

沿岸漂砂量について

防衛大学校教授 工学博士 真 嶋 恭 雄

1. 概 説

海岸の土砂は海水の流動によつて力をうけるが、土砂の移動に対する抵抗力以上の力が作用すると移動して、いわゆる漂砂となる。漂砂を生ずる海水の流動は前の報告¹⁾にのべたごとく海流、潮流および波浪であるがこれらの変化にともなつて流動状態すなわち漂砂状態もきわめて複雑な変化を生ずる。漂砂の移動状態も浮遊して移動するもの、掃流によるもの、躍動状態によるもの等があり、場所により、時期、時刻、土砂の種類によつて種々の組み合わせを生ずる。このため海岸の位置によつて、それぞれ独特の漂砂状態を示す。一般の海岸においても移動の方向によつて、離岸漂砂 (Rip current drift or under tow drift), 向岸漂砂 (On shore drift), 沿岸漂砂 (Long shore drift) があり沿岸漂砂も、海岸にて沖に向つて左向きの漂砂、右向きの漂砂に分けられる。また位置によつて、砕波点漂砂 (Breaking point drift), いそ波帯漂砂 (Surf zone drift), 沖漂砂 (Off shore drift), 汀線漂砂 (Beach drift), これには正常海浜漂砂 (Normal beach drift), 暴風海浜漂砂 (Storm beach drift) がある。さらに最終砕波線漂砂 (Plunging point drift), 磯浜漂砂 (Rocky beach drift), 砂浜漂砂 (Sandy beach drift) とがある。一般にいかなる海岸においても、すなわち砂浜に限らず岩礁海岸においても漂砂があるのであるが、その供給と移動流出の関係から侵食を生じたり堆積を生じたり、平衡を保つこともあり、進行して砂浜となつたり、また岩礁よりなる磯浜となるものと考えられる。また砂浜が長い期間にわたつてその形状、位置に変化のない場合、すなわち侵食も堆積も特に現われない場合はこの海岸は安定 (Stable coast) であるといふことができるが、これは土砂の流入、流出の関係が平衡を保っているためであつて、そこに存在する砂粒自体は海水の流動にともなつて、たえず移動しているものである。砂の移動は海岸線に直角の方向にも、海岸に平行の方向にも生じているから 安定な海岸においては 勾配もほとんど変化せず海岸の平面形も変化のないものである。移動性土砂のほとんどない岩礁海岸が安定であるのは、供給される土砂量に比し流出する量が大なるため、海岸状態の変化によつては漂砂の堆積を生ずることがあることは、よく見受けられるところである。

さらに海岸の土砂は粒径もごく微細なものより玉石に至るまで変化し、その比重も火山灰に類するものより砂鉄に至るまで種々あるが、おもなるものは普通岩石の 2.65 前後のものである。海藻、木片等の漂流物も漂砂にともなつて移動または堆積する。これらの土砂粒の混合状態はほぼ対数正規分布をしていて海水流動の選別作用を受けている。すなわち海水の流動状態に応じて粒径および比重のある限界以下のものが移動し、以上のものが移動しないものと考えられる。なおこの限界に影響を与えるものとして砂粒の形状、海水の比重、温度等がある。漂砂の状態を規定すると海水の流動をあらわすある Factor によつて移動する砂粒の限界がある。換言すれば各砂粒 (粒径、比重、形等、それぞれ一定) に応じたこれを移動させる最小の流動状態 (海潮流、波浪の合成せるもの) があるといふことができる。これを海潮流を除外して考えて、限界波 (Critical wave) とする。ある砂粒の限界波は海潮流の激しいところでは低下することは当然である。

さらにある砂粒の限界波は漂砂の状態すなわち位置、方向によつて変わる。砕波点漂砂としての限界波は砕波帯漂砂の限界波より小さいはずである。また岩礁海岸の限界波はきわめて大きいので、平常の波では移動を生じないものと考えられる。しかし、ここに提言した限界波はいかなる Factor にてあらわすべきかは、まだ十分明らかではない。

一つの方法として (1) 波高, Steepness, 週期を組み合わせたもの, (2) 波の Energy と Steepness, (3) 沿岸流速が考えられる。

沿岸流速を Parameter として海岸砂の平均粒径の限界については前報文¹⁾において若干実証した。また Johnson, Caldwell²⁾等は波の Energy の沿岸 Component と Steepness が漂砂量に関係があることを示した。

さらに海岸における海水の波動は波高、週期が一定ではなく、海面は強風のため次第に波高を増し波の伝播方向も変化し風がおさまると波高が減少し、これに週期的な潮流、海流、および沿岸流の影響も加わるために常に不定常状態の反覆となり、海岸土砂の堆積状態も各種の粒径の層状になつている。従つて海浜土砂の堆積層の形成

1) 真嶋恭雄: 漂砂と沿岸流について, 海岸工学講演会講演集 昭和 30 年 11 月

2) J.W. Johnson: Sand Transport by littoral Current, Proc. of Fifth Hydraulic Conference, June 1952. State University of Iowa, Studies Engineering Bulletin 34 No.426.

には波の強弱の変化の強さ、継続時間、前歴が大きく影響するものと考えることができる。

波の発達、減衰に直接関係するものは風で風速の変化吹走時間または継続時間、最大風速であるが、この波が海岸に達するまでの間で潜堤、岩礁、防波堤、海岸地形、水深等によりさらに変化させられる。これらの変化が沿岸漂砂量、限界波、海岸土砂の成層状態に影響を与えることになる。

以上の考えをもとにして昭和32年6月以来東京湾、三浦半島、房総半島沿岸にて各種の観測を実施中であるがここは、主として横須賀市馬堀松崎海岸において観測せる海岸土砂の供給と浸食および風の要素との関係について報告することにする。

2. 観測地海岸

横須賀市馬堀と伊勢町の中間の松崎海岸は三浦半島の観音崎に近い東京湾口に面した海岸で、図-1,2に示すように両端岩礁にはさまれた延長約215mの砂浜である。この海岸背後の軟岩中を横須賀—観音崎—浦賀間の道路用トンネルが貫通していて、その岩盤上は大部分砂層一部分少量の小砂利をふくむ地層の生地となつている。本台地上に防衛大学校が建設されている。昭和32年6月27日台風5号の豪雨のため本海岸背後台地上のコンクリート製下水放水路より、はんらんした雨水が砂層地形を猛烈に侵食し、この土砂流は砂層下の軟盤よりなる高さ約6mの断崖より海浜に落下堆積して海岸に写真-1,2のごとき典型的な扇状地を形成した。その後、下水渠

図-1

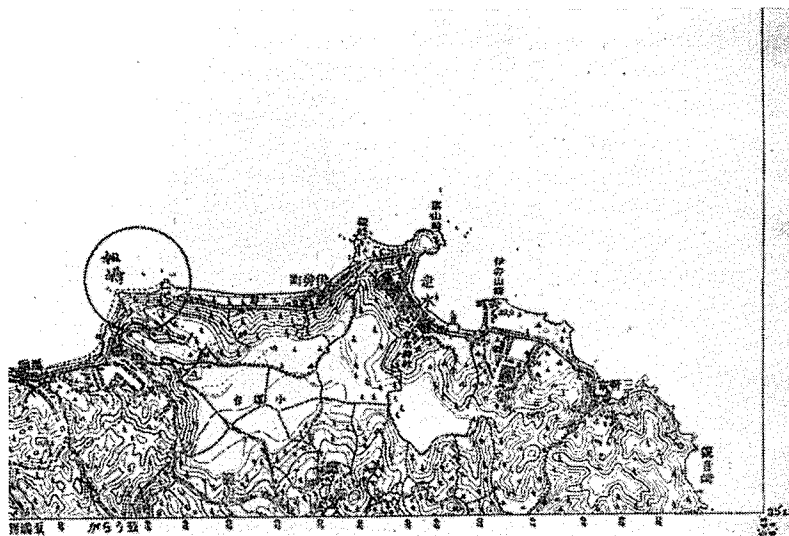


図-2

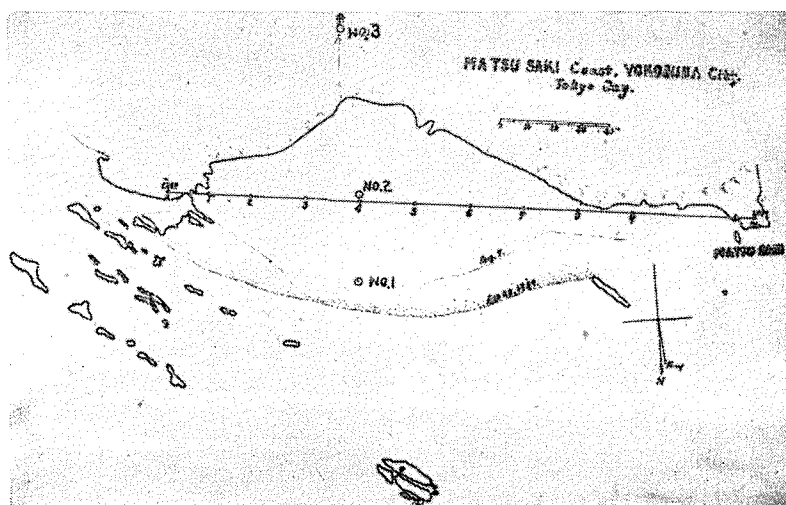


写真-1 松崎海岸扇状地全景 (昭和 32 年 7 月 1 日)



折損のまま下水浄化槽による一定流量の断続放水がくり返されたために、一定水量を砂層上より放水する状態となつて侵食はさらに促進され扇状地形が発達した。昭和 32 年 8 月仮排水路ができ砂層の侵食は停止したが扇状地形を一部侵食することになつてこの土砂が海岸に流出した。昭和 33 年 5 月下水放水管の完全切換の後は砂層および扇状地の下水による侵食は無くなつたが、以後海岸波浪により汀線付近は侵食を受け扇状地表面は風雨により侵食されて海岸漂砂の供給源となつている。

これらの状態は河川洪水のくり返しによる山腹侵食、扇状地形の形成、海岸漂砂の供給、海岸侵食の実例として観測にきわめて便利であり、現象も明確であつたため著者は防衛大学校土木教室土質工学研究室との協同により台風直後より諸種の観測を継続中である。ここにほぼ満 1 年を経過したので主として扇状地の形成とその侵食について報告する。この地域の砂層の粒度は表-1~3 のとおりで試料採取地点は図-2 の No.1, No.2, No.3 である。

写真-2 同上 (昭和 32 年 8 月 26 日)

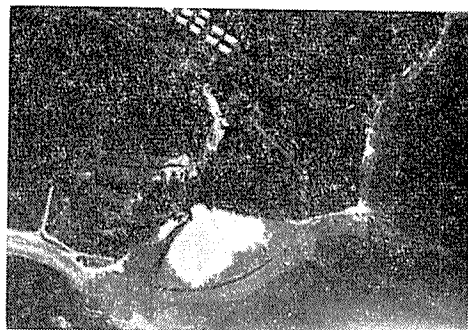


表-1 No.1 フルイ残留率

フルイ目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	備 考
4.8 mm	—	—	1.55	—	0.2	1.18	—	—	—	試料 1958 年 1 月 27 日 基線 No.4 より 30 m 沖
2.0	—	0.17	0.59	0.27	2.59	1.43	3.12	0.39	1.29	
0.85	0.11%	3.06	2.58	4.24	20.69	13.25	2.97	7.31	13.64	
0.40	10.06	14.45	23.30	46.54	43.62	26.86	15.32	21.15	19.12	
0.25	45.78	28.55	26.65	29.64	19.04	27.01	30.61	33.04	13.91	
0.11	42.20	44.97	43.66	18.05	13.15	26.96	43.00	31.87	29.89	
0.075	2.10	2.79	2.25	1.13	0.84	2.76	6.01	3.45	8.39	
以下	0.06	0.10	0.10	0.13	0.10	0.32	0.30	3.59	11.69	
平均径	0.265 mm	0.234	0.272	0.404	0.54	0.35	0.255	0.294	0.235	d_{60}/d_{10}
均等係数	2.26	2.48	2.50	2.94	3.20	3.19	2.44	2.79	5.24	
試料厚さ	1 cm	1	1	1	1.2	4.8	5	5	5	
表面よりの深さ	1 cm	2	3	4	5.2	10.0	15	20	25	

表-2 No.2 フルイ残留率

フルイ目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
4.8	—	2.5	0.06	—	—	2.5	7.24	2.5	1.55	1.27	—	—
2.0	5.49	1.7	0.11	0.47	0.34	0.699	1.7	3.55	1.7	0.45	2.5	0.28
0.85	2.15	1.2	0.59	5.69	2.88	11.691	1.2	4.06	1.2	0.82	1.7	0.37
0.40	16.56	0.6	8.22	20.70	27.12	30.393	0.6	14.10	0.6	6.41	1.2	0.70
0.25	31.57	0.3	31.49	32.31	36.78	30.999	0.3	28.59	0.3	25.81	0.6	5.69
0.11	42.59	0.15	44.69	38.25	30.61	25.467	0.15	32.14	0.15	45.12	0.3	26.80
0.075	1.38	0.074	0.85	2.07	1.24	0.640	0.074	0.86	0.074	1.50	0.15	49.13
以下	0.28	13.99	0.51	1.03	0.112	以下	9.46	以下	18.34	0.52	0.074	18.00
平均径	0.27mm	0.26	0.28	0.31	0.35	0.35	0.24	0.36	0.26	0.24	0.24	0.24
均等係数	2.21	2.54	2.41	2.87	3.00	1.80	4.00	2.38	2.15	2.33	2.32	2.32
表面よりの深さ	1~14cm	18~31	30.5~43.5	50~63	68~81	84~97	98.5~111.5	113~126	126~139	139~152	154~167	173~190

表-3 No.3 フルイ 残留率

フルイ目	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	備考
mm	%	%							
4.8	2.67	0.84	4.70	0	3.2	0			1957年10月 18日採取
2.0	1.83	4.7			0.2		0		
0.85	5.86	14.59	7.49	0.301	0.2	0	0.106	0.221	
0.40	73.03	13.39	81.3	25.99	13.021	93.0	1.10	0.2	
0.25	11.46	25.43	34.672	12.11	27.7	27.01	26.441	48.84	
0.11	20.46	16.36	44.034	66.0	61.8	60.52	58.778	45.15	
0.05	17.2	13.43	9.0	2.88	0.406	5.0	12.25	6.9	
0.075	0.005								
シルト	7.1	5.0		2.0		1.19	2.541		
0.005									
粘土									
以下									
0.001									
比平均	2.72	2.74	2.920	2.721	2.733	2.311	2.811	2.793	
均等係数	0.14	0.36	0.27	0.15	0.23	0.21			
	22.5	14.6		20.0	2.18	2.06			

図-3

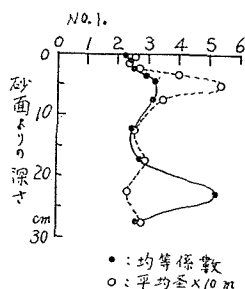
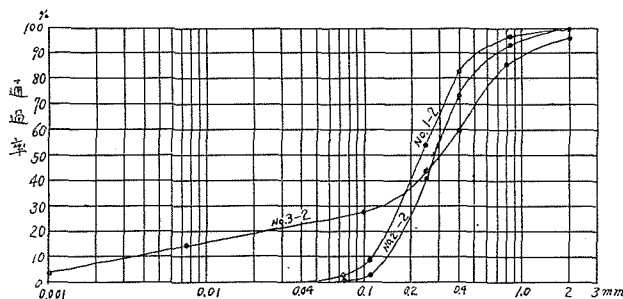


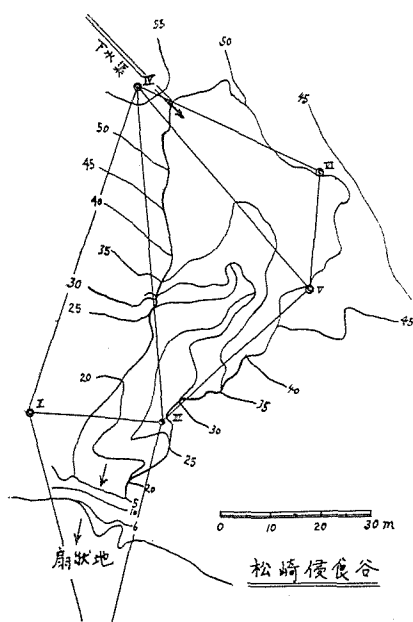
図-4



これらの土質調査は海岸地質の研究資料として詳細な調査中でその一部を示したものである。図-3より汀線付近の砂は表面より数 cm 前後の厚さの層をなしていることがわかる。すなわち波浪の選別作用がきわめて顕著であることを示している。また 図-3 は砂面より下るにつれ粒径が大きくなり、同様に波動の選別作用が行なわれていることを示している¹⁾。図-4 によれば背後土質は微細なシルトおよび、粘土もかなりふくむ砂質ロームおよび砂層より成るが、水流により侵食されて堆積した扇状地では微細な部分はほとんど海まで流れて砂質が残る。これが海岸で波浪の作用を受けると流水による選別作用とは異なる選別作用を受け独特の成層となる。

3. 扇状地の形成と侵食

図-5



前章で述べたように台風 5 号による降雨のはんらんせる水流および下水浄化槽よりの放水によつて侵食された土砂が海岸に堆積して扇状地を形成したが、その状態は断続的に流量の最も大きいときは扇状地表面に小溪流を生じ深心水流となるが流量が減少するとともに溪流は浅くなつて横にあふれて、ほぼ平坦な地形となる。これが流出点より四方に満遍なく方向を変えて次第に扇状地の高さを増した。

放流下水量は浄化槽より 1 回の放水 25 t で平均 1 日 28.96 回 1 日約 721.6 t で自動開閉式の弁で流出する。1 日の放流回数の最大 49.7 回、最小 14.7 回であつた。昭和 32 年 6 月 27 日より 8 月 15 日まではこの下水放流のため上部砂層は侵食され下の扇状地の堆積量は増加した。それ以後は下水管仮設備が完成し扇状地堆積土砂を侵食した。侵食谷のの実測図 (図-5) より侵食土量を求めると面積 1816 m²、深さ最大部 29.5 m ほぼ円錐状と考へて $1816 \times 29.5 \times 1/3 = 17857 \approx 18000$ m³ となる。扇状地の地形の変化は海岸にはほぼ平行の基線を設けて台風以後継続的に縦横断測量を行なつて、堆積土量および勾配を測定した。この結果は表-4~6 に示した。

1957 年 8 月 12 日扇状地土量 -0.5 m 以上では

表-4 累計土量 (m³) A~9 間

年月日	日数	最高点	-1.0m以上	-0.5m以上	0m以上	1.0m以上	1.5m以上	2.0m以上	3.0m以上
1957. 6.26	0		6 209.76	3 291.26	1 802.51	559.75	265.00	94.25	4.50
7.23	26	4.0179				3 728.94	2 153.68	1 152.83	183.58
7.24	27	4.165					2 403.78	1 326.15	232.18
7.25	28	3.919		13 636.74	9 709.99	3 949.36	2 230.61	1 120.81	152.61
7.26	29	5.384				4 697.79	2 893.26	1 643.76	300.16
7.29	32	5.655		15 780.48	11 567.23	5 575.48	3 692.73	2 344.48	758.33
7.30	33	5.722			11 453.09	5 581.79	3 708.54	2 350.85	748.35
7.31	34	5.678			11 794.72	5 757.22	3 849.47	2 467.54	818.79
8. 1	35	5.692			11 894.27	5 906.77	3 942.27	2 513.88	813.17
8. 2	36	5.702				5 680.74	3 778.49	2 386.09	714.64
8. 6	40	4.591			12 434.55	6 220.30	4 150.55	2 639.03	812.13
8. 7	41	5.925			12 707.22	6 272.47	4 164.72	2 657.05	858.31
8. 8	42	6.134				6 681.16	4 502.41	2 941.05	1 072.49
8. 9	43	6.112				6 777.51	4 497.08	2 877.53	989.53
8.12	46	5.952		18 352.90	13 738.40	6 894.28	4 599.44	2 939.88	987.28
8.15	49	5.938			13 732.16	6 903.91	4 660.31	3 029.81	1 072.93
8.16	50	5.984			14 056.31	7 136.81	4 816.80	3 151.98	1 149.73
8.20	54	6.160				6 915.86	4 598.92	2 902.89	880.94
10. 2	97	5.997				6 049.77	3 964.89	2 449.79	741.04
11. 1	127	5.932			12 797.73	6 387.73	4 398.23	2 919.42	1 115.17
12. 6	162	5.937				6 221.82	4 294.55	2 830.80	1 034.93
12.26	182	5.976			12 571.46	6 258.46	4 330.08	2 889.20	1 079.02
1958. 1.27	214	6.034		16 635.57	12 266.82	6 102.32	4 231.74	2 813.49	1 052.51
3. 1	247	6.085				6 303.42	4 413.29	2 757.02	1 009.93
4. 1	278	6.099			12 038.00	6 112.25	4 234.50	2 821.75	1 031.50
4.17	294	6.101				6 037.67	4 143.07	2 748.32	978.95
5. 7	314	6.143			11 502.27	5 784.77	3 977.77	2 626.95	957.95
6. 4	342	6.058			10 992.83	5 379.33	3 613.89	2 292.58	729.65
7. 2	370	6.050	20 880.14	15 479.89	11 438.89	5 764.39	3 952.44	2 590.19	949.19

表-5 A~5 間

-0.5m 以上	0m以上	1.0m 以上	1.5m 以上	2m 以上	3m 以上
1 656.76	973.01	333.75	166.00	62.75	4.50
		2 458.64	1 477.63	831.13	131.88
			1 758.53	1 015.90	184.43
8 308.67	6 064.92	2 647.92	1 626.92	850.92	114.47
		3 349.04	2 079.79	1 230.29	237.54
10 137.71	7 653.46	3 979.46	2 722.46	1 790.21	624.56
	7 629.61	4 036.61	2 796.86	1 854.76	643.51
	7 926.43	4 178.68	2 910.68	1 952.88	679.03
	7 945.17	4 266.67	2 956.67	1 957.83	680.58
		4 060.66	2 783.16	1 806.51	566.31
	8 467.70	4 546.45	3 128.70	2 049.8	672.90
	8 705.55	4 603.55	3 149.55	2 076.25	716.98
		4 751.89	3 284.39	2 199.40	841.34
		4 721.46	3 245.21	2 162.81	809.81
11 555.67	8 821.67	4 687.92	3 223.67	2 130.41	767.66
	8 727.37	4 640.37	3 252.62	2 190.02	828.89
	8 999.15	4 827.40	3 364.40	2 274.13	877.13
		4 769.39	3 273.89	2 145.51	723.06
		3 836.57	2 600.14	1 664.79	540.04
	7 712.31	4 151.81	3 017.56	2 120.62	900.62
		4 028.04	2 926.17	2 050.42	845.30
	7 344.00	3 993.75	2 925.37	2 078.99	886.25
9 571.52	7 178.27	3 889.52	2 840.64	1 993.14	825.66
		3 876.16	2 817.78	1 954.26	790.42
	6 968.40	3 904.15	2 878.15	2 022.90	810.90
		3 764.77	2 709.02	1 868.52	708.52
	6 551.41	3 625.66	2 649.66	1 853.22	756.49
	6 177.83	3 270.08	2 320.14	1 544.33	542.90
8 741.23	6 556.23	3 610.73	2 619.98	1 812.48	748.98

表-6 5~9 間

-1.0m 以上	-1.5m 以上	0m以上	1.0m 以上	1.5m 以上	2.0m 以上	3.0m 以上
3 224.5	1 634.5	829.5	226.0	99.0	31.5	
			1 270.3	676.05	321.7	51.70
				645.25	310.25	47.75
	5 328.07	3 645.07	1 301.44	603.69	269.89	38.14
			1 348.75	818.47	413.47	62.62
	5 642.77	3 913.77	1 596.02	970.27	554.27	133.77
		3 823.48	1 545.18	911.68	496.09	104.84
		3 868.29	1 578.54	938.79	514.66	139.86
		3 949.1	1 640.1	985.60	556.05	132.59
			1 620.08	995.33	579.58	148.33
		3 966.85	1 673.85	1 021.85	589.23	139.23
		4 001.67	1 668.92	1 015.17	580.8	141.33
			1 929.27	1 218.02	741.65	231.15
			2 056.05	1 251.87	714.72	179.72
	6 797.23	4 916.73	2 206.36	1 375.77	809.47	219.62
		5 004.79	2 263.54	1 407.69	839.79	244.04
		5 057.16	2 309.41	1 452.4	877.85	272.6
			2 146.47	1 325.03	757.38	157.88
		5 067.2	2 213.2	1 364.75	785.0	201.0
		5 085.42	2 235.92	1 380.67	798.8	214.55
			2 193.79	1 368.39	780.39	189.64
		5 227.46	2 264.71	1 404.71	810.21	192.77
	7 064.05	5 088.54	2 212.8	1 391.10	820.35	226.85
			2 193.26	1 361.51	802.76	219.51
		5 069.6	2 208.1	1 356.35	798.85	220.6
			2 272.9	1 434.05	879.8	270.43
	6 898.61	4 950.86	2 159.11	1 328.11	773.73	201.46
9 077.5	6 727.5	4 815.0	2 109.25	1 293.75	748.25	186.75
9 076.16	6 738.66	4 882.66	2 153.66	1 332.46	777.71	200.21

$$18\,352.9 - 3\,291.26 = 15\,061.64 \text{ m}^3$$

1958 年 7 月 2 日 -1.0 m 以上の扇状地土量は

$$20\,880.14 - 6\,209.76 = 14\,670.38 \text{ m}^3$$

扇状地堆積土量約 $15\,000 \text{ m}^3$ と考えると流出土量の約 83.3% 堆積し 16.7% が海中に流出し漂砂の直接の供給源となつたことになる。8 月 15 日まで 49 日間で 1 日平均 $3\,000 \text{ m}^3/49 = 61 \text{ m}^3$ が供給され付近の沿岸および海水に浮遊して流れ去つたものと考えられる。

図-4 によると上記の 16.3% は No.3 侵食土の粒度のうち砂以下の微細な部分の量にはほぼ一致する。49 日間に $18\,000 \text{ m}^3$ の侵食は 1 日平均 367.3 m^3 となる。放流下水量 1 日 721.6 m^3 を考え、台風の降雨を除外すると土砂流の土砂容積比 50.9%, 重量比は約 81.4% となり、砂層侵食がいかに猛烈であるか明瞭である。

(a) 扇状地の発達

この土砂流によつて形成された扇状地の土量は表 4~6 によると 図-6 のごとく堆積進行中はほぼ日数、従つて下水放流回数に関係し、扇状地の最高点の高さ h_0 と土量測定基面の高さ h に関係する。実測値より計算すると A~5 間では標高 $h(\text{m})$ 以上の堆積土量 (V_a) は日数を t とすると

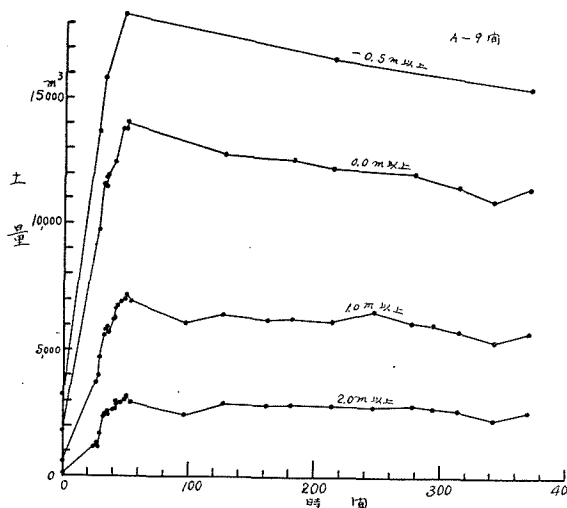
$$V_a = 2\,060.8(h_0 - h)^{-2.302}t \quad (1)$$

t : 日数, m : 単位

となつた。扇状地の堆積土量は低い部分に多く堆積し、その分布は (1) 式より求められる。また扇状地の最高点の増加は日数に対して m 単位で

$$h_0 = 1.5 + 3.636 t^{0.048} \quad (2)$$

図-6



これらの式の係数は今回の実測値によるもので、流量、流速、土質の異なる場合には変わるものと考えられる。ただし、高さの基準はすべて東京湾中等潮位を用いた。

扇状地に 1 回の下水の放流は一つの洪水のごとき状態となり、土砂流は一つの流路を求めて流下し流れの最中は、かなり深く侵食した流路となるが、流れの後半にはその流路に土砂が堆積して水位が上昇して左右にあふれる。従つて一つの流路は 1 回の流出により堆積して高くなり、次の流出は他の低い流路を求めて流れる。かくのごとく流出点を中心にして左右一様に高さを増加して全面的に扇状地形が発達する。このときの流出土砂量は大部分扇状地に堆積し、一部は海まで達することは前記のとおりである。形成される地形はほぼ円錐状となるが、その勾配を決定する要素は流送土砂量および、その断続性と回数、流量、粒径、比重等であると考えられる。

極端な乾期雨期のある地方の河川は乱れやすく一種の扇状地形を形成しやすいのはこのためだろう。長い年月の間を考えれば洪水のくり返しは同様な結果を生ずるだろう。以上の考えより扇状地形では下流部にも玉石、転石を堆積するに至るものである。かくのごとく集中流下の反復によつて生ずる扇状地では勾配は一様に近くなり、上流より流下せる土砂流を流下しうる勾配で止まるものと考えられる。すなわち、もしそれより緩勾配ならばその流出口に堆積して流下しうる勾配になるに至つて堆積が止まるはずである。よつて扇状地勾配は上流よりの土砂流を生じた勾配に対応するものとなり、扇状地勾配より上流の侵食勾配の状態を推定できるはずである。本例では 8~12% の勾配で上流に急激な侵食の行なわれたことは当然であつた。なお上流よりの流れが土砂をふくまないときは一つの流路を侵食するのみで流路は固定し、深い水路が形成され扇状地が両断されることになる。河川上流部の渓流水源工事が十分施工されると、河川は固定することになるであろう。

(b) 扇状地の侵食

8 月 16 日以降は堆積は止まり侵食期に入る。この期間には 図-6 のように次第に土量が減少している。侵食期の扇状地土量は日数に対して直線的に変化するものとする

$$V_e = V_0 - at \quad (3)$$

V_e : 扇状地土量 (m^3) t : 日数

測定基準高 h に対して 表-4 より

$$h=3.0\text{ m} : V_e=900.6-0.9468t$$

$$h=2.0 : V_e=2120.6-0.7218t$$

$$h=1.5\text{ m} : V_e=3017.6-2.2841t$$

$$h=1.0\text{ m} : V_e=4151.8-2.7076t$$

$$h=\pm 0.0\text{ m} : V_e=7712.3-5.861t$$

$$h=-0.5\text{ m} : V_e=11555.67-8.686t$$

係数 a は測定基準の高さによって変わつて 図-7 のごとくであつた。これは扇状地の表面における表面侵食量を表わすものであるが、高さ 2.0 m 以下では海岸汀線の海岸侵食量もふくむ。

扇状地表面勾配をほぼ一定と仮定すると扇状地の高さ h , 底面半径 k , 勾配 $i=h/R$, 中心角 θ° とし、容積 V , 表面積 S , 底部周長 L は次式で表わされる。

$$V = \frac{\pi h^3}{6 i^2} \frac{\theta}{180} \quad (4)$$

$$S = \frac{\pi h^2}{i^2} \sqrt{1+i^2} \frac{\theta}{180} \quad (5)$$

$$L = \frac{\theta \pi}{180} \frac{h}{i} \quad (6)$$

この観測地では $\theta=123^\circ$ であつたので

$$V = 0.3576 \frac{h^3}{i^2} \quad (7)$$

$$i^2 = \frac{0.3576}{V} h^3 \quad (8)$$

+1.5 m 以上の V を用いると

$$1957 \text{ 年 } 7 \text{ 月 } 23 \text{ 日} \quad h=4.0179 \text{ m} \quad i=0.1038(5^\circ 56')$$

$$" \quad 8 \text{ 月 } 16 \text{ 日} \quad h=5.984 \quad i=0.126(7^\circ 11')$$

$$1958 \text{ 年 } 7 \text{ 月 } 2 \text{ 日} \quad h=6.050 \quad i=0.1416(8^\circ 3')$$

堆積期に比し侵食期では勾配が急になつている。扇状地の縦横断測量より 完全な円錐としての最急勾配および半径を計算し、各標高における値の平均値を求めると 表-7 が得られた。

断面 No.4 の各標高における最急勾配の平均値を図示すると 図-8, 9 となる。

図-8

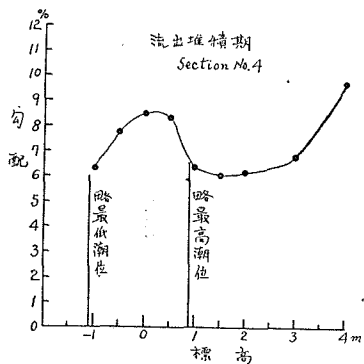
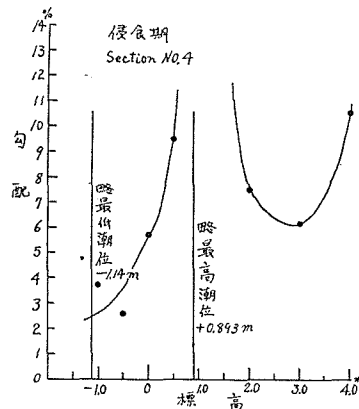


図-9



これらの図によると Tidal range の範囲では表面勾配は 18.6~4.7% でその平均値は図のごとき変化をしている。流出堆積期においても海岸汀線付近は波の作用を受け、その勾配は波に応じて変化するものと思われる。また 図-9 の最高潮位以上の勾配の急な部分の高さは波の大きさに関係する。

扇状地勾配は侵食期には流出堆積期に比し一般的に急になり、海水の影響を受ける部分は全く勾配が変化し、侵食部の上端が小さい涯状を呈するとともに海中では緩勾配となる。波が大きく流出土量小さければ波の作用によ

表-7 扇状地円錐の勾配と半径 (平均値)

月 日	日 数	勾配 1.0m 半径	-0.5	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	+2.0	+3.0	+4.0	+5.0	備 考
7.23	26			9.16 67.02	10.03 69.35	5.28 62.72 (20.45)	5.55 53.69 (30.38)	6.29 35.46 (24.81)	6.42 19.43	9.13 13.12		
24	27			8.04 74.94	6.02 66.37	5.44 59.06 (9.43)	4.97 42.35 (9.43)	5.93 36.54 (14.85)	7.06 21.94	11.43 12.81		
25	28		7.26 86.81	8.60 77.04	8.38 70.88	5.01 62.61 (11.62)	10.03 55.64 (35.52)	7.04 37.14	8.87 24.61			
26	29				9.07 71.70	6.62 60.38 (47.74)	5.51 49.32 (13.25)	6.56 39.70	7.30 25.08	10.12 14.14		
29	32	6.88 95.18	6.63 88.77	7.35 80.86 (8.37)	7.65 72.93 (9.71)	5.54 61.02 (7.84)	5.70 53.98 (17.89)	6.85 41.14	8.14 26.93	10.15 15.53		
30	33		6.95 86.41	7.18 80.37 (8.80)	7.42 72.61 (9.55)	5.89 61.49 (11.18)	6.99 54.38 (18.35)	7.82 41.56	7.91 27.59	8.08 20.17		
31	34		5.38 89.76	6.17 81.14 (8.14)	8.32 73.03 (10.36)	5.92 62.39 (10.53)	5.68 54.73 (16.72)	7.13 42.21	7.41 28.65	8.58 16.51		
8. 1	35			7.68 79.97 (9.25)	9.74 72.39 (11.59)	6.00 62.74 (10.93)	5.26 55.36 (11.75)	7.05 45.22	7.08 29.35	8.81 16.05		
2	36			11.32 64.26	8.86 72.20 (11.84)	6.46 62.48 (10.85)	5.20 55.10 (17.14)	7.16 42.72	6.41 28.34	10.13 15.36		
6	40			8.51 80.34 (10.26)	9.07 73.86 (11.08)	7.21 64.20 (11.78)	5.42 56.41 (19.42)	6.51 44.42	7.85 30.68	8.68 16.65		
7	41			8.42 83.02	7.77 75.41 (9.38)	5.95 64.65 (10.77)	5.39 56.52 (17.11)	6.75 44.73	7.36 30.68	8.21 17.42		
8	42				7.77 78.42	7.86 65.65 (12.50)	5.52 57.27 (24.52)	6.65 45.51	8.96 30.86	9.24 18.74		
9	43		3.74 96.60	7.03 86.67 (12.33)	8.70 76.52 (13.05)	5.97 69.51 (12.45)	6.87 59.61 (12.17)	6.96 46.19 (27.02)	7.88 31.15	8.18 18.28		
12	46		7.22 90.42	7.50 84.73 (9.22)	7.58 77.41 (9.84)	5.87 66.24 (12.50)	6.80 55.85 (19.07)	6.33 46.67 (23.13)	7.98 30.41	9.20 17.70		
15	49		8.67 89.35	8.08 84.31 (9.74)	10.37 77.77 (12.86)	6.32 69.31 (9.60)	8.49 53.70 (25.48)	6.88 46.54 (22.69)	9.92 33.00	8.09 18.49		
16	50			7.25 82.82 (9.18)	10.44 75.06	7.66 66.59	6.61 58.44 (12.65)	7.73 46.74	8.88 32.87	9.20 19.31		
20	54			5.74 97.78 (17.94)	5.71 75.86	6.45 66.41	6.70 56.63	6.83 47.34	8.08 34.18	7.09 18.02		
10. 2	97			5.23 78.75	7.68 75.86	6.63 67.75 (13.07)	7.20 58.52 (13.49)	7.50 46.74	7.49 32.38	8.92 19.73		
11. 1	127			14.27 95.24	10.17 75.65 (11.32)	9.80 66.54	9.94 58.45 (25.39)	6.65 47.94	6.36 34.02	9.79 21.47	14.85 11.55	
12. 6	162				(17.19)(91.49)							
12.26	182		4.41 88.21	7.79 83.21 (12.34)	10.95 76.06 (10.42)	16.22 67.32 (25.93)	10.12 54.66 (18.11)	6.93 47.61	6.55 33.21	9.68 20.46	21.36 11.53	
1.27	214		5.08 89.54	7.41 81.93 (11.66)	75.94	13.55 66.31 (19.07)	54.32	7.92 47.18	7.57 33.13	9.00 20.64	18.57 11.80	
3. 1	247			(1.39) 75.04	8.33 74.59 (10.66)	18.46 66.40 (44.09)	61.67	7.72 46.83	7.42 33.68	9.06 20.02	36.90 11.55	
4. 1	278			7.18 80.22 (9.97)	11.63 74.19	10.33 67.17 (23.83)	57.02	7.48 47.41	9.10 33.59	9.35 20.53	19.80 11.80	
4.17	294		3.00 93.39	7.47 78.43	11.45 74.28	18.61 67.00 (27.91)	56.96	6.98 46.09	7.01 33.05	9.61 20.16	21.91 11.55	
5. 7	314	6.36 108.96	5.67 89.38	7.11 79.72 (14.02)	72.28	38.64 66.30 (26.27)	56.90	6.48 46.65	7.58 33.12	9.38 20.25	20.74 11.85	
6. 4	342	4.85 101.76	4.46 88.34	8.33 79.18 (8.78)	12.42 73.17 (10.33)	26.87 65.56 (48.47)	61.06	6.05 45.86	7.49 32.10	10.60 19.72	42.62 11.86	
7. 2	370	4.02 100.88	4.30 89.51	77.08	15.02 71.82	13.47 65.96 (20.94)	57.46	6.57 45.93	9.89 32.26	9.86 20.59	15.86 12.50	

流

出

堆

積

期

校

食

期

図-10

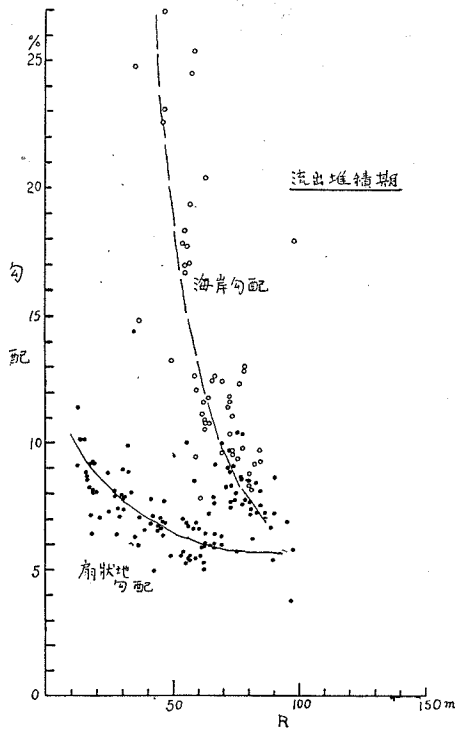
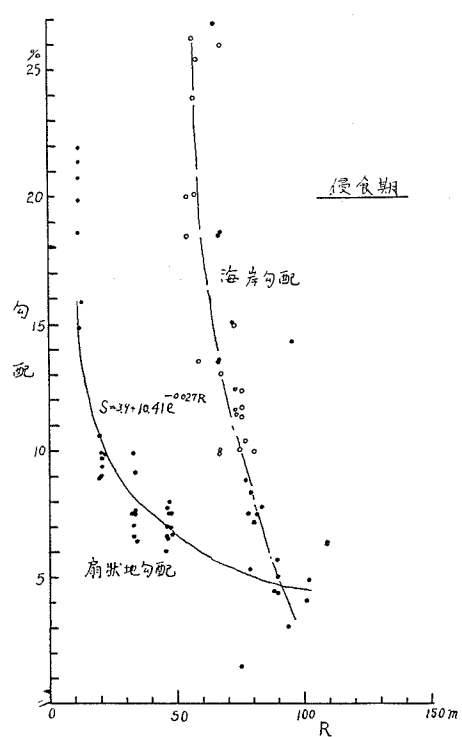


図-11



つてただちに海岸特有の勾配に変化するものと考えられるが、波の作用が流出期に小さければ扇状地としての勾配を一時維持する。これらの状態は表-7より図示した図-10,11のごとくである。

扇状地形の侵食はある標高の半径 R が、任意の方向角に対して一定の値を有するならば、海岸よりの侵食はないことを示すが、中心角 θ の2等分線の方で R が小さくなって図-12のごとく

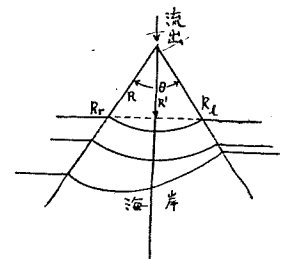
$$R' = R \cos \frac{\theta}{2}$$

になるときは海岸は一直線となつて扇状地形は海岸で侵食されつくしたことになる。従つてこの場合は

$$\frac{R'}{R} = \cos \frac{\theta}{2} \quad (9)$$

で R の最小値 $R_{\min}$ と R との比 $\frac{R_{\min}}{R}$ が $\cos \frac{\theta}{2}$ に近づくほど侵食は進行していることになる。著者の観測海岸では $\theta = 123^\circ$, $\cos \frac{\theta}{2} = 0.4771588$ である。また海岸に向つて左側の半径 R_l および右側の半径 R_r と $R_{\min}$ との比 $\frac{R_{\min}}{R_l}$, $\frac{R_{\min}}{R_r}$ の大小によつて左右の侵食の程度を表わすことができる。測定の結果は図-13のように +2.0 m 以上では左右対称で比は 1.0 に近く、ほぼ円錐状をなしているが、+1.5 m 以下では多少不对称で、 $R_r < R_l$ で左側がのびている。また 15. m 以下では比が次第に減少して海岸が直線化していることがわかる。

図-12



4. 沿岸漂砂量

海岸波浪による沿岸漂砂量は波の Energy が海岸でなす仕事と考えられる。Skay, Jonnson, Coldwell, Saville は漂砂移動量 V は来襲波の沿岸方向の energy 成分、漂砂補給源による補給量、来襲波の Steepneas の関数として表わせることを示した。著者は、海岸侵食量と波との関係を明らかにするため、本測定海岸に対する風として昭和 32 年 6 月より昭和 33 年 6 月まで満 1 カ年間の横浜気象台における風向、風速の毎時観測記録を用い、風の継続時間を通じて平均風速 5 m 以上の海風をとり出した。この風に対して東京湾内の Significant wave の波高、週期、波長を Molitor, および Sverdrup の図表より求め、波の Energy の式として一波長単位幅につき、

図-13 (a)

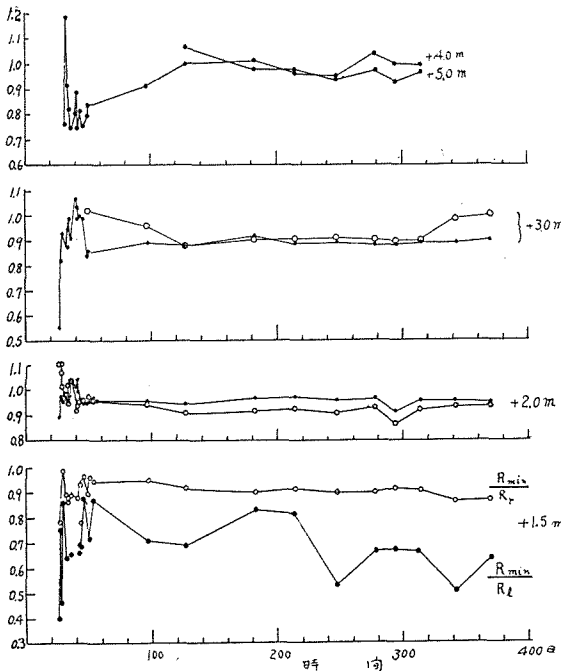
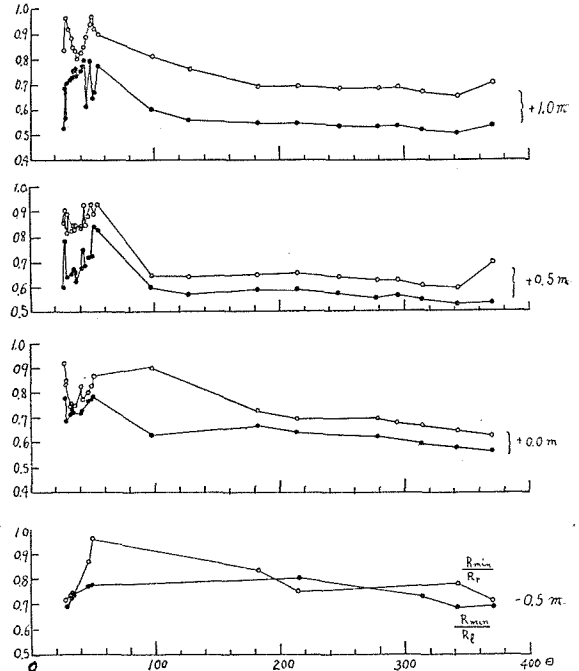


図-13 (b)



$$E = \frac{w L_0 H_0^2}{8} \left(1 - 4.93 \frac{H_0^2}{L_0^2} \right) \quad (10)$$

単位幅につき伝わる効率として

$$P = \frac{E}{2T} = \frac{w H_0^2}{16} \left(1 - 4.93 \frac{H_0^2}{L_0^2} \right) \sqrt{\frac{gL_0}{2\pi}} \quad (11)$$

(Sverdrup & Munk, Rossby, 1947)

H_0 : 沖波の波高 T : 週期 L_0 : 沖波の波長

を用いた。

この波は風向と同じ方向に伝わるものとして (ここでは波の屈折は省略した), 単位長の海岸線に作用する Energy の海岸に平行および垂直の成分を計算した。図-14 にて海岸単位長につき Energy の平行成分は

表-8 (a) 海岸に直角の方向の Energy および Power (海風のみ)

月 日	日数	Energy	累 計	Energy ×時間	累 計	Power	累 計	Power ×時間	累 計
6.26~ 7.22	25	82.659	82.659	446.346	446.346	34.270	34.270	173.423	173.423
7.23	26	22.135	104.794	72.305	518.651	8.685	42.955	27.370	200.793
7.24	27								
7.25	28								
7.26~ 7.28	31	1.247	106.041	1.247	519.898	0.624	43.579	0.624	201.417
7.29~ 8.14	48								
8.15	49	1.465	107.506	7.325	527.223	0.690	44.269	4.140	205.557
8.16~ 8.19	53	4.680	112.186	6.083	533.306	2.130	46.399	2.791	208.348
8.20~10. 1	96	195.656	307.842	1 066.474	1 599.780	74.187	120.586	370.495	578.843
10. 2~20.31	126	231.528	539.370	1 699.629	3 299.409	71.743	192.329	478.913	1 057.756
11. 1~12. 5	161	293.210	832.580	1 748.943	5 048.352	100.242	292.571	582.641	1 640.397
12. 6~12.25	181	103.228	935.808	540.076	5 588.428	36.272	328.843	178.813	1 819.210
12.26~ 1.26	213	258.884	1 194.692	1 342.719	6 931.147	86.526	415.369	428.623	2 247.833
1.27~ 2.28	246	534.919	1 729.611	3 139.123	10 070.270	169.299	584.668	942.195	3 190.028
3. 1~ 3.31	277	310.595	2 040.206	1 279.624	11 349.894	102.775	687.443	404.438	3 594.466
4. 1~ 4.16	293	124.601	2 164.807	521.791	11 871.685	42.524	729.967	159.794	3 754.260
4.17~ 5. 7	314	132.741	2 297.548	544.713	12 416.398	46.448	776.415	175.867	3 930.127
5. 8~ 6. 3	341	157.264	2 454.812	492.207	12 909.605	54.909	831.324	211.842	4 141.969
6. 4~ 6.31	368	74.027	2 528.839	259.085	13 168.690	28.773	860.097	95.747	4 237.716
		C ₁		C ₂		D ₁		D ₂	

表-8 (b) 海岸に平行な Energy および Power 1957~1958 横須賀市松崎海岸

月 日	日数	Parallel Energy						Parallel Energy×時間					
		(+)	(+)累計	(-)	(-)累計	合 計	累 計	(+)	(+)累計	(-)	(-)累計	合 計	累 計
6.26~ 7.22	25	14.223	14.223	15.336	15.336	- 1.113	- 1.113	58.252	58.252	36.927	36.927	+ 21.325	+ 21.325
7.23	26	6.228	20.451	0.000	15.336	+ 6.228	+ 5.115	14.289	72.541	0.000	"	+ 14.289	+ 35.614
7.24	27	—	"	—	"	"	"	—	"	—	"	"	"
7.25	28	—	"	—	"	"	"	—	"	—	"	"	"
7.26~ 7.28	31	0.716	21.167	0.000	"	+ 0.716	+ 5.831	0.716	73.257	0.000	"	+ 0.716	+ 36.330
7.29~ 8.14	48	—	"	—	"	"	"	—	"	—	"	"	"
8.15	49	0.000	"	0.841	16.177	- 0.841	+ 4.990	0.000	"	4.206	41.133	- 4.206	+ 32.124
8.16~ 8.19	53	0.000	"	2.963	19.140	- 2.963	+ 2.029	0.000	"	4.045	45.178	- 4.045	+ 28.079
8.20~10. 1	96	42.836	64.003	24.056	43.196	+ 18.780	+ 20.807	190.790	264.047	88.300	133.478	+ 102.490	+ 130.569
10. 2~10.31	126	55.908	119.911	2.529	45.725	+ 53.379	+ 74.186	330.411	594.458	2.529	136.007	+ 327.882	+ 458.451
11. 1~12. 5	161	102.813	222.724	6.735	52.460	+ 96.078	+170.264	766.823	1361.281	18.900	154.907	+ 747.923	+ 1206.374
12. 6~12.25	181	46.218	268.942	0.000	"	+ 46.218	+216.483	260.211	1621.492	0.000	"	+ 260.211	+ 1466.585
12.25~ 1.26	213	101.302	370.244	3.909	56.369	+ 97.393	+313.875	568.185	2189.677	6.381	161.288	+ 561.804	+ 2028.389
1.27~ 2.28	246	175.292	545.536	7.465	63.834	+167.827	+481.702	1094.050	3283.727	15.164	176.452	+ 1078.886	+ 3107.275
3. 1~ 3.31	277	74.037	619.573	32.144	95.978	+ 41.893	+523.595	278.425	3562.152	136.307	312.759	+ 142.118	+ 3249.393
4. 1~ 4.16	293	29.300	648.873	22.248	118.226	+ 7.052	+530.647	97.074	3659.226	106.684	419.443	- 9.610	+ 3239.783
4.17~ 5. 7	314	34.881	683.754	19.179	134.405	+ 15.702	+546.349	164.581	3823.807	82.440	501.883	+ 82.141	+ 3321.924
5. 8~ 6. 3	341	21.063	704.817	53.048	190.453	- 31.985	+514.364	52.306	3876.113	177.592	679.475	- 125.286	+ 3196.638
6. 4~ 6.31	368	14.734	719.551	13.869	204.322	+ 0.865	+515.229	50.564	3926.677	40.096	719.571	+ 10.468	+ 3207.106
A ₁								A ₂					

備 考 +: 海に向つて右向き -: 海に向つて左向き
 Energy: 海岸線 1 m に対する-波長の波の energy

$$\times \frac{w}{8} = t-m$$

Power: $\times \frac{w \times 1.249}{16} = t-m/sec$
 全仕事量 = Power $\times \frac{1.249w}{16} \times 60 \times 60 = t-m$

月 日	日数	Parallel Power						Parallel Power×時間					
		(+)	(+)累計	(-)	(-)累計	合 計	累 計	(+)	(+)累計	(-)	(-)累計	合 計	累 計
6.26~ 7.22	25	5.835	5.835	6.892	6.892	- 1.057	- 1.057	22.582	22.582	16.351	16.351	+ 6.231	+ 6.231
7.23	26	2.641	8.476	0.000	"	+ 2.641	+ 1.584	11.941	34.523	0.000	"	+ 11.941	+ 18.172
7.24	27	—	"	—	"	"	"	—	"	—	"	"	"
7.25	28	—	"	—	"	"	"	—	"	—	"	"	"
7.26~ 7.28	31	0.358	8.834	0.000	"	+ 0.358	+ 1.942	0.358	34.881	0.000	"	+ 0.358	+ 18.530
7.29~ 8.14	58	—	"	—	"	"	"	—	"	—	"	"	"
8.15	49	0.000	"	0.396	7.288	- 0.396	+ 1.546	0.000	"	2.376	18.727	- 2.376	+ 16.154
8.16~ 8.19	53	0.000	"	0.354	8.642	- 1.354	+ 0.192	0.000	"	1.865	20.592	- 1.865	+ 14.289
8.20~10. 1	96	16.578	25.412	9.865	19.507	+ 6.713	+ 6.905	66.922	101.803	31.890	52.482	+ 35.032	+ 49.321
10. 2~10.31	126	17.747	43.159	1.198	19.705	+16.549	+ 23.454	98.641	200.444	1.198	53.680	+ 97.443	+146.764
11. 1~12. 5	161	35.013	78.172	2.509	22.214	+32.504	+ 55.958	203.609	404.053	6.409	60.089	+197.200	+343.964
12. 6~12.25	181	16.092	94.264	0.000	"	+16.092	+ 72.050	86.473	490.526	0.000	"	+ 86.473	+430.437
12.25~ 1.26	213	33.785	128.049	1.694	23.908	+32.091	+104.141	182.078	672.604	2.768	62.857	+179.310	+609.747
1.27~ 2.28	246	55.459	183.508	3.078	26.986	+52.381	+156.522	310.571	983.175	6.151	69.008	+304.420	+914.167
3. 1~ 3.21	277	26.092	209.600	11.151	38.137	+14.941	+171.463	93.943	1077.118	42.159	111.167	+ 51.784	+965.951
4. 1~ 4.16	293	9.713	219.313	8.078	46.215	+ 1.635	+173.098	31.048	1108.166	33.751	144.918	- 2.703	+963.248
4.17~ 5. 7	314	12.008	231.321	6.796	53.011	+ 5.212	+178.310	51.341	1159.507	26.302	171.220	+ 25.039	+988.287
5. 8~ 6. 3	341	8.369	239.690	16.783	69.794	- 8.414	+169.896	19.786	1179.303	92.061	263.281	- 72.265	+916.022
6. 4~ 6.31	368	5.506	245.196	5.944	75.738	- 0.438	+169.458	18.300	1197.603	15.395	278.676	+ 2.905	+918.927
B ₁								B ₂					

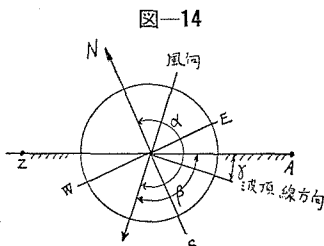


図-14

海岸に垂直の成分は

$$\frac{E}{2}(1 + \cos 2r) = \frac{E}{2}(1 - \cos 2\beta) \quad (13)$$

である。

さらに効率の海岸単位長につたわる平行成分と垂直成分を計算した。これらの Energy および Power はその波の存在する時間すなわちその波を生じた風の継続時間まで発達したか、または継続する。よつて一応 Energy および Power に風の継続時間を乗じて Energy 総量および仕事量と考えることにする。以上を計算したのが表-8 である。

これらの値の、1カ年間を通じての相関関係は図-15, 16 に示すようになり一致する傾向を示している。

また各期間の1日平均の Energy および Power さらに総 Energy および仕事量の年間の分布は図-17, 18 のごとくであつた。これらの結果を用い3.の扇状地土量と仕事量との関係は図-19 のように直線の関係であつた。この関係によつて表わすことができる、

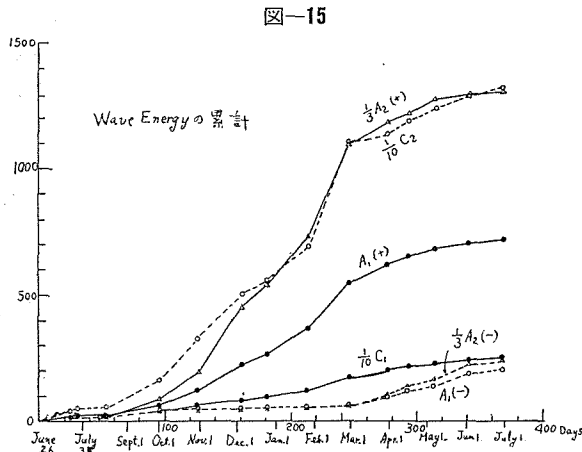


図-15

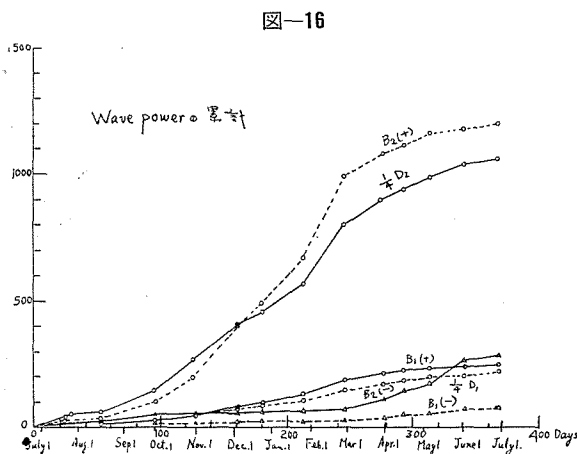


図-16

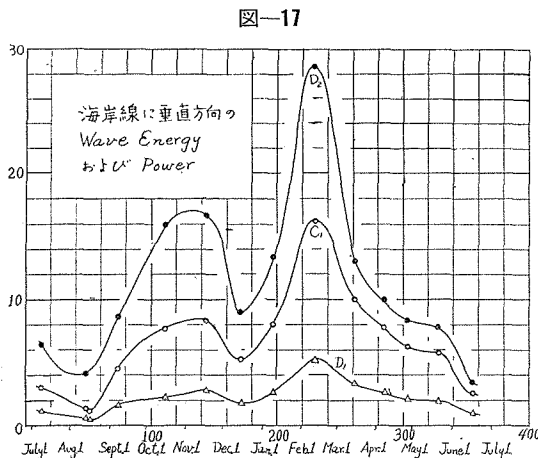


図-17

$P(D_2)$	V 0 m	$-V -0.5$ m以上	V 3.0 m以上
206	13 732 m ³	18 353 m ³	1 073 m ³
1 058	12 798	—	1 115
1 819	12 571	—	1 079
2 248	12 267	16 636	1 052
3 594	12 038	—	1 032
3 930	11 502	—	958
4 141	10 993	—	730
4 238	11 439	15 480	949

$$V = a - bP \quad (14)$$

P : 海岸線 1 m 当りの仕事量

海岸線に垂直の仕事量 $P(D_2)$ との関係を上 の値より最小自乗法で求めると、

$$V_0 \text{ に対して } b = 0.54618$$

$$V_{-0.5} \text{ " } b = 0.71313$$

$$V_{3.0} \text{ " } b = 0.05742$$

+3.0 m 以上の土量の減少は風および降雨による侵食であると考えられるので波の Energy または Power で表わすことは不適当であるが、それにもかかわらず上記直線関係が見られることは、波の原因である風によつて侵食されたものと考えてさしつかえない。扇状地の表面の状態および扇状地最高部の風による堆積はこのことを裏書きしている。ゆえに -0.5 m ~ $+3.0$ m の間の侵食量は

$$V_e = bP \quad (15)$$

として海岸線延長 170 m に対しての上の値より海岸線 1 m につき

図-18 (a)

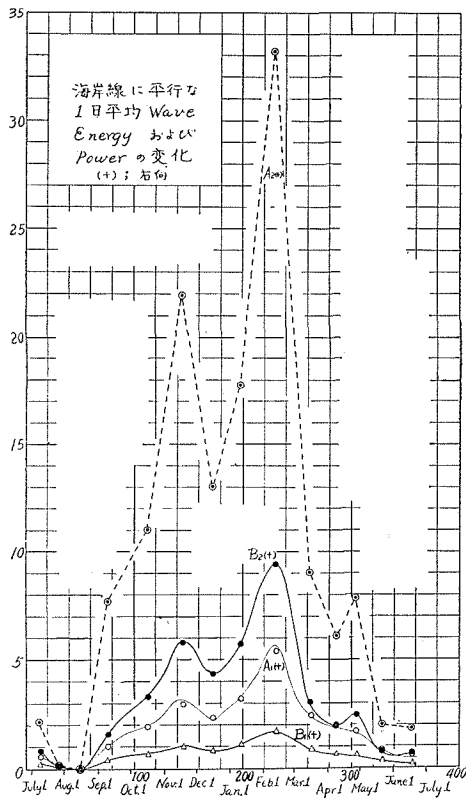


図-18 (b)

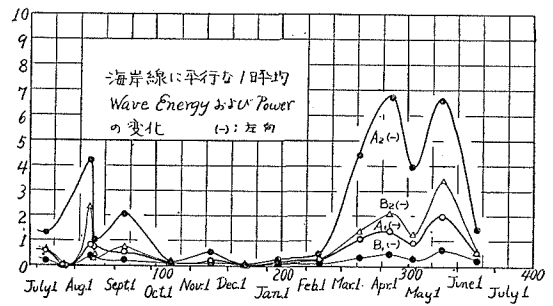


図-20

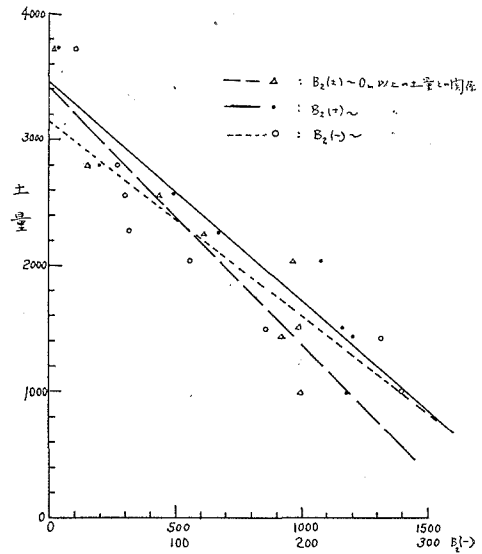
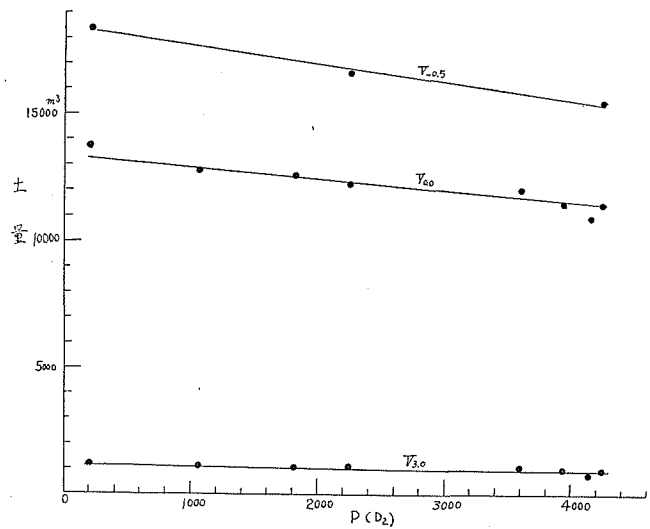


図-19



$$V_e = \frac{0.71313 - 0.05742}{170}$$

$$P = \frac{0.65571}{170} - 0.003857$$

となつた。

0.0 m + 3.0 m 間では

$$b = \frac{0.54618 - 0.05742}{170} = \frac{0.48876}{170} = 0.002875$$

これより侵食量は 0~3.0 間の方が -
0.5 m ~ 0.0 m 間より大きく $\frac{0.002875}{0.000982}$
≒ 2.9 倍に達している。

なお海岸に平行なる波の Energy およ
び Power と土量との関係は (図-20)

$P(+B_2)$	$P(\pm B_2)$	$P(-B_2)$	$V_{0.0\text{ m}}$
35	+18.5	-21	13732 m ³
200	+147	-54	12798
491	+430	-60	12571
673	+609	-63	12267
1077	+966	-111	12038
1160	+988	-171	11502
1179	+916	-263	10993
1197	+918	-279	11439
●	△	○	

$$b=1.76130, b=2.6551, b=7.87539$$

これらの海岸侵食量はただちに沿岸漂砂となつて Energy の方向に移
動するものと考えられる。

しかし、侵食量が海岸線の直線化とともに減少するであろうことは想

像にかたくない。この場合の漂砂量は補給量に左右されることになる。

5. 結 言

本研究によつて沿岸漂砂の供給源となつている 河川の洪水による急激なる山腹侵食の状態 および、これにともなう扇状地の発達と侵食の経過を台風 5 号によつて生じた 台地の侵食と扇状地の発生、侵食を例として、ほぼ明らかにした。さらに侵食地形の侵食量と波の仕事量および Energy との関係を大体において明らかにしたものである。

この研究は海岸漂砂、海岸地質、沿岸水質の総合研究の一部として行なつたもので、総合研究は防衛大学校土木教室水工学、土質工学両研究室が協同して調査観測を実施中のものである。協同調査は防衛大学校助教授 大平至徳、講師 成富正規、助手 池内正幸、小山 明、小林靖尙、の諸氏の協力によるもので、ほかに防衛大学校管理課車両、舟艇の応援を得、海上自衛隊 館山航空隊の協力を得た。また、研究費の一部は文部省試験科学研究費の補助によるものである。

ここに深甚の謝意を表する次第である。
