

남극 킹 조지섬의 위버 반도 해변자갈에 관한 연구

박 용 안·최 문 영*·고 영 이
서울대학교 자연과학대학 해양학과
*한국해양연구소

Analysis of Beach Gravels, the Weaver Peninsula, King George Island, Antarctica

Y.A. Park, M.Y. Choi*, and Y.Y. Koh

Department of Oceanography, Seoul National University Seoul 151-742, Korea

*Korea Ocean Research and Development Institute
Ansan 425-600, Korea

요 약

위버 반도(Weaver Peninsula)는 남극의 킹 조지섬(King George Island)의 일부로서, 한국의 세종 과학 기지가 있는 바톤 반도(Barton Peninsula)와 마리안 소만(Marian Cove)을 사이에 두고 있다(Fig. 1). 위버 반도와 바톤 반도에 자갈 해변이 잘 발달되어 있는 사실이 밝혀졌고, 이들 해안을 따라 조사한 결과 21개 지점에서 해수면보다 높은 위치의 자갈 해변을 발견하였는데, 이번 연구 논문은 위버 반도의 자갈 해변을 선택하여 연구 결과를 발표하는 것이다. 본 연구의 대상이 되는 WP-5의 해변은 퇴적 소환경(depositional subenvironment) 즉, 해변범과 해변면으로 구분되는바 해변범(beach berm)에서의 자갈 입자의 평균 크기(mean size; SZm)는 -4.10ϕ 이며, 평균 원마도(mean roundness; RDm)는 0.44, 평균 구형도(mean maximum projection sphericity; MPsm)는 0.66이다. 그리고 해변면(beach face)에서의 자갈 입자의 평균 크기는 -4.23ϕ 이며, 평균 원마도는 0.41, 평균 구형도는 0.67로 나타났다.

전체적인 조직 특성을 보면 평균 입자 크기는 $-2.77\sim-4.86\phi$ 범위로 나타났으며, 평균 원마도는 0.30~0.55의 범위를 보였고, 평균 구형도는 0.62~0.71임이 밝혀졌다.

한편 입자 형태(shape)로서 가장 많은 것은 oblate type이며, 그 다음으로 equant, prolate, 및 blade type의 차례로 그 상대적인 양이 점차 감소한다.

본 연구 지역의 해변자갈과 빙하성 해양 환경이 아닌 온대 기후의 해변자갈을 비교해 보면, 온대 기후의 해변자갈은 대략 평균 구형도 0.45~0.80, 평균

원마도 0.50~0.75의 범위를 보인다. 평균 구형도의 경우는 온대 지역의 해변 자갈과 유사한 값(0.62~0.71)을 보이는데 반해서 평균 원마도는 온대 기후의 해변자갈보다 더 낮은 값(0.30~0.55)을 보이는데, 이는 subangular에서 subrounded에 해당한다. 이러한 현저한 차이를 보이는 이유는 남극적 빙하성 환경 조건과 이 지역의 해양 퇴적학적 특성에 그 원인이 있다고 해석된다.

ABSTRACT

Textural analysis of gravels of raised beach (old beach) in the Weaver Peninsula, King George Island, Antarctica has been carried out as a first part study among 20 other sites surveyed in the Weaver Peninsula and Barton Peninsula, King George Island.

The raised beach described as WP-5 in this paper is 3.95 m higher than the present beach in elevation. And it is described as old beach. The beach shows typical sub-environment, that is, beach berm and beach face.

Mean size, mean roundness and mean sphericity of gravels from beach berm are -4.10ϕ , 0.44 and 0.66 respectively. However, mean size, mean roundness and mean sphericity from beach face are -4.23ϕ , 0.41 and 0.67 respectively. In particular, it seems to be worthy to note the differences of textural parameters between Antarctic glacio-marine beach gravels and temperate and normal marine beach gravels. Under such conception the present study wishes to show only textural parameters, i.e., size, roundness, sphericity and shape obtained from the analysis of Antarctic glacio-marine beach gravels.

서 언

연구지역

자갈이 갖는 크기와 형태(구형도와 원마도)는 수력학적인 과정, 암석학적인 특성, 운반 거리등과 관련된다. 이러한 요인들은 시공간적으로 연속적이지도 않고 단일하지도 않으므로 역의 크기와 형태는 다양한 양상을 보이게 된다.

킹 조지섬은 여름에 해당하는 3개월을 제외한 나머지 기간 내내 혹한이 계속되는 극지 환경이므로 역질 해변(gravel beach)도 비극지성(nonglacial)인 지역의 해변과는 다른 독특한 특징을 가질 것으로 생각된다. 이러한 독특한 해양 퇴적환경적인 요인을 알아내기 위하여 입도와 형태 분석을 실시하였고, 이에 따른 퇴적 표준 수치(textural parameter)를 비교하였다. 또한 연구지역이 융기 지역으로 해석되는 바, 본 연구의 후반에서는 융기 현상과 고해빈과의 관계 및 특성을 해석할 것이다.

1991년도 하계 남극 조사('91 Antarctic Summer Expedition) 동안에 위버 반도와 바톤 반도의 해안 지역과 연안 지형의 여러 곳에서 특유의 역질 고해빈층(古海濱層)을 발견하고 해수면을 기준으로 한 고도 측정과 해빈층의 층서를 기재하고 시료를 채취하였다(Fig. 1). 시료가 채취된 역질 해변층은 위버 반도에서 5 지점, 바톤 반도에서 14 지점이다. 이번 연구 결과에서는 해변자갈이 잘 발달된 위버 반도의 5개 지점중 1 지점을 대상으로 한 것이다. 세종 과학 기지가 위치한 바톤 반도와 그 주위의 위버 반도에서는 고해빈선이 비교적 분명하게 관찰된다. 고해빈선의 구별은 암설퇴(岩屑堆)형의 빙퇴석(moraine)과 해변자갈의 경계로써 알 수 있으며, 이는 현재 수면보다 2-3m 더 높은 위치에 있어 이 지역이 계속 융기되고 있는 것으로 볼 수 있다.

본 연구는 1992년 11월까지 진행될 예정인데, 지금까지 분석된 표품은 위버 반도의 WP-5 지점에서 채취된 것으로 15개 표품이다(Fig. 2, 3). 즉, 해변 범(beach berm)

에 해당하는 시료 번호 WP-5-1~8과 해변 면(beach face)에 해당하는 WP-5-9~15등이다(Fig. 3).

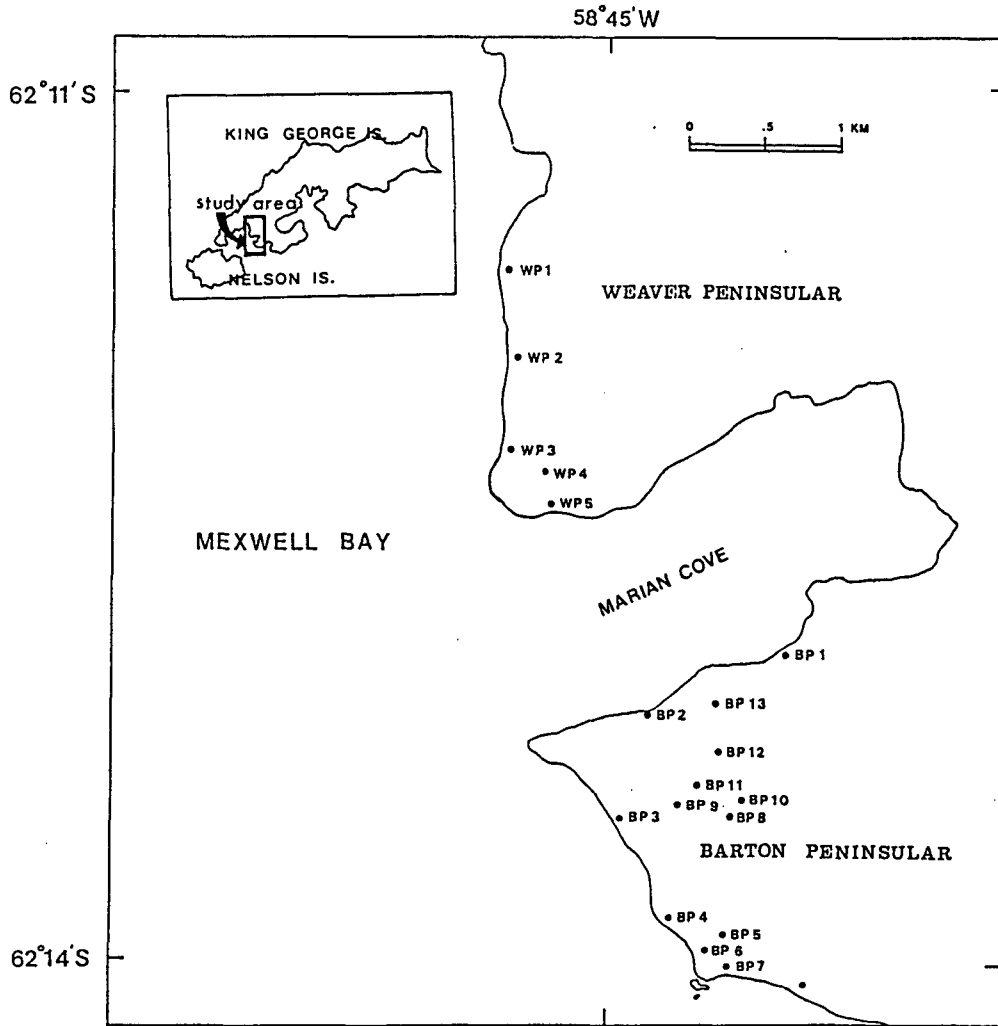


Figure 1. Sampling locations of gravels in the Weaver Peninsular, King George Island.

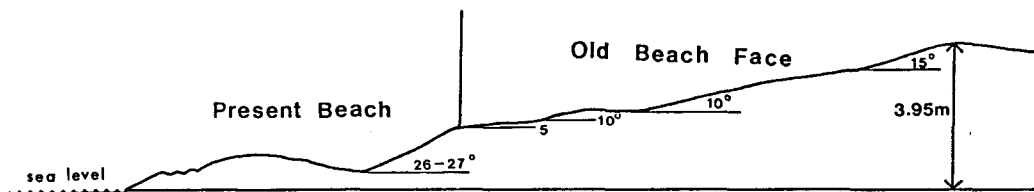


Figure 2. Cross section of WP-5 site in the Weaver Peninsular, King George Island.

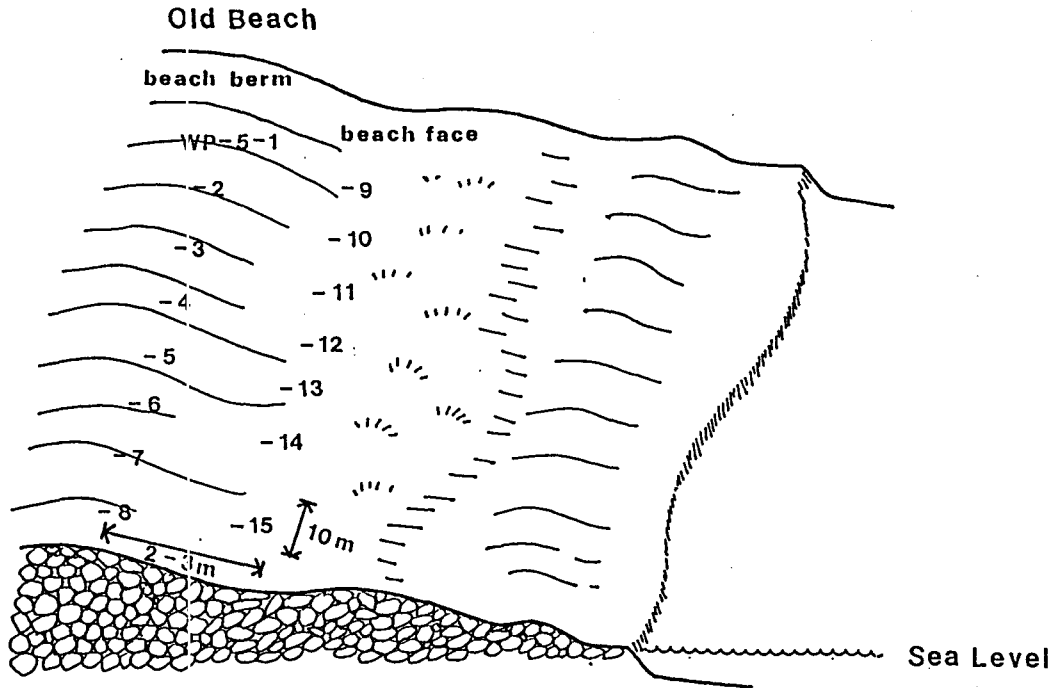


Figure 3. Position in samples on WP-5 site, the Weaver Peninsular, King George Island.

분석방법

극지 해빈 환경에서 발달된 해빈자갈의 조직 특성 중에서 자갈의 형태 (gravel shape)를 측정·분석하였다. 자갈의 조직 (gravel texture)을 알기 위해서 직교하는 3개의 축 (gravel axes)을 0.05cm의 정확도로 측정해서 평균 입도와 평균 구형도를 계산하였다.

통계적인 정확성을 얻기 위해서 한 표품당 200여개의 자갈을 대상으로 분석했고, 평균 입자 크기는 중축의 값을 사용했다. 구형도를 구하는 방법은 주장하는 학자에 따라 다른데, 여기서는 Wadell(1932)의 방법과 Sneed & Folk(1958)의 것을 측정해서 수치비교를 해보았는데, 0.1~0.4정도의 차이를 보였다. Wadell이 사용한 방법은 다음과 같다.

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{ds \cdot dm}{dl \cdot ds^2}}$$

dl:diameter of long axis
 dm:diameter of medium axis
 ds:diameter of short axis

평균 구형도로는 Sneed & Folk의 maximum projection sphericity를 사용했는데, 이유는 이것이 가장 실질적인 수력학적 과정 (hydrodynamic condition)을 잘 나타내 주기 때문이다 (Harvey Blatt, 1980).

$$\phi p = \sqrt[3]{\frac{ds^2}{dl \cdot dm}}$$

통계학적인 자료를 얻기 위해서는 5개의 측정 (gravel dimension)이 필요하다. 즉, 1) 장축 (long axis), 2) 중축 (medium axis), 3) 단축 (short axis), 4) 가장 날카로운 부분의 내접원의 직경, 가장 큰 면 (plane)의 내접원의 직경

Zingg(1935)는 dm/dl과 ds/dm의 두가지 형태지수 (shape indices)를 사용하였고, 이러한 지수를 4가지 형태단위 (shape class)로 분류하는 Zingg diagram (Fig. 4)을 제안하였다. 그밖에 Sneed & Folk(1958)는 ds/dl과 (dl-dm)/(dl-ds) 등 두가지 지수를 조합해서 삼각 다이어그램을 완성했다 (Fig. 5). 이 다이어그램은 몇개의 형태지

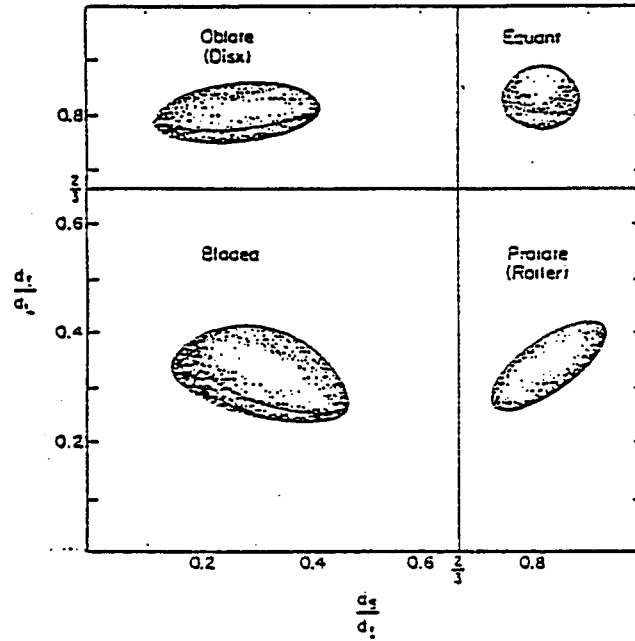


Figure 4. Classification of shapes of gravels. (After Zingg, 1935)

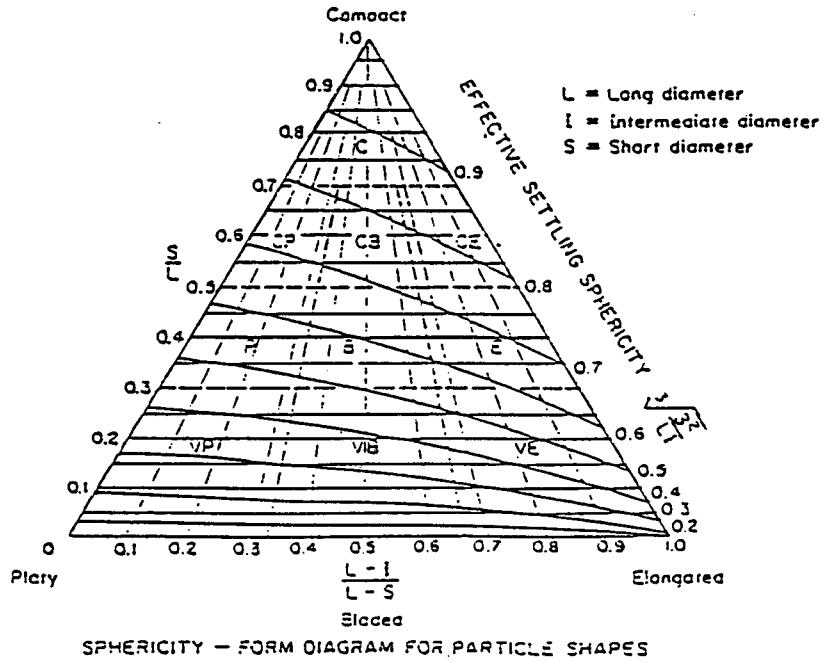


Figure 5. Classification of shapes of gravels. (After Sneed and Folk, 1958)

수 (shape indices)로 나뉘고, 등구형도선 (lines of equal maximum projection sphericity)이 표시되어 있다.

결과 및 토의

위버 반도의 WP-5 지점은 자갈 해변으로서 그림 3과 같이 해변범 (beach berm)과 해변면 (beach face)으로 구분된다 (Fig. 3). 이러한 해변범과 해변면을 이루는 자갈 퇴적물의 조직 특성은 다음과 같다.

1. 해변범(beach berm)

해빈범을 구성하는 자갈의 평균 입자 크기는 -4.10ϕ 이며, 평균 원마도는 0.44, 평균 구형도는 0.66이다(Table-1). 입자 크기의 분포 양상은 그림 6에서 보여 주는 바와 같이 다양하게 나타나며, 해변범과 해변면의 두 환경을 구별해 주는 특징이 뚜렷하지 않다(Fig. 6).

자갈의 형태(shape)는 Zingg(1935)의 분류법에 따라 4형태로 분류하였으며, 각 표품의 입자 크기에 대한 4가지 형태를 상대적 백분율로 나타냈다(Table-2), equant type이 우세하게 분포하는 WP-5-1을 제외하면, 전반적으로 oblate type이 가장 우세하게 분포하며, equant, prolate, blade type의 차례로 그 상대적인 양이 점차 감소한다(Table-2).

2. 해변면(beach face)

해빈면을 구성하는 자갈의 평균 입자 크기는 -4.23ϕ 이며, 평균 원마도는 0.41, 평균 구형도는 0.67이다(Table-3). 입자 크기의 분포는 해변범과 유사한 양상을 보인다(Fig. 7).

자갈의 형태 분포는 범의 경우와 유사하게 전체적으로 oblate type이 가장 우세하

게 분포하며, equant, prolate, blade type의 차례로 그 상대적인 양이 점차 감소한다(Table-4).

해빈범과 해변면을 구성하는 15개 표품들의 구형도를 각 입자 크기에 대하여 비교하여 보면 입자가 크거나 작아짐에 따라 별다른 차이를 보이지 않는 반면, 원마도는 입자가 작을수록 전반적으로 원마도가 증가하는 추세를 나타낸다(Fig. 8과 9). 이러한 사실은 입자가 작을수록 물리적 에너지에 의한 마모를 받는 기회가 많기 때문인 것으로 사료된다.

3. 해변범과 해변면의 비교

두 환경의 평균 입자 크기를 비교해 보면, 해변범이 -4.10ϕ , 해변면이 -4.23ϕ 로서 해변면의 자갈 입자가 더 조립질이며, 평균 원마도는 각각 0.44, 0.41로 해변범의 원마도가 약간 높은 값을 나타낸다. 평균 구형도는 각각 0.66, 0.67로서 두 환경이 별차이가 없이 비슷한 값을 나타낸다(Table-1과 3).

자갈의 형태 분포는 두 환경 모두 전반적으로 oblate type이 가장 우세하게 분포하며, equant, prolate, blade type의 차례로 그 상대적인 양이 점차 감소한다(Table-2와 4). 이러한 분포 양상은 해변 환경의 일반적인 특징을 반영한다(Kim, Lee, 1990).

Table 1. Textural parameters of gravels from beach berm at site of WP-5.

Sample from berm	Mean size(phi) (SZm)	Mean roundness (RDm)	Mean sphericity (MPSm)
WP-5-1	-2.77	0.50	0.70
WP-5-2	-4.23	0.49	0.59
WP-5-3	-4.50	0.35	0.67
WP-5-4	-4.52	0.43	0.64
WP-5-5	-3.80	0.36	0.66
WP-5-6	-3.89	0.37	0.65
WP-5-7	-4.39	0.46	0.66
WP-5-8	-4.70	0.55	0.69
average	-4.10	0.44	0.66

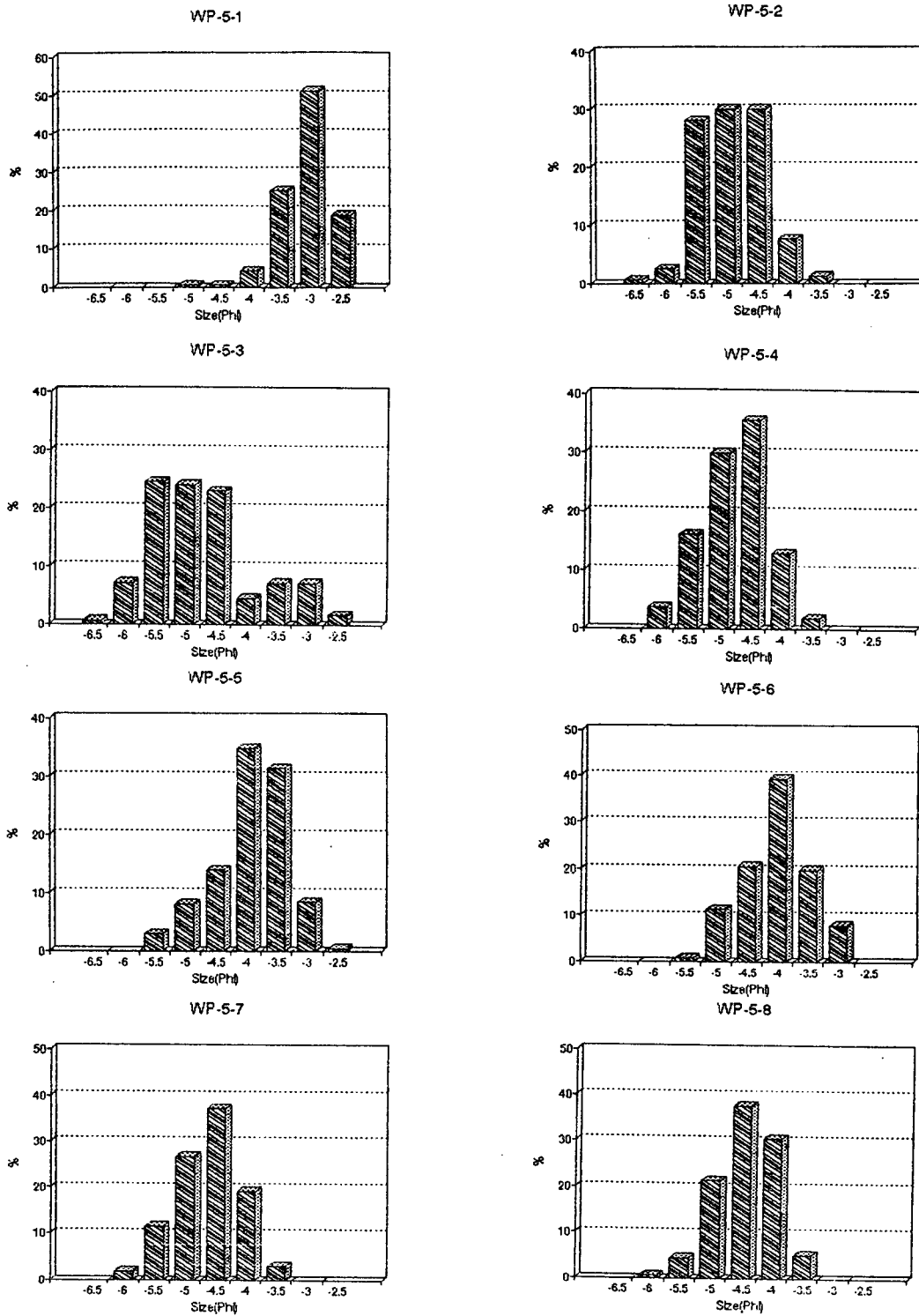


Figure 6. Size distribution of beach berm gravels from 8 samples.

Table 2. Relative percent of 4 major shape types of from gravels beach berm according to grain sizes.

Sample	Shape	-6.5	-6	-5.5	-5	-4.5	-4	-3.5	-3	-2.5	(%)
WP-5-1	bl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	3.08	0.00	3.59
	eq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	1.54	2.05	35.90	10.26	50.26
	ob	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	2.56	2.64	24.10	2.05	34.87
	pr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	5.13	0.51	11.28
(100%)											
WP-5-2	bl	0.00	0.00	1.20	5.36	2.38	1.79	0.60	0.00	0.00	11.90
	eq	0.00	0.00	1.79	2.97	8.00	0.60	0.60	0.00	0.00	9.52
	ob	0.60	5.00	1.20	4.17	33.00	8.00	0.00	0.00	0.00	75.00
	pr	0.00	0.00	0.60	1.20	1.20	0.60	0.00	0.00	0.00	3.57
(100%)											
WP-5-3	bl	0.00	0.00	1.18	1.18	1.18	1.18	0.00	0.59	0.00	5.33
	eq	0.59	0.59	2.96	5.92	1.78	1.78	2.37	3.55	1.78	21.30
	ob	0.00	7.14	18.93	20.12	13.61	1.78	3.55	32.96	0.00	68.04
	pr	0.00	0.00	1.18	0.59	1.18	0.59	1.18	0.59	0.00	5.33
(100%)											
WP-5-4	bl	0.00	0.46	0.00	2.31	0.93	2.31	0.00	0.00	0.00	6.02
	eq	0.00	0.46	0.93	4.63	8.80	3.70	1.39	0.00	0.00	19.90
	ob	0.00	0.00	13.43	21.76	21.76	6.94	0.00	0.00	0.00	64.35
(100%)											
WP-5-5	bl	0.00	0.00	0.41	0.82	2.06	4.12	3.70	1.65	0.00	12.76
	eq	0.00	0.00	0.00	1.65	3.29	9.88	9.47	2.88	0.00	27.16
	ob	0.00	0.00	2.47	4.94	8.23	13.17	7.00	3.70	0.00	39.51
	pr	0.00	0.00	0.00	0.41	4.12	6.17	9.47	0.00	0.41	20.58
(100%)											
WP-5-6	bl	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	3.20	2.00	0.00	0.00	6.80
	eq	0.00	0.00	0.00	0.40	6.40	11.20	6.40	3.20	0.00	31.20
	ob	0.00	0.00	0.40	0.60	9.60	22.00	8.00	2.80	0.00	48.80
	pr	0.00	0.00	0.40	0.80	3.60	3.20	3.20	2.00	0.00	13.20
(100%)											
WP-5-7	bl	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00	4.40
	eq	0.00	0.00	1.20	5.20	9.20	20.00	1.20	0.00	0.00	24.80
	ob	0.00	1.60	7.20	19.60	16.00	7.20	2.00	0.00	0.00	53.60
	pr	0.00	0.40	1.60	2.40	8.00	4.80	0.00	0.00	0.00	17.20
(100%)											
WP-5-8	bl	0.00	0.00	0.00	1.30	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55
	eq	0.00	0.00	0.65	7.14	8.44	1.95	0.00	0.00	0.00	27.92
	ob	0.00	0.65	3.25	9.74	13.64	1.95	0.00	0.00	0.00	53.90
	pr	0.00	0.00	0.65	0.65	5.19	1.30	1.30	0.00	0.00	13.64
(100%)											

Note: bl: bladed, eq: equant, ob: oblate, pr: prolate

Table 3. Textural parameters of gravels from beach face at site of WP-5.

Sample from beach face	Mean size(phi) (SZm)	Mean roundness (RDm)	Mean sphericity (MPSm)
WP-5-9	-3.71	0.47	0.68
WP-5-10	-3.41	0.54	0.71
WP-5-11	-4.76	0.30	0.65
WP-5-12	-3.99	0.43	0.65
WP-5-13	-4.28	0.35	0.62
WP-5-14	-4.58	0.31	0.71
WP-5-15	-4.86	0.45	0.68
average	-4.23	0.41	0.61

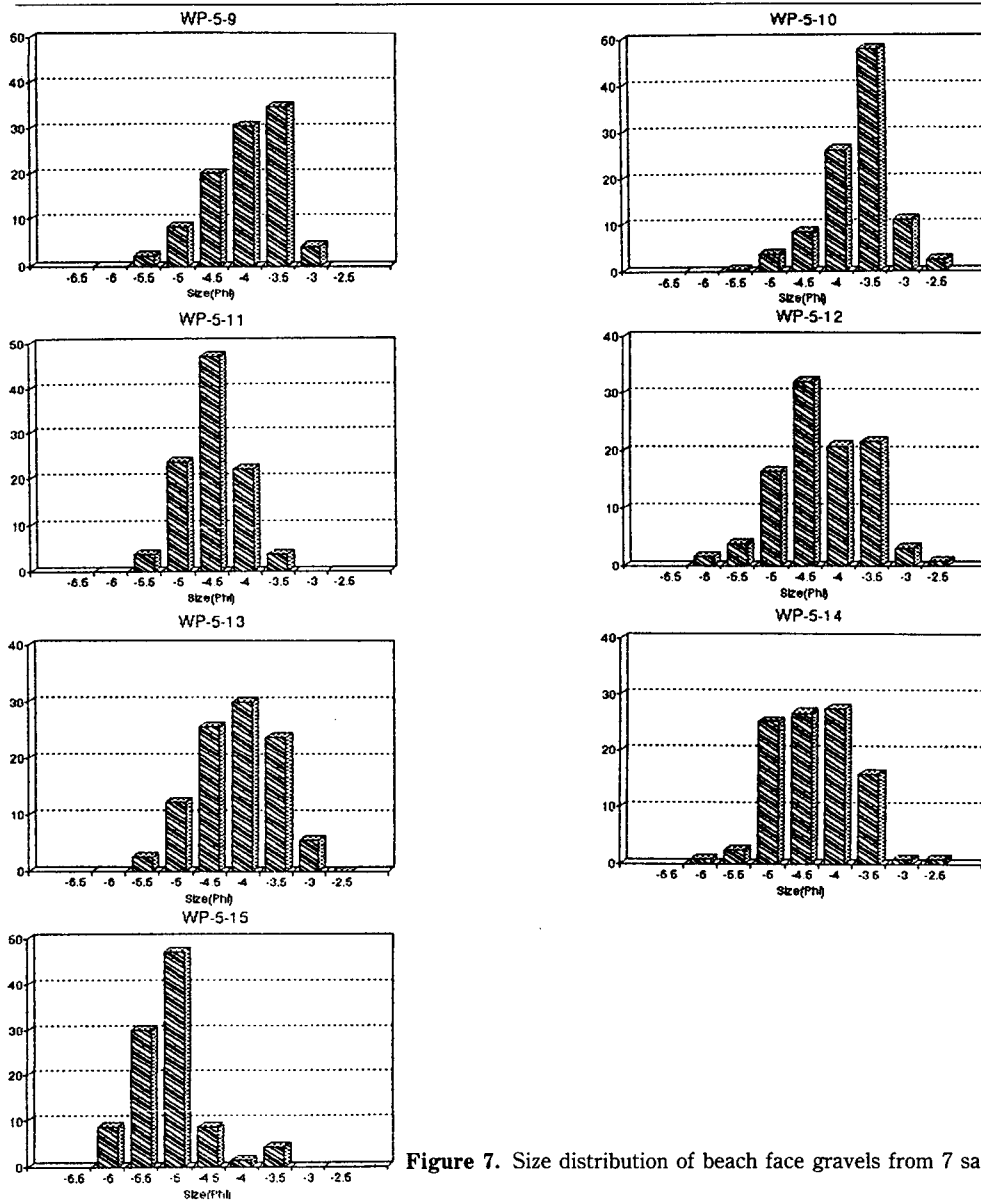


Figure 7. Size distribution of beach face gravels from 7 samples.

Table 4. Relative percent of 4 major shape types of gravels from beach face according to grain sizes.

Sample	Shape	(phi)									(%)
		-6.5	-6	-5.5	-5	-4.5	-4	-3.5	-3	-2.5	
WP-5-9	bl	0.00	0.00	0.00	0.69	0.69	0.69	2.08	0.69	0.00	4.86
	eq	0.00	0.00	0.69	1.39	5.56	9.72	10.42	6.25	0.00	34.03
	ob	0.00	0.00	1.39	5.56	10.42	15.97	9.03	2.78	0.00	45.14
	pr	0.00	6.00	0.00	0.69	0.69	6.94	4.86	2.78	0.00	15.97
(100%)											
WP-5-10	bl	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	24.00	3.33	0.09	0.00	6.36
	eq	0.00	0.00	0.00	0.06	0.09	1.52	12.12	7.58	0.00	27.88
	ob	0.00	0.00	0.00	2.73	6.06	17.27	18.18	9.09	0.00	53.33
	pr	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	6.00	3.33	4.55	2.42	12.42
(100%)											
WP-5-11	bl	0.00	0.00	0.00	5.97	12.69	3.73	0.00	0.00	0.00	22.39
	eq	0.00	0.00	0.00	1.49	8.96	2.99	1.49	0.00	0.00	14.93
	ob	0.00	0.00	2.90	11.19	17.16	5.97	0.75	0.00	0.00	38.06
	pr	0.00	0.00	0.00	5.97	8.21	9.70	0.75	0.00	0.00	24.63
(100%)											
WP-5-12	bl	0.00	0.00	0.00	1.49	2.24	0.75	0.75	0.00	0.00	5.22
	eq	0.00	0.00	0.75	2.99	7.46	8.21	5.97	1.49	0.00	26.87
	ob	0.00	1.49	2.99	11.19	13.43	13.43	8.96	1.49	0.00	52.99
	pr	0.00	0.40	0.00	0.75	2.99	4.48	2.99	2.99	0.75	14.93
(100%)											
WP-5-13	bl	0.00	0.00	0.00	5.33	8.00	8.67	4.00	0.67	0.00	26.67
	eq	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	5.33	4.00	1.33	0.00	12.67
	ob	0.00	0.00	2.67	4.00	13.33	12.00	2.00	0.67	0.00	34.67
	pr	0.00	0.00	0.00	0.67	5.33	7.33	9.33	3.33	0.00	26.00
(100%)											
WP-5-14	bl	0.00	0.00	0.00	1.56	0.00	3.13	0.78	0.00	0.00	5.47
	eq	0.00	0.00	0.78	6.25	7.81	8.59	4.69	0.78	0.78	29.69
	ob	0.00	0.78	1.56	16.41	13.28	10.94	7.03	0.00	0.00	50.00
	pr	0.00	6.00	0.00	1.56	5.47	4.69	3.13	0.00	0.00	14.84
(100%)											
WP-5-15	bl	0.00	0.00	1.43	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.71
	eq	0.00	0.00	4.29	10.00	1.43	1.43	4.29	0.00	0.00	21.43
	ob	0.00	7.14	14.00	30.00	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	6.143
	pr	0.00	1.43	2.86	4.29	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	11.43
(100%)											

Note: bl: bladed, eq: equant, ob: oblate, pr: prolate

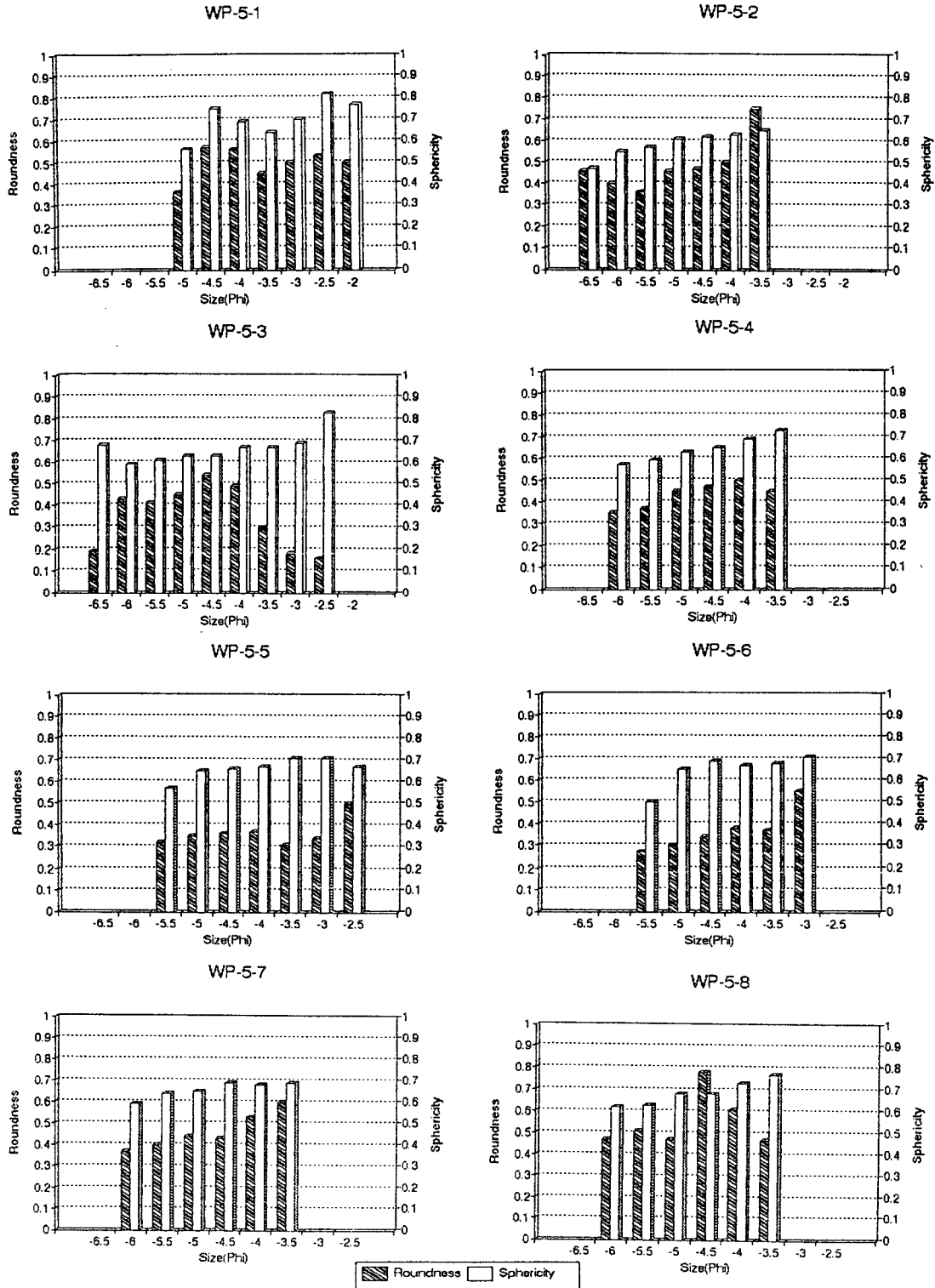


Figure 8. Histograms of sphericity and roundness of beach berm gravels.

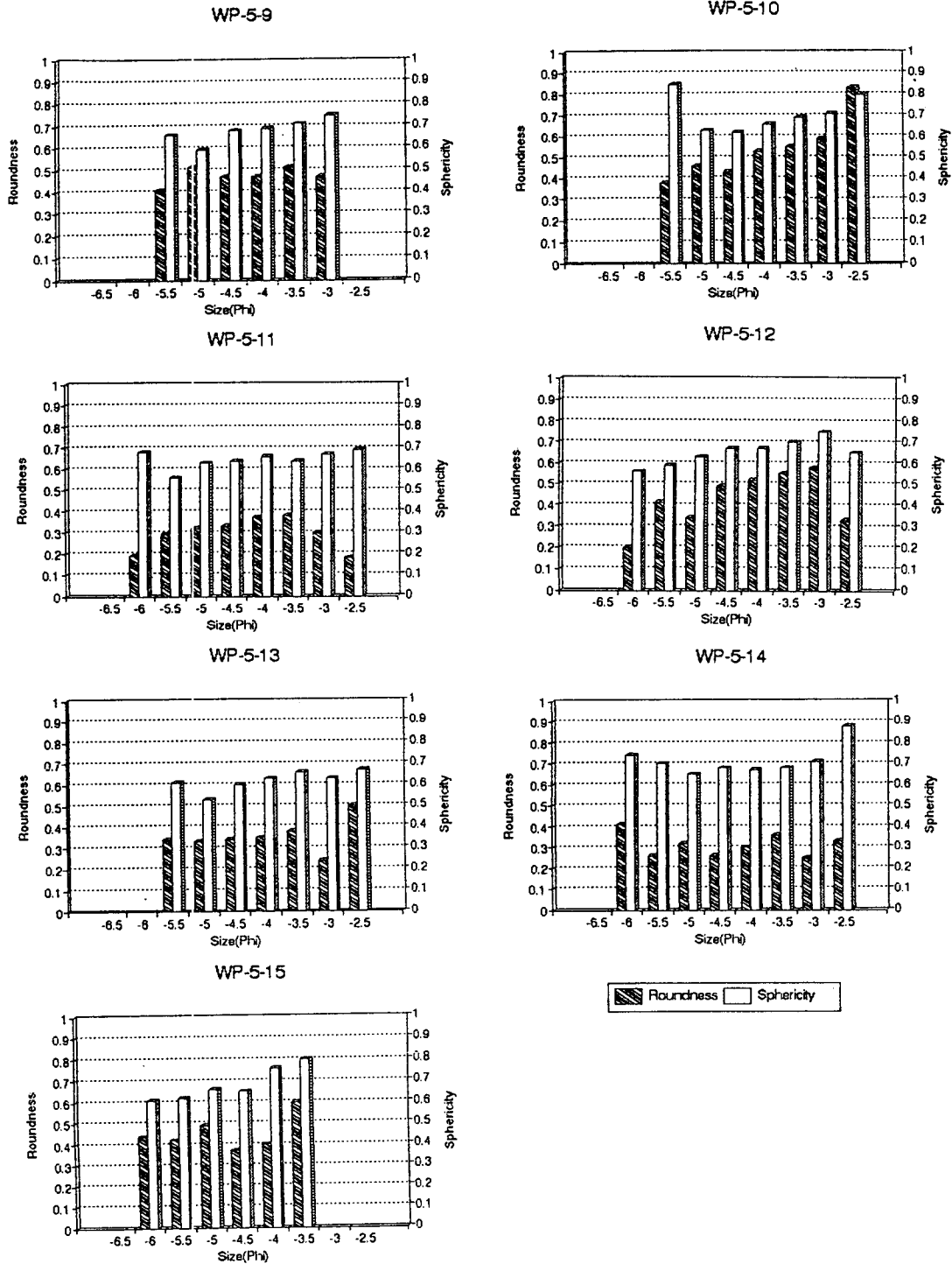


Figure 9. Histograms of sphericity and roundness of beach face gravels.

그러나 입자 크기에 따른 형태 분포를 비교한 결과 blade type, prolate type 그리고 equant type의 빈도 분포가 두 환경에서 두

렷한 차이를 보였다(Fig. 10). 즉, 해변면의 경우는 -3.5 ϕ 를 제외하고 모든 입자 크기에서 equant type의 자갈이 해변면보다

우세하게 나타나며, 해변면의 경우 blade와 prolate type의 역이 상대적으로 우세하게 발달한다(Fig. 10).

이상에서 기술한 해변범과 해변면 환경의 입도와 형태의 분포를 종합해서 비교해보면 전체적인 차이가 현저하게 나타나지는 않으나, 대체적으로 해변면을 구성하는 자갈들의 평균 입도가 범의 경우보다 더 크고 평균 원마도는 약간 낮으며, blade type과 prolate type이 더 우세하다(Table-1과 3; Fig. 10과 11). 이러한 사실로 알 수 있는 것은 해변면의 자갈들이 해변범 환경의 자갈들보다 상대적으로 마모를 적게 받았으며, 해변범은 파도등의 물리적인 에너지의 영향을 많이 받았음을 알 수 있다(Bluck, 1967). 또한 표품으로 채취된 자갈들이 주

위의 다른 환경과 조직적인 특성에서 확실하게 구분이 되는 것으로 보아 이 지역이 과거 해변지역이었으며, 현재는 융기된 상태임을 알 수 있다.

4. 연구 지역 전반의 퇴적학적 고찰

이 지역 해변을 구성하는 자갈의 전체적인 조직요소의 분포양상과 특징은 다음과 같다. 채취된 15개 표품(WP-5-1~15)의 입자 크기 범위는 $-2.00 \sim -6.07\phi$ 이며, 평균 입자 크기(SZm)는 -4.16ϕ 로서 대부분이 잔자갈(pebble)에 속한다. 평균 원마도(RDm)는 0.42로서 Shepard and Young (1961)의 분류에 의하면 shubrounded에 속하며, 평균 구형도(MPSm)는 0.66으로

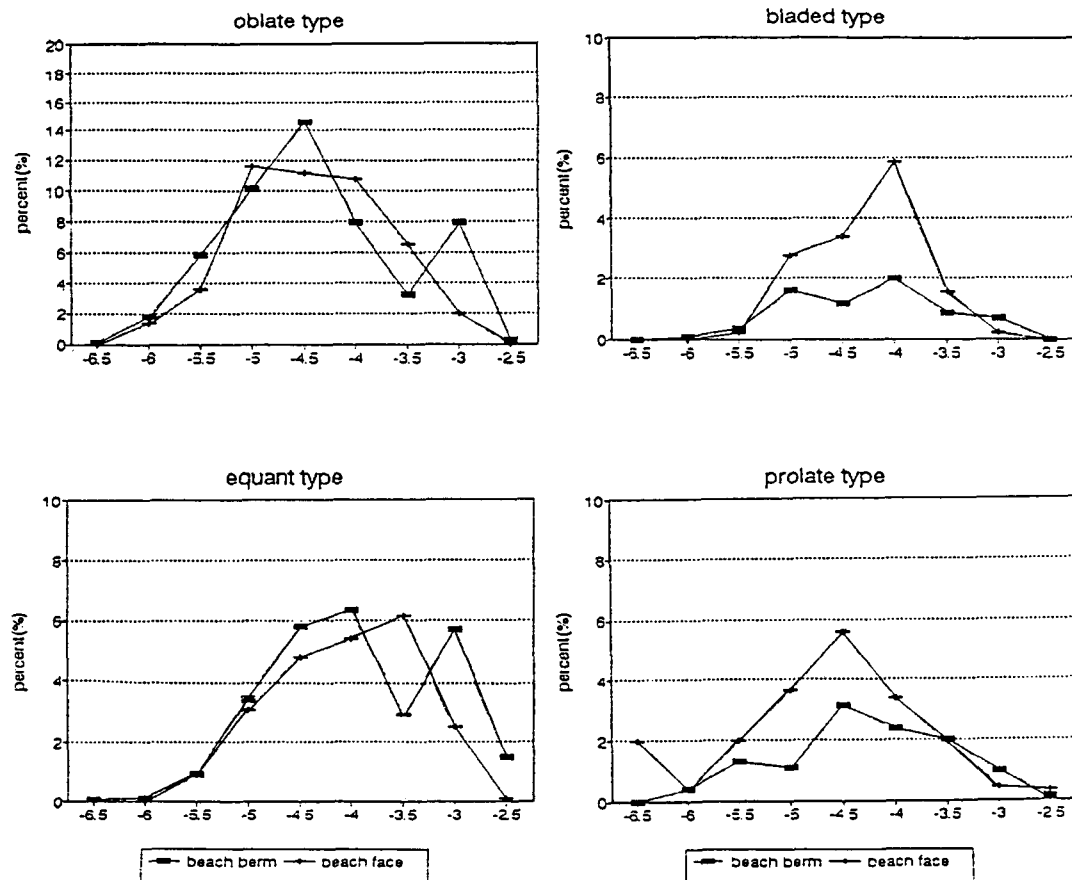


Figure 10. Comparison of shape distribution pattern of gravels between beach berm and face of the old beach. the Weaver Peninsular.



A



B

Figure 11. Gravels from beach berm and face, Weaver Peninsular.
A:—beach berm, B:—beach face.

Power (1982)의 분류 척도 (sphericity scale)중 subdiscoidal에 해당한다. 조사 지역이 역질 해변(gravel beach)이고, 해변자갈을 이루는 암석이 화산암 단일 조성이며, 전체적으로 낮은 원마도를 나타내는 까닭은 두가지 가능성으로 생각해 볼 수 있다. 첫째는 환경적인 요인으로 비극지 환경인 지역의 해변과는 달리 물리적 에너지, 즉 파도(wave), 해류(current)의 영향을 지속적으로 받지 못하고 겨울동안 빙하(glacier)로 덮혀 있다가 여름의 짧은 기간동안에만 파도와 해류등의 영향을 받아 마모가 이루어지기 때문인 것 같다. 더구나 단위 표품당 적어도 10%정도의 각력 암편 함량을 나타내는 것으로 보아 동결-해동의 작용이 되풀이되는 과정에서 물리적 풍화로 각이 진 암편들이 많이 생기는 것으로 해석된다. 두 번째 가능성은 이 지역이 용기하는 해변이므로 일단 형성된 역질 해변의 암편이 충분히 마모되기 전에 용기해서 고해빈으로 남는 까닭도 생각해 볼 수 있다. 두 가능성중 어느 하나가 주요 요인으로 작용할 수도 있고, 또는 두 요인이 상대적 관계로 작용할 수도 있겠으나 앞으로 전체적인 21개 지점을 모두 분석해 보아야 할 것이며, 더불어 주빙기 이후의 지각 rebound 현상을 분석하여야 할 것이다.

감 사

한국 해양 연구소의 극지 연구 센터는 필자들이 1991년도 하계 연구 조사팀으로 세종기지 주변의 해안 지형, 특히 해변 지형과 해변 퇴적학적 연구 과제를 수행하도록 지원하였다. 필자들은 한국 해양 연구소 박병권 소장과 장순근 박사에게 감사하며, 이와 같은 남극 기지의 기초 연구가 더욱 활성화되기를 기원하는 바이다.

참 고 문 헌

1. 남극 과학기지 주변 환경조사(I), 1988, 과학 기술처.
2. 남극 과학기지 주변 환경조사(II), 1989, 과학 기술처.
3. 남극 과학기지 주변 환경조사(III), 1990, 과학 기술처.
4. Bluck, B.J., 1967, Sedimentation of beach gravels examples from South Wales, *Journal of sedimentary Petrology*, vol.37, 128-156.
5. C, D, Holmes, 1960, Evolution of till-stone shapes, *Central New York: Geol. Soc. America Bull.*, vol.71, 1645-1660.
6. D.W.Lewis, 1984, *Practical sedimentology*, Hutchinson ross publishing company, 58-108.
7. Harvey Blatt, 1980, *Origin of sedimentary rocks*, Prentice Hall Inc. Englewood cliffs, New Jersey 07632.
8. Kim, J.Y., Choi, D.K., and Lee, D.Y., 1990, Paleoenvironmental implications of the Quaternary gravel sequences on the basis of gravel shape, *The Korean Journal of Quaternary Research*, vol.4, 41-57.
9. Kim, J.Y., 1990, Quaternary stratigraphy of the terrace gravel sequences in the Pohang area(Korea), D.Sc.Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.
10. Maurice Tucker, 1988, *Techniques in sedimentology*, Blackwell Scientific Publications, 92-115.
11. Moss, A.J., 1962, The physical nature of common sandy and pebbly deposits, part A, *American Journal of Science*, vol.260, 337-373.

Received: November 13, 1991

Accepted: December 5, 1991