

濟州 東部 牛島의 海濱堆積物에 關한 研究

高基源 · 尹正守 · 金聖福

海洋科學大學 海洋學科

Study on the Beaches Sediment in U-Island, Eastern Part of Cheju Isalnd

Gi Won GO · Jeong Su YOUN and Soung Bog KIM

Dept. Oceanography, Cheju National Univ.

A study on field observation and sedimentological analysis of the littoral sands of beaches in U-Island indicate that the shores exhibit a great variation in both the beach geometry and the composition in terms of geological agents.

The sand quality and the dimension of the beaches in the U-Island are very poor ; for example the beach of Cheonjindong-Umokdong coast is composed of corallinoideae fragments, 780m in length, 37.4m in width, and 10° steepness is average foreshore slope, whereas the beach of Biyangdong is typical shell sandy beach, which are consist of shell fragments, 400m in length, 33.6m in width, 4° steepness in average.

According to the textural parameters analysis, the beach sediments in Cheonjindong-Umokdong beach shows from very coarse sand to fine pebble, moderately sorted, negative skewed, and transported by rolling, while Biyangdong beach sediments exhibit from coarse sand to medium sand, well sorted, negative skewed, and transported by bottom suspension and/or rolling, which seems to reflecting a high energy condition and the depositional enviornment is not same.

The light minerals of Biyangdong beach sands are composed of quartz(av. 41.74%), Na-Ca feldspar(av. 19.79%), K-feldspar(av.10.31%), rock fragments(av. 26.17%), and others(av. 1.99%). The roundness and sphericity of quartz are subrounded(av. 0.45) and blade(av. 0.57), which suggesting that the studying area is relatively high energy regime region.

The study of sand dunes lies at the inland it's beaches seems to formation of the sea level rising during Holocene transgression and/or the post-glacial high sea level stage.

緒 言

陸上和 海洋環境의 影響을 複合的으로 받고 있는 海濱은 항시 波浪, 潮汐, 海浜流, 바람 등의 營力을 받고 있는 不단한 流動狀態에 있으며, 現生의 모든 堆積環境中에서 가장 매력있는 環境의

하나이다. 또한 海濱은 우리들에게 休息과 慰樂의 共同으로 提供되는 重要한 海岸共同資源이기도 하다.

四面이 바다로 둘러싸고 있는 濟州火山島 沿岸 곳곳에는 主로 貝殼砂로 이루어진 砂濱(sandy beach)이 發達하며, 그 內陸쪽 背後에는 砂丘層도 分布한다. 濟州島 沿岸에 發達하고 있는 海濱

및 砂丘層에 關한 以前의 研究는 매우 미흡한 실
정으로 濟州島에 發達하는 砂丘層에 대한 古生物
學의 研究를 實施한 金(1974)의 研究와 濟州島沿
岸의 海濱堆積物에 대해 堆積學의 側面에서 研究
한 尹(1985)의 研究가 있을 뿐이다.

특히, 本 研究地域인 濟州 東部 牛島에는 예로
부터 西濱白砂라고 불리우고 있는 無節珊瑚藻 破
片으로 이루어진 珊瑚砂海濱이 發達하고 있는 것
을 비롯하여 貝殼砂로 構成된 砂濱도 分布하는 등
협소한 지역임에도 特異한 地質環境을 보이고 있
다. 따라서 本 研究는 牛島의 대표적인 海濱으로
꼽히고 있는 천진동~우목동 沿岸의 海濱(珊瑚砂
海濱)과 비양동의 砂質海濱을 대상으로 堆積學의
研究를 通하여 이들 海濱의 發達狀態와 構成物質
의 特徵, 海濱의 形成過程과 砂丘層의 形成史 등
堆積環境을 밝히는데 目的을 두었다.

地質 및 海況

牛島는 北緯 33°29'~33°31', 東經 126°56'
~126°58'에 위치하는 南北의 길이 약 3.53km, 東
西의 길이가 2.5km인 火山活動의 結果로 이루어진
하나의 火山島이다. 本島의 地質은 針狀長石~橄
欖石玄武岩, 火山碎屑物, 噴石丘堆積物 및 砂丘層
으로 構成되어 있으며(Fig. 1), 地形形態는 東南
쪽 海拔 132m인 소머리오름 지역의 側火山形 및
正陸形을 제외하고는 대부분이 高度 30m이내의
平坦한 臺地形 海岸地를 이루고 있다. 소머리오
름은 水中에서 噴出한 水中火山(hydro-volcano)
이며, 侵蝕程度가 활발하여 城山日出峯과 같은 凝
灰丘(tuff-cone)이다. 응회환(tuff-ring)과 같은
噴石丘는 발견되지 않으나 몇개의 독립된 噴火口
가 발견되어 牛島도 여러회의 火山輪廻에 의해 形
成된 獨立 火山島임을 알수 있다.

海岸地域은 熔岩帶地를 形成하고 있고, 일부 지
역을 제외하고는 礫層으로 礫質海濱을 이룬다. 이
처럼 砂質海濱이 넓게 形成치 못하는 것은 牛島가
거이 外海에 露出되어 있어 波浪에너지가 強하고
陸成起源모래의 供給源이 결여된 때문인 것으로
생각된다. 한편, 그림 2에 提示된 바와 같이 牛島
周邊地域의 海底地形은 牛島 東岸과 西岸間에 차
이가 있다. 즉, 珊瑚砂海濱을 포함하는 牛島 水路

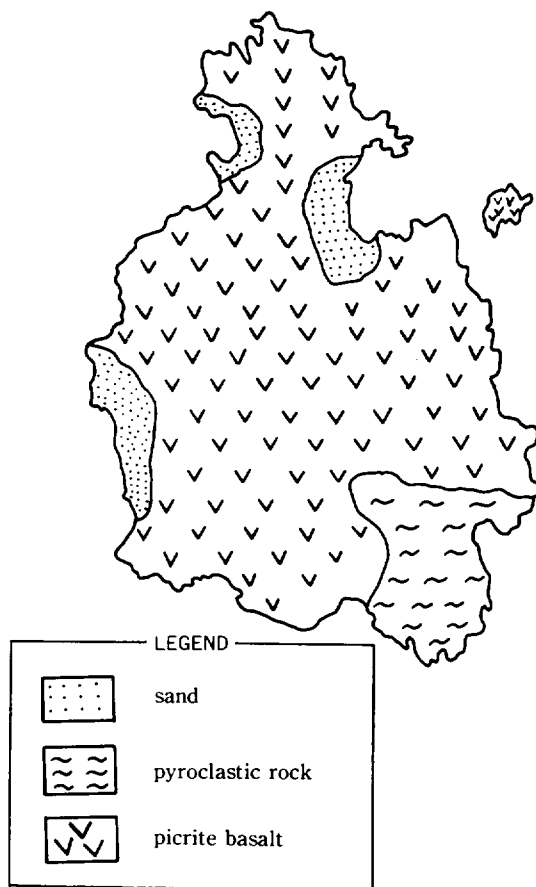


Fig. 1. Geologic map of the U-Island.

地域(西岸)은 最大水深이 20m 이내로 沿岸로부터
緩慢한 傾斜를 이루고 있을뿐 아니라 基盤이
主로 堅固한 岩盤型이고 좁은 水路 또는 갯골이
여러곳에 발달해 있다. 반면, 東岸地域은 20m 이
淺 地域의 발달이 西岸에 비해 狹小하고 바닷쪽을
向해 急傾斜의 地形을 이루며 대부분 貝殼砂가 海
底基盤 위를 덮고 있다.

濟州島 最東端에 位置한 牛島 周邊地域은 黑潮
의 支流인 對馬暖流가 接近 通過하고 있으면서도
여름철 낮은 水溫이 자주 出現하며(노·정, 1977,
1978) 城山港 부근에서 陸水의 流入과 牛島水路內
의 강한 潮流 등의 영향으로 濟州島 沿岸地域 中
에서도 비교적 복잡한 海況을 나타낸다. 牛島水路
地域의 年中 水溫範圍는 13~24.5℃ 이고, 鹽分은
32.00~34.5%이며 水溫과 鹽分의 垂直分布 차이는
微微한 편이다(변, 1981). 또한 牛島水路에서

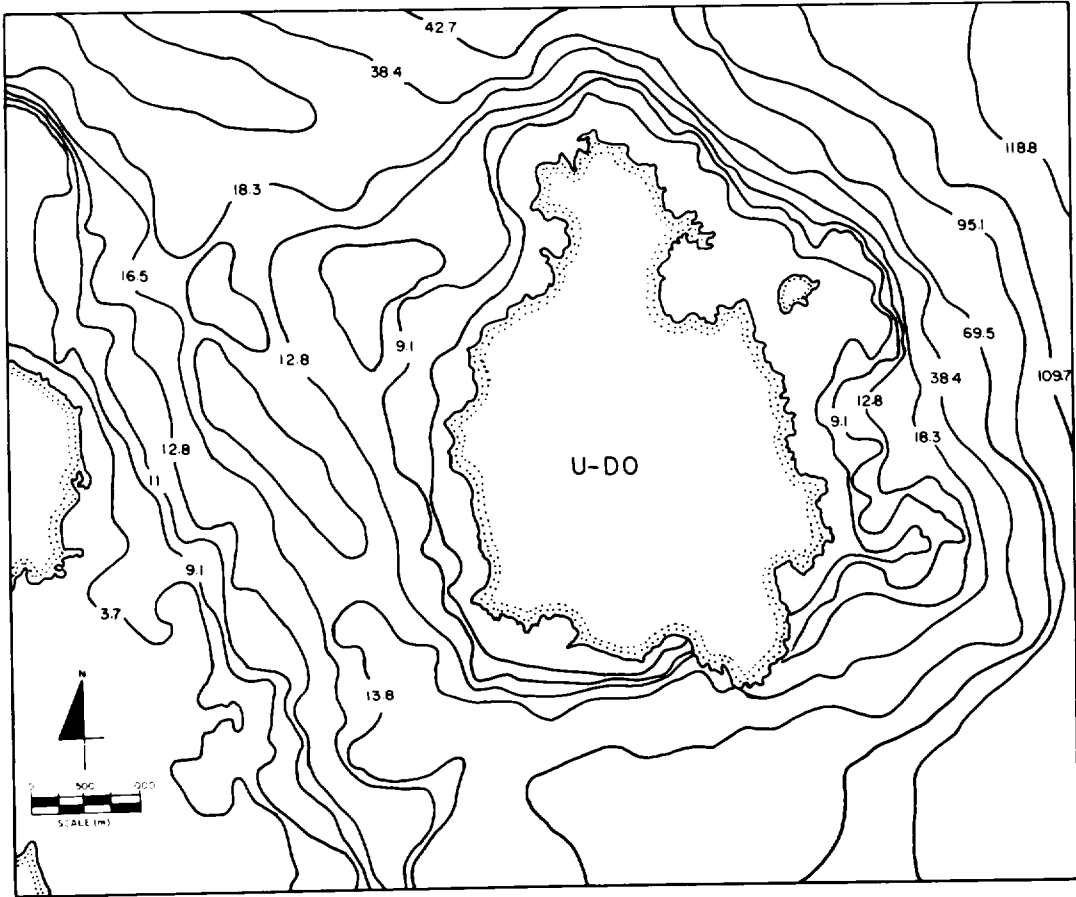


Fig. 2. Bathymetric map of the U-Island adjacent area(depth in meter).

潮流는 漲潮時에 3 Knot의 流速으로 北北西로, 落潮時에는 2.5 Knot의 流速으로 南南東으로 흐른다 (수로국, 1982).

研究方法

野外調査

1987年 10月부터 1988年 5月까지 淸진동~우목동 사이의 珊瑚砂海濱과 비양동海濱을 대상으로 數次에 걸쳐 海濱斷面(beach profiles) 調査를 실시하였으며, 分析用 試料로 珊瑚砂海濱에서 14개, 비양동 海濱에서 6개, 그리고 이들 海濱에 인접한 砂丘層에서도 4개의 試料를 採取하였다(Fig. 3).

室內研究

採取된 試料의 粒度分析을 위해 증류수로 鹽分을 제거하고 건조기에서 완전히 말린다음, 四分法으로 分類하여 그중 약 100gr을 미국표준체망으로 기준하여 $-1\phi \sim 4\phi$ 까지 1ϕ 간격으로 나누어 5分間씩 체질하였다. 이 結果 얻어진 1ϕ 간격의 粒度別 무게백분율을 累積粒度分布曲線으로 作成하여 Folk & Word(1957)의 公式에 의거 組織標準值를 계산하였다. 鑛物分析은 粒度分析한 試料中에서 粗粒砂($2 \sim 3\phi$) 10gr을 比重 2.89인 $CHBr_3$ 重液에 넣어 重液分離한 後, 重·輕鑛物을 lakeside #70으로 slide glass에 붙힌 다음, 重鑛物은 Krumbein and Pettijohn(1938)의 提案에 따라 300粒子 이상 통계 처리되었다. 輕鑛物은

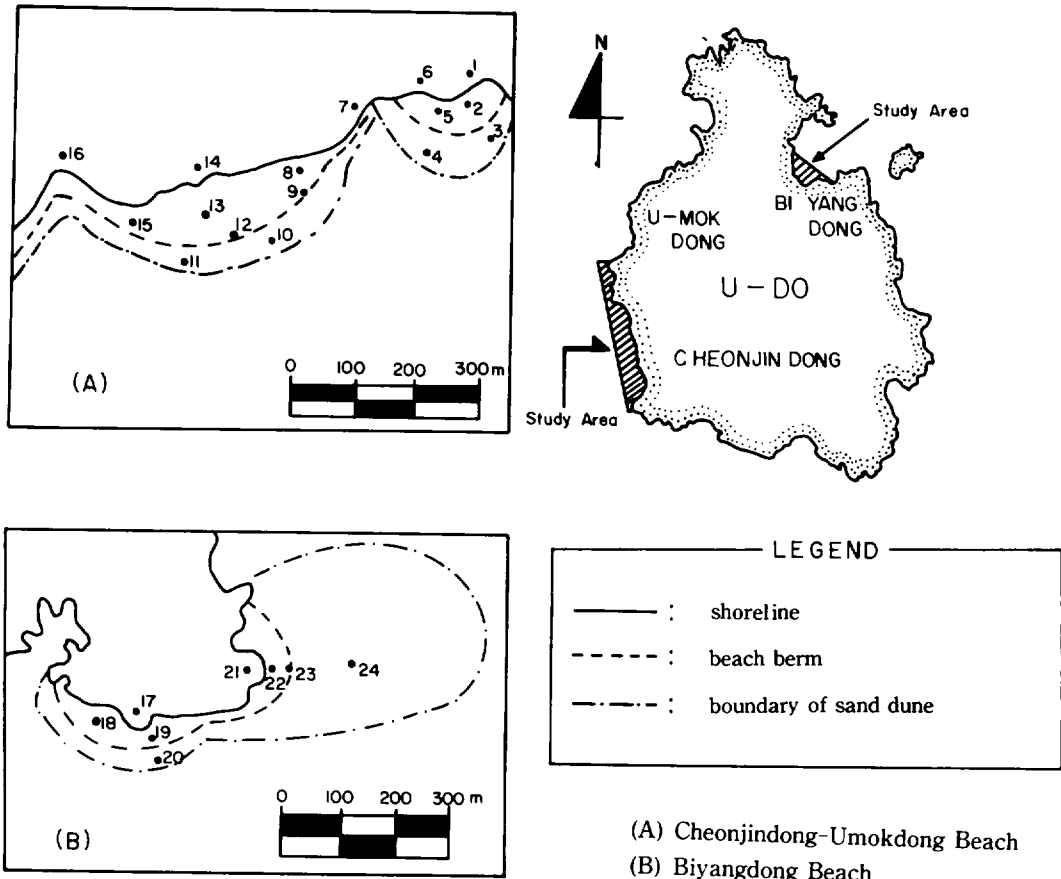


Fig. 3. Location of the sampling sites.

Baily & Stevens(1960)의着色법에 따라着色시킨後着色된色에 따라 K長石, Na-Ca長石, 石英, 岩片으로區分하여 약 1,000개의粒子를 현미경하에서計數하여 그結果를 백분율로表示하였다. 또한輕鑛物中石英粒子를 대상으로圓磨度와球形度도測定하였다.

結 果

海濱의 特徵

一般的으로海濱의形態는海濱構成物質粒度的크기에 의해決定되고, 다음으로岩石의供給量과 그地域의氣候狀態에 따라서도 영향을 받는다. 海濱斷面 또한海濱構成物質의粒度的크기 뿐만 아니라, 波浪에너지, 陸地와海面의相對的인水準變化 등에 의해서도 현저한差異를 나타낸다(김 외,

1983). 특히牛島海岸 일대는 거의外海에露出되어 있어海波와海流의流通이 활발하며, 單調로운海岸線을 이루고 있어海岸節, 岩石突出部(roky headland) 및 암초 등이 발달하여海濱間에連續性이斷切된 관계로海濱發達は不良한 편이다.

천진동~우목동海濱(珊瑚砂海濱)

本海濱은牛島西岸의천진동~우목동沿岸에만限定되어分布하며, 無節珊瑚藻破片의海濱과砂丘形態로군집을 이루고 있는 곳이기도 하다. 分布의規模가延長 780m, 幅 37.4m로 비교적 작지만構成物質이無節珊瑚藻破片으로된國內唯一의 곳이다. 本海濱의內陸쪽까지의높이는平均 105cm이고, 傾斜度는平均 10°로서비교적傾斜가急한 편이다. 이는粗粒質일수록透水性이 좋아海濱의傾斜가急하게되는一般的인現象

(Davis, 1972), 卽 本 海濱의 構成物質 粒度가 主로 2~4mm(-1~-2φ) 범위의 왕모래(granules)로 되어 있어 透水性이 높은데 緣由한다. 本 海濱의 內陸 背後에는 높이가 平均 2m(最大 6m)인 沿岸 砂丘層도 形成되어 있는데, 本 砂丘層에는 粗粒質 白色珊瑚層, 中·粗粒質 黃褐色 珊瑚砂層, 玄武岩 礫을 함유한 黃褐色 古期土壤層, 中·細粒質 淡黃色 貝殼 및 珊瑚砂層, 그리고 細粒質 白色 貝殼片 및 珊瑚片層의 地層構造가 뚜렷한 層理를 이루고 있다.

비양동海濱

本 海濱은 牛島 北東쪽의 비양동沿岸에 分布하는 全型的인 貝殼砂質 海濱이다. 그림 2에 提示된 바와 같이 本 地域이 內陸쪽으로 灣入되어 있고, 海底傾斜도 비교적 緩慢한 편이어서 總 長이가 400m, 後岸의 寬이 33.6m인 小規模의 海濱이 形成되어 있다. 또한 內陸쪽까지의 높이는 69cm이고, 傾斜度가 4°로 낮은 勾配를 보인다. 東쪽에서 約 100m되는 지점과 200~300m되는 지점에는 玄武岩礫가 노출되어 있고, 背後에는 砂丘層도 發達되어 있다. 砂丘層의 높이는 약 3~4m이고, 總長이는 約 800m에 이르는데 人工的인 破壞로

Table 1. Weight percentage of sediment composition and textural parameters of the beach sediments

Station No.	Composition		Textural Parameters					
	Granule(%)	Sand(%)	Mean(Mz)	Sorting(σ_1)	Skewness(Sk ₁)	Kurtosis(K _c)	Roundness	Sphericity
1	28.11	71.89	-1.57	0.71	0.04	1.16		
2	30.61	69.39	-1.70	0.64	-0.12	1.05		
3	22.71	77.28	-1.38	0.82	0.13	1.03		
4	18.63	81.37	-1.46	0.64	-0.16	1.15		
5	38.12	61.88	-1.77	0.99	-0.09	1.00		
6	36.50	63.50	-1.53	1.37	-0.09	0.83		
7	68.66	31.33	-2.20	0.46	-0.31	0.25		
8	30.55	69.45	-1.71	0.59	0.11	1.03		
9	14.06	85.93	0.93	1.14	0.41	0.98		
10	46.55	53.44	-1.90	0.92	-0.08	1.05		
11	42.70	53.30	-1.74	0.83	-0.16	0.99		
12	10.88	89.11	0.81	1.06	0.20	1.18		
13	53.42	46.58	-0.86	0.54	0.21	1.16		
14	20.58	79.42	-1.38	0.72	-0.10	0.98		
15	33.54	66.47	-1.59	0.92	-0.20	0.88		
16	88.66	11.34	-2.72	0.59	1.71	0.95		
17	0.	100.00	-1.22	0.43	-0.18	1.32	0.44	0.53
18	0.	100.00	1.53	0.41	-0.06	1.38	0.41	0.60
19	0.	100.00	1.46	0.53	-0.26	1.26	0.47	0.60
20	0.	100.00	1.92	0.42	-0.45	2.27	0.40	0.54
21	4.67	95.32	0.83	0.39	-0.62	1.44	0.51	0.62
22	9.41	90.58	1.38	0.33	-0.48	2.23	0.51	0.60
23	0.	100.00	1.45	0.30	0.09	1.29	0.47	0.58
24	0.	100.00	1.80	0.32	-0.16	1.24	0.45	0.55
Range	.	.	0.83-	0.30-	-0.06-	0.88-	0.41-	0.53-
	.	.	-2.72	1.14	1.71	2.23	0.51	0.62
Average	.	.	-0.46	0.66	-0.02	1.21	0.45	0.57

인해 侵蝕이 상당히 進前되어 있다. 砂丘層에는 뚜렷한 層理가 存在하는 않으나 上部下 약 30~40 cm 되는 지점에는 1~2cm 정도 두께의 깨끗한 古期土壤層이 屢재돼 있어 珊瑚砂砂丘層의 玄武岩礫을 함유한 古期土壤層과 關聯性이 있을 것으로 推定된다.

粒度分析

採取된 24개의 試料들에 대한 粒度分析 結果는 表 1 과 같다. 천진동~우목동沿岸의 珊瑚砂海濱의 平均 粒度値는 0.93φ ~ -2.72φ 로 매우 거친모래 (very coarse sand)에서 잔자갈(fine pebbles)의 범주에 해당하였는데 몇가지 相異한 傾向을 나타냈다. 卽, 岩石突出部, 干潮線, 海濱中央部, 애도 (beach berm), 그리고 植生이 被服돼 있는 砂丘層에서 各各 粒度의 變化를 나타냈다. 干潮線(St. 1, 6, 14)부근은 -1.36φ ~ -1.59φ 이고, 海濱中央部(St. 2, 5, 8, 13, 15)는 -1.70φ ~ -1.86φ 이며, 애도(St. 9, 12)에서는 0.81φ ~ 0.91φ 이고, 岩石突出部(St. 7, 16)는 -2.20φ ~ -2.72φ 로서 가장 粗粒하였다. 岩石突出部 地域이 가장 粗粒한 것은 이곳으로 集中되는 波浪에너지 때문에 細粒質들이 移動되어 粗粒質들만이 남게 된데서 비롯된 것으로 보여지며, 干潮線과 애도 및 海濱中央部の 粒度의 變化는 強弱의 波浪作用이 交代로 일어나고 있는데서 起因된 것으로 생각된다. 砂丘層에도(-1.38φ ~ -1.90φ) 粗粒質과 細粒質이 互層을 이루어 나타나고 있어, 이는 第四紀末 이후의 海退와 海浸에 關聯된 海수면의 昇降에 따라 堆積物의 再動(reworking)에 의해 形成된 것으로 思料된다.

비양동海濱은 0.83φ ~ 1.92φ 로 거친모래 (coarse sand)에서 중간모래 (medium sand)의 범주에 해당하며, 滿潮線에서 砂丘層으로 向함에 따라 粒度가 점차 細粒化해지는 傾向을 나타냈다. 卽, 干潮線부근이 0.83φ ~ 1.22φ, 海濱中央部 1.38φ ~ 1.53φ, 砂丘前面 1.45φ ~ 1.46φ 이고, 砂丘上部層은 1.80φ ~ 1.92φ 였다. 이는 遠岸으로부터 潮流나 沿岸流에 의해 移動된 堆積物(sand)들이 반복되는 swash 와 backwash 作用으로 分級이 이루어지고, 이중 乾燥한 細粒質들은 地面위를 낮게 떠서 비교적 짧은 거리를 拋物線을 그리면서 移動하는 도약(saltation) 過程에 의해 內陸쪽으로 移

動되어 海岸砂丘를 形成하는 일련의 海波 및 風性 分級作用(wave and eolian sorting processes)에서 비롯된 것으로 解釋된다.

그림 4는 珊瑚砂海濱과 비양동海濱의 粒度頻度 分布曲線을 나타낸 것이다. 提示된 그림에서 보는 바와 같이 珊瑚砂海濱은 주로 1φ 이하의 粒度質들로 構成되어 있고, 粒度分布範圍도 0φ ~ -2φ 로 넓은 편이나, 비양동海濱은 1φ 이상의 砂質크기로 이루어져 있을뿐 아니라 粒度의 범위도 주로 2~3φ 로 分級이 비교적 良好한 것으로 나타나 두 地域間에 粒度分布는 뚜렷한 差異를 보여주고 있어 이들 두 海濱은 그 堆積環境이 다음을 暗示해 주고 있다.

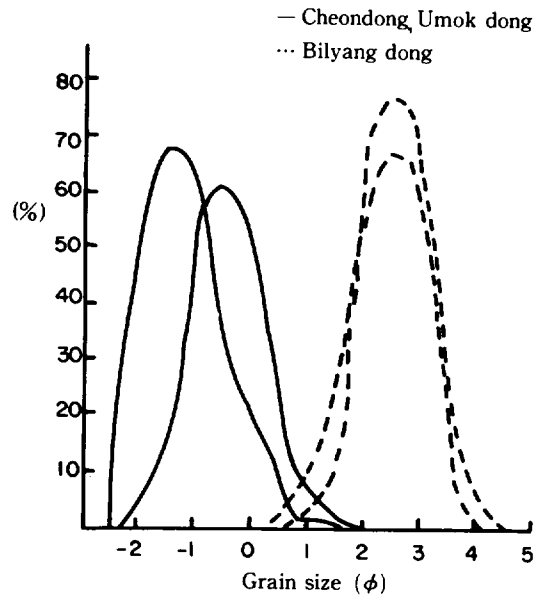


Fig. 4. Size frequency curves of beach sediment in the study area.

한편, 粒度分析 結果로부터 計算된 分級度값은 珊瑚砂海濱에서 0.46φ ~ 1.37φ 로 좋은 분급(well sorted)에서 불량한 분급(poorly sorted) 범주에 해당하나 대체적으로 중간정도 분급(moderately sorted)된 편이고, 비양동海濱에서는 0.30φ ~ 0.59φ 로 매우 좋은 분급에서 중간정도 잘된 분급에 해당하나, 대부분이 좋은 분급을 이루고 있어 多少의 차이를 나타냈다. 또한 歪度값은 珊瑚砂海濱과 비양동海濱 몇곳을 제외하면, 모두가 negative

skewed 하였는데, 이는 海濱環境이 海波, 潮流 등이 끊임없이 變動(fluctuation)하는 높은에너지 水力圈 地域이므로 細粒質 物質들이 제거되고 粗粒한 物質들만이 존재 때문이다. 尖度는 珊瑚砂海濱에서 대체로 platykurtic~mesokurtic 한 편이나, 비양동海濱에서는 모두가 1.11 ϕ 이상으로 leptokurtic 하여 分級도와도 잘 一到하고 있다.

그림 5는 調查地域 海濱砂의 運搬形態와 堆積環境을 類推하기 위하여 粒度分析 結果 얻어진 累積分布 曲線으로부터 1%(C)값과 50%(M)값을 미크론단위로 환산하여 로그좌표상에 CM diagram으로 나타낸 것이다(Passega, 1957, 1964). (CM. diagram 上의 分布 傾向은 몇점을 제외한 대부분이 C=M 限界線에 비교적 가까운 지점에 위치를 하고 있어 分級이 대체로 良好함을 보여주고 있을 뿐만 아니라 Passaga(1957)가 提案한 全型的인 海濱堆積物의 모델과도 일치할 하고 있다. 또한 珊瑚砂海濱과 비양동海濱과도 區分이 되고 있는데, 珊瑚砂海濱 構成物質들은 도약(saltation)에 의해, 비양동海濱의 모래는 底層浮遊(bottom suspension)와 도약의 形態로 運搬된 것으로 推定된다. 卽, 珊瑚砂海濱 및 비양동海濱은 비교적 높은 에너지영역(high energy regimes)으로 traction load에 의해 海濱砂들이 移動 또는 運搬되고 있는 것으로 思料된다.

鑛物分析

堆積層의 鑛物成分 研究는 堆積層의 供給地를 推定하는데 매우 중요하다. 비양동海濱의 8개 定點 試料에 대해 輕鑛物分析을 實施한 結果는 表 2

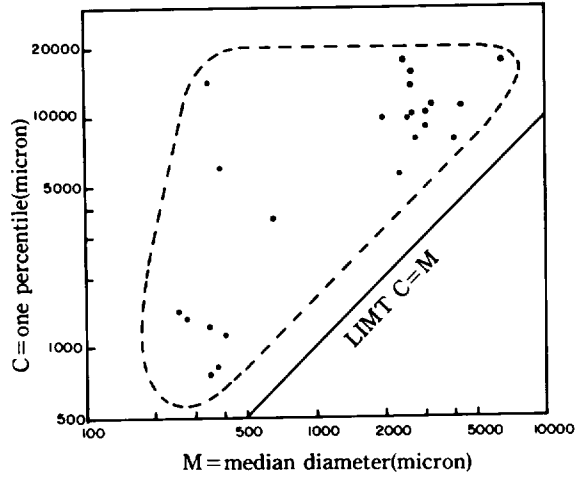


Fig. 5. CM plot of beaches samples on Passega's diagram.

와 같다. 分析된 海濱砂는 主로 石英, 岩片, Na-Ca 長石, K-長石, 그리고 소량의 珪質海綿針骨로 構成돼 있는데, 石英이 平均 41.74%로 가장 많은 부분을 차지하고 있으나 火山유리(volcanic glass) 破片이 石英으로 잘못 취급된 것도 있음을 밝혀둔다. 岩片이 平均 26.17%, Na-Ca 長石 19.79%, K-長石 10.31%로 식별되었다. 石英~長石~岩片의 三角圖(Fig. 6)에 의하면, lithic arenite와 arkosic arenite에 해당하며, Diuckinson and Suczek(1979)의 분류에 의해도 2개의 시료를 제외하고 recycled orogen provenance에 속하고 있다.

한편, 輕鑛物分析과 並行하여 측정된 비양동海濱砂의 圓磨度和 球形度 값은 表 1에 수록돼 있

Table 2. Composition of light minerals in Biyangdong Beach sand.

Sation No.	Quartz(%)	K-feldspar(%)	Na-Ca feldspar(%)	Rock fragment(%)	Others(%)
17	35.3	10.1	24.0	28.0	2.4
18	44.7	9.7	16.3	25.6	3.4
19	45.3	12.3	19.0	20.9	2.4
20	41.6	12.0	16.3	29.6	0.2
21	45.4	7.6	22.9	23.2	0.6
22	45.4	12.0	19.6	21.1	1.6
23	40.2	9.0	16.5	30.6	3.5
24	35.7	9.4	23.3	30.0	1.4
average	41.7	10.3	19.7	26.1	1.99

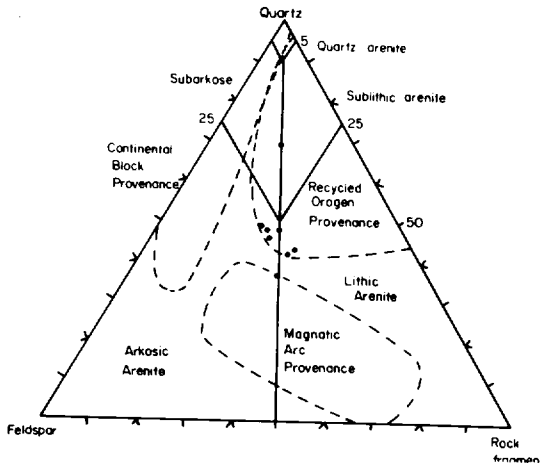


Fig. 6. Ternary diagram of light mineral and rock fragment(--- Dickinson and Suczek's classification - ; Pettijohns classification).

다. 一般的으로 河川에 의해 運搬·堆積된 堆積物은 아주 낮은 圓磨度와 아주 높은 球形度를 갖고, 높은 에너지의 海濱環境에서 堆積된 것은 높은 圓磨度와 낮은 球形度를 갖고 있으며, 낮은 에너지의 해빈에서 堆積된 것은 중간 形態를 갖는다고 한다(Sneed and Folk, 1958; Lenk-Chevitch, 1957; Dobkins and Folk, 1970; Komar, 1976). 本域인 경우 圓磨度는 平均 0.45로서 subrounded에 해당하였고, 球形度는 平均 0.57로 blade 한 形態인 것으로 나타나 비교적 높은 에너지가 作用하는 海濱環境인 것으로 해석된다.

考 察

海濱이란 海岸線을 따라서 波浪과 沿岸流가 모래나 자갈을 쌓아 올려서 만들어 놓은 地形으로서 크게 岩石突出部 사이의 灣入部에 초승달 모양으로 발달하는 灣頭海濱(bayhead beach)과 岩石突出部에서 波蝕臺와 海蝕崖가 서로 접하는 부분에 발달하는 岩石突出海濱(headland beach)으로 나눌 수 있는데(권, 1984), 牛島에 發達하는 珊瑚砂海濱이나 비양동海濱은 前者에 속한다. 또한 海濱堆積物의 主 供給源은 河川이기 때문에 河川을 끼고 있는 海濱인 경우는 그 規模가 크나 濟州島에

는 이런 海濱을 기대할 수 없다.

沿岸에 堆積物이 移動되어 하나의 海濱을 形成케 하는데 가장 중요한 要因은 沿岸流이며, 이 沿岸流는 碎波가 들어올린 物質을 浮遊 및 運搬시키는 沿岸漂流(longshore drifting)를 進行시킨다. 一般的으로 沿岸流에 의한 海水輸送量은 進入한 波浪의 特性과 入射角에 관계가 있다. 즉, 波高가 높을수록 또는 入射角이 클수록 沿岸流는 강해져, 큰 波浪은 많은 沿岸漂流과 큰 粒度의 漂砂를 수반하는데 보편적인 現象이라 할 수 있다. 불규칙한 海岸에서 海水의 실제적인 輸送은 岩石突出部로부터 灣入部로 向하게 된다. 따라서 岩石突出部는 波浪의 에너지가 集中되는 관계로 侵蝕을 많이 받게 되나 灣入部쪽에는 物質의 移動·集積이 이루어져 海濱을 形成하게 된다. 이와 같은 見地에서 볼때 천진동~우목동沿岸의 珊瑚砂海濱과 비양동海濱은 그 地形이 兩側의 岩石突出部를 境界로 하여 灣入된 形態를 이루고 있어 沿岸流에 의해 運搬되는 物質들이 集積되어 形成된 海濱이라고 할 수 있다(Fig. 7).

한편, 珊瑚砂海濱과 비양동海濱의 背後에는 砂丘層이 發達하고 있는데 珊瑚砂海濱 背後의 砂丘層內에는 뚜렷한 層理構造를 나타낼 뿐만아니라 비양동의 砂丘層內에도 上部下 20~30cm 지점에는 약 1~2cm 두께의 古期土壤層 및 직경 20~30cm 정도의 玄武岩礫이 混재되어 있다. 一般的으로 砂丘層의 發達은 風力圈(wind regime), 모래입자의 크기, 분급도, 그리고 植生の 피복정도 등에 따라 달라질 수 있다(Lancaster, 1983). 또한 砂丘斷面(dune profiles)은 風速에 따라 相異한 모양을 나타내는데, 一般的으로 低風速일때 砂丘斷面은 짧고 급하며, 高風速일때는 넓고 둥근 形態로 발전한다(Lancaster, 1985). 이뿐만 아니라 細粒砂는 傾斜가 급한 砂丘를 形成하고, 粗粒하고 分級이 불량한 모래는 넓고 완만한 모양의 砂丘를 만든다(Warren, 1972; Tsoar, 1978; Lancaster, 1982, 1983, 1985). 바람에 의해 가장 쉽게 이동할 수 있는 모래 粒子的 크기는 0.10mm(3.2φ)이고(Bagnold, 1941; Lancaster, 1986), 도약사(saltating sand)는 대개 2~3φ의 크기 범위이다(Visher, 1969). 즉, 이 크기의 모래는 根源域으로부터 바람에 의해 運搬되어 砂丘를 形成할 수 있다는 것이다.

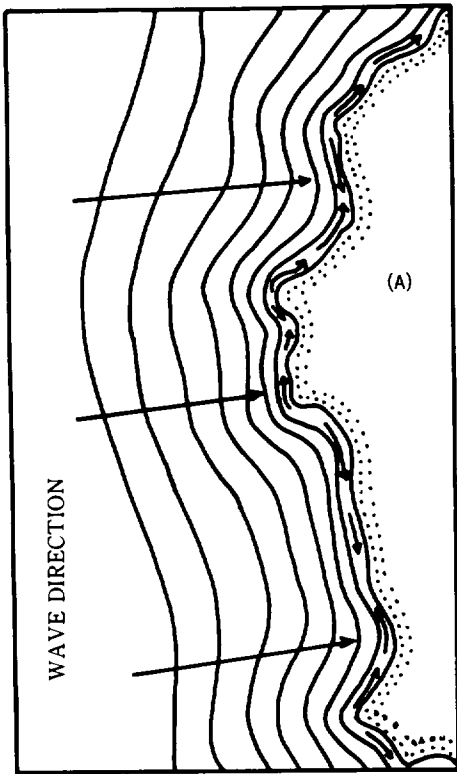


Fig. 7. Diagram showing of beach sediment transport by longshore current in the study area.

(A) Cheojindong-Umokdong Beach
(B) Biyangdong Beach

本 研究 結果, 비양동海濱에서는 海濱에서 砂丘層으로 向함에 따라 平均粒度가 점진적으로 細粒化하여 砂丘層의 上部에서 $1.80 \sim 1.92\phi$ 였으나, 珊瑚砂 砂丘層의 上部의 構成粒度는 平均 $-1.38 \sim -1.90\phi$ 로 매우 粗粒하였다. 특히 珊瑚砂 砂丘層인 경우, 높이가 平均 $2 \sim 3m$ 이고, 內陸쪽으로 最大約 $100m$ 까지 확장되어 있으며, 植生이 매우 良好한 편이다. 비양동 砂丘層도 그 높이가 平均 $2 \sim 4m$ 이고, 內陸쪽으로 約 $800m$ 나 떨어져 있으며 이 또한 植生이 發達하고 있다. 이와같은 점 등을 綜合하여 볼때, 本 牛島地域의 砂丘層의 形成史는 第四紀末의 海水面의 變化에 촛점을 맞추어 考慮되어야 할 것이다.

플라이스토세 末期에 마지막 最大 永河期가 쇠퇴하면서 海水面은 上昇하기 시작했는데, 海水面 上昇의 樣相은 보통 2 가지로 설명된다. 첫째는, 海水面이 계속 上昇하면서 오늘날과 같이 되었다는 Shepard의 설과, 둘째는 上昇하면서 지금으로부터 $5000 \sim 6000$ 年 前부터는 現在의 海면보다 $2 \sim 3m$ 정도 높았던 적이 있다는 Fairbridge 설

이다. 우리나라의 경우, 過去 海水面이 現在의 海水面보다 높았음을 暗示하는 研究 結果들도 있다 (Kim, 1973; 尹 外, 1977; 尹 外, 1985). 卽, 韓半島 後氷期의 海面變化를 地形學的으로 研究한 尹 外(1977)는 西·南海岸의 平均 $2 \sim 3m$ 높이의 海岸地形들은 海水面이 現在보다 적어도 $2 \sim 3m$ 높았던 B. P. 6000~3000년까지의 소위 後氷期溫暖期 또는 後氷期高海面期에 發達한 것으로 推定하였다. Kim(1973)도 韓半島 東海岸 南端의 $3 \sim 7m$ 海岸段丘가 後氷期溫暖期에 發達된 것이라고 報告한 바 있다. 中國에서도 홀로세 동안에 발해만(Gao and Li, 1985)과 동지나해(Liu, 1984; Geng, 1982; Zhao et al., 1982)에서는 몇차례 海水面이 $2 \sim 4m$ 정도 높았던 것으로 報告하고 있으며, 日本에서도 同一한 研究 結果가 發表되었다 (Taira, 1979, 1980 b; Pearson, 1977).

이와같은 점들을 綜合할때, 牛島地域의 砂丘層은 現在의 海면에서 形成된 것이라기 보다는 現在의 海면보다 높은 海水面에서 堆積·發達된 第四紀 間氷期 또는 後永期의 殘留地形인 것으로 推定

된다. 이같은 推定을 뒷받침해 주는 증거로서는 첫째, 珊瑚砂 砂丘層의 層理構造內에는 暖流圈의 大型 貝殼片과 古期土壤層 및 玄武岩礫이 포함되어 있을뿐만 아니라 비양동 砂丘層에서도 古期土壤層과 玄武岩礫이 發見되고 있다는 점이다. 牛島에 近接해 있는 新陽里 海岸가의 新陽里層 最上部에도 최소 약 20cm, 최대 약 50cm 두께로 古期土壤層이 發見되며, 新陽里層內의 貝殼片의 節代年齡이 3,500年(尹銑, 미발표)으로 測定되었는데 이는 新陽里 沿岸에 發達하는 砂丘層이 3,500年前 이후에 形成되었다는 間접적인 증거로서, 本 牛島地域에도 해당될 것으로 思料된다. 둘째, 砂丘層의 높이가 平均海面보다 2~3m 높고, 바닷쪽 前面의 侵蝕이 계속 進行되고 있다는 점이다. 그러나 本 研究에서 風向 및 風速에 따른 砂丘層의 成長과 消滅 관계 실험은 移行치 못했으나 추후 長期間에 걸쳐 氣象觀測을 實施하면 흥미있는 結果를 얻을 것으로 생각된다.

要 約

濟州 東部 牛島地域의 代表的인 珊瑚砂海濱과 비양동海濱에 대해 堆積學的인 研究를 實施한 結果는 다음과 같다.

1. 珊瑚砂海濱과 비양동海濱은 兩側의 岩石突出部를 境界로 하여 灣入된 地形을 이루고 있어 海濱이 發達하기에 적합한 地形的 條件을 갖추고 있으나 河川이 없는 관계로 海濱規模가 작다.
2. 本 研究地域에 發達하는 海濱形成에 가장 중요한 要因은 岩石突出部에서 灣入部로 向하는 沿岸流이며, 潮流, 海波, 바람 등의 영향도 많이 받는 것으로 思料된다.
3. 珊瑚砂海濱은 無節珊瑚藻 破片으로 이루어진 礫質海濱이며, 海濱의 길이는 780m 이고, 幅은 平均 37.4m, 높이는 平均 105cm, 傾斜度는 平均 10°로 비교적 急한 편이다. 비양동海濱은 貝殼片으로 이루어진 全型的인 砂質海濱이며, 길이가 400m, 幅이 平均 33.6m, 높이 平均 69cm 이며, 傾斜度는 平均 4°로서 완만하다.
4. 珊瑚砂海濱의 平均粒度値는 0.93~2.72 ϕ 로 매우 거친모래에서 잔자갈의 범주에 해당

하였고, 岩石突出部, 干潮線, 海濱中央部, 海濱애도部, 그리고 砂丘層 上部에서 각각 다른 粒度變化를 나타냈다. 또한 珊瑚砂海濱의 分級度는 대체적으로 中間 정도이고, 歪度는 negative 한 傾向을 나타냈다. 비양동海濱은 平均粒度値가 0.83~1.92 ϕ 로 거친모래에서 중립질모래에 해당하며, 滿潮線에서 砂丘層으로 向함에 따라 粒度가 細粒化해지는 傾向을 나타냈고, 分級度는 좋은 편이고, 歪度는 negative 한 편이었다.

5. CM diagram 分析 結果, Passega(1952)가 提案한 全型的인 海濱堆積物의 모델에 일치했으며, 珊瑚砂海濱은 도약에 의해, 비양동海濱은 浮遊 와 도약形態로 運搬되는 것으로 나타났다.
6. 비양동海濱의 輕鑛物로는 石英, Na-Ca 長石, K-長石, 岩片으로 區分되었는데, 石英이 41.74%로 가장 많았고, 岩片 26.17%, Na-Ca 長石, 19.79%, K-長石, 10.31%의 順을 나타냈으며, 圓磨度는 平均 0.45로서 sub-rounded 하고 球形度는 0.57로 blade 한 形態인 것으로 나타났다. 또한, 石英~長石~岩片의 三角圖에서는 lithic arenite 에 해당하며, recycled orogen provenance 로 分類됐다.
7. 珊瑚砂海濱의 內陸쪽 背後에 發達한 砂丘層의 높이는 平均 2~3m 이고, 層內에는 뚜렷한 層理構造가 發達하며, 暖流圈 指示者인 大型 貝殼片, 玄武岩礫, 古期土壤層이 層재되어 있고, 비양동의 砂丘層內에도 古期土壤層과 玄武岩礫이 層재되어 있는 것 등으로 볼때, 本 牛島地域의 砂丘層은 現在보다 海水면이 2~3m 높았던 時期에 發達된 第四紀 間氷期 또는 後永期의 殘留地形인 것으로 推定된다.

參 考 文 獻

- 권혁재, 1984. 지형학. 법조각, p. 285~290.
 김봉균, 1974. 제주도에 발달하는 사구층의 고생물학적 연구. 지질학회지 제10권, p. 95~108.
 김완수의 2인역, 1985. 일반해양학. 대한교과서 주식회사, p. 335~346.
 김주환의 2인, 1983. 자연지학연구—도해적 해설과 이해—. 대학교재출판사, p. 204~259.

- 노홍길·정공훈, 1976. 제주도연안의 수은, 염분 변동에 관한 연구소(I). 제대논문집 제 8 집, p. 115~122.
- 노홍길·정공훈, 1977. 제주도연안의 환경특성에 관한 연구(I), 서귀포 연안수의 확장범위, 제대해양자원연구소보, 제 4 권.,
- 변창익, 1981. 제주도연안의 해황특성에 관한 연구—성산을 중심으로—, 제대석사학위논문.
- 윤선외 1인, 1985. 수계리패총의 연체동물 화석 군집과 해수면 변동. 한국고생물학회지, V. 1, p. 141~152.
- 윤용구외 2인, 1977. 한반도 후빙기 해면변화의 지형학적 증거, 지질학회지 V. 13, p. 15~22.
- 윤정수, 1985. 제주도연안의 해변퇴적물에 관한 연구. 광산지질학회지, V. 18, p. 55~63.
- Bagnold, R. A., 1941, The physics of blown sand and desert dunes. London, Chapman and Hall, p. 265.
- Bailey, E. H., and R. E. Stevens, 1960. Selective staining of k-feldspar and plagioclase on rock slabs and thin sections. Am. Mineralogists. V. 45, p. 1020~1024.
- Blatt, H., and B. Sutherland, 1969. Intrastratal solution and nonopaque heavy minerals in shales. Jour. Sed. Petrol. V. 39, p. 592~600.
- Dickinson, W. R. and C. A. Suczek, 1979. Plate tectonics and sandstone composition. Am. Asso. Pet. Geol. V. 63, p. 2164~2182.
- Dobkins, J. E. Jr. and R. L. Folk, 1970. Shape development on Tahjiti-Nui. Jour. Sed. Petrol. V. 40, p. 1167~1203.
- Folk, R. L., and Ward, W. C. 1957. Brazos river bar : A study in the significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petrol. V. 27, p. 3~26.
- Gao, S. and Li, F., 1985. The sea level fluctuation along the northern coast of Bohai Gulf about 2000years BP. Acta oceanologica sinica. V. 4, p. 244~253.
- Geng, X., 1982. Transgressions and regressions in the Eastern China since the late pleistocene epoch. Acta oceanologica sinica. V. 1, p. 234~247.
- Kim, S. W., 1973. A study on the terraces along the southeastern coast of the Korean peninsula. Jour. Geol. Soc. Korea. V. 9, p. 89~121.
- Komar, P. D. 1976. Beach processes and sedimentation. Englewood Cliffs, N. Y. prentice-Hall, p. 429.
- Lancaster, N., 1982. Dunes on the skeleton coast Namibia : geomorphology and grain size relationships. Earth surface processes. V. 7, p. 575~587.
- _____, 1983. Controls of dune morphology in the namib sand sea. Eolian sediments and processes, p. 261~289.
- _____, 1985. Variations in wind velocity and sand transport on the windward flanks of desert dune. Sedimentology, V. 32, p. 581~593.
- _____, 1986. Grain-size characteristics of linear dunes in the southwestern kalahari. Jour. Sed. Petrol. V. 56, p. 395~400.
- Lenk-Chevitch, P., 1957. Beach and stream pebbles. Jour. Geol. V. 67, p. 1167~1203.
- Passage, R., 1957. Texture as characteristics of clastic deposition : in recent s. marine sediments symposium. Am. Ass. Pet. Gelo. V. 41, p. 5~31.
- _____, 1964. Grain size representation by CM patterns as a geological tool. Jour. Sed. Petrol. V. 34, p. 830~847.
- Pearson, R., 1977. Paleoenvironment and human settlement in Japan and Korea, Science, V. 197, p. 1239~1246.
- Sneed, E. D. and R. L. Folk, 1958. Pebbles in lower Colorado River, Texas: A study in particle morphogenesis. Jour. Gelo. V. 68, p. 114~150.
- Taira, K., 1980b. Radiocarbon dating of shell middens and Holocene sea level fluctuations in Japan. paleogeography. V. 32, p. 79~87.
- Tsoar, H., 1978. The dynamics of longitudinal dunes : Final Technical Report, U. S. Army European Research office. p. 171.
- Visher, G. S. 1969. Grain size distributions and depositional processes, Jour. Sed. Petrol. V. 39, p. 1074~1106.