斷面의 貯溜漂砂는 急激히 減少되고 있었다.

따라서 海濱의 遷移進行은 季節的 循環의 平衡을 잃게되어 3月에서 6月까지 4個月間은 段丘가 海濱의 遷移를 支配하는 堆積形의 海濱을 나타내고 7月에서 9月까지는 靜止인 線型斷面을 보이다가 이듬해 2月까지는 砂洲가 斷面形狀을 支配하는 侵蝕形의 海濱遷移過程을 보여주고 있었다.

#### 5. 結 論

지금까지 海雲臺海濱의 地形的 變移를 經年的으로 實測하고 考察한 結果와 設定한 海濱遷移

走行모델을 同 海濱에 適用하여 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

(1) 本 研究對象인 海雲臺海濱의 形狀遷移走行을 定性的으로 解析하는 理論的인 모델로서는 一般海濱의 典型的인 6가지 形狀遷移走行을 1循環長으로 하는 樣狀과는 다른 4가지 主要形狀遷移走行을 1循環長으로 하는 모델로 表示되었다.

(2) 海雲臺海濱의 貯溜漂砂量 算定에 있어 特性形狀函數를 利用한 適用座標系와 實際의 現場觀測 結果와 거의 一致하는 값을 보이고 있음은 形狀函數의 基本假定인 段丘와 砂洲의 生成 및 移動, 消滅에 函數展開의 軸점을 둔 方法이 모든 海濱에서의 漂砂移動機構를 說明하는데 有用하게 適用될 수 있음을 보여 주었다.

(3) 糾明된 海濱變形特性의 定性的 解析結果는 海雲臺海濱의 侵蝕制御工法 및 養濱工法등의 計劃樹立에 있어 도움을 줄 수 있는 資料라 생각 된다.

#### 參 考 文 獻

1. Ralph L. Rector, "Laboratory Study of Equilibrium Profiles of Beach", *Technical Memorandum No. 41*, 1954, pp. 1~38.
2. T. Jr. Saville, "Scale Effects in Two Dimensional Beach Studies", *Proc. 7th General Meeting, L.A.H.*, 1957, pp. 1~10.
3. J.W. Johnson, "Scale Effects in Hydraulic Model Involving Wave Motion", *Trans. ACTU.*, 1949, pp. 517~527.
4. P.H. Kemp, "The Relationship between Wave Action and Beach Profile Characteristics" *Coastal Engineering, Chap. 14*, 1960, pp. 262~276.
5. 岩埋雄一, 野田黃明, "海濱變形의 實驗における 縮尺效果의 研究", 第8回海岸工學講演會集, 1961, pp. 91~99.
6. 岩埋雄一, 橋木亨, "海濱의 平衡勾配와 碎波による 砂濱移動에 關する 實驗", 第二回 海岸工學講演會集 1955, pp. 99~105.
7. 條原, 謹爾, 樺東一郎, 齊藤隆, "砂濱의 平衡勾配에 關する 研究", 九大應力研究所報告, 第17號, 1961, pp. 41~51.
8. Choule J. Sonu and Johannes L. Van Beek,

"Systemmatic Beach Changes on the Outer Banks, North Carolina", *Journal of Geology*, Vol. 79, 1971, pp. 415~425.

9. Choule J. Sonu, "Bimodel Compotsion and Cycle Characteristis of Beach Sediment in Continuously Changing Profiles", *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 42, 1972, pp. 852~857.
10. Clinton D. Winant and Douglas L. Inmann, Charles E. Nordstrom, "Description of Seasonal Beach Changes Using Empirical Eigenfunctions" *Journal of Geophysical Research*, Vol. 80, No. 15, 1975, pp. 1976~1986.
11. Choule J. Sonu, "A Markov Model for Beach Profile Changes", *Journal of Geophysical Research. March 20, Proc. 16th Conf. Coastal Eng.*, 1973, pp. 1462~1471.
12. F.P. Shepard, "Beach Cycle in Southern California", *Beach Erosion Board Technical Memorandum, No. 20*, 1950, pp. 198~205.
13. Shans. Kuo, "Computer Applications of Numerical Methods", Addison-wesley publishing Company, 1972, pp. 327~344.
14. P.S.B. Glenne and Eaglson, J.A. Dracup, "Equilibrium Characterlistics of Sand Beaches", *Proc. ASCE, Vol. 89, No. HYI* 1963, pp. 162~186.
15. Irvathur Vasudeva Nayak, "Equilibrium Profiles of Model Beaches", *Proc. of the 12th Conf., Coastal Eng., Chap. 82*, 1970, pp. 1321~1340.
16. 前出의 11과 同一
17. Chouel J. Sonu, "Collective Movement of Sediment in Littoral Environment", *11th Conf. Coastal Eng.* 1971, pp. 373~340.
18. 前出의 8과 同一
19. 堀山清司, 佐々木民雄, 五十風元, 久保田集, "海洋性 レクリエーション에 關する 研究", 第二報, 第21回, 海講論文集, 1971, pp. 471~495.
20. 佐佐木民雄, 堀田新太郎, 五十の元, "海洋性 레クリエーションとその環培", 第19回, 海講論文集, 1972, pp. 83~91.
21. 金大顯, "砂濱海岸의 底質特性에 關한 研究", 慶東工業專門大學校論文集, 第一輯, 1979, pp. 115~123.
22. F.P. Shepard, 前出의 12과 同一
23. A.M. King, "Beaches and Coasts", Arnold Ltd., 1973, pp. 303~321.

(接受: 1982. 11. 12)