

上孟芳里 一帶의 海岸平野地形 研究

崔 成 吉* · 金 逸 鍾**

◀ 目 次 ▶	
1. 序 論	(1) 粒度分析 및 結果
(1) 研究의 目的과 方法	(2) 圓形度分析 및 結果
(2) 研究地域의 概觀	4. 上孟芳里 一帶 海岸平野의 發達過程
2. 殘存 微地形 考察	5. 結 論
3. 堆積物 分析	

1. 序 論

(1) 研究의 目的과 方法

1) 研究의 目的

南韓의 東海岸은 대략 三陟海岸을 경계로 그 북쪽은 砂濱海岸, 남쪽은 岩石海岸이 탁월하게 나타난다. 三陟 以北의 注文津~江陵間과¹⁾ 正東津~飛末間의²⁾ 新里川·連谷川·沙川·江陵 南大川·珠樹川·前川 등 일련의 큰 河川의 下流에는 東海岸에서는 규모가 큰 沖積地가 발달해 있으며 沖積地의 前面에는 海濱과 海岸砂丘가 발달되어 있다고 보고되었다. 또한 河川 下流의 이들 沖積地는 後氷期의 海進에 따라 氷期의 灣入谷地가 河川이 운반한 堆積物로 埋積되는 過

程을 거쳐서 발달하였으며,³⁾ 陸地 쪽에서 海岸을 향하여 河成 堆積物로 이루어진 沖積地와 그 前面의 海岸砂丘 및 海濱이 나타난다고 보고하고 있다.

東海岸에서 큰 河川의 영향을 直接的으로 받지 않는 海岸에 발달한 堆積平野는, 景觀上으로 보아서는 上記의 研究地域들과 同一한 形態(즉 沖積地와 그 前面의 海岸砂丘 및 海濱)이지만, 平野上에 殘存하여 있는 堆積 微地形의 觀察 및 堆積物의 粒度分布上의 特性으로 보아 上記의 研究들에서는 沖積地로 분류될 수 있는 地點에서도 이른바 河成 堆積物(alluvial deposit)로 보이는 堆積物은 발견되지 않는 곳이 大部分이다.⁴⁾ 우리나라의 東海岸에 발달되어 있는 海岸堆積平野 地形의 特性을 이해하기 위해서는 규모가 큰

* 公州師範大學 地理教育科 助教授

** 公州師範大學 教育大學院 地理教育科

1) 權赫在, 1977, "注文津~江陵間의 海岸地形과 海濱堆積物質," 高麗大 教育論叢, 第7輯, pp. 45-48.

2) 權憲章, 1983, "嶺東南部地方의 河川 및 海岸地形에 관한 研究," 建國大 碩士論文, pp. 1-45.

3) 權赫在, 1975, "韓國의 海岸地形과 海岸分類의 諸問題," 高麗大 教育論叢, 第1輯, pp. 75-92.

曹華龍, 1978, "韓國 浦項周邊 平野의 地形發達," 東北地理, Vol. 30, pp. 153-160.

4) 沖積層(alluvium)에 관한 定義는 다양하다. 한때는 廣義로 해석되어 流水(running water)에 의해 運搬·堆積된 碎屑物質을 總稱하는 의미로 사용되어 왔고, 地質時代의인 의미로도 사용되어 洪積世와 구분되는 홀로세(Holocene Epoch)를 지칭하는 用語로도 사용되어 왔다. 그러나 'alluvium'은 堆積相(sedimentary facies)을 나타내는 용어일 뿐, 時間的 意味는 없으며, 오늘날에는 狹意로 사용되어 河川에 의해 運搬된 堆積物에 局限하여 사용되는 경향이 강하다. 本稿에서도 '沖積地' 혹은 '沖積平野'는 "河川에 의해 運搬된 堆積物(alluvial deposit)로 이루어진 堆積平野(alluvial plain)"라는 制限의 意味에서 사용하였다.

Fairbridge, R.W., ed., 1968, *The Encyclopedia of Geomorphology*, pp. 10-11.

Fairbridge, R.W. and J. Bourgeois, eds., 1978, *The Encyclopedia of Sedimentology*, Dowden, Hutchinson & Ross, pp. 11-13.

Bates R.L. and J.A. Jackson, eds., 1980, *Glossary of Geology*, Am. Geol. Inst., p. 46.

河川 下流에 발달된 沖積平野(alluvial plain) 의 예로 河川의 영향을 크게 받지 않는 地域에 발달되어 있는 海岸平野의 發達過程에 대한 考察이 필요하다고 본다.

本 考에서는 江原道 三陟郡 近德面 上孟芳里 一帶에 발달된 海岸堆積平野의 發達過程을 밝힘으로써, 上記의 研究 등에서 다루어지지 않았던 海岸平野地形의 特性을 究明하고자 한다.

2) 研究方法

本 論文은 平野面에 殘存해 있는 堆積 微地形의 考察, 海岸平野의 斷面測量, 堆積物의 標品採取 作業을 주로 하였다. 標品의 채취는 수동식 굴착기를 사용하여 平野面下 4m 地點까지 행하였다. 채취된 標品은 室內에서 粒度分析 및 圓形度分析 등을 통하여 堆積物의 堆積環境·堆積 프로세스 및 堆積物의 供給源과 移動方向을 추적하였으며, 이를 바탕으로 調査地域 海岸平野의 發達過程을 推察하였다. 調査地域 平野面의 發達過程과 堆積物의 堆積 프로세스 및 供給

源을 究明하기 위하여 堆積物의 粒度·圓形度 分析을 행하였다.

(2) 研究地域의 概觀

1) 地質 및 地形

研究地域의 海岸을 따라서는 砂濱과 海岸砂丘列이 海岸과 平行하게 발달해 있다. 砂丘列의 안쪽으로는 海岸砂丘와 대략 高度가 같은 平坦한 平野面이 最大幅 1km 정도의 규모로 발달하여 있다. 이 平野面은 背後의 山地와 急한 傾斜로 만난다(그림 1). 兩 地形이 접하는 平面形態는 ‘한치’ 밑을 頂點으로 하고 平野面의 가장 넓은 곳과 背後山地가 접하는 곳을 中央으로 하는 대략 L字形의 灣曲狀을 나타낸다. 研究地域의 북쪽과 남쪽으로는 각각 三陟 五十川과 近德 麻邑川이 南南西~北北東 方向으로 흘러서 東海에 流入한다. 이들 河川은 東海岸에서는 규모가 큰 편에 속하며, 麻邑川의 中·下流 沿邊에는 비교적 넓은 沖積平野가 발달되어 있다.

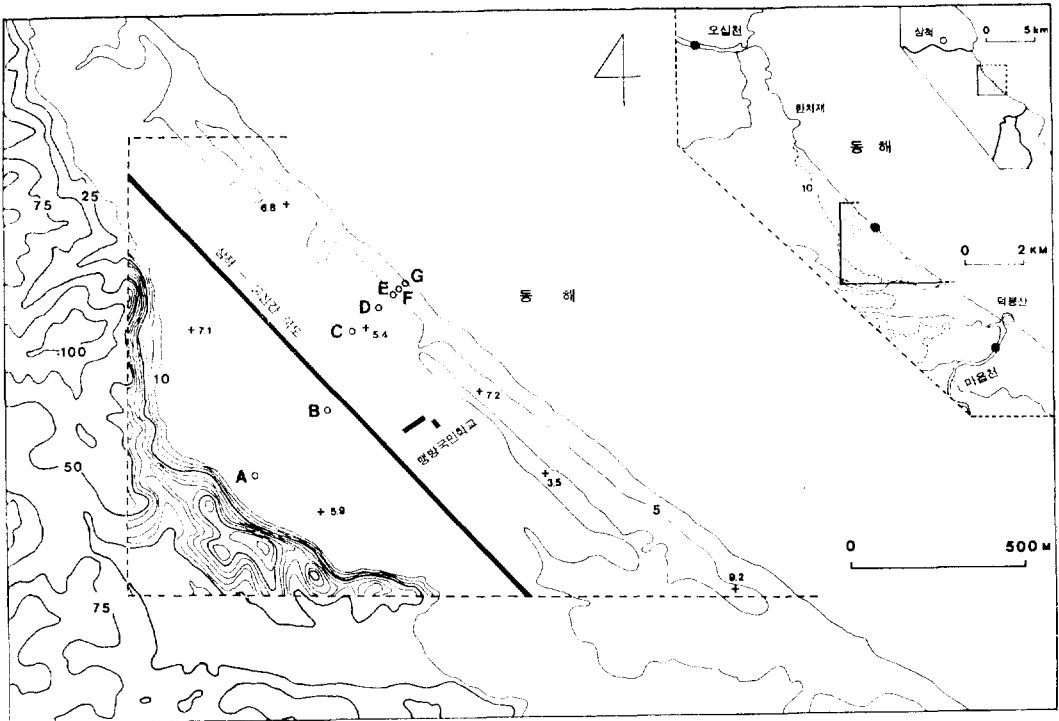


그림 1. 研究地域

지도내의 숫자는 해발고도를, A~G는 시추지점을 나타낸다. 가운데 지도의 검은 점이 찍힌 곳은 염산반응 시료를 채취한 곳이다.

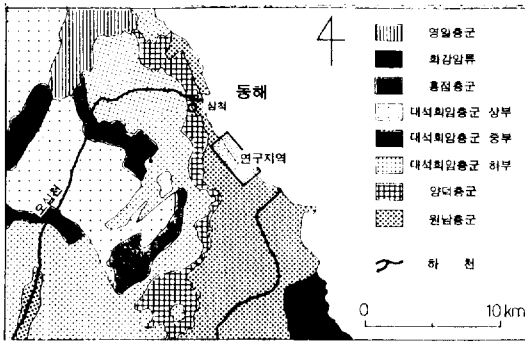


그림 2. 研究地域의 地質

五十川과 麻邑川 流域 基盤岩의 構成岩石은 서로 다르다.⁵⁾ 즉 五十川 流域의 基盤岩이 캄브리아紀의 陽德層群과 下部大石灰岩層群, 오오도비스紀의 中部大石灰岩層群 및 上部大石灰岩層群에 속하는 堆積岩類(주로 石灰岩·셰일·泥岩)로 구성되어 있는데 비하여, 麻邑川 流域의 基盤岩은 先캄브리아紀의 遠南層群에 속하는 變成岩類(주로 片岩·片麻岩)로 구성되어 있다(그림 2).

2) 地形生成環境

三陟地方의 1月 平均氣溫은 -0.3°C , 8月 平均氣溫은 23.9°C 이다. 年平均降水量은 1,180.9 mm, 蒸發量은 1,382.6mm로서 蒸發量이 降水量보다 많으며, 특히 겨울~봄철에 현저하다.⁶⁾ 風向은 겨울철에는 北東·北西風의 순서로 여름철에는 東北東, 東, 南東風의 순서로 나타난다. 風速은 여름철의 颱風時를 제외하고는 겨울철에 강하다.

波浪의 接近方向은 北東方向이 탁월하며, 그 다음으로 東北東·東쪽 方向으로 나타난다. 東海岸은 우리나라에서는 波浪에너지가 가장 강한 곳으로서 調査地域에 인접해 있는 墨湖港의 경우 最大波高는 7.2m에 이른다. 暴風波浪의 發生頻도와 波高는 겨울철에 높다.⁷⁾ 潮汐은 1日 1回潮(diurnal tide)인 경우가 대부분이며 潮差는

0.2m 이하로서, 潮汐現象에 따른 海面의 昇降은 西南海岸에 비하면 무시할 수 있을 정도이다.⁸⁾

2. 殘存 微地形 考察

研究地域은 1960年代 초반 이후 계속된 대규모적인 耕地化作業으로 인하여 原來의 地形이 크게 變形되어 外觀上 單調롭게 보이나, 平野面 上에는 이 地域의 地形發達過程을 推論할 수 있는 原地形의 殘片들이 局部的으로 남아있다. 사진 1은 平野面의 중앙부에서 背後山地 쪽에 가

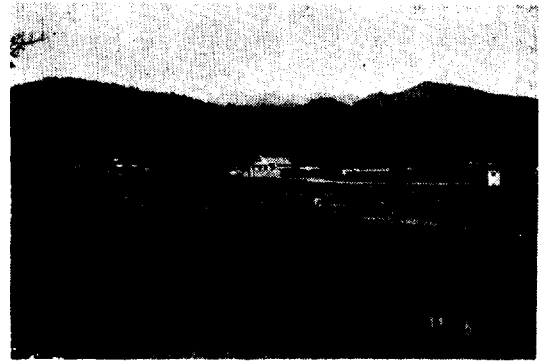


사진 1. Parallel dune과 swale의 흔적
중앙의 염소가 있는 곳이 경지화되기 이전의 swale이다.



사진 2. 海岸砂丘 안쪽의 swale

5) 國立地質鑛物研究所, 1973, 1:250,000 地質圖: 三陟圖幅.

6) 중앙기상대, 1985, 한국기후편람, 蒸發量은 江陵地方의 觀測值임.

7) 安明吉, 1982, "讚東地域(墨湖·三陟) 港灣의 波浪에 관한 研究," 三陟工專 論文集, 第15輯, 第2卷, pp. 89-130.

劉興植, 1984, "江原道の 陸水와 海洋," 國立地理院, 韓國地誌: 地方篇 II, pp. 59-61.

8) 水路局, 1984, 潮汐表.

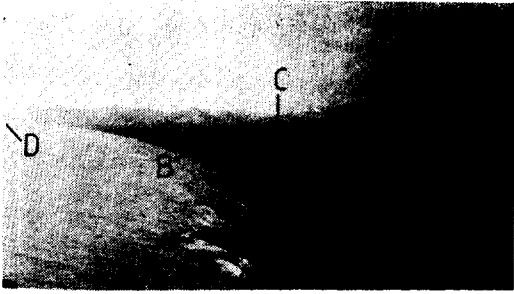


사진 3. 研究地域의 全景

한치재에서 남쪽을 바라본 경관이다.

- A: 한치재 밑 B: 해안사구
C: 상맹방리 평야면 D: 덕봉산

까운 곳으로서, 사진의 감나무가 있는 곳은 과거에 家屋이 立地하였던 ridge이고, 또 다른 ridge인 背後的 聚落이 立地한 곳과의 사이에는 swale의 흔적이 남아 있다. 現 海岸砂丘의 안쪽에도

swale의 흔적이 海岸을 따라 남북으로 길게 나타난다. 사진 2는 孟芳國校 북서쪽 背後山地에 가까운 곳으로서, 사진 中央 下端部의 발에는 背後山地에서 운반된 小礫~中礫級의 角礫이 흩어져 있고, 작은 도랑이 흘러들어 開析된 중앙부의 窪地壁에는 現在의 海岸砂丘와 同一한 堆積物이 나타난다. 砂質堆積物로 이루어진 이들 平野面에서는 灌井등의 관개시설이 완비된 일부 지역에서만 벼농사가 행해질 뿐, 대부분은 田作地로 이용된다. 멀리서 보면 單一砂丘로 보이는 海岸砂丘도(사진 3), 하나의 列로 구성된 것이 아니라, 近接하여 보면 사진 4에서와 같이 多數의 규모가 작은 ridge와 swale로 이루어져 있다. 研究地域에 있어서 ridge와 swale의 규모는 크지 않았던 것으로 보인다. 海岸砂丘의 바다쪽에는 foredune이 나타난다(사진 5). 갯잔디가 자라고



사진 4. 海岸砂丘 속의 微高地와 微低地
사진의 중앙에는 swale이, 양단에는 ridge가 나타난다.

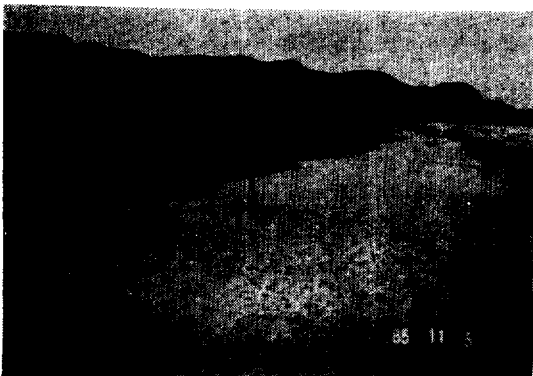


사진 5. 海岸砂丘 前面에 발달한 foredune
foredune과 swale의 소나무가 內陸쪽으로 偏形되어 있다.



사진 6. foredune上的 風成 ripple mark
砂粒의 堆積으로 소나무 밑둥이 묻혀져 가고 있다.

있는 foredune은 砂濱으로 부터 堆積物을 계속 供給받고 있는데, 이는 특히 겨울에 활발히 진행된다. 사진 6은 모래에 묻혀져 가는 foredune 상의 偏形樹(deformed tree 혹은 wind-shaped tree)를 보여준다. Foredune 상에는 소나무의 偏形方向과 直角으로 나 있는 風成 ripple mark가 보인다. 이는 겨울~봄철에 걸쳐 현저히 나타나며, foredune으로 堆積物이 供給되는 方向이 偏形樹의 偏形方向과 같음을 나타낸다. 사진 7은 swash zone에서 foredune까지의 구간을 보여준다. 暴風波浪時에는 平常時보다 swash zone이 훨씬 擴大된다. 暴風波浪時의 swash zone 바로 뒤에는 berm이, 그리고 그 뒤에는 낮은 언덕으로 밝게 보이는 foredune이 나타난다.

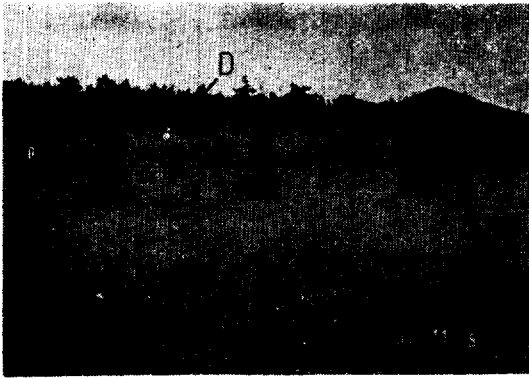


사진 7. 砂濱과 foredune

A: 平常時의 swash zone B: 暴風時의 swash zone
C: berm D: foredune

3. 堆積物 分析

(1) 粒度分析 및 結果

粒度分析을 위한 標品の 採取는 背後山地에 가까운 平野面(그림 1, 6의 A지점), 平野面의 中央部(B), 平野面과 海岸砂丘가 접하는 지점

(C), 海岸砂丘(D), foredune(E), berm(F), swash zone(G) 등 平野面의 幅이 가장 넓은 지역에서 海岸線에 직각인 方向을 따라 행하였다. 標品の 採取過程에 있어서는 人爲的 改變의 영향을 줄이기 위하여 E~G 區間을 제외하고는 地表下 50~60cm부터 채취하였다. 또한 垂直的인 粒度分布를 考察하기 위하여 A~D와 F地點에서는 地表下 100, 200, 300(B地點은 400)cm 地點의 堆積物을 채취하였다.

粒度分類는 ϕ scale 1의 간격으로 標準分析節에 의해 행하였고, 計量은 0.01g까지 計算하였다. 各 標品の ϕ scale別 粒子의 量에 대한 百分率을 算出하여, 累加頻度 및 累加頻度分布曲線을 그리고 그 特色을 考察하였다. 累加頻度分布曲線을 이용하여 平均粒徑($M\phi$), 分級(S.D), 歪度(SK)의 代表值를 算出하고⁹⁾ 各 標品の 特色을 考察하였다. 그리고 正規確率紙에 累加頻度를 plotting하여 여기에서 나타나는 各 分節을 기초로 堆積 프로세스를 考察하였다.

堆積物의 平均粒徑은 粗砂로 이루어진 1개 標品(B의 地表下 4m 地點)을 제외하고는 모두가 中砂의 區間에 속한다(表 1). 分級狀態는 0.18~0.59 ϕ 의 범위로서, 2개 標品(F의 --2m, G의 22번)을 제외하고는 良好(well sorted) 혹은 아주 良好(very well sorted)한 편이다. 歪度는 모든 標品이 0에 가까운 값을 나타내고 있어 거의 對稱的인 分布를 한다고 할 수 있다.¹⁰⁾

粒徑分布의 特性을 알아보기 위하여, 東海岸의 다른 地域에서 행해진¹¹⁾ 研究結果와 비교하여 보면, 本地域의 標品 全體는 海岸砂丘와 砂濱堆積物의 범주에 속하는 것으로 보이나, 단순히 平均粒徑과 分級值의 對比만으로서는 各 標品이 砂丘와 砂濱堆積物 중 어느쪽에 속하는지는 명확히 알 수 없다. 이 두 堆積物을 區分하

9) Inman, D.L., 1952, "Measures for Describing the Size Distribution of Sediment," *Jour. Sed. Petrology*, Vol. 22, No. 3, pp.125-145.

아래의 公式을 이용함.

$$M\phi = \frac{84\phi + 16\phi}{2}, \text{ S.D.} = \frac{84\phi - 16\phi}{2}, \text{ SK} = \frac{M\phi - Md\phi}{\text{S.D.}}$$

여기에서 $Md\phi$ 는 頻度 50% 지점의 ϕ scale 값임.

10) Leeder, M.R., 1982, *Sedimentology: Process and Product*, George Allen & Unwin, London, pp.31-43.

11) 唐華龍·申潤鎭, 1982, "海岸平野 微地形 堆積物의 粒度組成: 慶尙北道 東海岸을 事例로," 地理學, 第25號, pp.1-14.

表 1. 各 堆積物의 粒徑代表值

地 點*	記 號	Mφ	S D	S K	
A	(m) -0.5	1	1.18	0.38	-0.08
	-1.0	2	1.33	0.39	0.03
	-2.0	3	1.42	0.37	0.03
	-3.0	4	1.25	0.40	0
B	-0.5	5	1.34	0.47	0
	-1.0	6	1.45	0.40	0.03
	-2.0	7	1.22	0.39	0.05
	-3.0	8	1.08	0.43	-0.02
	-4.0	9	0.98	0.46	-0.09
C	-0.6	10	1.29	0.45	0.07
	-1.0	11	1.62	0.38	0.05
	-2.0	12	1.44	0.42	0.05
	-3.0	13	1.37	0.44	0.03
D	-5.5	14	1.60	0.43	0.05
	-1.0	15	1.46	0.42	0.02
	-2.0	16	1.32	0.48	-0.02
	-3.0	17	1.34	0.46	0
E	0	18	1.55	0.45	0
F	-0.2	19	1.36	0.49	0.02
	-1.0	20	1.14	0.39	-0.03
	-2.0	21	1.14	0.51	0.08
G	0	22	1.56	0.59	-0.02
	0	23	1.49	0.44	0.07

* A~G 地點의 位置는 그림 1과 6에 있음.

기 위하여, 本地域의 swash zone · berm · fore-dune · 海岸砂丘 堆積物의 粒徑代表值들의 特性을 비교하여 보았다. 海岸砂丘 堆積物(D)의 垂直的인 平均粒徑分布를 보면 表層으로 부터 下部로 내려갈수록 粗粒化되는 경향이 뚜렷하다. Fore-dune 堆積物은 海岸砂丘 堆積物의 表層과 비슷한 粒徑分布를 나타낸다. Berm 堆積物도 下部로 가면서 粗粒化되는 경향이 뚜렷한 점은 海岸砂丘 堆積物과 비슷하며, berm의 表層 堆積物이 海岸砂丘의 下部 堆積物과 粒徑分布가 비슷한 점이 注目된다. Swash zone 堆積物은 berm 보다는 細粒으로 나타난다. Berm은 暴風波浪下에서 形成되는 砂濱의 上端이므로 swash zone 보다는 粗粒인 것이 특색이다.¹²⁾ 그러나 粒徑分

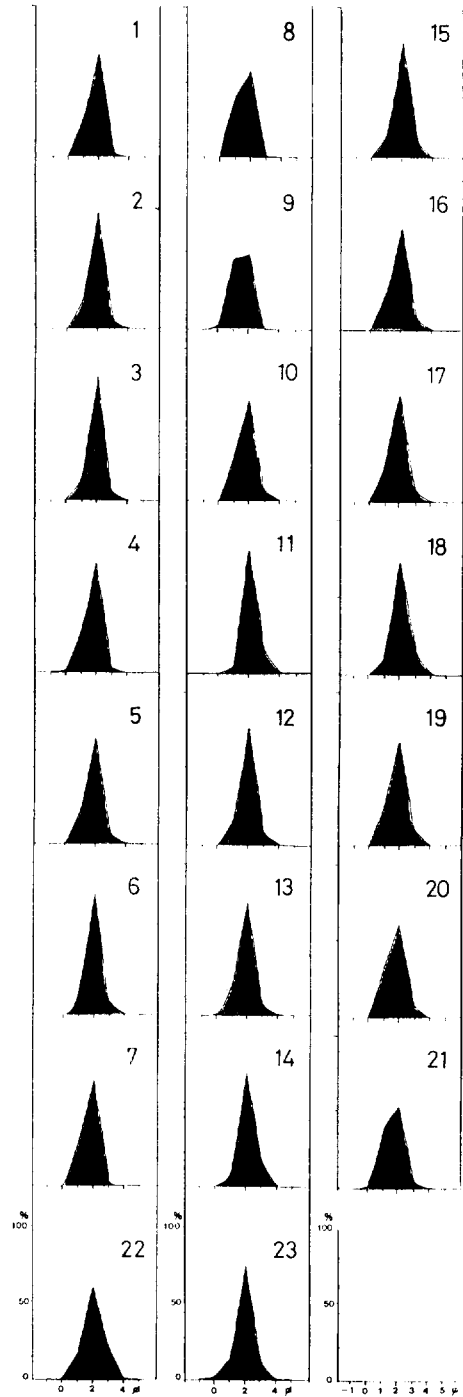


그림 3. 堆積物의 粒徑別 頻度分布

12) Komar, P.D., 1976, *Beach Processes and Sedimentation*, Prentice-Hall, pp.11-14.

布上 berm과 砂丘 堆積物은 뚜렷이 區分되지만, foredune · 海岸砂丘 表層의 堆積物과 swash zone 堆積物은 비슷한 경향을 나타내므로, 砂丘性 堆積物과 swash zone 堆積物을 區分하기 위한 다른 方法을 찾을 필요가 있다.

한편 表層에서 下部로 갈수록 粗粒化되는 경향은 B와 C地點에서도 나타나나, 이들 地點에서는 表層에서 1m 내외의 깊이까지는 오히려 細粒化되고 있다. 이는 背後山地에서 運搬된 粗粒 堆積物이 元來의 表層堆積物과 混合되어 나타난 結果로 보인다. 이러한 경향은 山地에 近接해 있는 A地點에서 더욱 현저하여 地表下 2m에 이르기까지 表層에서 깊어질수록 細粒으로 나타난다. A와 B의 表層堆積物 中에는 背後山地와 絕崖에서 地表流出(overland flow)과 매스무브먼트(mass movement)를 통하여 運搬된 작은 角礫 및 亞圓礫이 많이 발견된다(사진 5). 따라서 매스무브먼트와 地表流出의 형태로 運搬 · 混合된 背後山地쪽 平野面의 表層堆積物을 제외하면, 이미 群地화된 平野面에서도 下部로 갈수록 堆積物이 粗粒化되는 경향은 같다고 할 수 있다. 이는 本地域의 平野面을 구성하는 表層과 下部의 堆積物이 各各 서로 같은 堆積過程을 거쳐서 이루어졌을 가능성이 큼을 시사한다.

粒度分析으로 砂丘와 砂濱堆積物을 區分할 수 있는 方法 中의 하나는 頻度分布曲線을 비교하는 것이다.¹³⁾ 일반적으로 砂濱堆積物에는 微量의 礫이 포함되어 있는 경우가 많으므로 頻度分布曲線이 왼쪽으로 길게 저지는데 비하여, 砂丘堆積物은 左右翼이 없는 뾰족한 三角形으로서 分級이 아주 좋은 형태로 나타나기 때문이다.

頻度分布曲線을 보면, 背後山地와 絕崖로 부터의 영향을 받은 A·B·C地點의 表層堆積物을 제외한 A의 -3.0m(4), B의 -3.0m(8) · -4.0m(9), C의 -3.0m(13), D의 -2.0m(16) · -3.0(17), F의 -0.2m(19) · -1.0m(20) · -2.0m(21), 그리고 G의 두 堆積物(22, 23)에서는 左側으로 偏倚하는 경향이 나타난다(그림 3).

한편 粒徑頻度分布를 正規確率紙에 圖化하면 堆積物의 分布가 몇 개의 分節로 나뉘어 지는데, 砂丘堆積物의 경우에는 거의 大部分이 2分節로 나타나며, 砂濱堆積物은 3分節이 많은 것으로 알려져 있다.¹⁴⁾ 이들의 各 分節과 河川 · 波浪 · 바람 등에 의한 堆積物의 運搬樣式을 비교하면, 이른바 下位分節에 해당되는 粗粒群은 rolling 혹은 surface creep에 의해서, 中位分節에 해당되는 中粒群은 saltation에 의해서, 그리고 上位分節의 細粒群은 suspension에 의해서 運搬된다고 알려져 있다.¹⁵⁾ 各 標品の 粒徑頻度分布를 正規確率紙에 그린 것으로서 A의 -3.0m(4), B의 -0.5m(5) · -4.0m(9), C의 -3.0m(13), F의 -2.0m(21), 그리고 G의 두 標品(22, 23)은 3 分節로 나타나는데 비하여, 나머지는 2分節로 나타난다(그림 4). 3分節로 나타나는 標品들은, 매스무브먼트 및 地表流出의 영향을 받은 B의 -0.5m 地點을 제외하고는, 各各 swash zone, berm, 그리고 平野面의 下部에서 채취한 것들이다. 그림 3에서 左側으로 처지면서 그림 4에서 3分節로 나타나는 標品들이 海岸의 swash zone이나 berm 堆積物이거나 平野面의 下部 堆積物임을 고려하여 볼 때, 調査地域 平野面의 下部는 swash zone으로 부터 berm까지를 포함하는 砂濱性 堆積物로 이루어져 있음을 알 수 있다. 또한 그림 3에서 左右 對稱의 分布를 보이고, 그림 4에서 2分節로 나타나는 標品들은 foredune과 海岸砂丘의 表層堆積物, 그리고 平野面의 表層堆積物이 大部分으로서 이들은 砂丘性 堆積物로 思料된다. 그림 3의 全 標品の 堆積物은 粗粒群이나 細粒群에 비하여 中粒群의 比率이 압도적으로 많은 것으로 보아, 이들의 주된 運搬樣式은 다 같이 saltation이었을 것으로 보인다.

以上에서 考察한 粒度分布上의 特性으로 보아, 上孟芳里 一帶의 平野面은 地表下의 2~3m 보다 깊은 곳은 平常時 및 暴風時의 波浪에 의한 saltation에 의해 주로 運搬된 砂濱堆積物層

13) 曹華龍 · 申潤鎭, 前掲 論文.

14) Ibid.

15) Visher, G.S., 1969, "Grain Size Distribution and Depositional Processes," *J. Sediment, Petrol.*, Vol, 39, pp. 1074-1106.

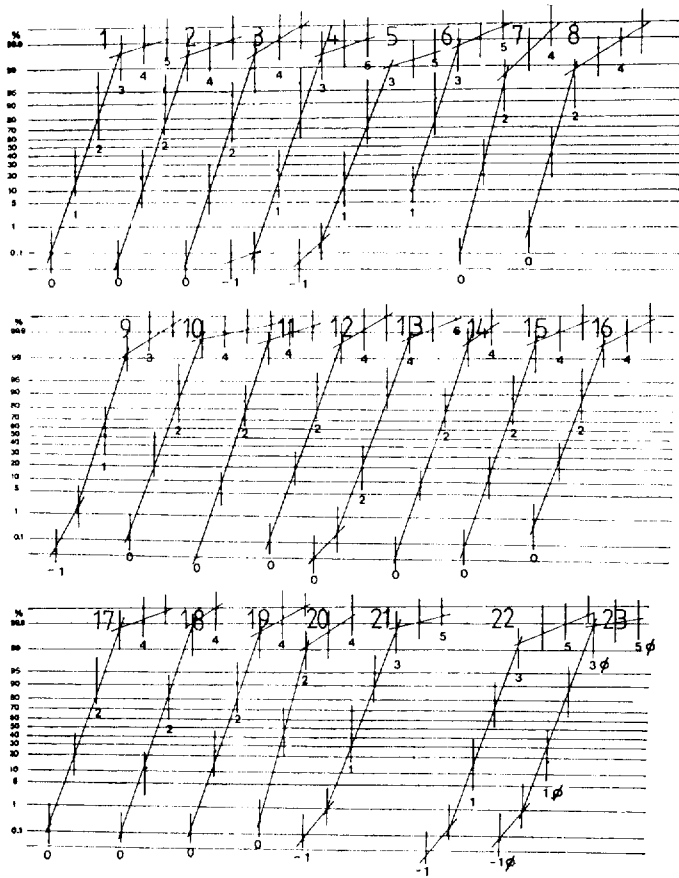


그림 4. 正規確率紙上的 粒徑別 累加頻度分布

이며, 이를 주로 바람에 의한 saltation에 의해 運搬된 砂丘堆積物層이 덮고 있는 상태라고 할 수 있다(그림 6). 또한 粒度分布上的 特性으로 보아, 上孟芳里 一帶 平野面의 堆積物 中에서는 이른바 河川에 의해 직접 運搬된 堆積物은 발견 되지 않는다.¹⁶⁾

(2) 圓形度分析 및 結果

本 地域 砂濱砂의 주된 供給源 및 移動方向을 알아보기 위하여 實體顯微鏡을 통하여 圓形度

를 調査하고 砂濱砂粒의 母岩을 추적하였다.¹⁷⁾ Swash zone에서 採取된 砂粒을 顯微鏡으로 관찰하면, 堆積物의 65~90%는 石英粒이 차지하며, 나머지는 雲母片岩·片麻岩·slate의 砂粒, 그리고 기타의 變成岩 起源의 砂粒으로 構成되어 있다.

前述한 바와 같이 本 地域 부근에서 上孟芳里 一帶의 海岸平野를 發達시킬 수 있을 정도로 砂濱에 모래를 供給할 수 있는 河川은 五十川과 麻邑川이며, 이 두 河川은 各各 主로 石灰岩과

16) 曹·申(1982)에 의하면, 東海南部地域의 平野의 경우 河床堆積物과 自然堤防堆積物은 각각 $M\phi - 0.61 \cdot SD 1.41$, $M\phi 1.90 \cdot SD 1.41$ 로 나타나서, 砂濱·砂丘堆積物과 뚜렷이 구별된다.
 17) 砂粒의 圓形度는 Powers, M.C., 1953, "A New Roundness Scale for Sedimentary Rocks," *J. Sed. Petrol.*, Vol. 23, pp.117-119에 의하여 判別하였다. 顯微鏡觀察에 의하면 本 地域의 海濱砂粒 中에는 한 種類의 鑛物로 이루어진 砂粒과 함께, 몇 種類의 鑛物로 이루어진 砂粒도 많이 發見되는데 觀察의 結果와 地質圖의 比較를 통하여 砂粒의 起源岩을 추적하였다. 이 方法은 精度는 낮을 것으로 여겨지지만, 圓形度 分析의 結果를 補完하는 意味는 있다고 생각된다.

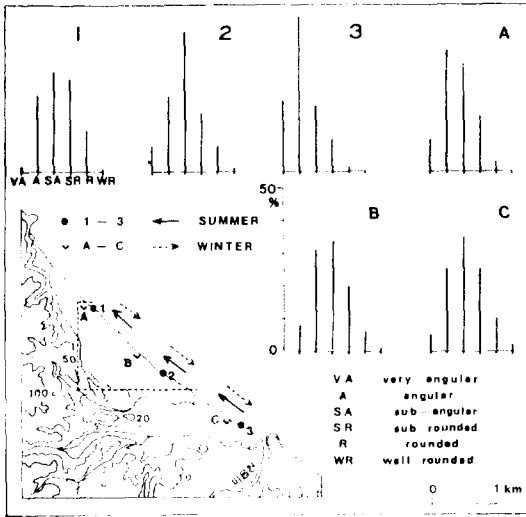


그림 5. 沿岸流와 砂濱砂粒 圓形度の 季節的 變化
 지도내의 숫자는 해발고도를 나타내고, 화살표는 계절별 퇴적물류의 방향, 그리고 점선내의 지역은 그림 1의 연구지역의 위치를 나타낸다.

變成岩類의 岩石이 主構成岩石인 地域을 貫流하여 研究地域의 북쪽과 남쪽에서 바다로 流入한다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 五十川의 流域盆地內에서도 頭陀山 以東의 일부 지역과 海岸 근처에는 遠南層群에 속하는 變成岩類가 分布되어 있고, 陽德層群과 石灰岩群에도 硅岩層이 좁게 끼어 있어서 孟芳地域 砂濱의 石英砂粒은 이들을 母岩으로 하였을 可能性도 크다. 그러나 砂濱의 砂粒 中에는 石英砂粒 이외에도 片岩 및 片麻岩 起源으로 보이는 砂粒의 比率도 비교적 높게 나타난다. 이는 孟芳地域 砂濱의 供給源으로서의 비중은, 遠南層群의 分布面積이 五十川보다 훨씬 넓은 麻邑川地域이 五十川地域보다 相對적으로 훨씬 높을 수 있음을 시사한다.

위의 假定을 確認하기 위하여 五十川과 麻邑川의 下流部(그림 1) 및 孟芳地域의 砂濱에서 채취한 모래에 대하여 鹽酸反應을 실시하였다. 그 結果 五十川 下流部 河床의 모래는 100粒 中 5~6粒 정도, 孟芳砂濱의 모래는 2粒 정도가

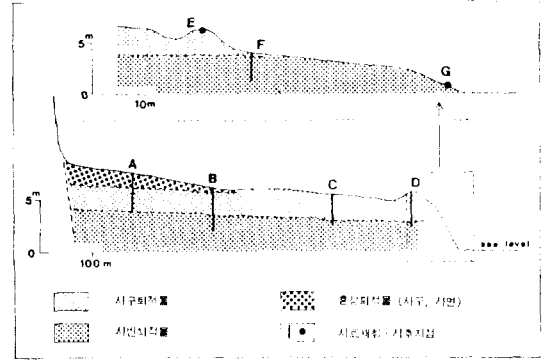


그림 6. 上孟芳里一帶 海岸平野 堆積物의 垂直的 分布
 수평거리에 대한 수직거리가 심히 확대되어 있다.

10%의 鹽酸溶液에 녹았는데 麻邑川 下流部 河床의 모래는 전혀 反應하지 않았다. 그런데 鹽酸과 反應한 모래 中 五十川의 모래는 모두 石灰岩片粒인데 비하여 孟芳砂濱의 모래는 貝殼砂粒인 點이 注目된다. 즉 孟芳砂濱에는 石灰岩起源의 砂粒은 거의 없다는 말이 된다. 이 역시 孟芳地域 砂濱의 主된 供給源은 麻邑川流域의 變成岩類의 岩石임을 말해주는 指標의 하나가 된다. 이는 또한 砂濱堆積物의 圓形度分析에서도 잘 나타난다. 즉, 여름철에는 麻邑川 河口에서 북쪽으로 가면서, 그리고 겨울철에는 남쪽으로 가면서 砂粒의 圓形도가 增加한다(그림 5). 또한 砂濱砂粒의 圓形도는 여름철에 비하여 겨울철에 增加한다. 이는 本地域 砂濱堆積物은 夏季에, 특히 麻邑川에 의해 供給되며, 季節에 따라 沿岸流와 beach drifting에 의한 堆積物의 移動方向이 相異함을 의미한다. 즉, 여름철의 堆積物流(sediment stream)의¹⁸⁾ 方向은 북쪽, 겨울철의 흐름은 남쪽으로 진행됨을 의미한다.

이상의 考察로 보아 本地域 砂濱堆積物은 여름철의 集中濔雨時 麻邑川에 의해서 主로 供給되며,¹⁹⁾ 季節에 따른 沿岸流의 方向에 따라 서로 다른 方向으로 運搬·堆積되는 것으로 보인다.

18) Zenkovich, V.P., 1967, *Processes of Coastal Development*, trans. D.G. Fry, Oliver and Boyd, pp. 16-19.

19) 이 過程에 있어서 한치재 부근과 같이 背後絕崖에서의 매스무브먼트에 의한 供給이나, 북쪽에 있는 五十川에 의한 堆積物의 供給이 전혀 무시되는 것은 아니다. 특히 夏季의 한치재 부근의 砂濱에서는 매스무브먼트에 의해 供給된 거의 磨蝕을 받지 않은 角砂가 많이 발견된다.

4. 上孟芳里 一帶 海岸平野의 發達過程

背後山地의 基底部에서 바다에 이르는 平野面의 斷面과 堆積物粒度의 垂直分布를 분석해보면 前述한 바와 같이 平野面의 堆積物은 地表로부터 2~3m 되는 깊이를 경계로 表層은 砂丘砂(dune sand), 그 아래는 砂濱砂(beach sand)로 이루어져 있다(그림 6). 또한 이는 swash zone으로 부터 foredune에 이르는 구간의 垂直堆積構造와도 일치한다. 따라서 本地域 平面의 發達過程을 이해하기 위해서는 이들 表層의 砂丘堆積物과 下部의 砂濱堆積物의 堆積過程을 考察하여야 할 것으로 보인다.

調査地域으로는, 도랑에 가까운 河川 이외에는, 직접 流入하는 큰 河川은 없으므로, 本地域의 砂濱에는 한치재 絕崖에서 매스무브먼트에 의해 供給되는 一部 堆積物을 제외하면, 研究地域의 남북에 있는 두 河川 특히 麻邑川에 의해 바다로 運搬된 土砂가 波浪과 沿岸流에 의해 運搬되는 것이 大部分인 것으로 보인다. 東海岸의 河川은 流路는 짧지만 句配가 급하여 여름철의 集中濔雨時에 많은 土砂를 바다로 運搬하는 바,²⁰⁾ 颱風의 내습과 관련된 麻邑川의 土砂供給은 특히 重要하다. 麻邑川의 河口部에서는 여름철의 颱風 및 暴風時에 河川은 德峰山과 德山里 사이의 tombolo를 끊고 바다로 나오지만,²¹⁾ 남~남동쪽에서 접근하는 波浪과 이때 生成되는 沿岸流 때문에 海岸을 따라 북쪽으로 흐른다. 颱風 직후 麻邑川 河口의 孟芳쪽 海濱에는 이때 생긴 ripple mark가 북쪽을 향하고 있다.

堆積物의 供給이 계속되면 砂濱은 바다쪽으로 前進하며,²²⁾ 이에 따라 바람에 불려서 海岸砂丘 쪽으로 移動되는 砂粒도 많아지므로, 孟芳里 一帶에서는 既存의 海岸砂丘 앞에 새로운 foredune이 生成되어 海岸砂丘 자체도 바다쪽으로 成長하는 過程이 反復되어 온 것으로 보인다. parallel dune 혹은 dune ridge의²³⁾ 發達로 불리우는 이 過程에 있어서는 冬季의 北風系列의 바람의 영향을 많이 받았다. 海岸砂丘의 높이가 한치재 쪽에서 德峰山 쪽으로 가면서 높아지고(그림 1), foredune 堆積物上에 北東~南西方向의 風成 ripple mark가 나타나는 것(사진 8) 등은 本地域의 foredune과 海岸砂丘가 주로 겨울철에 成長함을 나타낸다. Parallel dune은 많은 土砂를 공급받아 海岸線이 前進해 나가는 海岸에 發達하는 것으로서,²⁴⁾ 調査地域의 경우 五十川·麻邑川 등 東海岸에서는 규모가 큰 河川이 북쪽과 남쪽에 있어서 砂濱을 계속적으로 함양할 수 있고, 겨울 氣溫이 溫和하여 砂濱砂粒이 서로 얼어붙지 않으며, 가을~봄에 이르는 동안에는 降水量보다 蒸發量이 많아져 砂粒이 말라 있어서 吹送이 용이하며, foredune과 背後의 砂丘上에는 海松 이외에도 순비기나무·갯잔디·갯메꽃·솔나물 등의 植生이 密生하여 吹送된 砂粒을 集積시킬 수 있는 등 parallel dune이 形成되기에 좋은 條件을²⁵⁾ 갖추고 있다. 東海岸에 있어서 現海面을 기준으로 한 海岸地形은 後水期の 海水面 上昇에 따라,²⁶⁾ 海水面이 現水準에 육박한 이후에 발달된 것이다.²⁷⁾ 上孟芳里 一帶의 平野面에서는 이른바 古砂丘나²⁸⁾ 舊汀線과²⁹⁾ 관련된

20) 權赫在, 1974, "韓國의 河川과 沖積地形," 高麗大 教育論叢, 第1輯, pp.75-92.

21) 吳建煥, 1971, "한국 동해안의 Tombolo에 관한 研究," 馬山敎大 論文集, pp.297-310.

22) 住民들의 말에 따라, 孟芳里 一帶의 砂濱은 지난 數十年間 계속 바다쪽으로 성장했다.

23) Bird는 parallel dunes로, Shepard는 dune ridges로 부르고 있다(Bird, E.C.F., 1984, *Coasts: An Introduction to Coastal Geomorphology*, 3rd ed., Basil Blackwell, pp.177-185와 Shepard, F.P., 1973, *Submarine Geology*, 3rd ed., pp.141-147 참조).

24) Psuty, N.P., 1965, "Beach-ridge Development in Tabasco, Mexico," A.A.A.G., Vol. 55, No. 1, pp. 112-124.

25) Davies, J.L., 1980, *Geographical Variation in Coastal Development*, 2nd ed., Longman, pp.152-168.

26) 曹華龍, 1980, "韓國東海岸における完新世の海水準變動," 地理學評論, Vol. 53, No. 2, pp.317-328에 의하면, 大略 6,000年 B.P. 頃에 現海水準에 이르렀다.

27) 權赫在(1975), loc. cit.

28) 朴東源·柳根培, 1979, "우리나라 西海岸의 砂丘地形," 地理學論叢, 第6號, pp.1-10.

朴 穎, 1987, 千里浦 砂丘內의 赤黃色 堆積層에 관한 研究, 서울大 碩士論文, pp.1-54.

29) 朴勝弼, 1982, "東海岸의 舊汀線 堆積物에 관한 考察," 地理學論叢, 第9號, pp.31-39,

堆積物은 발견되지 않는다.

本地域의 平野面은 後氷期の 海水面 上昇과 더불어 海水面이 現在와 비슷한 水準에 이르게 되면서, 이 海水面을 基準으로 麻邑川과 五十川에 의해 河口로 운반된 土砂가 波浪과 沿岸流의 作用으로 上孟芳里 一帶의 灣內로 이동되고, 이후 砂濱과 海岸砂丘의 形成을 반복함에 따라 形成된 것으로 보인다. 平野面에서 ridge와 swale의 生成이 반복되어 典型的인 parallel dune이 形成되어 가는 동안, 背後山地와 絶崖面으로 부터는 매스무브먼트에 따른 斜面堆積物과 小谷을 흐르는 도랑에 가까운 小河川에 의해 一時的으로 運搬된 堆積物이 背後山地와의 접촉지역으로부터 平野面の 表層을 被覆·混合하기 시작하여 原地形의 變形이 나타난 것으로 보인다(그림 6). 이 結果 現 平野面の 堆積物은 下部的 海濱堆積物을 表層의 砂丘堆積物이 덮고 있는 垂直構造를 나타내게 되었다.

結局, 本地域의 平野面은 주로 河川에 의해 운반된 土砂가 다시 沿岸流와 波浪에 의해 移動되거나 밀려 올라와서 形成된 海濱, 그리고 이 海濱을 바탕으로 發達한 砂丘가 근간을 이루므로, 엄밀한 의미에서는 이른바 河川에 의해 직접 運搬·堆積된 '沖積地(沖積平野)'로 부르기 보다는 海成 프로세스와 風成 프로세스에 의해 形成된 海岸平野로³⁰⁾ 指稱하는 것이 더욱 타당할 것으로 보인다.

5. 結 論

河成堆積物을 직접 공급받지 못하는 江原道 三陟郡 近德面 上孟芳里 一帶에 발달되어 있는 海岸平野의 堆積物 分析 및 平野上에 남아있는 微地形의 考察을 통하여 堆積物의 特性과 堆積過程, 그리고 平野面의 發達過程을 研究하여 다음의 結論을 얻었다.

平野面下 4m 지점까지에서 採取한 堆積物의 粒度分析에 따르면, 本地域의 海岸平野는 海濱性 堆積物을 砂丘性 堆積物이 被覆하여 이루어진 平野이다. 이 두 堆積物은 주로 saltation에 의해 運搬·堆積되었으며, 大略 平野面下 2~3 m 지점을 境界로 서로 접한다.

現在の 海濱을 구성하는 砂粒의 圓形度는 여름철에는 남쪽의 麻邑川 河口로 부터 북쪽으로 갈수록 增大되며, 겨울철에는 그 반대로 나타난다. 이러한 사실은, 우리나라의 東海岸에 있어서 海濱을 함양하는 土砂의 大部分이 여름철의 集中濔雨時 河川에 의해 運搬된다는 점을 고려해 볼 때, 本地域 砂濱으로 供給되는 모래는 남쪽 麻邑川에 의해 運搬되는 것이 많고, 여름에는 砂濱을 따라 북쪽으로 移動하고 겨울에는 남쪽으로 移動함을 말해준다.

매년 새로 供給되는 모래와 함께 既存의 海濱 砂도 이들 方向으로 반복적으로 移動함에 따라 이와같은 方向別·季節別 圓形度變化가 나타나게 된 것으로 보인다. 그러나 이미 언급하였듯이 本地域 砂濱으로의 五十川의 모래 供給이 無視되는 것은 아니다. 本地域의 砂濱은 북쪽 五十川의 모래, 그리고 한지재 부근 海蝕崖의 侵蝕으로 생긴 모래의 供給으로도 成長하고 있다. 다만 麻邑川이 供給하는 土砂에 비하여 量的으로 적다는 것이다.

上孟芳里 一帶의 海岸平野는 後氷期の 海水面 上昇과 함께 형성된 小灣入地의 안쪽으로 沿岸流와 波浪의 作用에 의해 移動되어 온 堆積物이 砂濱을 形成하고 이 砂濱을 바탕으로 砂丘가 形成되는 過程이 반복되어 發達된 典型的인 parallel dune 平野이다. 따라서 이 平野는 엄밀한 意味에서는 河成 堆積物로 이루어진 沖積平野(alluvial plain)라기 보다는, 海成 프로세스와 風成 프로세스에 의해 生成된 海岸堆積平野라고 부르는 것이 타당할 것 같다.

30) Bates and Jackson, op. cit., p. 121.

Geomorphological Characteristics of the Coastal Plain in Maengbang-ri, Eastern Coast of Korea

Seong Gil Choi*

Il Jong Kim**

Summary

The geological development of the coastal plain of Maengbang-ri, Samchok-gun, Kangwon-do has been investigated by means of grain size analysis, roundness analysis and observation of remnant depositional micro-landforms on the coastal plain with second hand fluvial deposits.

The findings of this study are as follows:

1. According to the grain size analysis of sediment piled down up to 4 meters beneath the surface, beach sand layer is covered with dune sand. The bordering line of the two layers is 2~3 meters beneath the coastal plain surface and both sand layers were carried by saltation process.

2. In summer, the present beach sediment becomes rounder where it receives more from the Ma-eup river mouth to the north, but in

winter the opposite can be observed. The ratio of sediment derived from metamorphic rocks in the beach sands decreases rapidly to the north in summer, but it decreases less to the south in winter. It means that those sediments are provided largely by Ma-eup river area whose bed rock is metamorphic rocks.

3. The coastal plain in Maengbang-ri is a typical parallel dune plain which has been made of sediments at first carried by the river Ma-eup to the river mouth and then by wave and long-shore current to the small bay resulted from the sea level rise in the postglacial age.

4. The plain has followed the process of provision of sediments through longshore currents, extension of beach, and development of new foredune. Thus the plain mentioned so far should be justly termed the coastal plain formed by marine process and aeolian process, not the alluvial plain formed by fluvial process.

* Associate professor, Department of Geography, Kongju National Teachers University

** Graduate student, Department of Geography, Kongju National Teachers University