

2-4-3 地質構造

バリ島は、アングマン諸島、ニコバル諸島、スマトラ、ジャワ、小スンダ列島からバンダ弧につながる島弧の一部である。火山フロント、地震帯及び重力異常分布もこの島弧に沿って平行に分布している。

バリ島中央部の重力異常分布は、インドネシア地質調査所発行のブーゲ重力図をもとにして作られた図 2-4-3-1 に示される。高重力異常は火山山岳地区及び Bukit Bandung 地区にみられ、低重力異常は南部山麓地区にみられる。それ故、高重力異常のみみられる火山山岳地区と Bukit Bandung 地区は隆起傾向にあると推定される。一般的に隆起運動は山脈や急斜面の海食崖を作ると云われている。

インドネシア地質調査所によって、地下水調査のため、低地地区の Ambengan 村 (図 2-4-3-1 参照) において、深度 201.35m のボーリングが実施された。

その結果、地表から直接、細粒砂岩、サンゴ石灰岩及び粘土薄層を挟むシルト～細粒砂岩を確認した。そして、ボーリングの上部の岩石は Parasai 層(更新世)であり下部の岩石は Prapatagung Formation (上部鮮新世～更新世)であることを、Kadar D. (1978) (1) によって報告されている。従って、地表下に顕著な厚さの沖積層(完新世)がみられないことより、低地地区においては、完新世(1万年前～現在)に沈降運動はなかったものと思われる。

それ故に、クタ及びサヌール・ビーチにおいては沖積層は薄く、そしてその基盤岩は上述の Parasari 層及び Prapatagung 層であることが推定される。

註(1) “Kadar D. : Upper Pliocene and Pleistocene planktonic foraminiferal zonation of Ambengan drill hole, southern part of Bali Island. Geol. Res. Dev. Centre (Spec. Pub. 1) 1978.” から引用。

また、ヌサドゥア・ビーチの基盤岩は、その周辺地域と Nusa Dua (2つの島) において、サンゴ石灰岩(中新世～鮮新世)が分布している事実から、恐らくサンゴ石灰岩であろう。

2-4-4 地震

バリ島は前述の島弧に沿う地震帯中に位置している。しかし、バリ島は地震の高密度地帯ではない。1911年から1984年に至る間に、Denpasarから 300km以内の地域に起った 6.0 MB (実体波マグニチュード) 以上の地震を表 2-4-4-1 に示す。

この表のうち最も強い地震は、Denpasarの北東 300km、深度 543km で起きた 7.3 MB (実体波マグニチュード) である。また、この表にあるバリ島内で発生した地震は 4 つあり、それぞれ 6.4、6.2、6.1 及び 6.0 MB (実体波マグニチュード) 及び深度 80、40、25 及び 38km である。

発生した地震の震央をつないだ平面は一般に北方に傾斜している。地震は火山活動に直接関係して起らないが、火山噴火が引き金になって起る地震もある。

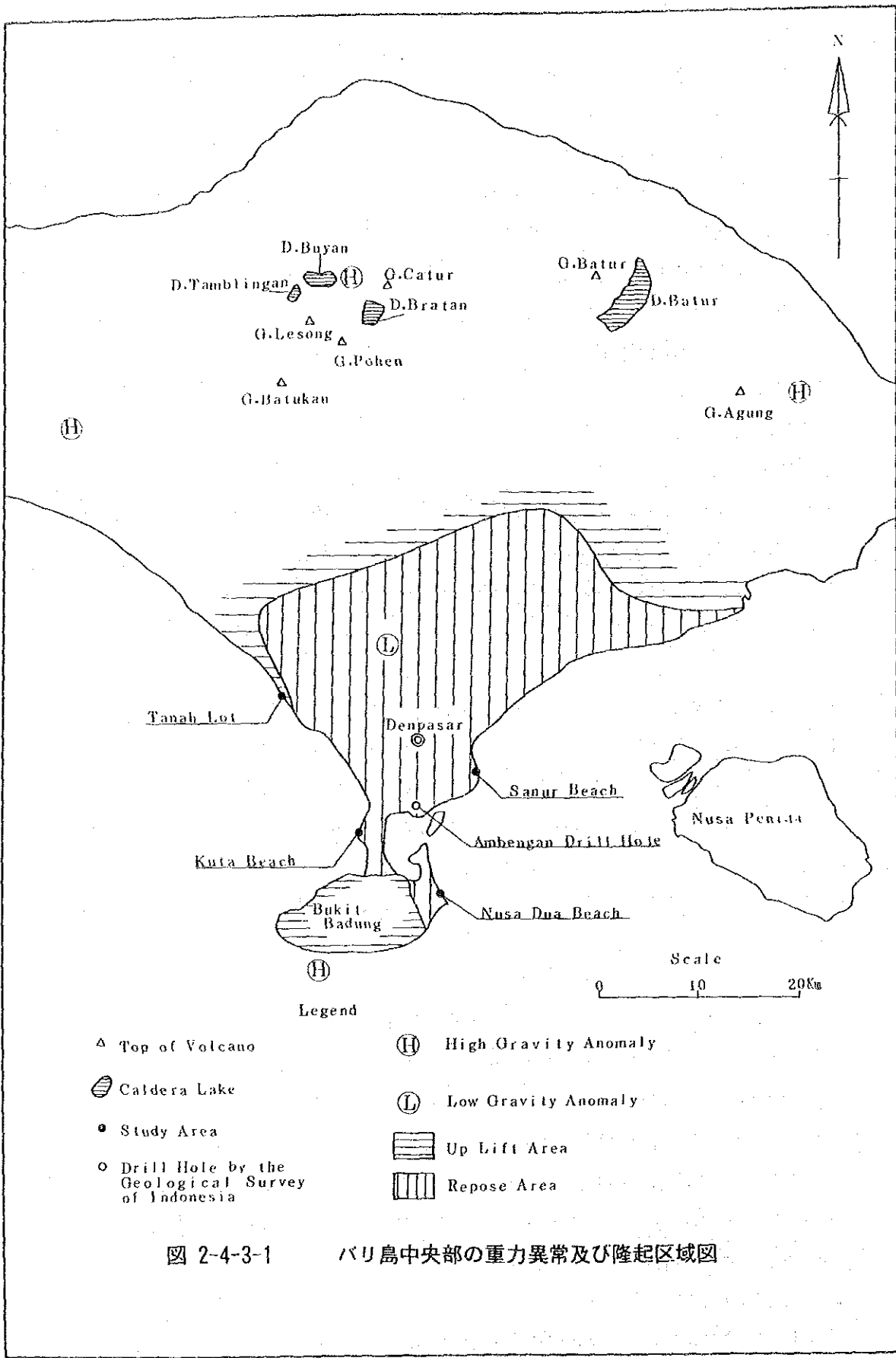


図 2-4-3-1 バリ島中央部の重力異常及び隆起区域図

表 2-4-4-1 デンパサルから 300km以内の地域で、マグニチュード 6.0 以上の地震 (1911~1984)

Date	Time		Location		Depth (km)	Magnitude		Remarks
	hr.	min. sec.	Latitude	Longitude		MB	MS	
5, Jul. 1911	18	40	7.50 S	117.50 E	370	6.8	7.0	300 km NEE from Denpasar
11, Nov. 1916	6	30	9.00 S	113.00 E	100	6.9	7.2	200 km west from Denpasar
20, Jun. 1929	18	22	8.50 S	114.00 E	60	6.4	6.2	East part of Java
8, May 1930	12	47	8.00 S	117.20 E	-	6.2	-	250 km east from Denpasar
17, May 1932	12	56	8.50 S	115.00 E	80	6.4	6.2	South part of Bali Island
10, Apr. 1934	10	22	6.50 S	116.00 E	33	6.7	6.8	250 km NNE from Denpasar
11, Apr. 1934	21	56	7.00 S	116.25 E	33	6.3	6.0	200 km NNE from Denpasar
12, Feb. 1936	9	34	6.00 S	116.00 E	600	6.5	6.5	300 km NNE from Denpasar
11, Aug. 1937	0	55	6.50 S	116.50 E	543	7.3	7.8	300 km NE from Denpasar
29, Oct. 1938	22	53	9.00 S	116.00 E	90	6.5	6.5	Southern end of Lombok Island
17, Aug. 1953	3	14	6.80 S	115.10 E	33	6.3	6.0	200 km north from Denpasar
10, Jun. 1957	0	59	9.00 S	117.00 E	-	6.7	6.8	Southwestern end of Sumbawa Island
30, Mar. 1967	2	8	11.06 S	115.40 E	33	6.0	-	300 km south from Denpasar
30, Mar. 1967	2	28	11.00 S	115.50 E	33	6.0	-	Ditto
14, Jul. 1976	7	13	8.20 S	114.90 E	40	6.2	6.5	Northern part of Bali Island
30, May 1979	9	38	8.21 S	115.95 E	24	6.1	5.8	Eastern end of Bali Island
20, Oct. 1979	1	41	8.25 S	115.85 E	38	6.0	6.2	Ditto

2-5 地質及び底質調査

2-5-1 地質調査

地質調査はタナロット海岸で実施された。そこにはヒンズー教の神聖な寺院のある島と海食洞と自然橋のみられる美しい急傾斜の海食崖がみられる(図 2-5-1-1参照)。また、この島と海食崖において、9箇所地質断面がスケッチされ、図 2-5-1-2に示される。

火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩及び砂質凝灰岩から成る火山碎屑岩類が、その寺院のある島と海食崖において露出している。この火山碎屑岩類中には級化層理、斜交層理、及び海底地送り構造が普遍的にみられる。また、火山碎屑岩類中には、数cmから数m間隔の水平な層理面がみられ、層理構造が顕著である。層理面の間隔はこの火山碎屑岩類の下部で厚く、上部で薄い。この火山碎屑岩類は、その岩質と野外での地質的証拠から、浅い海において火山噴火によって堆積したもので、更新世の Djembrana 火山岩類に属するものと推定される。

この島と海食崖において、シュミットロックハンマーによる岩石の反発度が測定された。その測定は上述の地質断面に沿い、各測定地点毎に3~5回行い、1回の測定は15打宛実施された。各岩石の反発度は、次の表 2-5-1-1に示される。

表 2-5-1-1 シュミット・ロックハンマーによる岩石の反発度

Section	Volcanic breccia	Tuff breccia	Lapilli tuff	Sandy tuff	Average
A-A'	37 (3)	-	39 (2)	42 (1)	39 (6)
B-B'	38 (4)	37 (1)	38 (2)	37 (1)	38 (8)
C-C'	34 (3)	-	-	41 (2)	37 (5)
D-D'	26 (1)	-	35 (1)	41 (2)	36 (4)
E-E'	33 (5)	-	37 (2)	35 (2)	34 (9)
F-F'	30 (2)	-	-	40 (3)	36 (5)
G-G'	30 (2)	-	30 (1)	37 (1)	32 (4)
H-H'	32 (2)	-	-	31 (2)	31 (4)
I-I'	30 (2)	-	30 (1)	36 (1)	31 (4)
Average	33 (24)	37 (1)	36 (9)	38 (15)	35 (49)

() ; Number of measured position.

表 2-5-1-2 一軸壓縮試驗結果

Sample No.	Locality	Rock Name	Test Condition	Test Piece		Water Content (%)	Unit Weight (g/cm ³)	Compressive Strength (kg/cm ²)	Rebound Number of Rock
				Diameter (cm)	Length (cm)				
181	10 m SE from section H-H'	Volcanic breccia in the lower part	Natural	5.68	11.63	16.7	1.8	19.2	25
182 A	4 m SE from section G-G'	Ditto	Ditto	5.52	11.07	23.3	1.5	32.9	32
182 B			Ditto	5.58	9.07	29.3	1.5	19.3	
183 A	5 m SE from section D-D'	Ditto	Ditto	5.61	10.72	46.6	1.2	17.4	29
183 B			Ditto	5.55	9.32	5.8	1.4	16.0	
184	6 m NW from section E-E'	Ditto	Ditto	5.61	9.31	10.6	1.9	49.8	33
185 A	11 m SE from section E-E'	Ditto	Ditto	5.61	11.80	2.5	2.0	79.1	32
185 B			Ditto	5.61	11.63	14.9	1.9	60.0	
Average						18.7	1.7	36.7	

Note: Two tests, A and B were done about one sample.

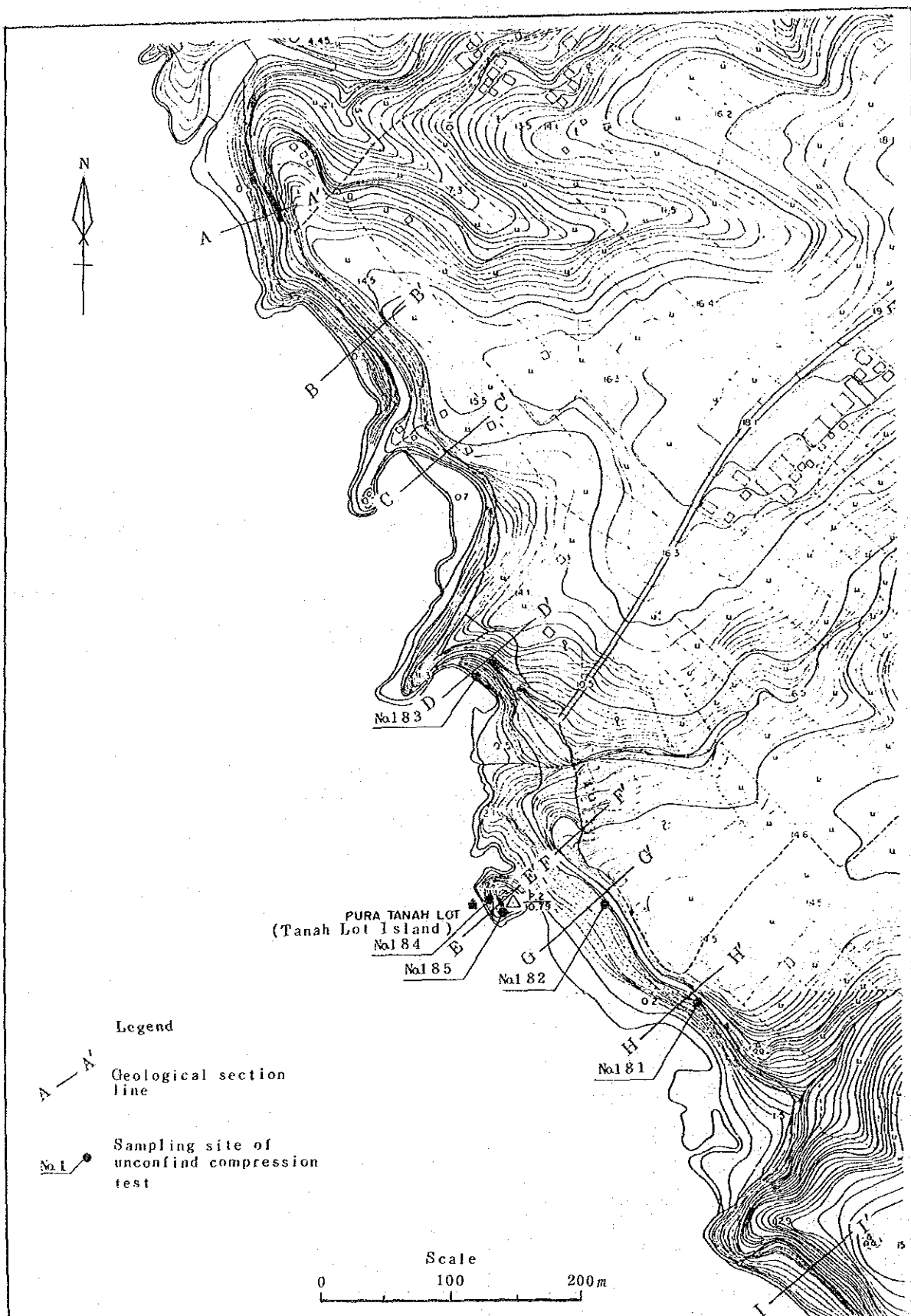


図 2-5-1-1 地質断面線及び一軸圧縮試験試料採取位置図 (タナロット)

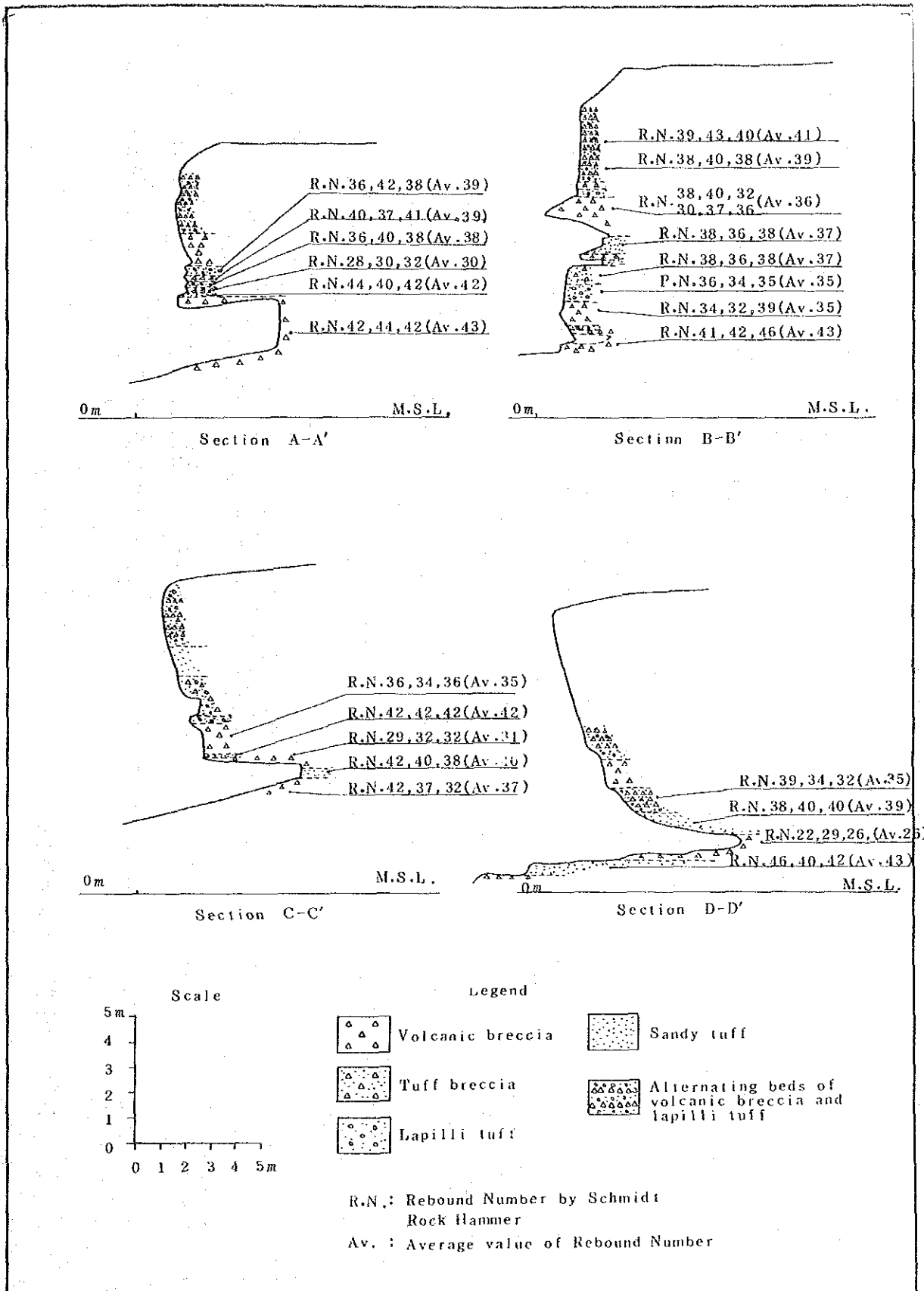
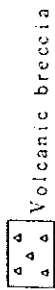
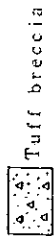


図 2-5-1-2(1) 地質断面図A-A', B-B', C-C', D-D' (タナロット)

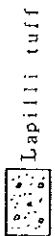
Legend



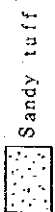
Volcanic breccia



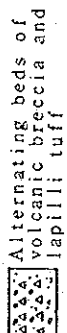
Tuff breccia



Lapilli tuff



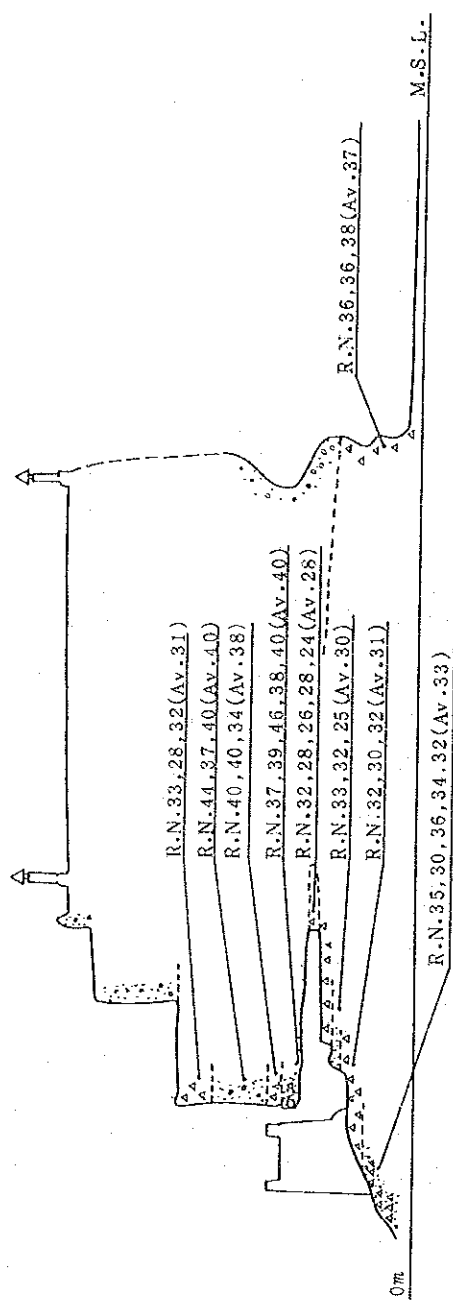
Sandy tuff



Alternating beds of volcanic breccia and lapilli tuff

R.N.: Rebound Number by Schmidt Rock Hammer

Av.: Average value of Rebound Number



Scale

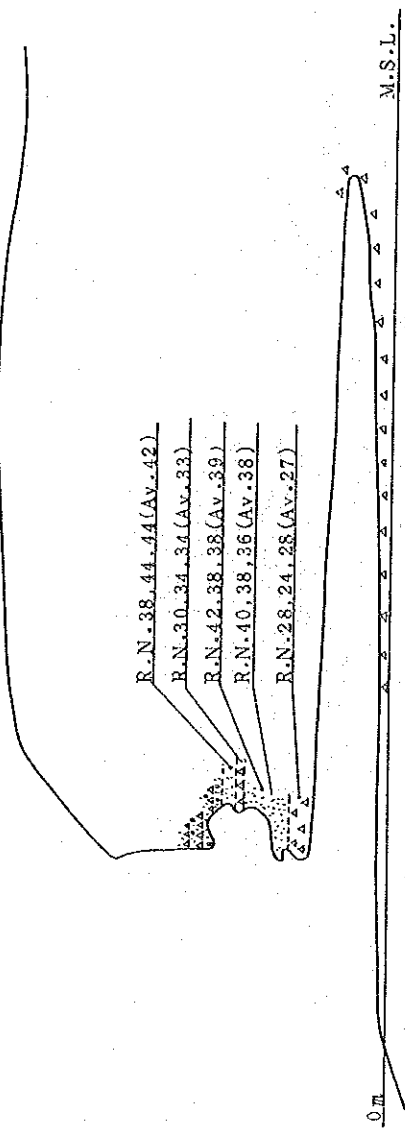
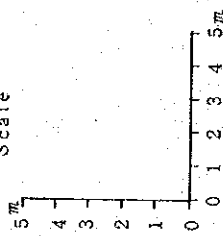
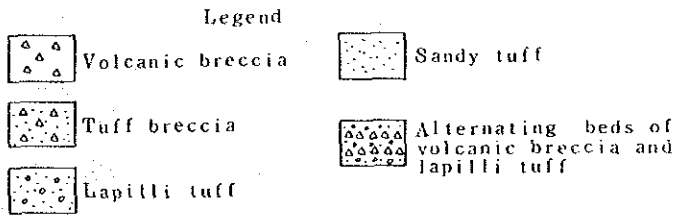
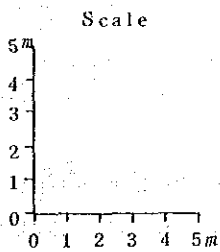
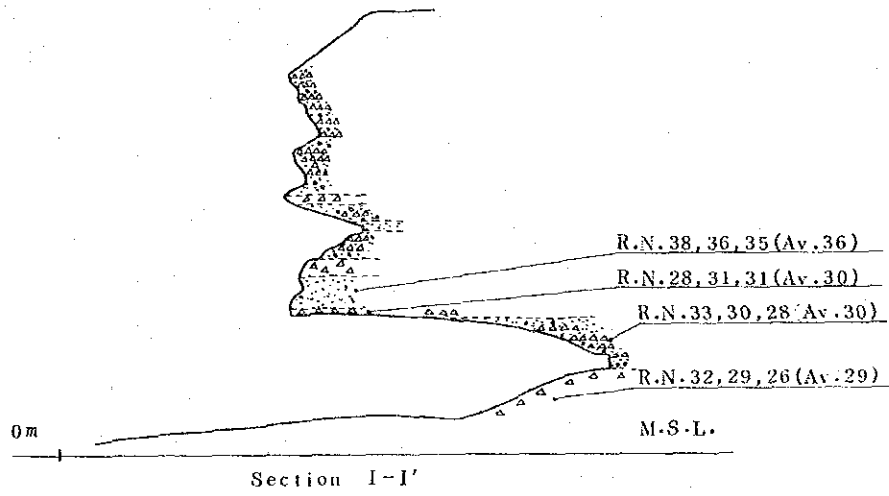
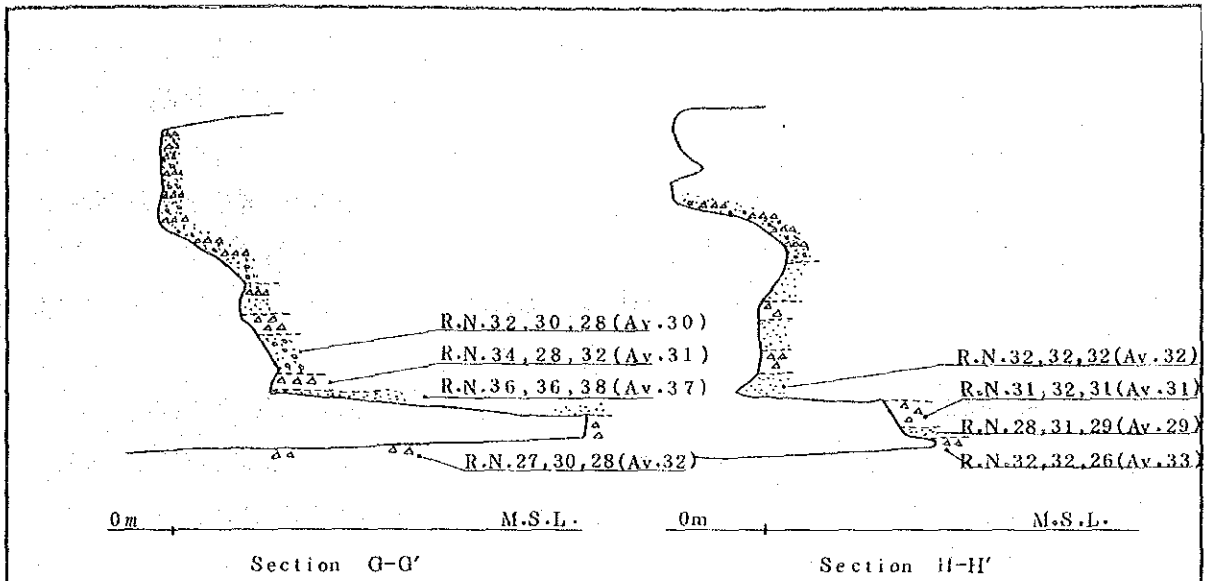


図 2-5-1-2(2) 地質断面図 E-E', F-F' (タナロット)



R.N.: Rebound Number by Schmidt
Rock Hammer
Av.: Average value of Rebound Number

図 2-5-1-2(3) 地質断面図G-G', H-H' (タナロット)

表 2-5-1-1によれば、岩石の反撥度は一般に礫の大きい火山角礫岩において弱く、粒子の小さい砂質凝灰岩において強い傾向がみられる。しかし、その差は小さく、中にはその値が逆になっているものもある。一般的には、火山角礫岩は砂質凝灰岩よりも弱い岩石であるといえる。

タナロット海岸において、奥行4～20m、幅5～30mの規模の波食窪が島及び海食崖に数多くみられる。これらの波食窪はしばしば火山碎屑岩類下部の火山角礫岩中に存在する。この事実は、火山碎屑岩類下部が海水準付近に位置し、かつ、主として層間隔の厚い火山角礫岩から成るためと考えられる。

一軸圧縮試験のために、5つの火山角礫岩の試料が火山碎屑岩類の下部から採取された(図 2-5-1-1参照)。一軸圧縮試験は自然状態のもとで、“土の一軸圧縮試験方法(J I S A 1216)”により実施された。その一軸圧縮試験の結果は、表 2-5-1-2に示される。

上述の5つの火山角礫岩試料から得られた8つの一軸圧縮試験結果は、圧縮強度16.0～79.1kg/cm²(平均36.7kg/cm²)であった。これらの圧縮強度の値は、日本の海岸の後退速度とその岩石強度との関係を示す 図 2-5-1-3にプロットされた。

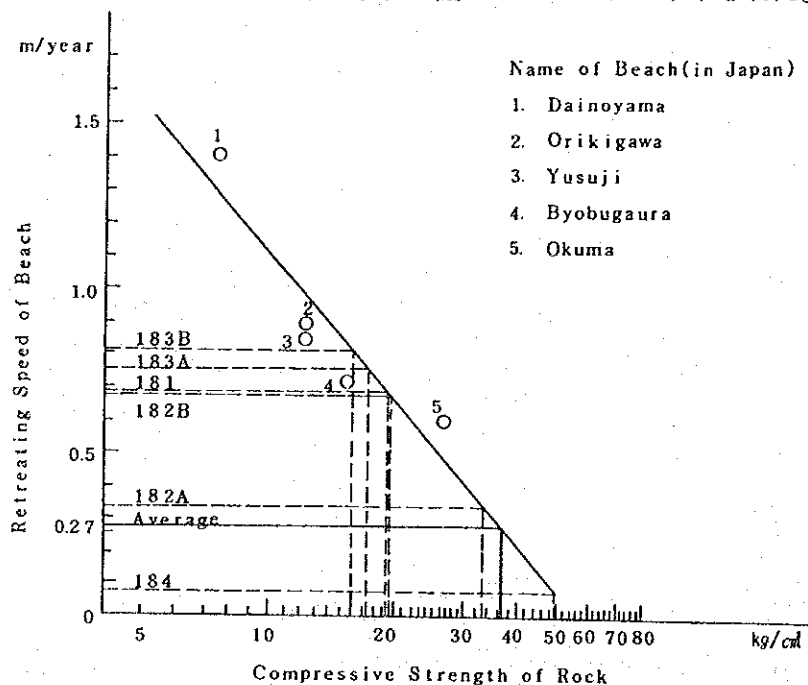


図 2-5-1-3 日本の海岸の後退速度と岩石圧縮強度との関係図

註(2) “Sunamura T.: A review of recent studies of rock coast transformation due to waves, Geographical Review of Japan, 48-6, 395～411, 1975.” から引用。

上図によればタナロット海岸の後退速度は80cm/年以下であり、そして、その平均値は27cm/年と推定される。しかしながら、海岸の後退は主として海食洞の崩落によるものであり、突然起るもので継続的なものではない。

2-5-2 底質調査

クタ、ヌサドゥア及びサヌール・ビーチ地区において、河川及び海岸から採取された底質試料について、粒度分析、比重測定及び鉍物組成試験が実施された。

粒度分析は、2.0mm、0.84mm、0.42mm、0.30mm、0.25mm、0.21mm、0.15mm、0.105mm及び0.074mmの篩を使用し、“土の粒度試験方法（JISA1204）”によって行われた。比重測定は“土粒子の比重試験方法”（（JISA1202））によって実施された。鉍物組成試験は磁気分離と2.4規定塩酸溶解試験から成り、その過程は図2-5-2-1で示される。

粒度分析、比重測定及び鉍物組成試験の結果は、表2-5-2-1に示される。また、底質試料の双眼顕微鏡観察の結果を表2-5-2-2に示す。

(1) 河川における底質調査

河川における底質試料はヌサドゥア・ビーチ地区のSawangan及びPetangan両部落間を流れる川に沿い、また、サヌール・ビーチ地区のAyung川とLoloan川沿い、約1km間隔に採取された。また、幾つかの海浜砂試料が河川と海岸の底質試料を関係づけるために河口付近で採取された。これらの試料採取位置と試料番号は、図2-5-2-2と図2-5-2-3に示され、その試験結果を図2-5-2-4～図2-5-2-6に示す。

1) SawanganとPetangan両部落間を流れる川

この川はサンゴ石灰岩から成る平坦な丘陵中を流れ、ドリーネを形成している。この川の水は豪雨時のみ流れ、常時は流れていない。

この川における底質（川砂）の中間粒度は、0.36mm～0.67mmである。この川が比較的急であるため、この中間粒度は他のAyung川やLoloan川に比し粗い。また、各試料の中間粒度について、一般にみられる下流に向って細粒になる傾向は、川水が豪雨時しか流れないため、みられない。

この川の底質の鉍物組成は、地表における火山灰からの珪酸塩物質と磁性物質が認められ、またサンゴ石灰岩の碎屑片は、この川に常時水が流れないため、余り高い含有率を示さない。

この川の底質の比重は2.74である。

2) Ayung川

Ayung川はバリ島における最も長い川の一つであり、Batur山とCatur山との間の尾根から源を発し、サヌール・ビーチ地区の北方に注いでいる。この川は地質単元の一つである。Buyan-Bratan及びBatur凝灰岩・ラハール中を流れ、深い溪谷を作っている。

表 2-5-2-1 粒度分析、比重測定及び鉱物組成試験結果

(1)

Sample No.	Sample Name (Sand)	Location	Laboratory Test Results														
			Median Grain Size D ₅₀ (mm)	Grain Size Distribution		Specific Gravity	Min. Composition										
				U _c	U _c '		Magnetic Material (%)	Soluble Material (%)									
1	Beach Sa	Nusa Dua	0.72	2.270	0.904	2.698	1.54	98.80									
2	Beach Sa	Lebang	1.05	2.500	1.111	2.696	1.71	98.70									
3	River Sa	Sawangan	0.67	5.649	1.135	2.744	5.71	22.70									
4	River Sa	Sawangan	0.57	3.463	0.992												
5	River Sa	Sawangan	0.42	2.941	1.205												
6	River Sa	Sawangan	0.36	2.545	0.902												
7	River Sa	Sawangan	0.54	2.032	0.933												
8	Beach Sa	W. Sanur	0.63	3.737	1.508	2.696	49.69	7.75									
9	River Sa	Loloan	0.37	2.356	1.060												
10	River Sa	Loloan	0.31	3.214	0.849												
11	River Sa	Loloan	0.35	3.832	1.054												
12	River Sa	Loloan	0.33	5.333	1.021												
13	River Sa	Loloan	0.23	4.091	0.991												
14	River Sa	Ayung	0.09	-	-				2.706	31.52	6.80						
15	River Sa	Ayung	0.14	0.237	0.100												
16	River Sa	Ayung	0.17	2.597	0.935												
17	River Sa	Ayung	0.22	2.755	0.967												
18	River Sa	Ayung	0.45	5.357	0.975												
19	River Sa	Ayung	0.12	-	-												
20	River Sa	Ayung	0.24	3.626	0.951												
21 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.97	7.929	0.701	2.700	2.32	93.55									
21 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.90	6.993	0.665												
22 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.38	1.955	1.082												
22 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.28	1.556	0.926												
23 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.39	1.556	1.019												
23 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.25	1.580	0.919												
24 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.37	1.667	1.067				2.680	4.21	94.60						
24 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.73	2.844	0.759												
25 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.41	1.610	0.870				2.681	3.55	94.80						
25 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.18	2.289	1.239												
26 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.37	1.538	1.047												
26 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.80	2.043	0.846												
27 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.33	2.182	0.970												
27 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.81	2.233	0.843												
28 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.54	2.388	0.905							2.702	3.55	95.35			
28 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.22	1.811	1.008												
29 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.52	1.970	0.830												
29 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.22	1.929	1.079												
30 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.31	1.422	1.006										2.741	3.87	96.00
30 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.31	1.422	1.006												

(2)

Sample No.	Sample Name (Sand)	Location	Laboratory Test Results					
			Median Grain Size D ₅₀ (mm)	Grain Size Distribution		Specific Gravity	Min. Composition	
				Uc	Uc'		Magnetic Material (%)	Soluble Material (%)
30 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.15	2.612	1.291	2.725	1.90	97.25
31 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.53	1.788	0.928			
31 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.03	2.682	1.055			
32 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.53	2.577	0.744	2.731	3.31	95.60
32 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.00	2.738	0.957			
33 A	Beach Sa	Nusa Du	0.41	1.607	0.972			
33 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.05	2.674	1.120	2.634	2.71	97.00
34 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.29	1.180	0.950			
34 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.62	1.634	0.910			
35 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.53	1.869	0.873	2.769	2.26	99.25
35 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.76	2.000	0.869			
36 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.55	1.794	1.020			
36 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.78	2.022	0.850	2.697	1.28	98.90
37 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.42	1.690	0.862			
37 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.65	1.816	0.921			
38 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.60	1.833	0.970	2.656	1.49	98.95
38 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.62	1.971	0.994			
39 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.88	2.115	0.867			
39 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.20	2.015	1.151	2.726	1.92	98.05
40 A	Beach Sa	Nusa Dua	1.12	2.352	1.155			
40 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.95	2.558	0.949			
41 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.54	1.765	0.949	2.759	0.95	91.80
41 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.84	2.106	0.853			
42 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.85	3.125	0.661			
42 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.92	2.972	0.873	2.728	3.30	92.35
43 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.38	1.455	0.960			
43 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.66	1.800	0.939			
44 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.60	2.290	0.764	2.764	3.63	92.75
44 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.10	2.510	1.227			
45 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.44	1.790	0.843			
45 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.07	2.353	1.099	2.729	3.19	81.95
46 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.42	1.508	0.924			
46 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.66	2.090	0.940			
47 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.40	1.872	1.053	2.729	3.19	81.95
47 B	Beach Sa	Nusa Dua	1.07	2.860	1.334			
48 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.35	1.854	1.315			
48 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.70	2.189	0.902	2.729	3.19	81.95
49 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.28	1.318	1.101			
49 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.98	2.523	0.919			
50 A	Beach Sa	Nusa Dua	0.60	2.792	1.374	2.729	3.19	81.95
50 B	Beach Sa	Nusa Dua	0.98	2.375	0.895			
51-1 A	Beach Sa	Kuta	0.22	1.656	0.887			
51-1 B	Beach Sa	Kuta	0.19	1.736	1.020			
51-2 A	Beach Sa	Kuta	0.22	1.731	1.095			

Sample No.	Sample Name (Sand)	Location	Laboratory Test Results					
			Median Grain Size D ₅₀ (mm)	Grain Size Distribution		Specific Gravity	Min. Composition	
				U _c	U _c '		Magnetic Material (%)	Soluble Material (%)
51-2 B	Beach Sa	Kuta	0.18	1.773	1.021			
52 A	Beach Sa	Kuta	0.14	1.620	1.195			
52 B	Beach Sa	Kuta	0.14	1.596	1.021			
53 A	Beach Sa	Kuta	0.13	1.614	1.040	2.739	5.94	80.35
53 B	Beach Sa	Kuta	0.16	1.830	0.951			
54 A	Beach Sa	Kuta	0.15	1.739	0.995			
54 B	Beach Sa	Kuta	0.16	1.650	0.965			
55 A	Beach Sa	Kuta	0.16	2.021	0.917	2.714	5.29	69.80
55 B	Beach Sa	Kuta	0.15	1.923	0.919			
56 A	Beach Sa	Kuta	0.13	1.726	0.993			
56 B	Beach Sa	Kuta	0.14	1.713	0.968			
57 A	Beach Sa	Kuta	0.42	8.352	0.244	2.716	5.13	86.75
57 B	Beach Sa	Kuta	0.56	7.685	0.238			
58 A	Beach Sa	Kuta	0.18	3.830	0.499			
58 B	Beach Sa	Kuta	0.15	1.848	0.936			
59 A	Beach Sa	Kuta	0.99	10.000	1.742	2.745	3.53	95.75
59 B	Beach Sa	Kuta	0.13	1.595	1.036			
60 A	Beach Sa	Kuta	0.25	3.897	0.425			
60 B	Beach Sa	Kuta	0.14	0.172	0.100			
61 A	Beach Sa	Kuta	0.24	6.040	0.318	2.725	2.46	80.90
61 B	Beach Sa	Kuta	0.13	1.667	1.029			
62 B	Beach Sa	Kuta	0.14	1.629	1.079			
64 B	Beach Sa	Kuta	0.20	2.207	0.883			
65 A	Beach Sa	Kuta	0.14	1.607	1.021	2.717	9.95	59.65
65 B	Beach Sa	Kuta	0.18	1.667	1.140			
66 A	Beach Sa	Kuta	0.15	1.700	0.934			
66 B	Beach Sa	Kuta	0.14	1.722	1.015			
67 A	Beach Sa	Kuta	0.18	1.776	0.978	2.744	6.49	75.30
67 B	Beach Sa	Kuta	0.20	3.727	0.435			
68 A	Beach Sa	Kuta	0.16	1.716	0.947			
68 B	Beach Sa	Kuta	0.75	2.903	1.007			
69 A	Beach Sa	Kuta	0.14	1.598	1.030			
69 B	Beach Sa	Kuta	0.15	1.732	0.990			
70 A	Beach Sa	Kuta	0.21	1.677	1.068	2.716	10.00	64.15
70 B	Beach Sa	Kuta	0.13	1.609	1.030			
71 A	Beach Sa	Kuta	0.14	1.728	0.984			
71 B	Beach Sa	Kuta	0.16	1.938	0.898			
72 A	Beach Sa	Kuta	0.15	1.691	0.963			
72 B	Beach Sa	Kuta	0.15	1.798	0.994			
73 A	Beach Sa	Kuta	0.19	1.641	1.013	2.708	15.00	71.75
73 B	Beach Sa	Kuta	0.16	1.786	0.878			

(4)

Sample No.	Sample Name (Sand)	Location	Laboratory Test Results					
			Median Grain Size D ₅₀ (mm)	Grain Size Distribution		Specific Gravity	Min. Composition	
				Uc	Uc'		Magnetic Material (%)	Soluble Material (%)
74 A	Beach Sa	Kuta	0.17	1.990	0.800	2.739	14.06	64.75
74 B	Beach Sa	Kuta	0.16	2.220	0.813			
75 A	Beach Sa	Kuta	0.15	1.734	0.971			
75 B	Beach Sa	Kuta	0.18	1.835	0.836	2.715	11.00	56.10
76 A	Beach Sa	Kuta	0.13	1.667	1.029			
76 B	Beach Sa	Kuta	0.15	1.643	0.990			
77 A	Beach Sa	Kuta	0.14	1.648	1.020	2.755	10.03	55.25
77 B	Beach Sa	Kuta	0.15	1.581	0.925			
78 A	Beach Sa	Kuta	0.15	1.649	0.959			
78 B	Beach Sa	Kuta	0.17	1.682	0.946	2.765	14.51	54.75
79 A	Beach Sa	Kuta	0.15	1.626	1.034			
79 B	Beach Sa	Kuta	0.13	1.296	0.952			
80-1 A	Beach Sa	Kuta	0.19	1.650	1.077	2.755	7.15	77.55
80-1 B	Beach Sa	Kuta	0.17	1.636	1.047			
80-2 A	Beach Sa	Kuta	0.21	1.958	1.025			
80-2 B	Beach Sa	Kuta	0.19	1.842	1.069	2.706	0.15	99.65
81 A	Beach Sa	Sanur	1.20	2.079	1.164			
81 B	Beach Sa	Sanur	0.36	2.343	0.928			
82 A	Beach Sa	Sanur	0.41	2.085	1.004	2.691	0.30	99.10
82 B	Beach Sa	Sanur	0.42	2.928	1.067			
83 A	Beach Sa	Sanur	0.83	3.175	0.892			
83 B	Beach Sa	Sanur	0.49	2.791	0.950	2.720	0.45	99.30
84 A	Beach Sa	Sanur	1.08	2.330	1.142			
84 B	Beach Sa	Sanur	1.15	2.667	1.318			
85 A	Beach Sa	Sanur	0.53	2.035	1.171	2.764	1.17	97.75
85 B	Beach Sa	Sanur	0.51	3.804	0.795			
86 A	Beach Sa	Sanur	1.12	2.864	1.429			
86 B	Beach Sa	Sanur	0.39	2.818	0.943	2.645	0.27	99.75
87 A	Beach Sa	Sanur	0.67	2.294	0.905			
87 B	Beach Sa	Sanur	0.85	2.941	0.890			
88 A	Beach Sa	Sanur	0.46	2.208	1.019	2.685	0.06	99.55
88 B	Beach Sa	Sanur	0.90	3.453	0.998			
89 A	Beach Sa	Sanur	0.88	3.355	0.973			
89 B	Beach Sa	Sanur	0.64	4.050	0.845	2.645	0.27	99.75
90 A	Beach Sa	Sanur	1.00	2.300	0.952			
90 B	Beach Sa	Sanur	0.60	2.536	0.974			
91 A	Beach Sa	Sanur	1.10	2.315	1.200	2.685	0.06	99.55
91 B	Beach Sa	Sanur	0.60	2.092	1.000			
92 A	Beach Sa	Sanur	1.16	2.167	1.133			
92 B	Beach Sa	Sanur	0.48	2.327	0.928	2.685	0.06	99.55
93 A	Beach Sa	Sanur	1.30	1.522	0.939			
93 B	Beach Sa	Sanur	0.46	4.714	1.007			
94 A	Beach Sa	Sanur	1.30	1.538	0.916	2.685	0.06	99.55
94 B	Beach Sa	Sanur	1.20	2.062	1.125			

Sample No.	Sample Name (Sand)	Location	Laboratory Test Results					
			Median Grain Size D ₅₀ (mm)	Grain Size Distribution		Specific Gravity	Min. Composition	
				U _c	U _c '		Magnetic Material (%)	Soluble Material (%)
95 A	Beach Sa	Sanur	0.70	1.951	0.889	2.678	0.74	98.20
95 B	Beach Sa	Sanur	0.41	4.909	0.891			
96 A	Beach Sa	Sanur	1.17	2.600	1.339			
96 B	Beach Sa	Sanur	0.62	5.731	0.592	2.764	1.39	98.10
97 A	Beach Sa	Sanur	1.00	2.714	1.023			
97 B	Beach Sa	Sanur	0.70	3.000	0.839			
98 A	Beach Sa	Sanur	0.64	2.980	1.140	2.788	2.36	97.05
98 B	Beach Sa	Sanur	1.05	3.077	1.267			
99 A	Beach Sa	Sanur	1.23	1.722	0.968			
99 B	Beach Sa	Sanur	1.08	2.727	1.273	2.776	0.27	97.65
100 A	Beach Sa	Sanur	0.59	2.094	1.030			
100 B	Beach Sa	Sanur	1.30	1.538	0.950			
101 A	Beach Sa	Sanur	0.41	2.087	1.047	2.774	20.56	72.00
101 B	Beach Sa	Sanur	1.15	2.612	1.320			
102 A	Beach Sa	Sanur	0.41	2.133	1.070			
102 B	Beach Sa	Sanur	1.18	2.434	1.292	4.478	95.88	9.75
103 A	Beach Sa	Sanur	1.28	1.562	0.908			
103 B	Beach Sa	Sanur	1.30	1.514	0.934			
104 A	Beach Sa	Sanur	0.87	2.525	0.891	3.949	81.37	8.30
104 B	Beach Sa	Sanur	1.16	2.955	1.496			
105 A	Beach Sa	Sanur	0.23	1.509	0.976			
105 B	Beach Sa	Sanur	0.31	2.060	0.863	4.124	95.05	9.90
106 A	Beach Sa	Sanur	0.22	1.655	0.973			
106 B	Beach Sa	Sanur	0.27	2.105	0.898			
107 A	Beach Sa	Sanur	0.23	1.500	1.148	4.659	97.48	6.05
107 B	Beach Sa	Sanur	0.25	2.319	0.817			
108 A	Beach Sa	Sanur	0.21	1.703	0.944			
108 B	Beach Sa	Sanur	0.40	2.629	1.194	2.118	0.864	
109 A	Beach Sa	Sanur	0.25	1.906	0.861			
109 B	Beach Sa	Sanur	0.32	2.182	0.852			
110 A	Beach Sa	Sanur	0.27	2.481	1.172	4.659	97.48	6.05
110 B	Beach Sa	Sanur	0.33	2.118	0.864			

Note; Median Grain Size

D₅₀ : 50% Grain size (mm)

Grain Size Distribution

$$U_c = D_{60} \times D_{10}$$

$$U_c' = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$$

U_c : Coefficient of uniformity

U_c' : Coefficient of curvature

D₁₀ : 10% of Grain size (mm)

D₃₀ : 30% Grain size (mm)

D₆₀ : 60% Grain size (mm)

表 2-5-2-2 河川及び海浜の底質試料についての実体顕微鏡観察結果

(1)

Bottom Material		Magnetic Material	Non-magnetic Material
in River	River between Sawangan and Petangan Village	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, amphibole and brown iron-oxide material.	Non-magnetic material consists mainly of brown iron-oxide material including plagioclase, amorphous material and coral limestone fragment, and rarely contains amphibole and quartz.
	Ayung River	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, plagioclase, amphibole and andesite ~ basalt fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists mainly of white unknown material (clay mineral?), andesite ~ basalt, welded tuff (lahar) and obsidian fragment, and rarely contains quartz, amphibole and pyroxene.
	Loloan River	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, plagioclase, amphibole and andesite ~ basalt fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists mainly of white unknown material (clay mineral?), andesite ~ basalt and welded tuff (lahar) fragment, and rarely contains quartz, amphibole and pyroxene.

Bottom Material		Magnetic Material	Non-Magnetic Material
Beach	Kuta Beach	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, plagioclase, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt, obsidian and coral fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists mainly of coral fragment (ball, dendritic shape etc.), and partly contains quartz, plagioclase, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt, obsidian and coral limestone fragment.
	Nusa Dua Beach	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, amphibole, pyroxene, reddish brown unknown material and coral fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists mainly of coral fragment (ball, star, dendritic shape etc.), and rarely contains quartz, amphibole, reddish brown unknown material, obsidian and coral limestone fragment.
	Sanur Beach The Southern side from the Groin	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt, obsidian and coral fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists mainly of coral fragment (ball, dendritic shape etc.), and rarely contains quartz, plagioclase, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt, obsidian and coral limestone fragment.

Bottom Material		Magnetic Material	Non-magnetic Material
Beach	Sanur Beach		
	Between the Groin and the Coral Reef Edge	Magnetic material consists mainly of magnetite, and partly contains quartz, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt, welded tuff (lahar) and obsidian fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists mainly of coral fragment, and partly contains quartz, plagioclase, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt, obsidian and coral limestone fragment.
	The Northern Side from the Coral Reef Edge	Magnetic material consists almost wholly of magnetite, and rarely contains quartz, plagioclase, amphibole, pyroxene and andesite ~ basalt fragment, including magnetite.	Non-magnetic material consists of quartz, plagioclase, amphibole, pyroxene, andesite ~ basalt fragment and carbonate material.

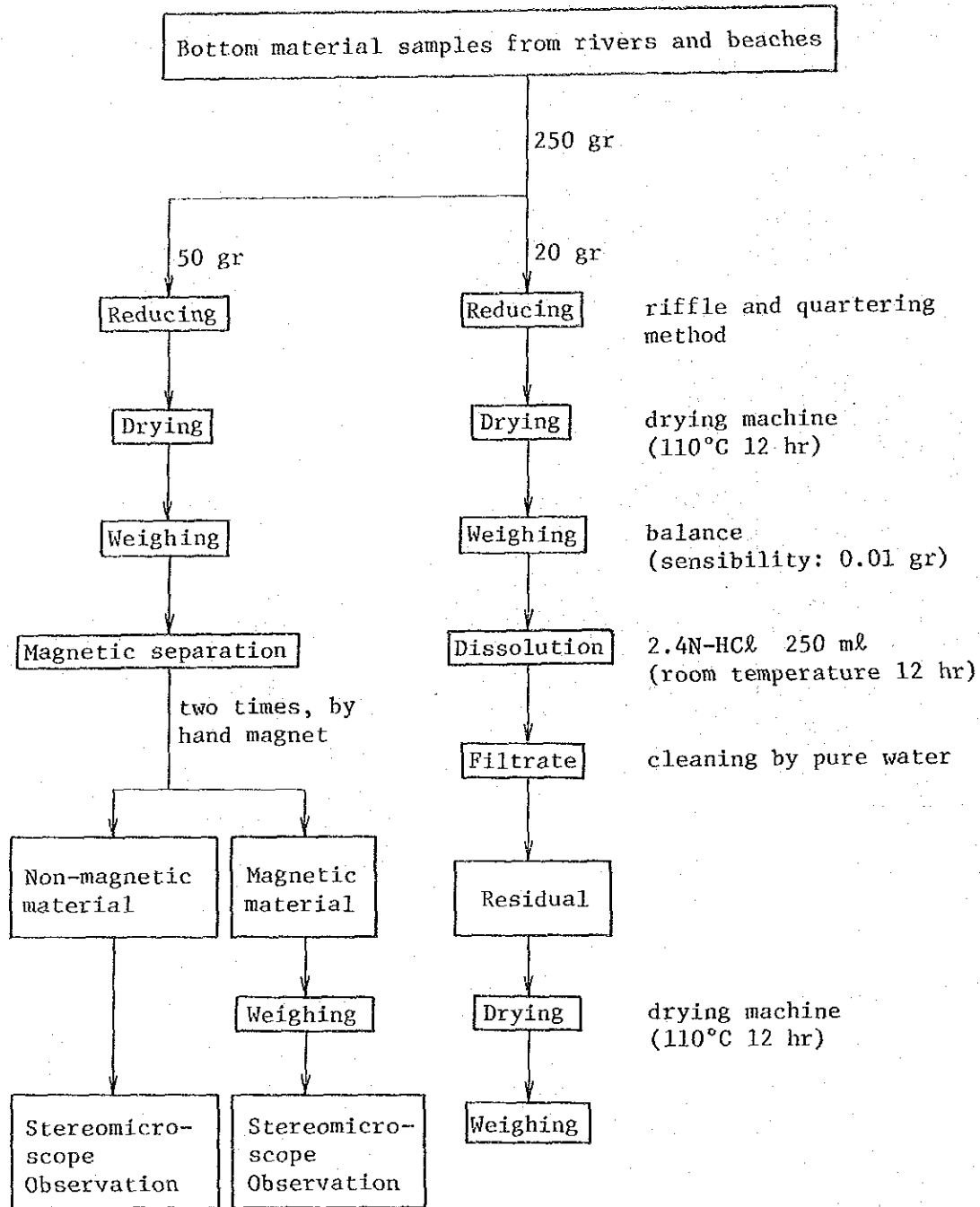


図 2-5-2-1 磁性分離及び 2.4 規定塩酸溶解試験の処理過程流れ図

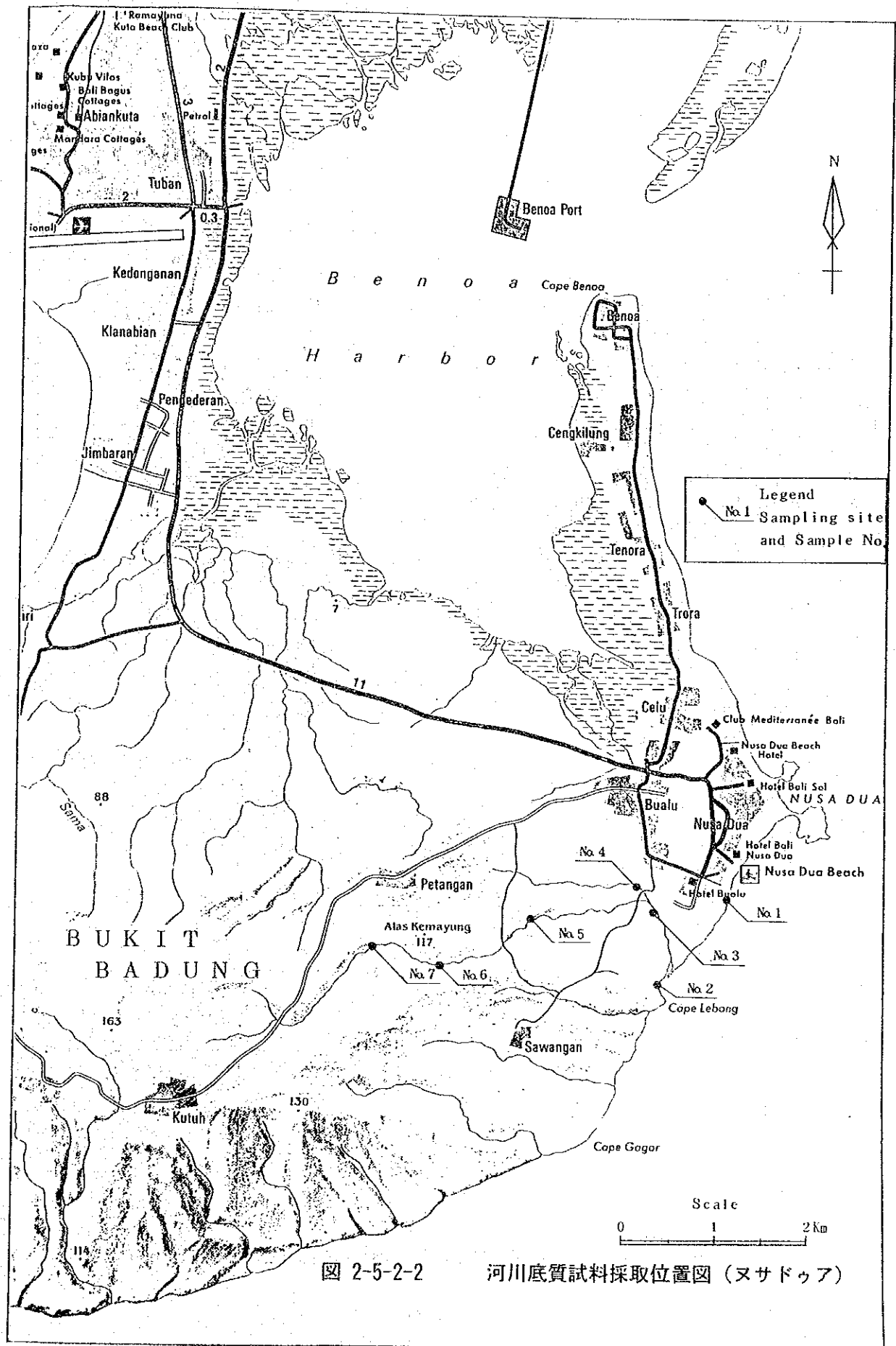


図 2-5-2-2 河川底質試料採取位置図 (ヌサドゥア)

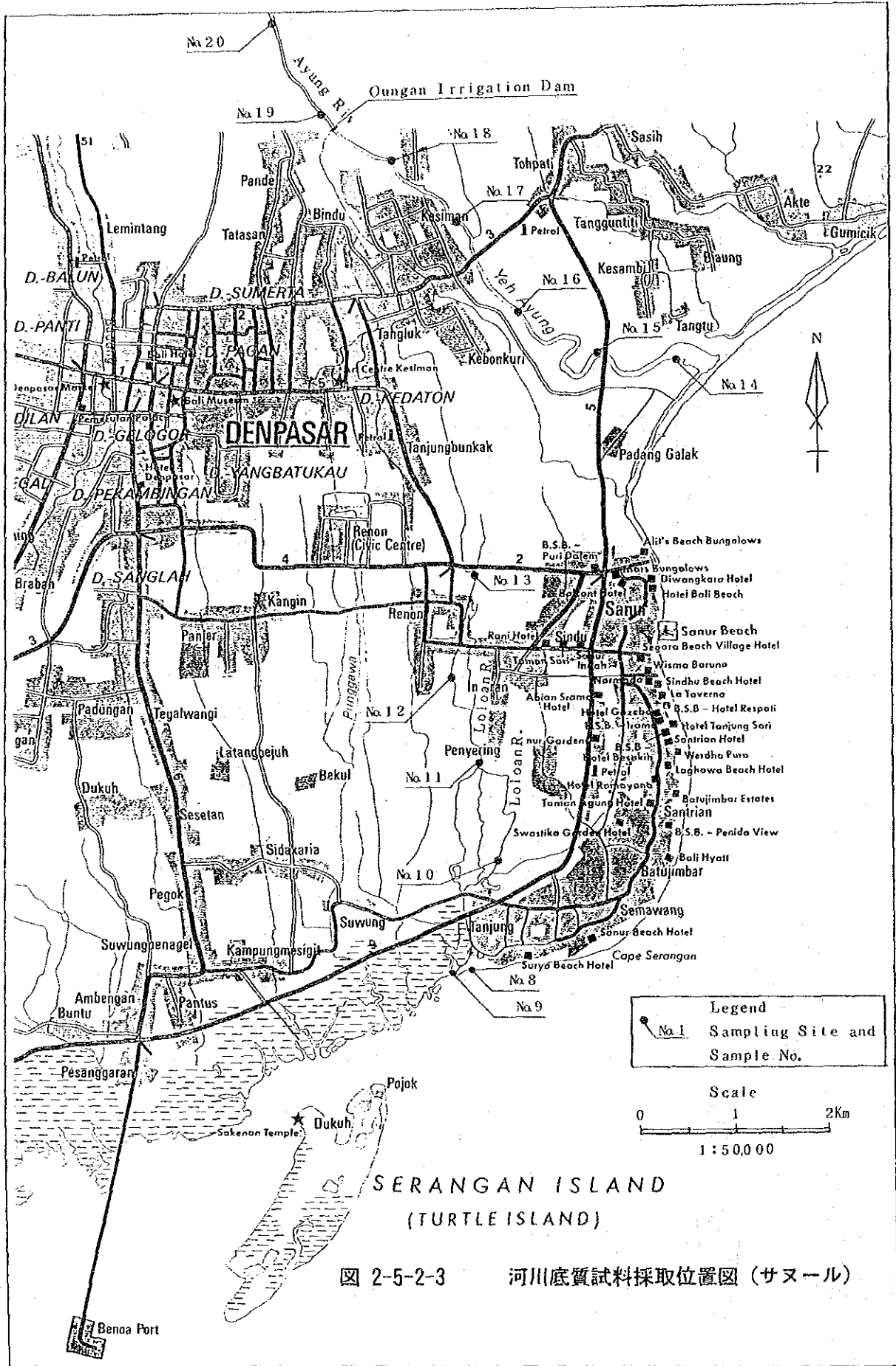


図 2-5-2-3 河川底質試料採取位置図 (サヌール)

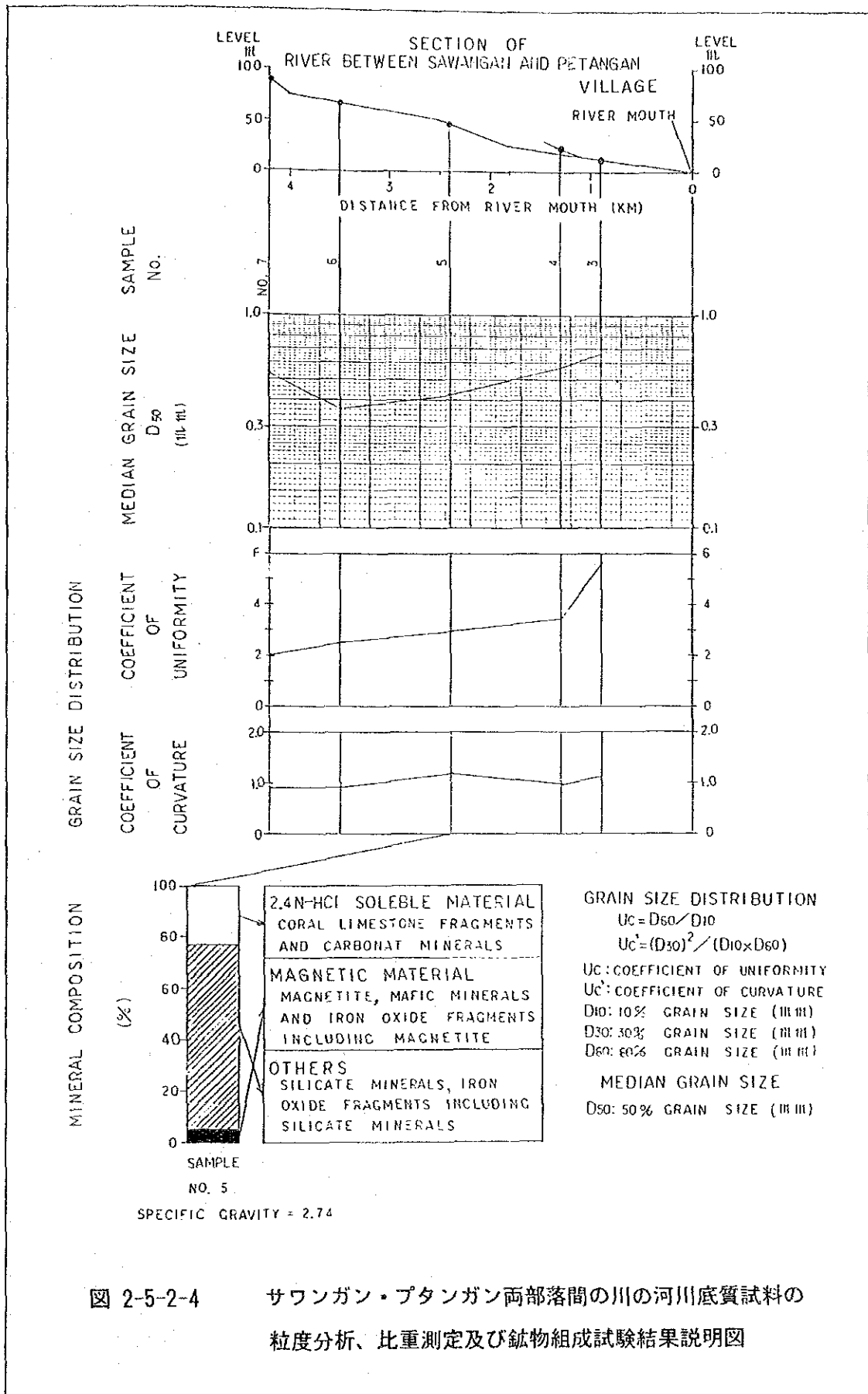


図 2-5-2-4 サワンガン・プタンガン両部落間の川の河川底質試料の
粒度分析、比重測定及び鉱物組成試験結果説明図

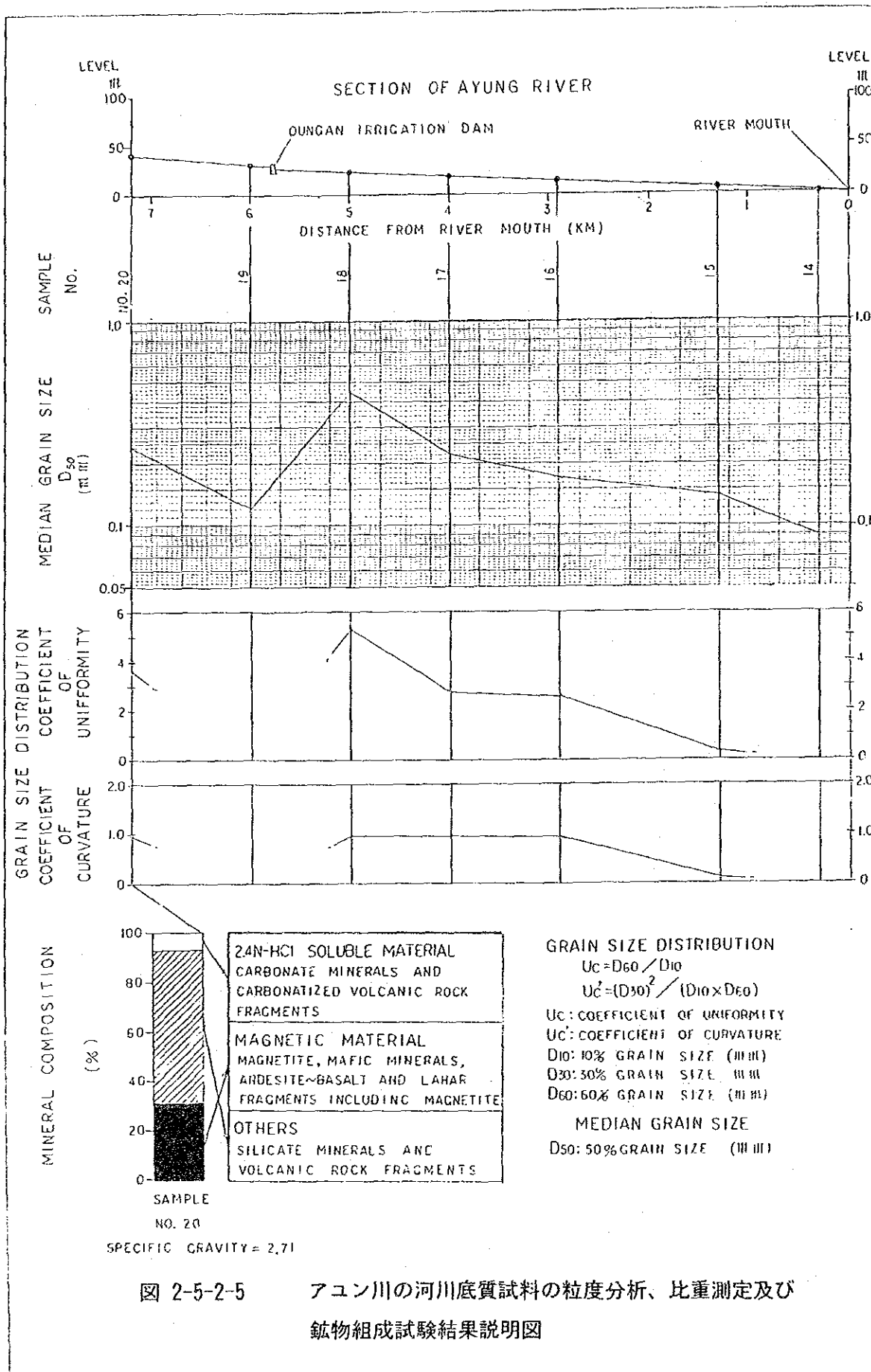


図 2-5-2-5 アユン川の河川底質試料の粒度分析、比重測定及び
 鉱物組成試験結果説明図

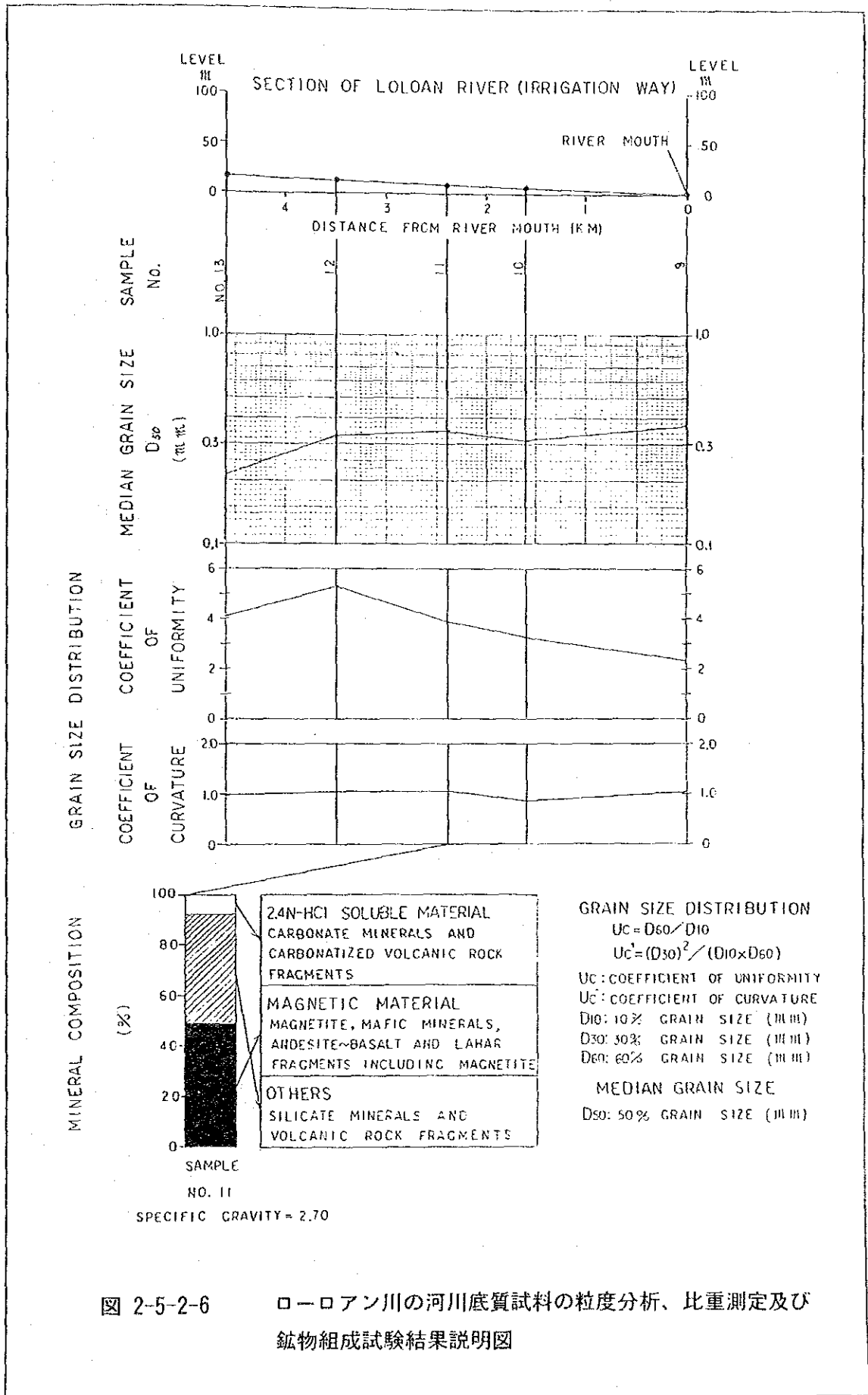


図 2-5-2-6

ローロアン川の河川底質試料の粒度分析、比重測定及び
 鉱物組成試験結果説明図

この川の底質の中間粒度は0.09~0.45mmである。この底質の中間粒度は、Qungan 灌漑ダムから上流を除いて、川の流速に支配されるため、下流に向けて細粒となっている。

この川の底質の鉱物組成は、高い珪酸塩物質と磁性物質の含有量及び低い2.4規定塩酸溶解物質の含有量を示している。これはこの川の底質が火山起源であることを意味している。

この川の底質比重は、2.71である。

3) Loloan 川

Loloan 川は Ayung 川のQungan 灌漑ダムから取水され、水田中を流れ、サヌール・ビーチ地区の西方に注いでいる灌漑水路である。

この川の底質の中間粒度は0.23~0.37mmである。この川は緩やかな勾配でかつ、その流速が一定であるため、その中間粒度は他の河川に比しその変化の幅が小さい。そして、その中間粒度が下流に向けて細くなるような一般的傾向はみられない。

この川の底質の鉱物組成は、高い珪酸塩物質と磁性物質の含有量及び低い2.4規定塩酸溶解物質の含有量を示している。これは Ayung 川と同じように、この川の底質が火山起源であることを意味している。

この川の底質の比重は、2.70である。

(2) 海浜における底質調査

海浜における底質試料は、ヌサドゥア・ビーチ地区及びクタ・ビーチ地区では、海浜に沿って100m間隔にA、B2個宛採取され、サヌール・ビーチ地区では、海浜に沿って100~450m間隔にA、B2個宛採取された。A、B試料の試料採取位置は、次の図2-5-2-7に示される。

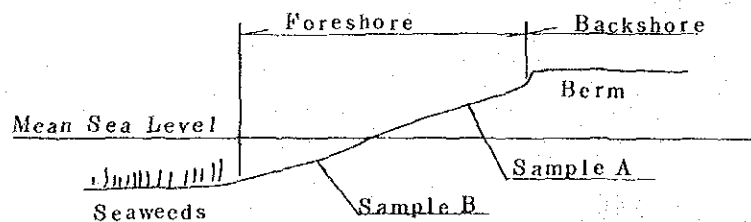


図 2-5-2-7 海浜底質試料A及びBの採取位置関係説明図

試料採取位置、試料番号及び各種試験（粒度分析、比重測定及び鉱物組成試験）の結果を示すダイヤグラムを図2-5-2-8~図2-5-2-13に示す。

1) クタ・ビーチ地区

クタ・ビーチでは、ヌサドゥア・ビーチ、サヌール・ビーチに比し、緩い斜面の海浜がみられる。海浜砂の色は北に向って白色から黒色に漸移的に変化している。

この海浜の底質（海浜砂）の中間粒度は、0.13mm～0.99mmであり、海浜の緩斜面のため中間粒度はヌサドゥア及び、サヌール・ビーチより細粒である。A、B試料間の中間粒度の差は、一般に小さい。しかし、Pertamina Cottagesの南方及び Pertamina Cottages と Santika Plaza Hotel間では、その差は大きくなっている。また、この2つの場所では、中間粒度が粗くなっており、かつ粒度分布は異常なパターンを示している。

磁性物質の含有量及び珪酸塩物質の含有量は、北に向って漸移的に、それぞれ2%から15%及び1%から35%増加している。しかし、2.4規定塩酸溶解物質の含有量は、南に向って55%から96%に増加している。磁性物質と珪酸塩物質は火山岩起源であるため、これらはバリ島の火山山岳地区と南部山麓地区から供給されたものである。このような、磁性物質と珪酸塩物質が北方に向って増加する分布は、これらが北方の河川や海岸から供給されたことを意味している。所が一方、2.4規定塩酸溶解物質は、主として沖合のサンゴ礁から供給されたもので、一部は南部半島のサンゴ石灰岩からもたらされたものであろう。この海浜の底質の比重は北に向って2.71から2.77と多少増加している。

2) ヌサドゥア・ビーチ地区

ヌサドゥア・ビーチでは、クタ・ビーチ、サヌール・ビーチに比し、急な斜面の海浜がみられる。海浜砂の色はNusa Dua海岸の全域において白色である。それ故に、ヌサドゥア・ビーチは最も美しく、未だ自然の状態を残している。

この海浜の底質の中間粒度は、B試料で0.62mm～1.28mm、A試料で0.28mm～1.12mmを示す。従って、中間粒度は Mediterranean Club（地中海クラブ）付近を除いて、B試料（海側）が粗粒で、A試料（陸側）が細粒である。

ヌサドゥア・ビーチでは海浜が急斜面であるため、その底質の中間粒度はクタ・ビーチより粗い。

この海浜の底質の鉱物組成は余り変化がなく、磁性物質の含有量が1%～4%、珪酸塩物質の含有量が0%～7%、そして、2.4規定塩酸溶解物質の含有量が92%～99%となっている。従って、この底質の鉱物組成は、殆んど大部分が2.4規定塩酸溶解物質であり、この溶解物質は、主として破碎されたサンゴから成り、一部にサンゴ石灰岩の碎屑片を含んでいる。それ故に、ヌサドゥア・ビーチの底質は大部分が沖合のサンゴ礁から供給され、一部分が Bukit Badung地区のサンゴ石灰岩と地表の火山灰から供給されたものと推定される。

この海浜の底質の比重は、2.63~2.77の間にあるが、特に意味のある傾向はみられない。

3) サヌール・ビーチ地区

サヌール・ビーチの海浜の傾斜はヌサドゥア・ビーチより緩く、クタ・ビーチより急である。海浜砂の色は Bali Beach Hotel の突堤 (No. 103AとNo. 104A 試料採取位置の間) から南側では白色、北側では黒色の2つに明瞭に分けられる。

この海浜の底質の中間粒度は、サンゴ礁の縁 (No. 104AとNo. 105A 試料採取位置の間) から南側では0.36mm~1.30mm、北側では0.21mm~0.40mmであるので、南側は北側より明瞭に粗粒である。

ヌサドゥア・ビーチのようにB試料 (海側) の中間粒度がA試料 (陸側) のそれより粗いというパターンは、サヌール・ビーチでも Besakih Hotel (No. 100A 試料採取位置) から北側でみられる。

この海浜の底質の鉱物組成は、3つの型に分けられる。第1の型は Bali Beach Hotel の突堤から南側でみられ、ヌサドゥア・ビーチと同じように白色で、磁性物質含有量 0.1%~2%、珪酸塩物質含有量が0%~2%、そして2.4規定塩酸溶解物質含有量が、97%~100%を示し、大部分が2.4規定塩酸溶解物質から成っている。第2の型はサンゴ礁の縁の北側でみられ、重くて黒色の海浜砂から成り、磁性物質含有量が81%~97%、珪酸塩物質が0%~10%、2.4規定塩酸溶解物質が6%~10%を示し、大部分が磁性物質から成っている。第3の型は Bali Beach Hotel の突堤とサンゴ礁の縁の間にみられるもので、第1と第2の型の混合であり、磁性物質含有量が21%、珪酸塩物質が7%、2.4規定塩酸溶解物質が72%を示すものである。

磁性物質と珪酸塩物質は、火山岩起源であり、バリ島の火山山岳地区と南部山麓地区から供給されたものである。所が一方、2.4規定塩酸溶解物質は、大部分が沖合のサンゴ礁から供給され、一部が南部半島のサンゴ石灰岩から供給されたものである。それ故、第3の型の物質は、サンゴ礁内側の2.4規定塩酸溶解物質と北方から供給された磁性及び珪酸塩物質の2つから成る混合物である。これらの事実から、サンゴ礁と Bali Beach Hotel の突堤が、北方から供給された火山起源の磁性物質と珪酸塩物を堰止めたものと推定される。

この海浜の底質の比重は、磁性物質含有量と関係があり、サンゴ礁の縁 (No. 104AとNo. 105A 試料採取位置の間) から北側では非常に高く(4.1~4.7)、南側では普通(2.6~2.8)である。

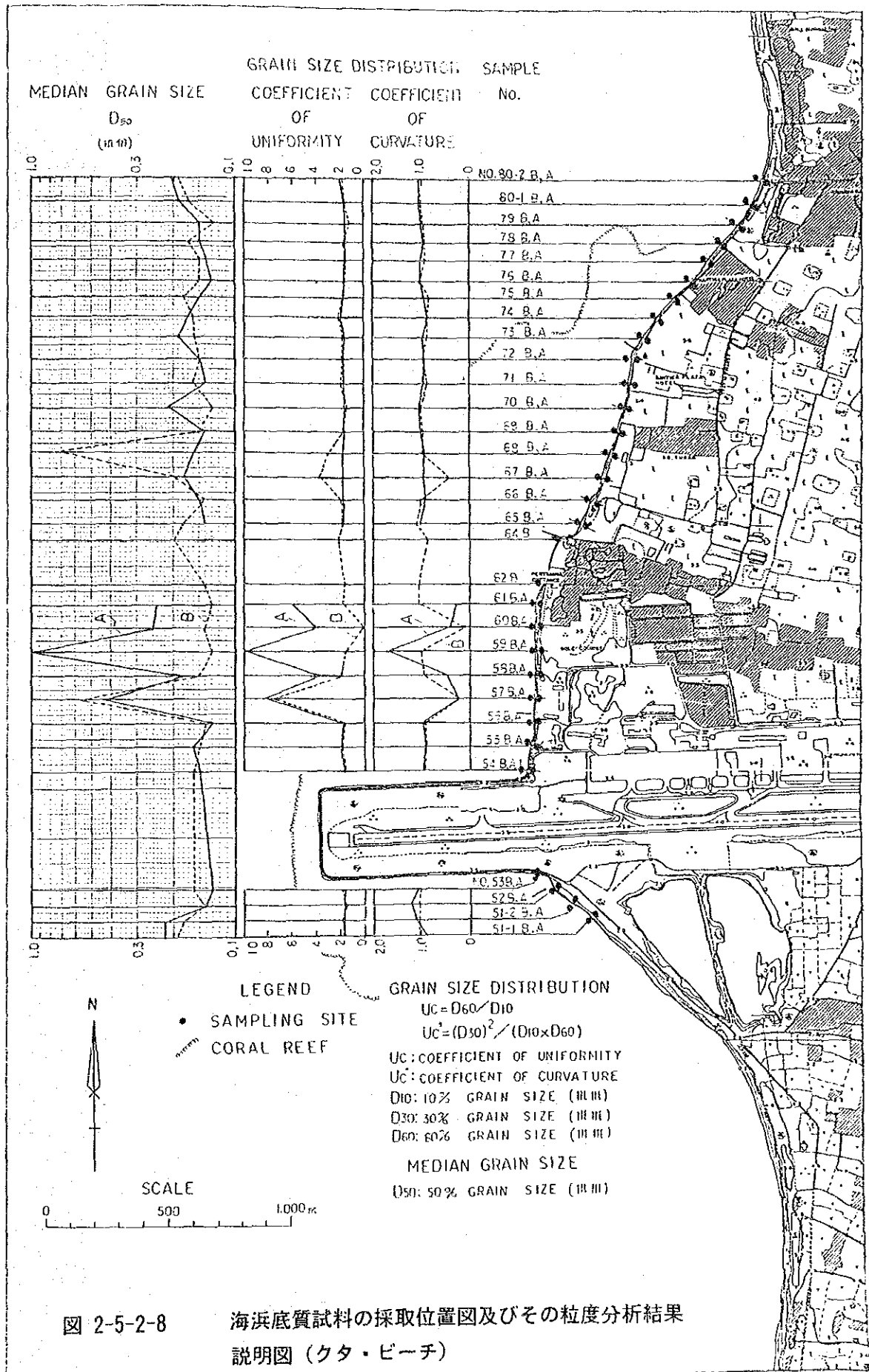


図 2-5-2-8 海浜底質試料の採取位置図及びその粒度分析結果説明図 (クタ・ビーチ)

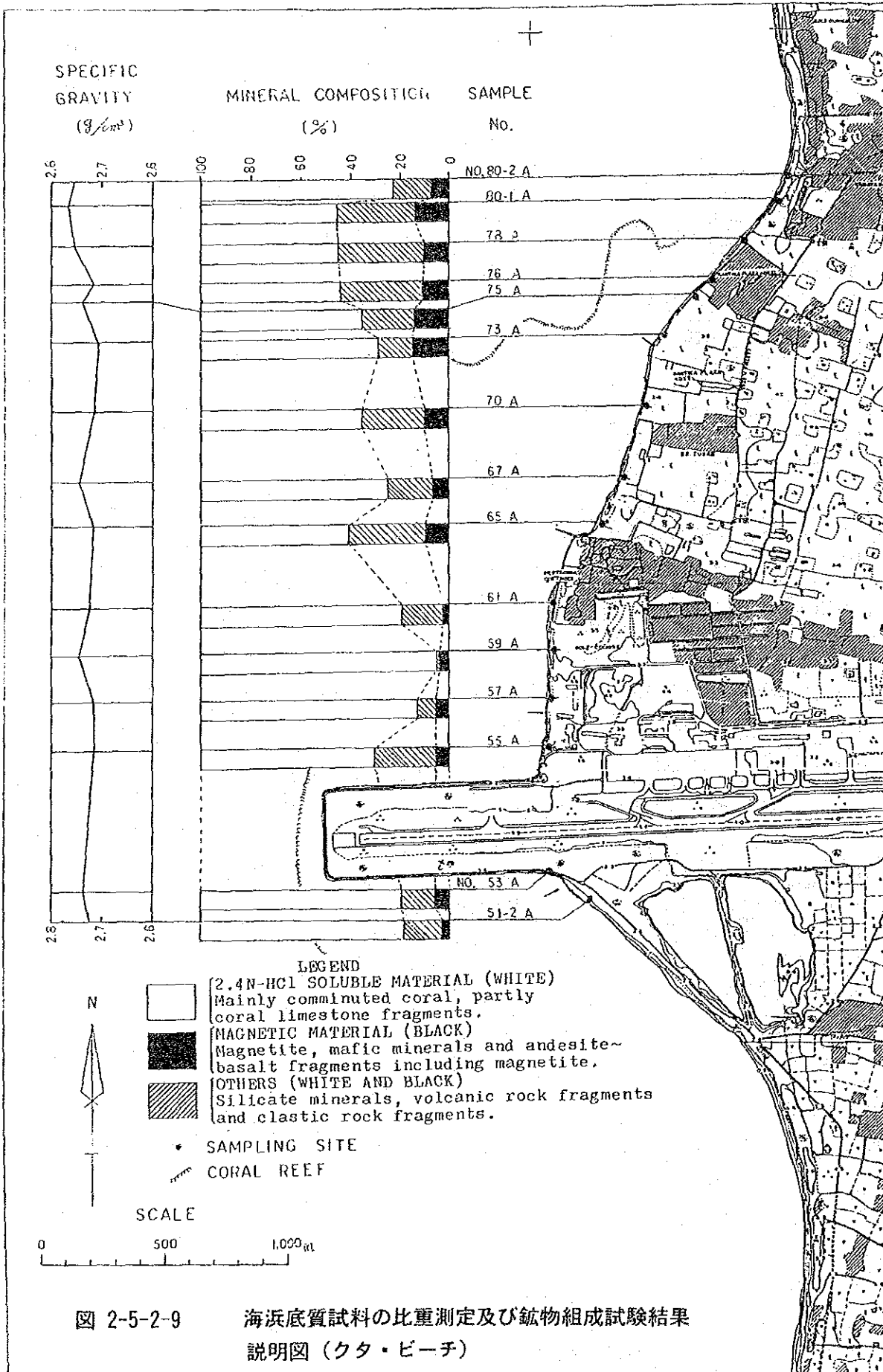


図 2-5-2-9 海浜底質試料の比重測定及び鉱物組成試験結果説明図 (クタ・ビーチ)

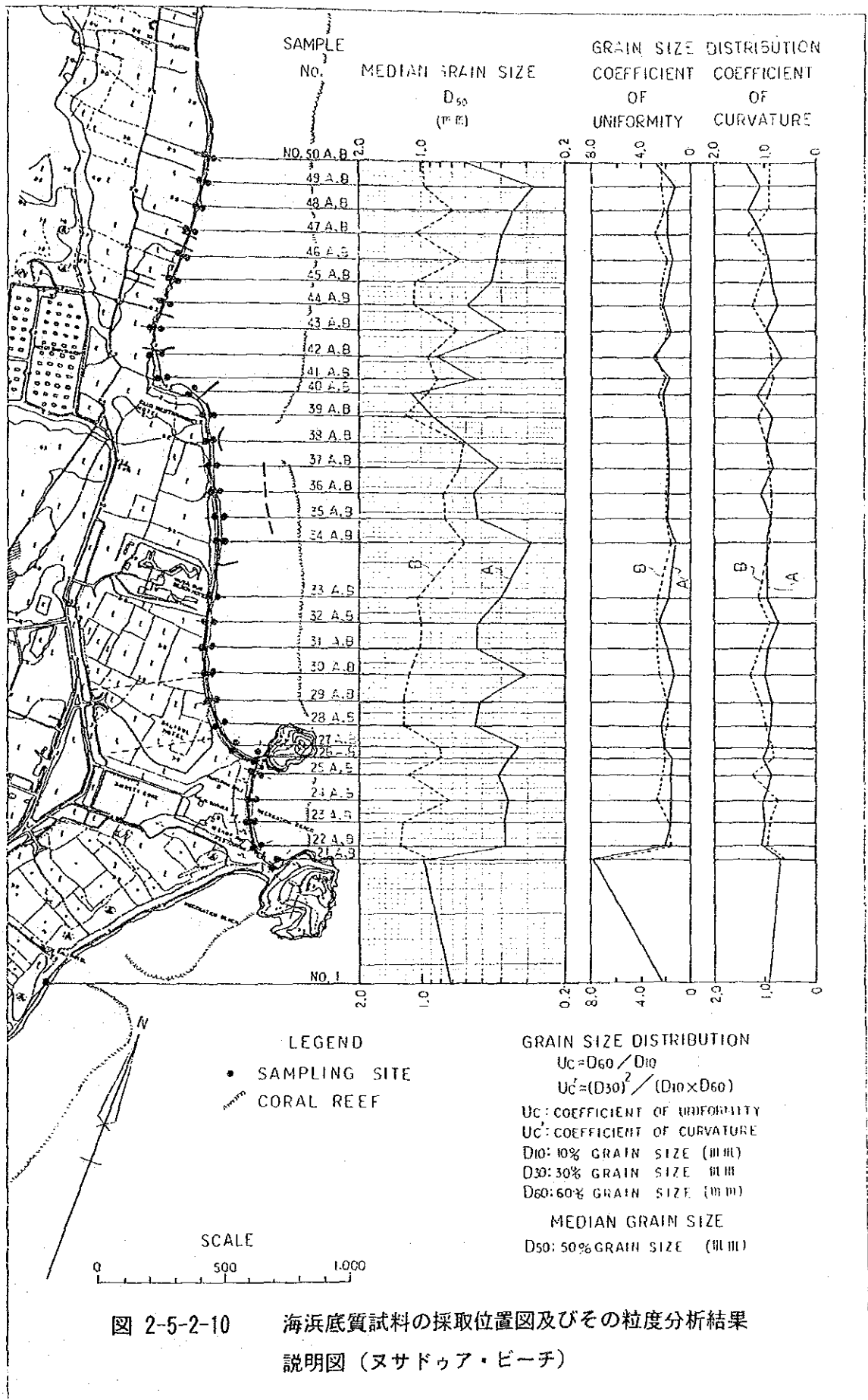


図 2-5-2-10 海浜底質試料の採取位置図及びその粒度分析結果説明図 (ヌサドゥア・ビーチ)

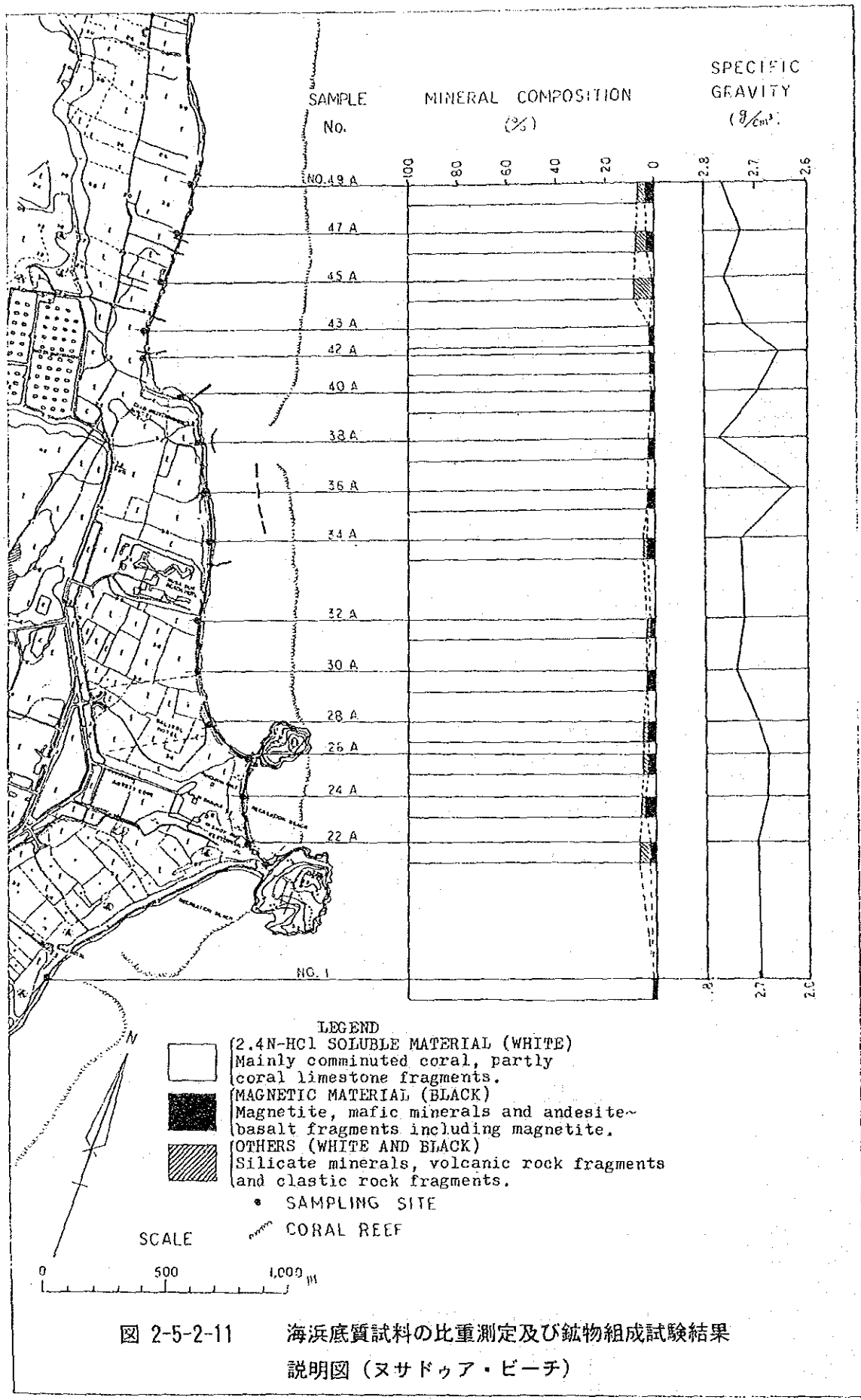


図 2-5-2-11 海浜底質試料の比重測定及び鉱物組成試験結果説明図 (ヌサドゥア・ビーチ)

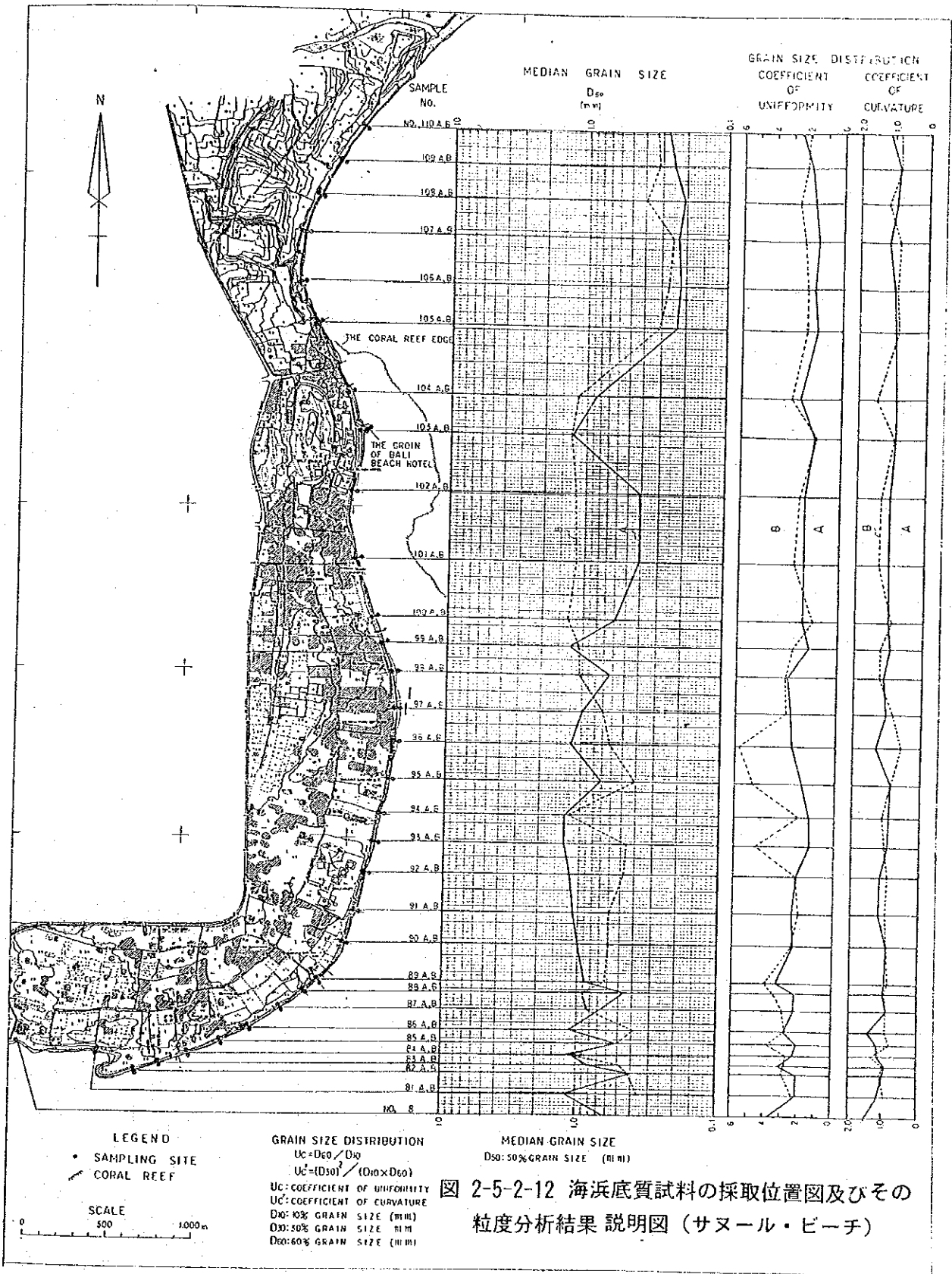
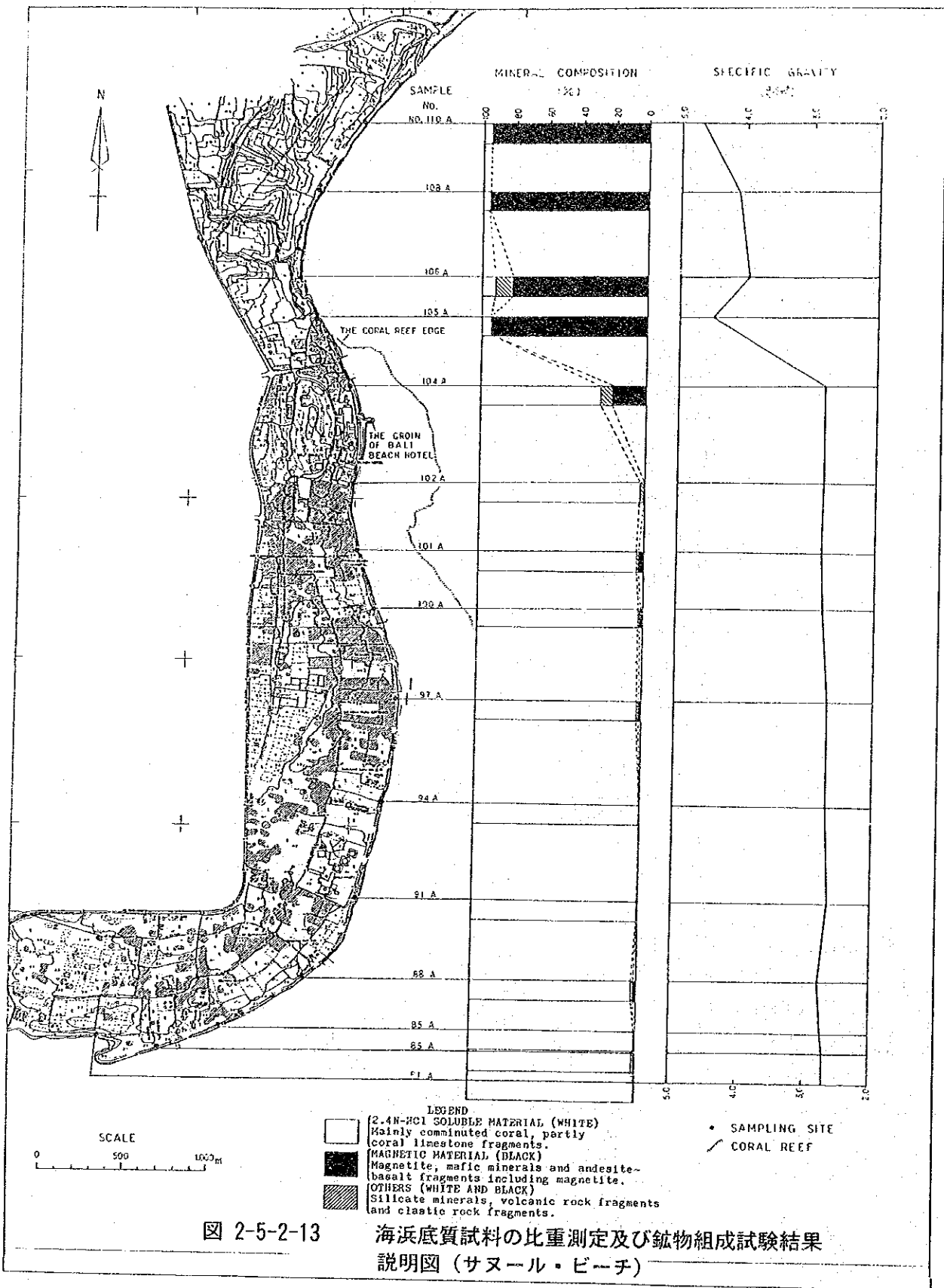


図 2-5-2-12 海浜底質試料の採取位置図及びその
 粒度分析結果 説明図 (サヌール・ビーチ)



第3章 調査地域の概況

第3章 調査地域の概況

3-1 環境及び景観

3-1-1 海域生態と鳥類

本プロジェクトに関する植物相及び動物相について調査した。これらの要因は保全計画が充分実行されるために調査されるべきものである。

バリは太陽、空、海、サンゴ礁、砂浜及び樹木を含む優れた自然環境に恵まれている。そこで保全計画は環境と調和するよう立案しなければならない。

本調査においては4地域を含んでいる。これらの調査地域は海岸に位置しているため、海域生態及び鳥類について調査した。

現地調査

(1) 調査項目

- 1) 海域生態
- 2) 鳥類

(2) 調査地域

調査地域を図 3-1-1-1に示すように“一般調査地域”及び“詳細調査地域”に分けた。

詳細調査地域は著しく侵食しており、本調査による新設の侵食防止施設が設置される可能性のある地域である。一方、一般調査地域は、本調査地域のうち詳細調査地域を除いた地域である。

(3) 調査期間

調査期間は表 3-1-1-1に示すように6月25日～7月2日である。

表 3-1-1-1 調査期間

Area Location	General Study Areas	Particular Study Areas
Kuta	27-28 June, 1988 8:00-16:00	27-28 June, 1988 5:30-8:00, 16:00-18:00
Nusa Dua	29-30 June, 1988 8:00-16:00	29-30 June, 1988 5:30-8:00, 16:00-18:00
Sanur	25-26 June, 1988 8:00-16:00	25-26 June, 1988 5:30-8:00, 16:00-18:00
Tanah Lot	1-2 July, 1988 8:00-16:00	1-2 July, 1988 5:30-8:00, 16:00-18:00

(4) 調査方法

1) 海域生態

- a. 一般調査地域
目視による方法
- b. 詳細調査地域
捕獲及び目視による方法

2) 鳥類

- a. 一般調査地域
ルートセンサス法
- b. 詳細調査地域
定点調査法

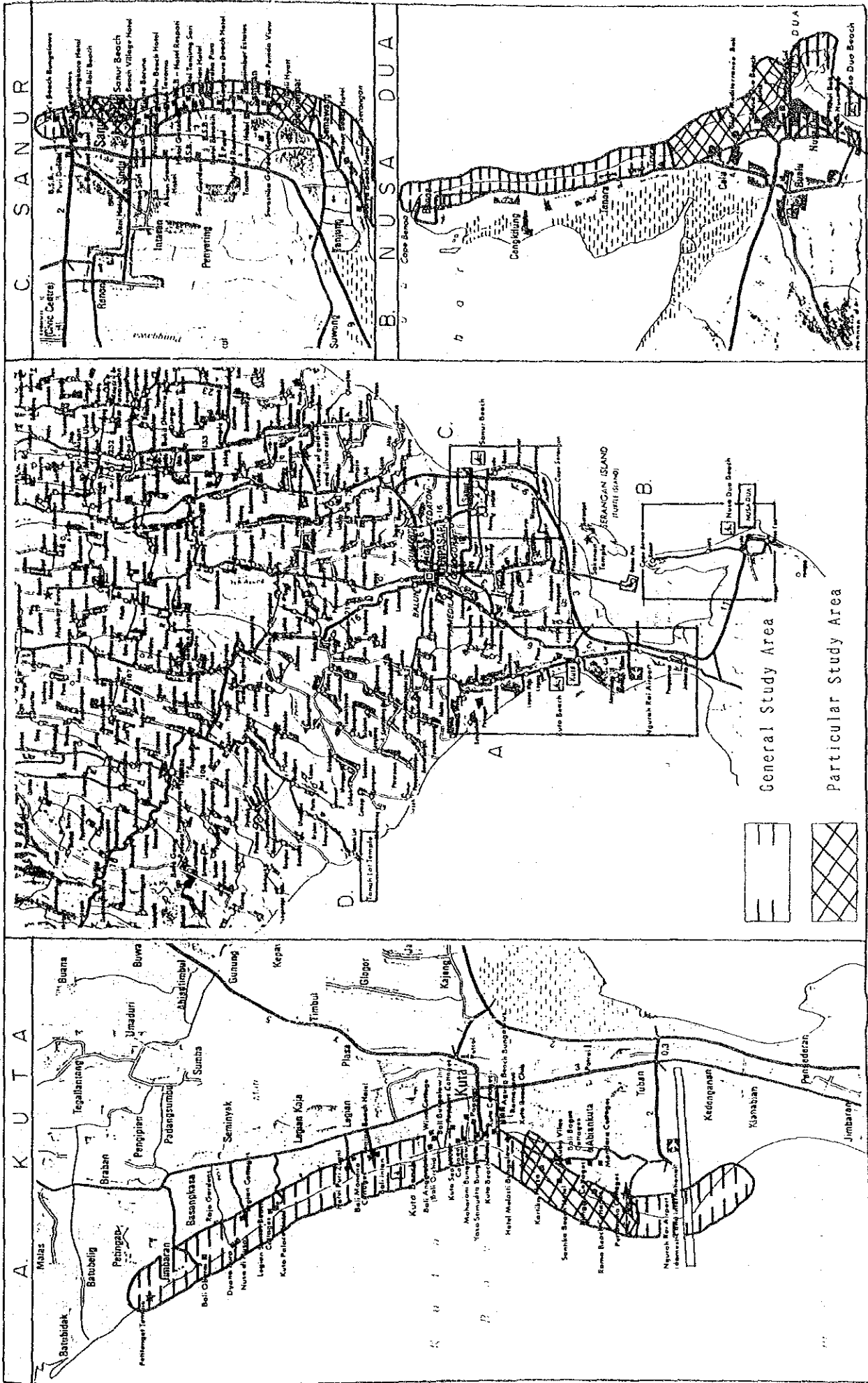


圖 3-1-1-1 調查範圍圖

(5) 調査結果

今回の調査の一つの目的は、調査地域内に生息する種のリストを作成することである。生態系における種の多様性は生態系の状況を示す指標として利用される。海域の植物相、動物相及び鳥類について合計 106種が確認された(表 3-1-1-2)。

1) クタ

クタにおける海岸の状況は、海草床がない以外はサヌールとほぼ同様である。砂浜はサヌールより狭く、傾斜もゆるやかである。サンゴ礁は海岸に非常に近く、空港の滑走路からカルティカプラザホテルまで延びている。他の地域ではサンゴ礁はより沖側に位置している。

海岸線付近のサンゴ礁は非常に悪い状態である。物理的障害の形跡はほとんどないため(建設資材として採取される主要なサンゴである石サンゴは完全な形で見られ、海岸沿いに散在している)サンゴ礁の死滅の主要因は沈澱によると思われる。この沈澱は自然なものか、内陸の土地利用や侵食防止施設の建設といった人間活動による影響であるのかは明らかではない。

この死滅したサンゴ礁における動植物相は非常に貧弱である。これは沈澱が、物理的障害よりもサンゴ礁内における生息に影響を与えることを示していると思われる。この点についてはより詳細な調査が必要である。

本調査地域において Sterna hirundo 及び Fregatta sp. の 2 種の海鳥が確認された。これは低潮時においてサンゴ礁の外側で摂食するものと思われる。

2) ヌサドゥア

ヌサドゥアの海岸はサヌールと類似している。海草床は非常によい状態で海岸に分布しており、それに次いで海側は死滅したサンゴ礁域となっている。

詳細調査地域における海域動植物相はクタ及びサヌールよりも豊富である。地元民は食用として魚貝を、また低潮時に石炭の原料としてサンゴ質砂を採取しているが、これは古くから日常的に行われているにもかかわらず海域生物はいまだ前述の 2 調査地域よりもよい状態を保っている。この地域の豊かな動植物相が自然なものであるのか、人為障害よりも勝っているものであるのかは定かでない。

海鳥については Sterna hirundo 及び Fregatta andrewsi の 2 種が確認された。また、2 種のチドリ類 (Charadrius dubius, C. mongolus) の群集が海岸沿いにおいて摂食しているのが確認され、海岸付近でクロサギ (Egretta sacra) が一頭確認された。

3) サヌール

本海岸では幅 50~100m に渡り、海草 (Enhalus) が卓越し、これに続き海側 30~70m に渡り、死滅したサンゴ礁域がみられる。海草は、調査地域の南端に当たる Tanjung において繁茂している。これはこの地域を被っている海草に最適な砂

泥混合層となっているためであると思われる。また、砂及びサンゴの破片の層から成る海岸沿いの他の地域においては最適な状況ではないが海草がみられた。この海草域において数種の魚類（ハゼ類）、カニ類(Portunus)、ウニ類(Diadema)、ナマコ類(Holothuria)及び軟体動物(Cerithidea, Arcularia)が確認された。

死滅したサンゴ礁域においては、動植物は非常に少ない。一般的にサンゴ礁域でみられる動植物がほとんどみられないのはサンゴ礁が劣悪な状態にあるためであると思われる。このような状態は地元民の間で一般的に行われている建設資材や石炭原料としてのサンゴの採取や破壊によるものと思われる。

朝から午後にかけて実施した調査により確認された海鳥はごくわずかであった。これはアジサイ類のSterna hirundo 一種のみであり、時折、ダイビングするのがみられた。このことからこの地域は摂食場所でないと思われる。海岸付近ではリュウキュウツバメ(Hirundo tahitica)の飛翔が確認された。

4) タナロット

本地域における海岸の自然状況は前述の3地域とは著しく異なり、小規模の砂浜を挟む火山性の岩礁となっている。動植物相は典型的な岩礁海岸型である。低潮時に観光客による破壊があるにもかかわらず、環境条件は良好である。

本地域では海鳥としてSterna hirundo 一種だけが確認された。岩壁に沿って実施した調査により、小規模の洞窟やクレバスがつい最近まで巣穴として利用されていたことが確認されたが、この地域は鳥類の生息域とはなっていないように思われる。

(6) 結 論

- 1) 3つの砂浜海岸における動植物相の劣化の要因は、サンゴ礁の採取や沈澱物の発生によるものであると思われる。サンゴ礁と海岸線との間にみられる海草床の状況はサンゴ礁の状況による所が大きい。
- 2) クタにおける海域生態は劣悪な状況にあるが、ヌサドゥア及びサヌールについては、破壊の程度が増加しないならば環境状態は良好であると思われる。
- 3) 海鳥や海岸に生息する鳥類調査により、入込者数が鳥類生態に影響を与えることが明らかとなった。ヌサドゥアのように入込者数の少ない地域では鳥類摂食活動が維持されている。本調査時期が、渡りの時期ではなかったため、多様な鳥相はみられなかった。
- 4) 海岸侵食防止の手法としては景観や海域及びその他の海域動物の保全を考慮し、侵食防止施設を設ける場合は自然と調和するよう計画しなければならない。
- 5) 動植物相を含めた生態系に関して、本調査地域内には保護すべき種は確認されなかった。

表 3-1-1-2 調査地域における海洋生態、鳥類

(1)

SPECIES	KUTA	NUSA DUA	SANUR	TANAH LOT
SEAWEEEDS				
1. <i>Ulva lactuca</i>	-	-	+	+
2. <i>Caulerpa racemosa</i>	-	-	+	-
3. <i>Caulerpa</i> sp.	-	-	-	+
4. <i>Valonia macrophysa</i>	-	-	+	-
5. <i>Valonia ultracularis</i>	-	-	-	+
6. <i>Valonia</i> sp.	-	-	+	-
7. <i>Clinoospora</i> sp.	-	-	+	-
8. <i>Bryopsis</i> sp.	-	-	+	-
9. <i>Sargassum confusum</i>	-	-	+	-
10. <i>Sargassum fulvellum</i>	-	-	+	-
11. <i>Sargassum selequosum</i>	+	-	-	+
12. <i>Halimeda opuntia</i>	-	+	-	+
13. <i>Actinotrochia</i> sp.	-	-	+	-
14. <i>Ecklonia cava</i>	-	-	-	+
15. <i>Cladophoropsis</i>	-	-	-	+
16. <i>Cladophora</i>	-	-	-	+
17. <i>Dictyopteris</i> sp.	-	-	-	+
18. <i>Chondrococcus</i> sp.	-	-	-	+
19. <i>Chlorodesmis</i> sp.	-	-	-	+
20. <i>Grateloupia</i> sp.	-	-	-	+
SEAGRASS				
21. <i>Enhalus acoroides</i>	-	+	+	-
CORAL (dead fragments only)				
22. <i>Goniopora stutchboury</i>	+	+	+	-
23. <i>Platyspea lamellina</i>	+	+	+	-
24. <i>Tubipora musica</i>	+	+	+	-
25. <i>Seriatopora hystrix</i>	+	+	+	-
26. <i>Fungia fungites</i>	+	+	+	-
27. <i>Balanophyllia</i> sp.	+	+	+	-
MOLLUSKS				
28. <i>Monetaria annulus</i>	-	+	+	-
29. <i>Monetaria moneta</i>	-	+	-	-
30. <i>Erronea erronea</i>	-	-	+	-
31. <i>Maurilia arabica</i>	-	+	-	-

(2)

SPECIES	KUTA	NUSA DUA	SANUR	TANAH LOT
32. <i>Cypraea carneola</i>	-	+	-	-
33. <i>Cyparea lynx</i>	-	+	-	-
34. <i>Cypraea vitellus</i>	-	+	-	-
35. <i>Cymatium pilearum</i>	-	-	+	-
36. <i>Patella radians</i>	-	-	+	-
37. <i>Haliotis asinina</i>	-	+	-	-
38. <i>Trochus maculatus</i>	-	+	-	+
39. <i>Conus magus</i>	-	+	-	-
40. <i>Conus miles</i>	-	+	-	-
41. <i>Voluta vespertilio</i>	-	+	-	-
42. <i>Acmaea saccharina</i>	-	-	+	+
43. <i>Acmaea</i> sp.	-	-	-	+
44. <i>Batillaria zonalis</i>	-	-	+	-
45. <i>Planaxis sulcalus</i>	-	+	+	+
46. <i>Arcularia thersites</i>	-	-	+	-
47. <i>Arcularia arcularia</i>	-	-	+	-
48. <i>Polynices mamilla</i>	-	-	+	-
49. <i>Drupa musiva</i>	-	-	+	+
50. <i>Drupa margariticola</i>	-	-	-	+
51. <i>Nerita undata</i>	-	-	+	-
52. <i>Nerita albicilla</i>	-	-	+	-
53. <i>Nerita polita</i>	-	-	+	-
54. <i>Nerita costata</i>	-	-	+	-
55. <i>Dolabella</i> spp.	-	+	-	-
56. <i>Bulla ampulla</i>	-	-	+	-
57. <i>Clava obeliscus</i>	-	-	-	+
58. <i>Clypeomorus moniliferum</i>	-	-	-	+
59. <i>Cantharus cecillii</i>	-	-	-	+
60. <i>Stombus succintus</i>	-	-	+	-
61. <i>Cardium unedo</i>	-	+	+	+
62. <i>Anadara</i> sp.	+	+	+	-
63. <i>Spondylus</i> sp.	-	+	+	+
64. <i>Crassostrea cucullata</i>	+	+	+	+
65. <i>Brachiodontes bilocularis</i>	-	+	-	-
66. <i>Pinctada margaritifera</i>	-	+	-	-
67. <i>Pinna muricata</i>	+	+	+	-
68. <i>Sepia</i> spp.	-	+	-	+
69. <i>Loligo</i> spp.	-	+	-	+
70. <i>Octopus</i> sp.	+	+	-	+
CRABS				
71. <i>Majidea</i>	+	+	+	-
72. <i>Portunus pelagicus</i>	-	+	+	-
73. <i>Macrophthalmus</i> spp.	+	+	+	-
74. <i>Grapsidae</i>	+	+	+	-
75. <i>Anomura</i>	+	+	+	+
76. <i>Dorippidae</i>	+	+	+	-

SPECIES	KUTA	NUSA DUA	SANUR	TANAH LOT
FISHES				
77. <i>Stelophorus</i> spp.	-	-	+	-
78. <i>Anguila</i> spp.	+	+	+	+
79. <i>Synanceia</i> spp.	-	-	-	+
80. <i>Plotosus</i> spp.	+	-	+	-
81. <i>Oxyeleotris</i> spp.	+	+	+	+
82. <i>Amphiprion xanthanus</i>	-	-	+	-
SEA URCHINS				
83. <i>Diadema setosum</i>	+	+	+	+
84. <i>Echinometra mathaei</i>	-	+	-	-
85. <i>Echinotrix</i> sp.	+	+	+	-
86. <i>Salmacis</i> sp.	+	+	+	-
87. <i>Acanthaster</i> spp.	-	+	-	-
SEA CUCUMBERS				
88. <i>Holothuria edulis</i>	+	+	+	-
89. <i>Holothuria scabra</i>	-	-	+	-
90. <i>Bahadschia</i> sp.	-	+	-	-
91. <i>Thelomata</i> sp.	-	+	+	-
SHOREBIRDS				
92. <i>Charadrius dubius</i>	-	+	-	-
93. <i>Charadrius mongolus</i>	-	+	-	-
94. <i>Egretta sacra</i>	-	+	-	-
SEABIRDS				
95. <i>Fregata andrewsi</i>	+	+	-	-
96. <i>Fregata</i> sp.	-	+	-	-
97. <i>Sterna hirundo</i>	+	+	+	+
98. <i>Sterna</i> sp.	+	+	+	-
OTHER BIRDS				
99. <i>Halcyon chloris</i>	+	+	+	+
100. <i>Hirundo tahitica</i>	+	+	+	+
101. <i>Rhipidura javanica</i>	+	-	+	-
102. <i>Passer montanus</i>	+	+	+	+
103. <i>Lanius schach</i>	+	+	+	-
104. <i>Lonchura punctulata</i>	+	-	-	-
105. <i>Pycnonotus goiavier</i>	+	+	+	-
106. <i>Collocalia esculenta</i>	+	+	+	+

3-1-2 景 観

(1) 景 観 要 素

海岸地域の土地利用はその背後地域のそれと異なる。

海岸地域は観光客用の海岸遊歩道やホテル、レストラン、海洋スポーツ施設用地として利用されているが、背後地域は農道や居住地として利用されている。

バリにおける海岸地域の典型的な景観は太陽、空、海、サンゴ礁、砂浜、樹林及び人工物の7要素によって構成されている。

1) ク タ

クタは3地区に区分できる。すなわち北部（レギャンビーチホテル以北）、中部クタ（レギャンビーチホテル～サンティカプラザホテルの間）、南部クタ（サンティカプラザホテル以南）である（図 3-1-2-1）。

北部クタ：

本地区の典型的な景観は人工物を除く6要素によって構成されている。

海岸の現況はクタ、ヌサドゥア及びサヌールの3海岸の中で最も広く、平坦である。侵食はこの地区では進行しておらず、河川侵食防止施設のあるホテルオベロイを除き、侵食防止施設はほとんどみられない。

この地区には近年ホテル建設がみられるが、いまだ利用は少なく、散策や日光浴に利用されているだけである。

このように本地区の景観は水平的な構図となっており単調であるが、人工物がほとんどないため非常に自然性が高いものとなっている。

中部クタ：

本地区の典型的な景観はバリのそれと同じ7要素で構成されており、北部クタと異なりホテルやレストランといった建築物等の人工物がみられる。

海岸の現況は北部クタより幅が狭く、傾斜もやや急である。本地区の侵食は進行しており、根元が洗われたヤシの木や、老朽化又は破損した侵食防止施設がみられる。これらは景観の阻害要因となっている。

本地区は世界でも最も有名なサーフスポットとなっており、そのため多くのホテルやロスメンが海岸の背後地域にあり、多くの観光客が訪れている。また、本地区からの“クタの夕陽”はよく知られている。

このように本地区の景観は北部クタと同様に単調ではあるが、弧状海岸となっているため、奥行感のあるものとなっている。

南部クタ：

本地区の典型的な景観は、砂浜がほとんどみられず、ホテル、レストラン等建築物といった人工物や侵食防止施設から成っている。

特にプルタミナコテージの前浜は高潮時にはほとんど海浜がなく、これが

阻害要因となっている。侵食防止施設の形状、色彩及び肌理は良いものとは言えず、また倒壊したホテルが風雨にさらされている等、本地区の景観は荒廃したイメージである。

本地区には多くの大ホテルがあるが、利用形態としてはホテルやレストランから眺望を楽しむことや低潮時に散策することぐらいである。

このように本地区の景観は阻害要因があるが、景観構成要素を多く含んでいるため、多様性に富んでいる。

また、空港の南側は中部クタとほぼ同様の景観を呈している。ここは地元民によって漁業に利用されており、観光利用がない。しかし近年ジンバランに海洋スポーツ施設が建設され、今後観光利用が増加するものと思われる。

2) ヌサドゥア

ヌサドゥアは3地区に区分できる。すなわち、北部ヌサドゥア（地中海クラブ以北）、中部ヌサドゥア（地中海クラブ～ヌサドゥア南島の間）、南部ヌサドゥア（ヌサドゥア南島以南）である。

北部ヌサドゥア：

本地区の典型的な景観は草地及び樹林がみられないことである。

海岸の現況は3海岸のうち最も狭い。侵食防止施設がみられ、一部は破損しているが、他は整備されており、景観の阻害要因とはなっていない。また、排水がレストランの集中しているタンジュン・ブノア付近で海に注いでいる。

本地区には宿泊施設はないが、スキューバダイビング、水上スキー、ジェットスキー、サーフィン、ウインドサーフィン、シュノーケリング、ヨット、フィッシング、カヌー及びパラセーリング等のための海洋スポーツ基地がある。その他、本地区はのりの養殖が行われている。

このように本地区の景観は草地がなく、海浜が狭い等の阻害要因があるものの、海洋スポーツ基地がある等、活動的な雰囲気がある。

中部ヌサドゥア：

本地区の景観の特徴は、島としてのヌサドゥアがあることと、草地がほとんどなく人工物が多いことである。

海岸の現況は狭く、急傾斜となっており、ヌサドゥア島の外洋側は侵食が進行している。

地中海クラブの前には多くの侵食防止施設がみられ、いくつかは景観阻害要因となっているが、多くは形状、色彩、肌理に工夫がなされている。また、“ヌサドゥアの日の出”は美しい。

本地区には大規模なホテルが多数みられ、地元で“ジュクン”と呼ばれるアウトリガーや北部クタでもみられる海洋スポーツ設備が整っている。

このように本地区の景観はヌサドゥア島を始め多くの要素から成り、多様性に富んでいる。

南部ヌサドゥア：

本地区の景観は中部クタに似ているが、侵食がほとんど進行していないため、草地や幅の広い海浜を有している。また、干潟には水生動植物及び鳥類が生息している。ヌサドゥア南島には四阿がある他、芝生で被われており、3海岸の中でも特徴のある景観となっている。

侵食は進行しておらず、侵食防止施設もないが、ヌサドゥア南島の海側が侵食されている。

本地区には大きなホテルやビーチマーケットがあるが、観光客はあまり多くない。

このように、本地区の景観は静寂の感を呈している。

3) サヌール

サヌールは3地区に区分できる。すなわち北部サヌール（シンドゥービーチホテル以北）、中部サヌール（シンドゥービーチホテル～バリハイヤットホテルの間）、南部サヌール（バリハイヤットホテル以南）である。

北部サヌール：

本地区の典型的な景観は草地を除く6要素によって構成されている。

海岸の現況は幅はそれ程狭くないが、傾斜は急である。ただ、バリビーチホテルの北側には海浜の狭い所がある。

本地区の特徴はメインタワービルと大規模な突堤があることである。バリではヤシの木より高い建物の建設が禁じられているが、このビルはこの規制の制定前に建設されたもので、サヌールの広い範囲から可視される。形状、色彩及び肌理共に良いものとは言いがたい。

大規模な突堤については色彩や肌理は老朽化や破損によりあまり良くないが、形状は工夫がなされており、タワービルと共に本地区のランドマークとなっている。

本地区には海洋スポーツ施設を整備した大規模なホテルが多く、スポーツ利用がなされている。また、低潮時にはサンゴ礁が海面上に出るため、多くの観光客の散策がみられる。

このように本地区の景観は、多くの要素があるため豊かなイメージがある。

中部サヌール：

本地区の景観は北部サヌールと類似している。

海岸の現況は幅が狭く、傾斜が急である。

侵食の進行は顕著であり、数多くの侵食防止施設がみられる。突堤は狭い

海浜を分断し、護岸は海浜の利用を阻げているが、離岸堤は整備され、比較的好いデザインとなっている。

ここにはスポーツ施設のない比較的小さなホテルしかなく、散策や日光浴がなされるだけである。

このように本地区は狭い海岸でスポーツ施設もなく、貧相な感を呈している。

南部サヌール：

本地区の景観は北部クタに類似している。

海岸の現況は狭く、傾斜は急であり、一部は砂浜がない。侵食防止施設がいくつかみられるが、破損していたり、海浜を分断しており、景観の阻害要因となっている。

このように本地区の景観はよいものとは言えないが、人工物が少ないため自然性の高い感がある。

4) タナロット

本地区の特徴は島としてのタナロットであり、岩だけで海浜がない。

タナロットは外洋に位置する巨岩の上に目につくヒンドゥー寺院を有しているため、世界でも特異な景観で有名である。ここは低潮時には干上る岩盤によって内陸と分けられている。

岩盤は打ち寄せる波浪により侵食を受けており、侵食防止施設が多くみられるが、老朽化した施設は美しいものではない。現在、人工物には見えない新設の施設改善中である。

本地区の利用はタナロットそのものの景観を楽しんだり、低潮時に岩盤上を散策することである。また、タナロットは地元の祭事の場所である。

このようにタナロットの景観はダイナミックであり、非常に優れている。

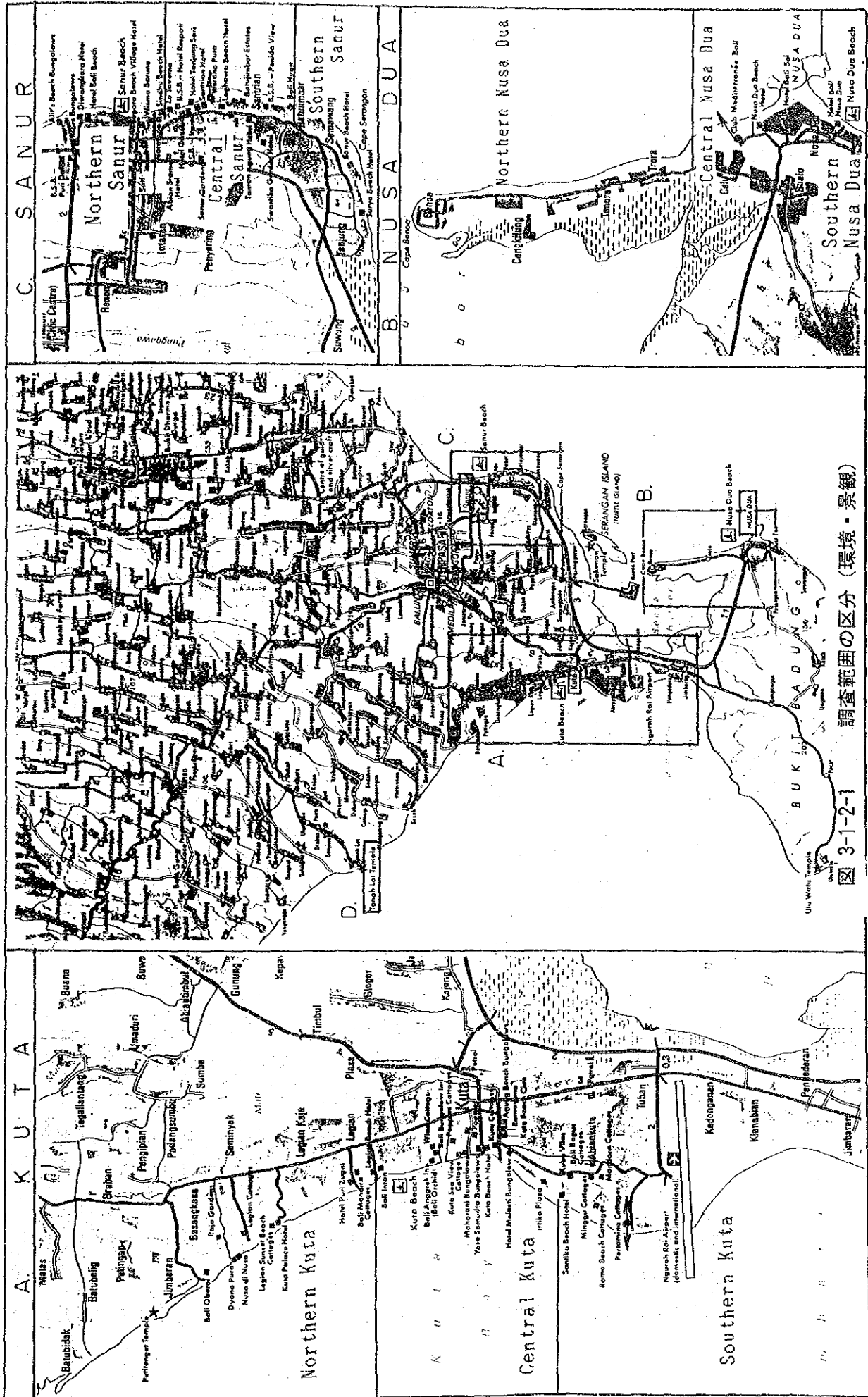


図 3-1-2-1 調査範囲の区分 (環境・景観)

3-1-3 インタビュー調査

現地アンケート調査により海浜の利用状況を把握した。

(1) 調査項目

- ① 属性
- ② 観光特性
- ③ 現存侵食防止施設の印象

(2) 調査地域 (図 3-1-2-1)

1) クタ

カルティカプラザホテル～プルタミナコテージの間

2) ヌサドゥア

地中海クラブ～ヌサドゥアビーチホテルの間

3) サヌール

バリビーチホテルの前

4) タナロット

タナロット周辺

(3) 調査時期

1988年7月5日～9日 9:00～17:00

(4) 調査方法

アンケート用紙 (付表 3-1-3-1) を利用したヒアリング調査法

(5) 調査結果

調査結果は (付図 3-1-3-1) に示すとおりである。

1) 属性及び観光特性

クタでは主にサーフィン、ウインドサーフィン、ダイビングを目的とし2回以上訪れているオーストラリア人が多い。

ヌサドゥアでは目的も国も多様である。

サヌールを訪れる観光客はヨーロッパ人が多く、海水浴や旅行を目的としている。

これらの3海岸と比較し、タナロットでは地元民の利用が多い。

2) 現存侵食防止施設の印象

侵食防止施設は各地点各タイプ共に“midium” (評価値: 0) 以上に評価されており、各施設共にそう悪いとは思われないが、“nice” (評価値: 1) よりも高く評価された景観全体の印象よりも低い評価であった。このことは、優れた景観を有しているバリにおいては侵食防止施設の形状、色彩、肌理等に配慮しなければ景観の阻害要因となつて了うことを示している。

調査結果において特徴的なのは、ヌサドゥアのU型離岸堤と離岸堤が他のも

のより高く評価されていることである。このことは、これらの施設は新設であり、サンゴ片を貼りつける等、形状、色彩、肌理に工夫がなされているからであると思われる。

また、各地点の突堤については、他のタイプのものより低い評価であったが、バリビーチホテルの前の突堤については特に形状について他の突堤よりも高く評価された。これは、この突堤には手すりや外灯が設置されていることにより良い印象を得たものと思われる。

3-1-4 水質調査

(1) 概 況

バリ州政府は、ブノア港付近において水質を測定している。調査地点を図 3-1-4-1 に、調査結果を表 3-1-4-1 に示す。

概して水質は良好と言えるが、数項目について基準を超えているものがあり、デンパサール及びその周辺の居住地からの生活排水が海域へ流入し、サンゴ礁域内に停滞していることが考えられる。

(2) 現 地 調 査

1) 調 査 項 目

生活環境項目

- ① pH ② SS ③ 全窒素 ④ 全リン
⑤ DO ⑥ COD ⑦ BOD ⑧ 大腸菌

2) 調 査 地 域

図 3-1-4-2 のとおりである。

3) 調 査 時 期

- ① サンプルング 1988年6月16日～18日
② 分 析 1988年6月16日～25日

4) 調 査 結 果

現地調査結果を表 3-1-4-2 に示す。この結果は地元政府による調査結果と類似しており、4 地域の水質は概ね良好であるが、南部バリにおいては水質汚濁が進行することが予測される。

表 3-1-4-1 水質試験 (調査記録)

PARAMETER	UNITY	STATION					STANDARD		
		S1	S2	S3	S4	S5	Bathing and swimming	Sea animals and plants	Develop of the sea animals and plants
PH	-	7.8	7.5	7.3	8.0	7.5	6.5~8.5	6.5~8.5	6.5~8.5
DO	mg/l	4.5	5.8	6.8	5.5	5.5	≥5	≥4	≥5
COD	"	13.0	5.0	3.1	11.4	9.8	≤12	≤11	≤11
BOD	"	4.1	4.0	2.9	3.7	6.4	≤6.0	≤6.0	≤6.0
E. coli	MPN/100 ml	21	240	27	5	7.5	≤1000	-	≤1000

表 3-1-4-2 水質試験 (現地観測)

PARAMETER	UNITY	KUTA						NUSA DUA				SANUR				TANAH LOT
		K1-1	K1-2	K1-3	K2-1	K2-2	N-1	N-2	S1-1	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2			
PH	-	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
SS	mg/l	41.9	35.6	40.9	38.1	47.2	47.5	46.5	23.2	40.6	46.9	42.6	40.5	45.7		
T-N	"	2.8	2.8	3.1	3.6	3.1	2.3	2.3	12.6	2.3	2.6	2.0	2.0	3.2		
T-P	"	1.5	1.7	1.9	1.2	1.2	0.3	0.6	4.5	1.7	1.4	1.6	1.6	0.5		
DO	"	6.0	6.0	5.9	5.5	5.7	6.0	6.1	6.5	5.8	6.1	6.0	6.2	7.0		
COD	"	6.3	19.3	14.2	15.8	7.9	4.7	6.3	6.3	3.2	11.1	4.7	4.7	41.1		
BOD	"	2.8	2.8	2.4	3.6	3.6	3.1	3.2	1.8	3.3	2.5	2.8	3.3	2.5		
E. coli	MPN/100 ml	4.4	2	2	0	0	0	5	240	2	2	0	0	240		

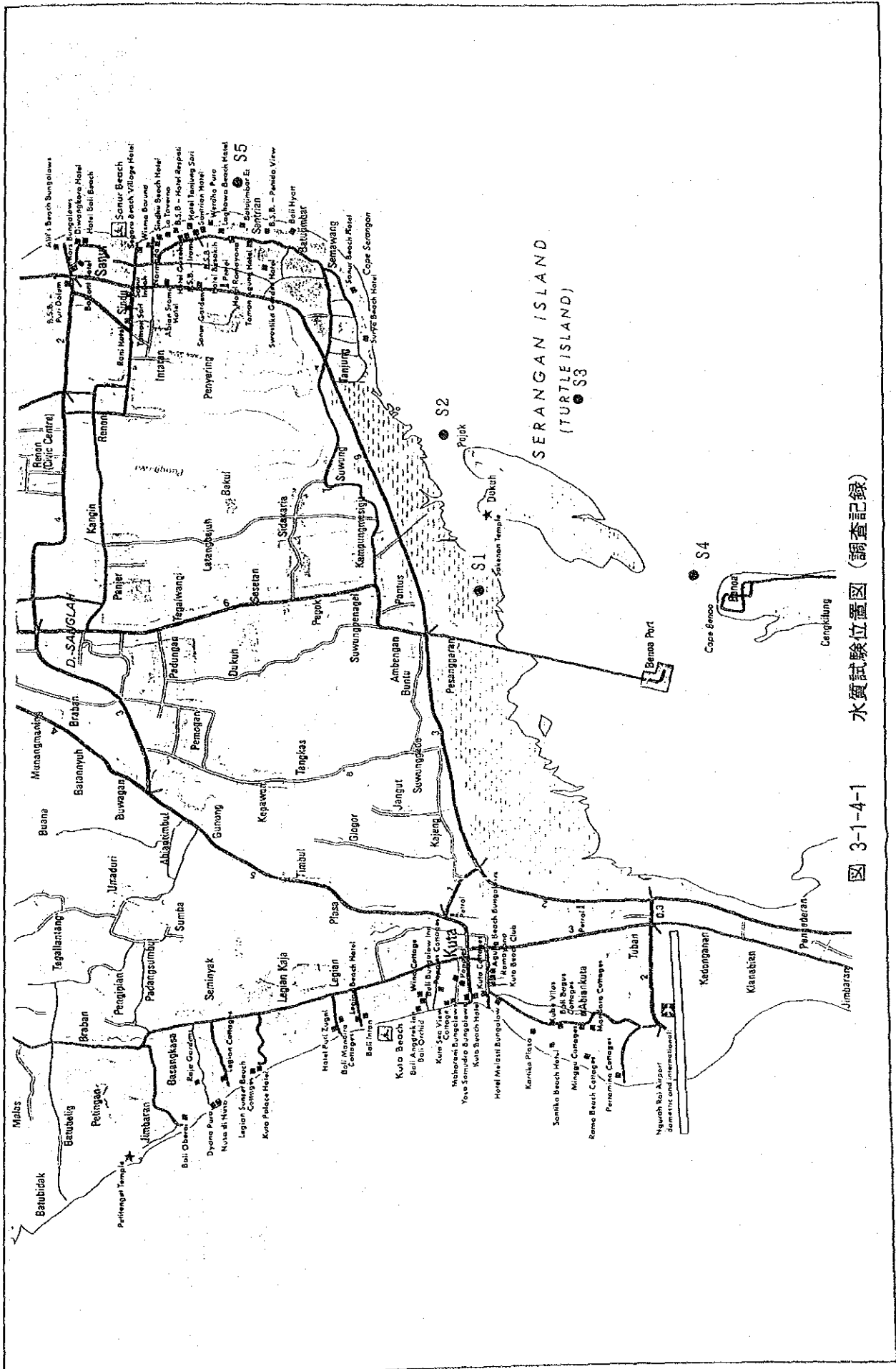
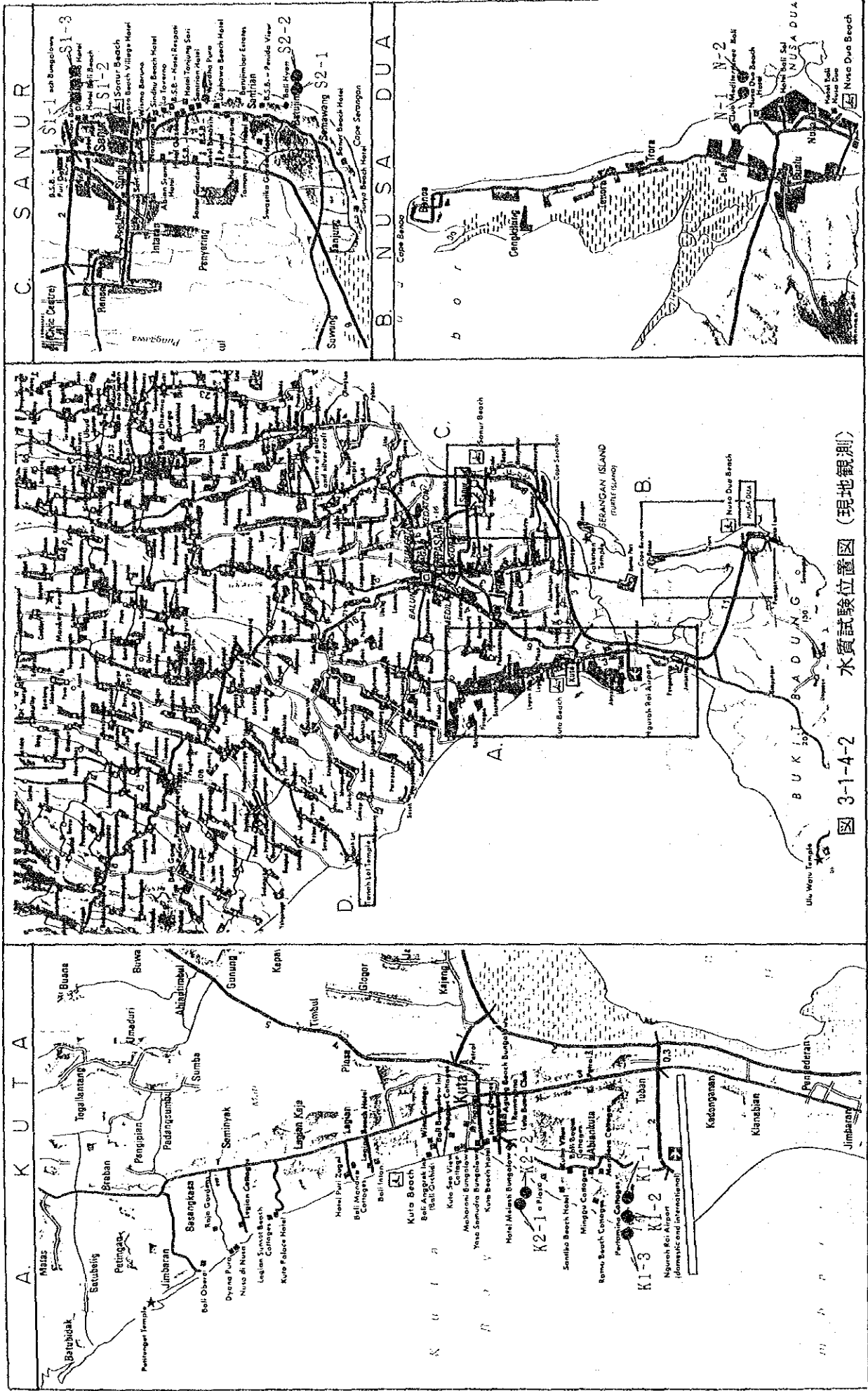


圖 3-1-4-1 水質試驗位置圖 (調查記錄)



水質試験位置図 (現地観測)

3-1-4-2

3-2 土地利用

3-2-1 土地利用の現況

1950年代までの、サヌール、クタ、ヌサドゥアの3地区は、わずかな農地と少数の村落が散在する農・漁村地帯であった。

'60年代中頃以降、島の観光産業の急成長に伴うホテルその他観光関連サービス等施設の急増とともに、各地区における土地利用も大変貌を遂げ、国際観光地の現況に脱皮したのである。土地利用現況については、地区別の主要特徴を以下に述べる。

(1) クタ (図 3-2-1-1)

当地区ではビーチ沿いの細い地帯にホテルやロスメンが立ち並び、ビーチ通りの裏には水田地帯が広がる。

- 地区内の土地利用は主としてホテル地帯とロスメン地帯とに区分することができ、両者によってビーチ通沿いの土地すべて埋め尽され、新規ホテル建設の余地は全く残っていない。
- メーン・ストリート沿いには主に観光客を相手とする商店やレテトランがひしめき、バリ島における最大密度の商業施設の集積を成している。
- 住居地帯は Ngurah Rai 国際空港の両脇に集中分布している。
- 上記以外の後背地は稲作農地である。

(2) ヌサドゥア (図 3-2-1-2)

ヌサドゥア・リゾート地区はバリ観光開発公社 (BTDC) により、ヌサドゥア・マスタープラン (1973) に基いて開発・経営されているものである。

- BTDC 所轄の地区は、当初よりバリ島独特の雰囲気をもつものとして計画・開発が進められてきた。ここには九ロットのホテル用地が用意され、すべてデベロッパーにリース契約されている。地区内はガーデン・リゾートと称して、低層・低密度開発をすることになっており、建築物の高さは15メートル以下に規制されている他、土地面積の半分以上は庭園緑地として、芝生と花壇等に利用される計画となっているなど、全般的に当初計画通り国際的リゾート地にふさわしい景観が醸し出されている。
- 岬周辺にはまだホテル開発用の保留地が残されている。特に Yeh Kuwu Kaje, Terore Tengah, Terore Kaje, Desa Kampial, Desa Benoa の各地点においては、デベロッパーによるホテル等施設の開発建設に関する企画が、盛んになされている。
- 当地にあった在来の集落は Bualu に移転され、新規にヌサドゥア唯一の住宅地が造成され、その周辺には将来の住居施設開発用保留地が残されている。

(3) サヌール (図 3-2-1-3)

当地区は三者のうち、最も高度な混合利用を呈している。

- ビーチ通沿いにはホテルが陣取り
- ホテル・ゾーンの裏には住宅地が広がり
- メーン・ストリート沿いには、特に政府官公庁の周辺地帯に集中して、商店やレストランが並ぶ。
- ロスメン (安い宿泊施設) が少ないのは当地区の特徴であり、地区内に立地する施設は、ほとんどホテル、住宅、及び商店やレストランを含む観光関連商業施設の3種類に限られる。

3-2-2 土地利用計画

- (1) クタとサヌールの両地区では、ホテル等施設の適地はすべて開発され尽しており、新規ホテルの参入は考えられない。
- (2) ヌサドゥアでは開発建設の余地が充分に残されており、ホテルや観光関連施設等の新規開発・建設・拡張の将来展望がある。B T D C所轄地区内の9区画のホテル用地のうち、6区画には既に2000年までの新規ホテルや会議施設の建設が計画されている他、同地区周辺、特にTerore Tengahでも、幾つかのホテルの建設が計画されている。

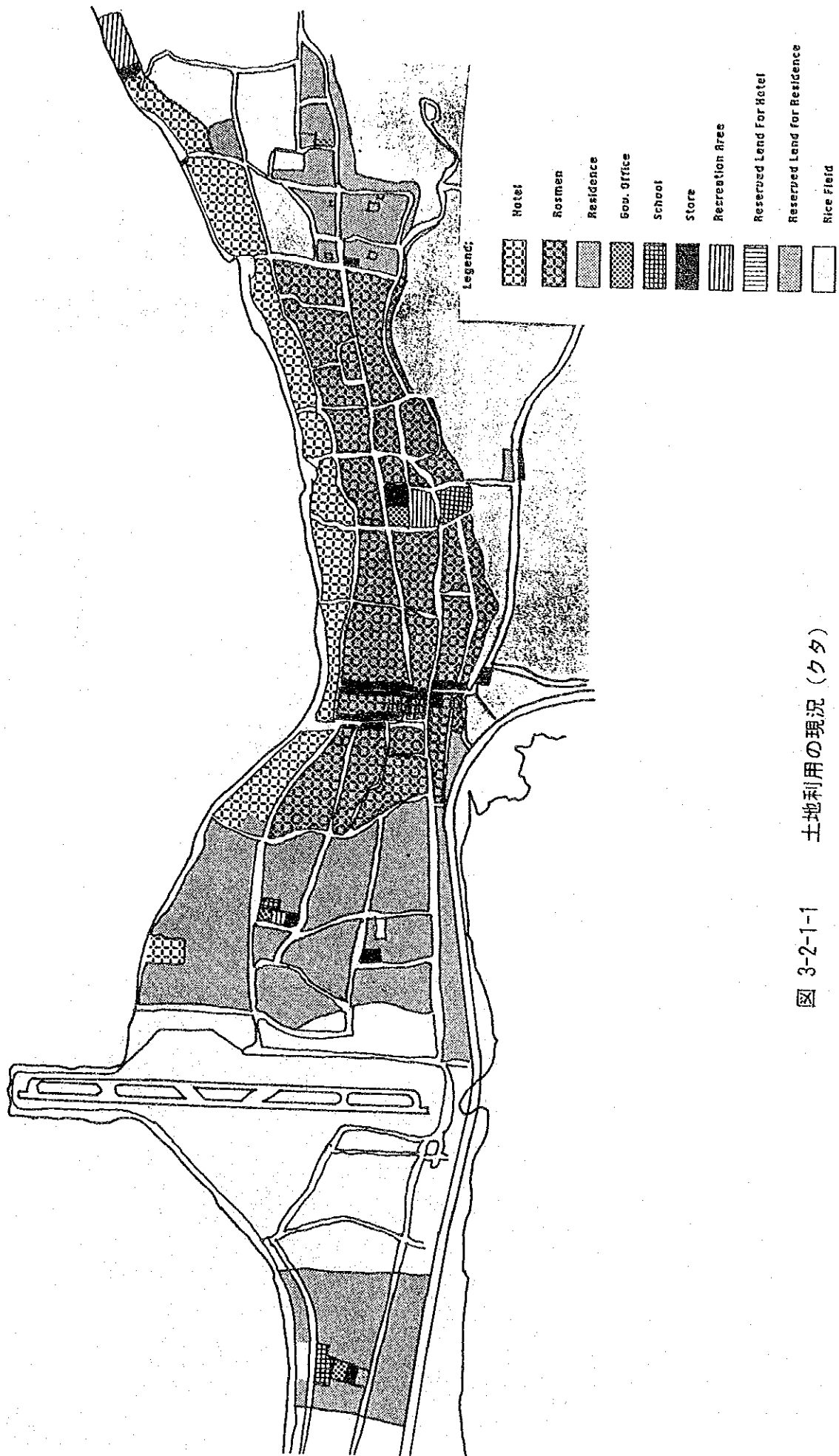


図 3-2-1-1 土地利用の現況 (クタ)

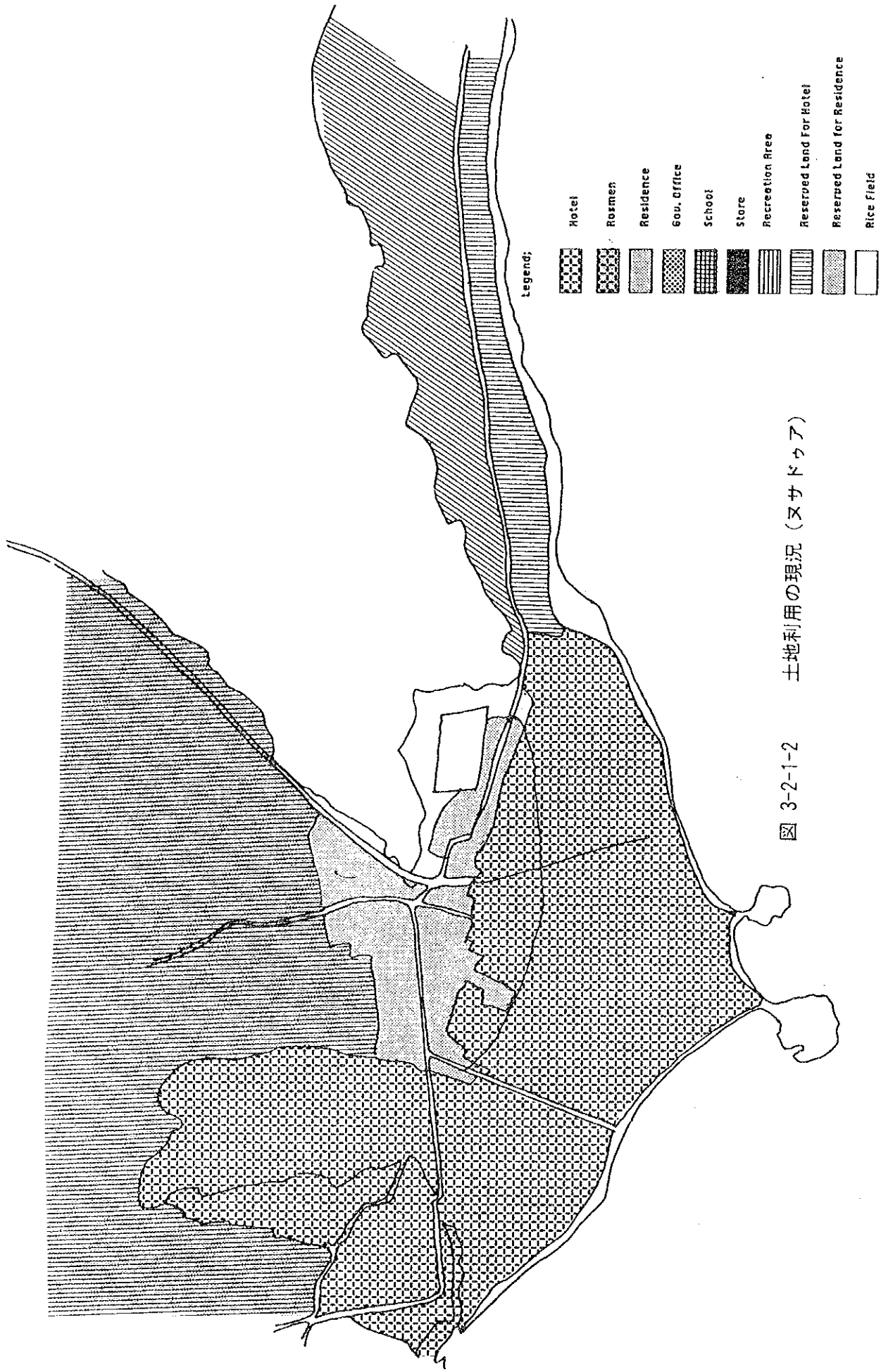


図 3-2-1-2 土地利用の現況 (ヌサドゥア)

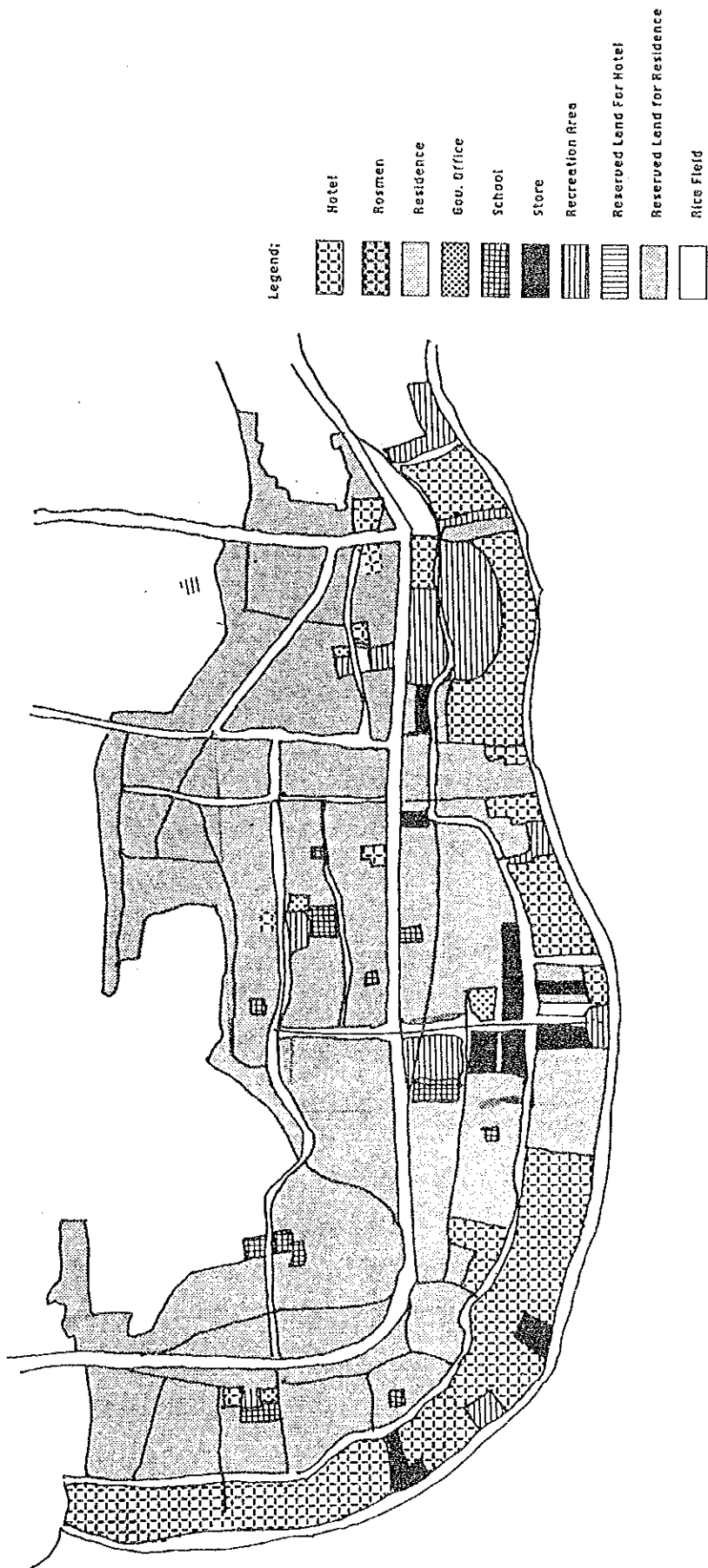


図 3-2-1-3 土地利用の現況 (サヌール)

3-3 侵食の現況

3-3-1 バリ島の侵食状況

バリ島全周の約 430kmの海岸線はすべて波浪の活発な攻撃と侵食にさらされている。海岸の侵食は主として波浪、潮汐、及び海流の影響によって進行する。これら3因子によって複合されるエネルギーのバランスの条件によって、海岸の形状が形成される。全島の海岸侵食による問題点について、位置別に要約して掲げると、下表の通りである。

表 3-3-1-1 バリ島の侵食状況

No.	Location	Region	Length (Km)	Problems
1	Kuta	Bandung	3	Erosion threat to tourism area
2	Sanur	Bandung	6	Erosion threat to tourism area
3	Nusa Dua	Bandung	3	Erosion threat to tourism area
4	Gumicik	Gianyar	1.5	Erosion caused by river mouth change
5	Lebih	Gianyar	0.8	Erosion threat to resident
6	Siyut	Gianyar	1	Erosion threat to rice field
7	Tegar Basar	Gianyar	1.8	Erosion threat to rice field
8	Sengkidu	Karangasem	1	Erosion threat to rice field
9	Candi Dasa	Karangasem	3	Erosion threat to tourism area
10	Tanha Lot	Tabanan	0.8	Erosion threat to ancient temple
11	Uluwatu	Bandung	0.2	Erosion threat to ancient temple
12	Sudimara	Tabanan	0.8	Erosion threat to fisherman Village
13	Gumrih	Jembrana	1.5	Erosion threat to National road
14	Candi Kusuma	Jembrana	0.5	River mouth closing
15	Pulaki	Buleleng	0.4	Erosion threat to provincial road
16	Gondol	Buleleng	0.4	Erosion threat to road and resident
17	Sangsit	Buleleng	0.2	Erosion threat to fisherman village
18	Bukti	Buleleng	2	Erosion threat to provincial road

砂浜侵食の起きているほとんどのケースは、漂砂流出に対する補足材料源の欠如と、周辺のサンゴ礁の採掘の結果によるものと考えられる。一方、ホテル等施設の配置が浜に近すぎるため、汀線の後退が直ちに観光利用対象のビーチの喪失につながることも問題点として指摘すべきであろう。

前記の表 3-3-1-1に掲げる各地点における海岸保全対策事業の必要優先順位について、緊急性の観点から評価し、4段階に区分した結果は下表 3-3-1-2に示す通りである。

表 3-3-1-2 侵食対策の緊急度

No. of Priority	Evaluation of urgency	Location of beach
No. 1	Urgently required	Kuta, Nusa Dua, Sanur, Batu Madeg, Tanah Lot, Uluwatu.
No. 2	Required	Lebih, Siyut, Tegar Besar, Gumicik, Sangsit
No. 3	Protection of Roads	Pulaki, Gondol, Bukit, Gumrih
No. 4	Future Work	Sudimara, Candi Kesuma

上記の評価結果により、クタ、ヌサドゥア、サヌール及びタナロットの四地区が対策事業の優先実施地区として選定されたのである。

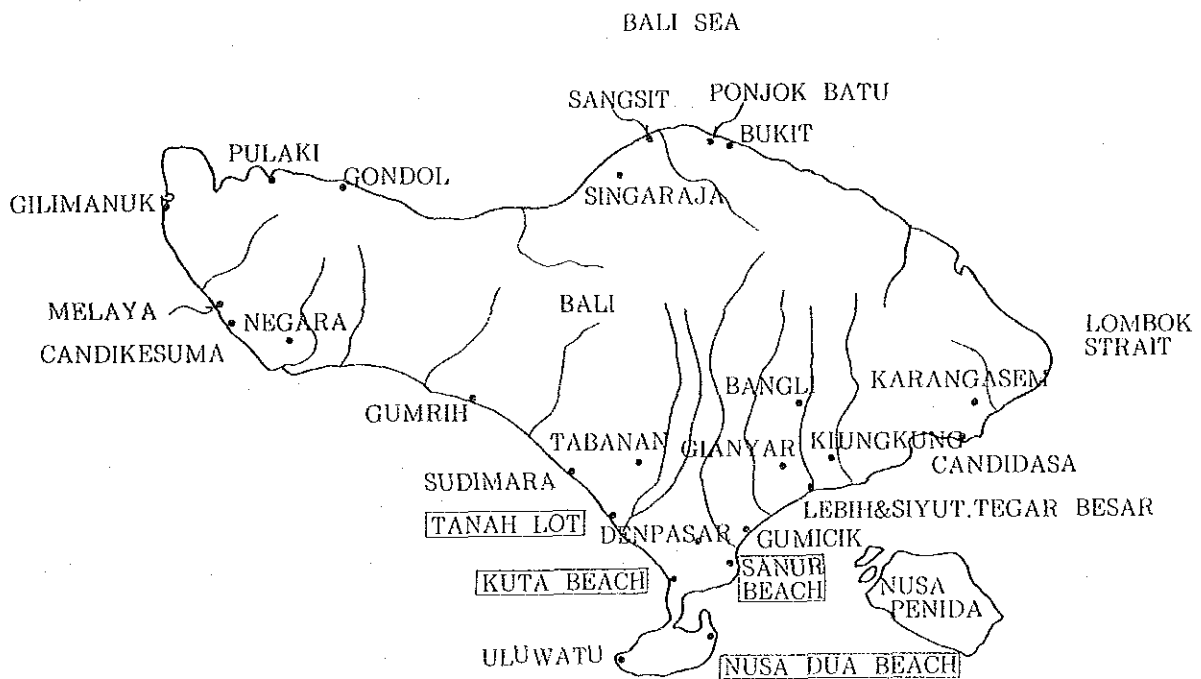


図 3-3-1-1 バリ島の侵食海岸位置図

3-3-2 調査地域の侵食状況

クタ・ビーチ

(1) 汀線変化

ここでは調査地域の侵食状況について述べる。侵食状況調査は次の情報に基づいて行なわれた。

- 1) 1978年（クタ、サヌール）1983年（ヌサドゥア）、及び1988年（3海岸）に行なわれた地形測量
- 2) 現地踏査
- 3) 地元住民からのヒアリング
- 4) 既存の調査報告書

クタ・ビーチはバリ島南部の西海岸に位置し観光の重要地点になっている。クタ・ビーチにおける侵食はデンパサル空港の滑走路建設後1970年頃に始まったと思われる。それ以後汀線の後退は進みこの10年間だけでも50mの後退量が見られる。1960年の資料からは後退量が200mに達しているところがある。特に区間CからFの汀線後退が大きく、侵食が大きい。調査区間の全長は約3.0 kmでありこれを侵食状況に応じて7区間に分けて述べる（図 3-3-2-1）。

1) 区間A（1.0 km）

1988年の汀線は1978年に較べて10m～30mの後退が見られる。

2) 区間B（0.52km）

1988年の汀線は1978年に較べて10m～30mの後退が見られる。しかしこの区間は空港滑走路の陰になっているため汀線変化は比較的小さい。

3) 区間C（0.28km）

ここにおける汀線の後退量はこの10年間で35m～45mである。汀線後退はホテル（プルタミナコテージ）の海岸堤防迄達しそこで止まっている。

この海岸堤防は当初鉛直堤として作られ前面の侵食が進行したがその後緩傾斜堤防に作り替えられ、前面に砂の堆積が見られるようになった。

海岸堤防付近の侵食を緩和するために、この区間の北端に突堤が建設された。（1987年）

4) 区間D（0.50km）

この区間の汀線の後退は1978年から1988年迄の間に50m～70mに達している。また1960年の資料から見ると100m～200mの後退が見られる。この侵食のために海浜にあった多数の樹木が倒れ家屋の倒壊が見られる。また高さ0.5～1.0mの浜崖が観察される。政府の建物のあった浜の一部を守るため公共事業省によって1984年に一基の離岸堤が設置された。しかしその効果は無く建物は倒壊している。

5) 区間E (0.28km)

ここの汀線後退量は1978年から1988年の間に約20mである。

この区間の北端にホテルにより建設された突堤がみられる。この北側に堆砂が見られ効果を發揮している。

6) 区間F (0.56km)

ここの汀線後退量はこの10年間で約20mである。高さ1mほどの浜崖がみられる。侵食防止のため付近のホテルは突堤、消波堤(石を積めたコンクリートパイプ)等を設置した。しかしこれら対策工は波により全て破壊されてしまっている。これはここ1~2年のことという。

7) 区間G (区間F以北)

この区間も侵食が進行している。海浜の幅は狭く又浜の高さは侵食のため低くなっている。

(2) 海浜断面の変化

1978年から1988年までの海浜断面の変化を、図 3-3-2-2に示す。

汀線の変化量(Δy)と断面積の変化量(ΔA)との関係は図 3-3-2-3に示すようにほぼ $\Delta A = 4.0 \times \Delta y$ で表わすことができよう。

(3) 侵食土量

区 間	侵食土量
600~1,000 m	42,800 m ³
1,000~1,900 m	94,240 m ³
1,900~2,400 m	24,200 m ³

全長 1,800m 161,240m³/10年

年間侵食土量は約16,000m³である。

(4) 前浜勾配

	1978年	1988年
1,200 m	1/22	1/21
1,330	1/22	1/20
1,450	1/24	1/23
1,600	1/22	1/29

前浜勾配は1/22~1/24程度である。

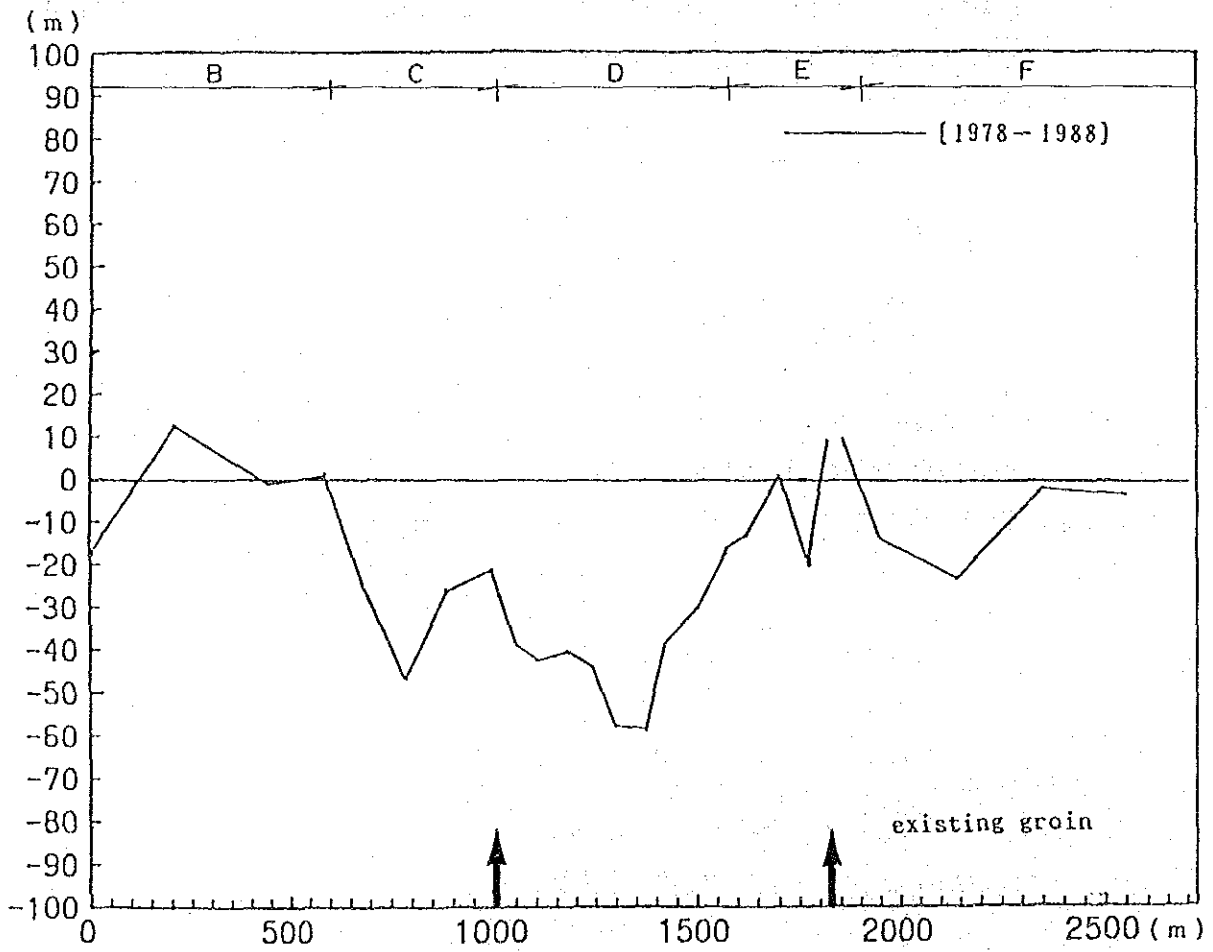
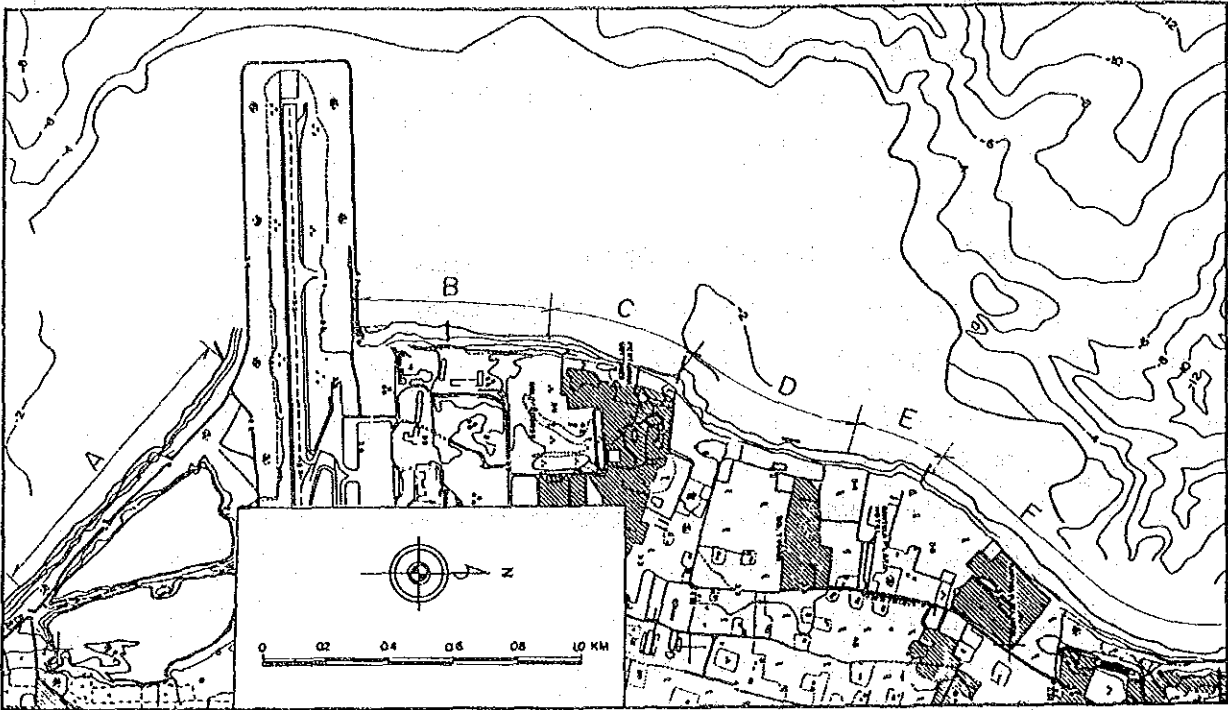


図 3-3-2-1 汀線変化 (クタ)

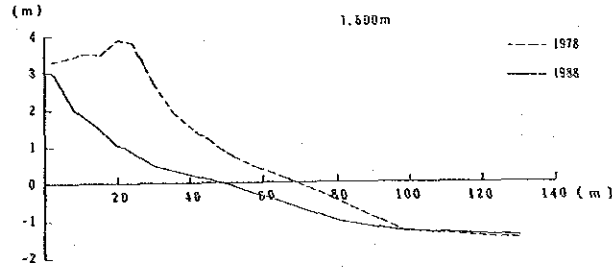
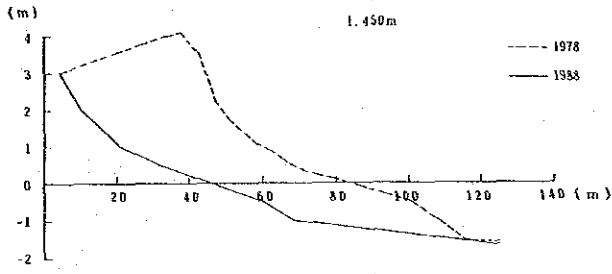
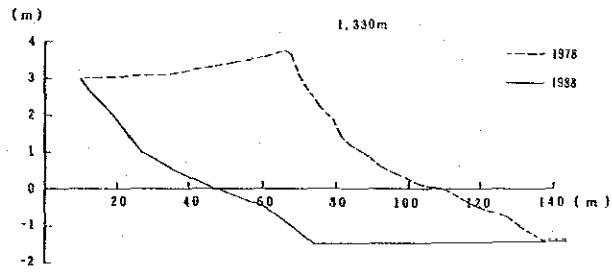
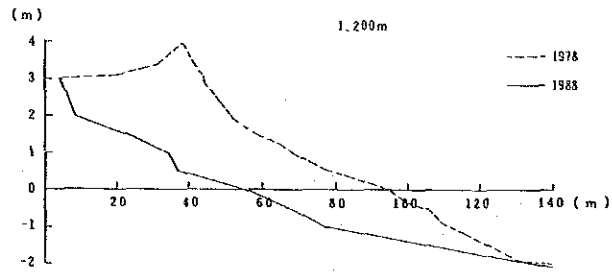
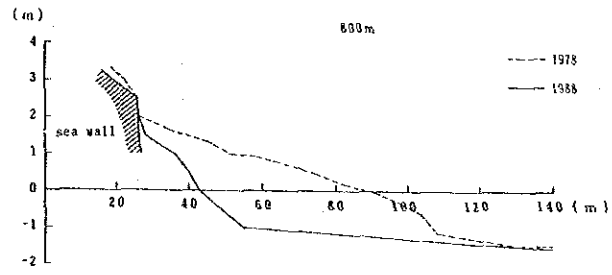


図 3-3-2-2 海浜断面変化 (クタ)

Section	Δy (m)	ΔA (m ²)
800m	48	106.5
1,200m	40	177.9
1,330m	58	280.6
1,450m	37	188.3
1,600m	16	96.0

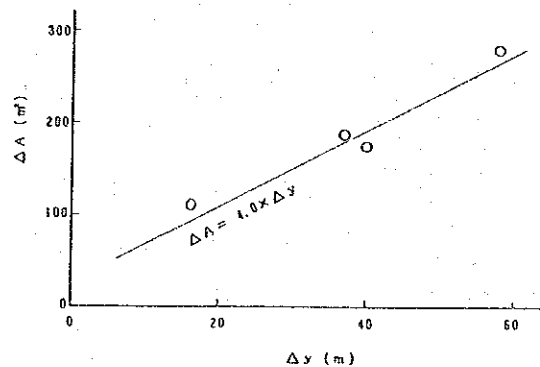


図 3-3-2-3 $\Delta A - \Delta y$ 図 (クタ)

ヌサドゥア・ビーチ

(1) 汀線変化

ヌサドゥア・ビーチはバリ島の東岸に位置し調査対象区間は約6 kmである。ヌサドゥア・ビーチにはバリ観光開発公社 (BTDC) の管理下にある上級ホテル群があり観光上重要である。

この海岸はその名が示す二つの小島が本島とつながったため北向きの漂砂の遮断がおこりこれが北側の海岸 (ヌサドゥア・ビーチ) の侵食原因だと思われる。

調査区域をAからHまでの8区間に分けて述べる (図 3-3-2-4)。

1) 区間A (0.4 km)

この二つの小島により囲まれた区域は比較的安定した海浜を形作っており特にこの5年間 (1983年から1988年迄) に大きな汀線後退は見られない。しかし海浜幅は狭く浜塵が見られる。

2) 区間B (0.9 km)

区間Bから区間Fは近年かなり激しい侵食を示している。またこの区間には種々の侵食対策工が施行されている。1988年と1983年の地形測量結果から見るとこの区間Bでは南側の部分の汀線後退が見られる。また、ここでは養浜が行

なわれている。この区間の北部では突堤の建設（1985年）及び養浜が公共事業省により行なわれた。これは効果が見られる。前浜の勾配は急で約1mの浜崖が見られ侵食海岸であることを示している。

3) 区間C (0.45km)

ヌサドゥア・ビーチの中でこの区間Cが最も激しい侵食を示している。

1988年と1983年の測量結果からみると1988年の汀線の方が1983年よりも前に出ている。これは公共事業省により養浜（1986年及1987年）、離岸堤の建設（1985年）及び突堤の延長等が行なわれたためである。

4) 区間D (0.37km)

この区間も区間Cと同様侵食が激しい。これはリーフギャップの存在のためそこから波が侵入し、また、そこへ砂が流失するためと思われる。これらを防止するため1987年公共事業省によりU型離岸堤が建設された。また同年北端の既設突堤の延長及び養浜も行なわれている。

汀線測量の結果を見ると1988年の汀線は1983年より前進しており突堤の効果を示している。

1988年当初、U型離岸堤と直線離岸堤の間から侵入したと思われる波により浜の一部が大きな侵食を受けた。早急な対策が必要とされている。

5) 区間E (0.3 km)

この区間は汀線形状が急変している箇所である。1988年の汀線は1983年より後退している。

海浜は狭く又前浜勾配は急である。

6) 区間F (0.15km)

この区間の両端には公共事業省により突堤が建設されている（1986年、1987年）。汀線形状は南の部分で侵食、北側で若干の堆積が見られる。ここの浜は民地であり持ち主は独自に侵食対策工を始めている。

7) 区間G (2.8 km)

この5年間でここの汀線の後退はほとんど見られない。しかし局所的な侵食が何か所かで見られ民間により突堤等の対策工が行なわれている。

8) 区間H (0.4 km)

この区間の侵食はヌサドゥア南部海岸ほどひどくはない。公共事業省により突堤が建設されておりその南側には砂が堆積しているが北側では侵食が見られる。

(2) 海浜断面の変化

1983年と1988年の海浜断面を図 3-3-2-5に比較した。

汀線の変化量 (Δy) と断面積の変化量 (ΔA) との関係を図 3-3-2-6に示す。

ここの海岸の場合人工養浜により海浜が前進しているので両者の関係式は意味がないであろう。

(3) 侵食土量

1983年から1988年の5年間の土量の差	81,000 m ³
同じ5年間に行なわれた養浜の土量	100,000 m ³
	18,900 m ³

侵食土量は5年間で約20,000 m³ ; 年間約 4,000 m³である。

(4) 前浜勾配

	1983年	1988年
1,000 m	1 / 9	1 / 16
1,100	1 / 8	1 / 13
1,200	1 / 10	1 / 8
1,300	1 / 10	1 / 18

前浜勾配は 1 / 8 ~ 1 / 10程度である。

サヌール・ビーチ

(1) 汀線変化

サヌール・ビーチはバリ島の東岸に位置し延長約 6 kmである。汀線の変化は浜全体のいたるところで見られ多くの侵食対策工が設置されている。それらは単に局部的保護を目的としたものに過ぎないものがほとんどである。

ここでは海岸をAからHの8区間に分割してその侵食状況を述べる(図 3-3-2-7)。

1) 区間A (0.4 km)

1978年と1988年の地形測量結果によると、汀線の後退が見られ北側の部分で約10mである。この区間の北端には小店舗がありその建物の基礎は石を積めたコンクリートパイルを用いている。この基礎が波のために洗われ建物のいくつかは倒壊している。これは、店主の話によると、すぐ北側の突堤完成後1, 2年のうちに起こったという。

2) 区間B (0.5 km)

ここにあるホテル(ホテルサヌール・ビーチ)の前面の汀線はこの10年間に10~20m後退している。突堤と護岸の設置がホテルにより1980~1981年にかけて行なわれた。

この区間の北端部分では数mの侵食が見られる。

3) 区間C (0.5 km)

この区間においては、南側の部分はほとんど変化は見られない。しかしこの

区間の北部は侵食が見られ、ここの北端にある小店舗では防護対策としてコンクリートパイルをその基礎に用いている。

海浜には小規模な浜崖が観察される。

4) 区間D (0.9 km)

0.9 kmの区間のうち、南の約0.4 kmはこの10年間(1978から1988年まで)に約10mの侵食が見られる。残りの約0.5 kmは比較的变化は少ない。しかし地元住民によると前浜の高さはこの数年のうちはかなり低くなったという。

前浜の勾配はこの区間で北へ行くほど緩勾配になっている。この区間は多数のホテルがあり観光上重要な区間の一つである。

5) 区間E (1.0 km)

この区間の汀線変化はほとんど見られない。しかし満潮のときには水没し、ほとんど浜が無くなってしまふ部分があり、その狭い浜を守るため約200mの区間でコンクリートパイルによる侵食防止工が施行されている。

これより北の部分、公共事業省の宿泊所のある付近では激しい侵食を受け国は2基の離岸堤の建設(1985年及び1984年)、コンクリートパイルによる侵食防止工及び養浜を行なった。その結果、局所的にはトンボロ等の発達が見られ効果を上げている。

6) 区間F (0.3 km)

この区間の汀線の後退はこの10年間でほぼ数mである。海浜幅は狭い。ここは数多くの中小ホテルやレストランがあり観光上重要な場所となっている。

公共事業省はこの区間の北端に突堤を建設(1986年)しており、また南側にはホテルにより種々の侵食防止工が設置されている。

7) 区間G (1.1 km)

この区間は南の部分では侵食、北の部分では堆積傾向にある。南での汀線後退量はあまり大きくないが、北側では10~20mの前進が見られる。北端にある突堤(通称バリビーチピア)はバリビーチホテルにより1969年に建設された。これによる砂の顕著な堆積が見られる。

8) 区間H (1.0 km)

1978年と1988年の測量結果によれば汀線の後退量は10~20mである。侵食は激しく、浜幅は狭く、前浜の勾配は急である。根元を洗われた倒木が点在しており浜崖の発達はこの浜の侵食性を示している。海浜にある家屋には波がしばしば侵入するという。これは以前にはなかったことと言われる。

この区間には公共事業省により1980年から1981年に設けられた4基の突堤がある。

(2) 海浜断面の変化

1978年と1988年の海浜断面を図 3-3-2-8に示す。

汀線変化量 (Δy) と断面変化量 (ΔA) との関係は図 3-3-2-9からほぼ $\Delta A = 3.3 \times \Delta y$ で表わせる。

(3) 侵食土量

区 間	侵食土量
0~ 800 m	27,700 m ³
3,000~4,000	31,300
4,000~5,000	31,600

年間侵食土量は約 9,000 m³である。

(4) 前浜勾配

	1978年	1988年
1,000	1 / 10	1 / 9
1,900	1 / 10	1 / 14
3,200	1 / 9	1 / 11
3,600m	1 / 9	1 / 8

前浜勾配はほぼ 1 / 10程度である。

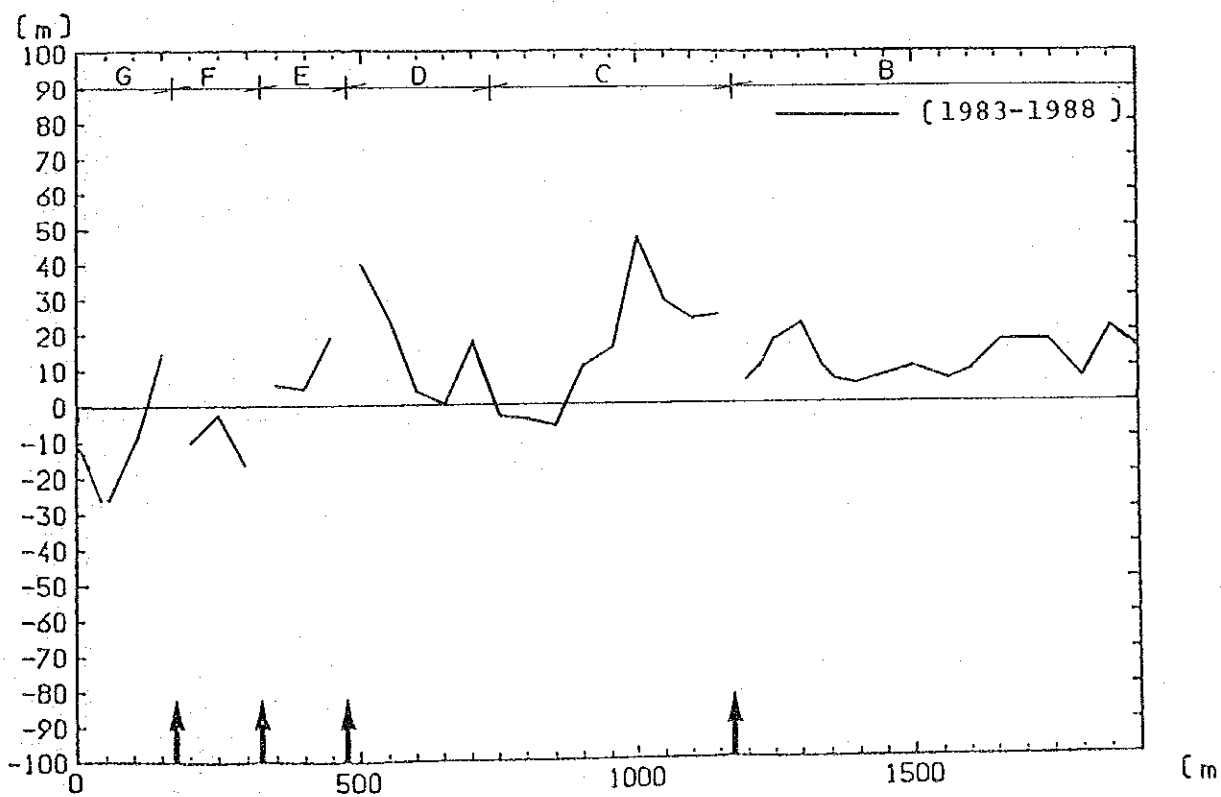
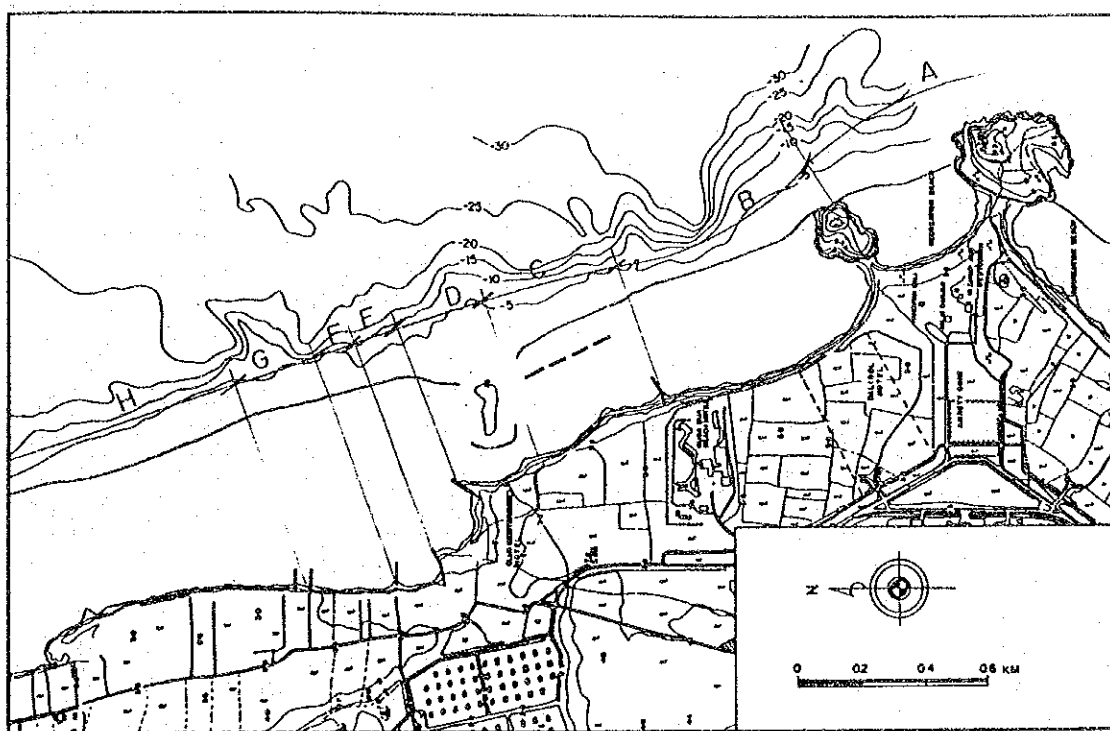


図 3-3-2-4 汀線変化 (ヌサドゥア)

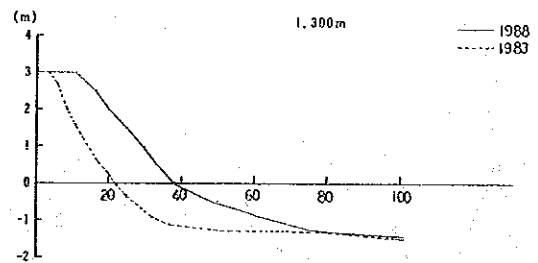
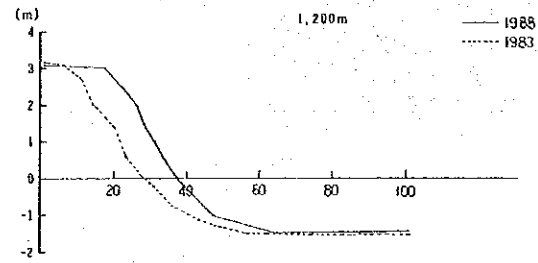
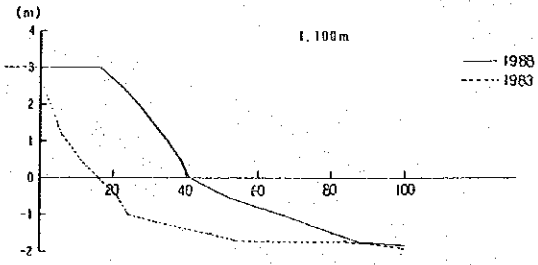
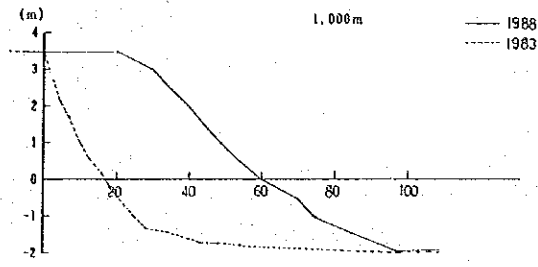


図 3-3-2-5 海浜断面変化 (ヌサドゥア)

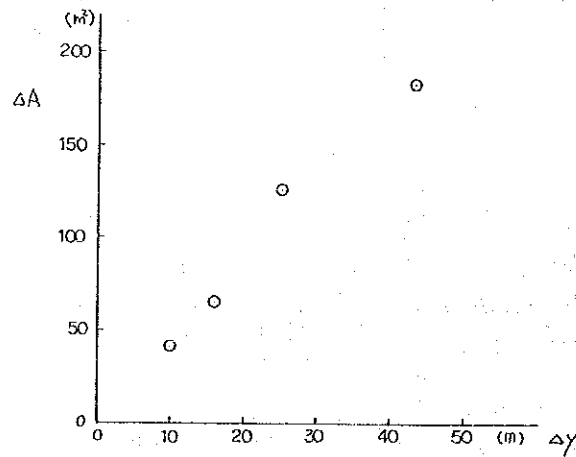


図 3-3-2-6 $\Delta A - \Delta y$ 図 (ヌサドゥア)

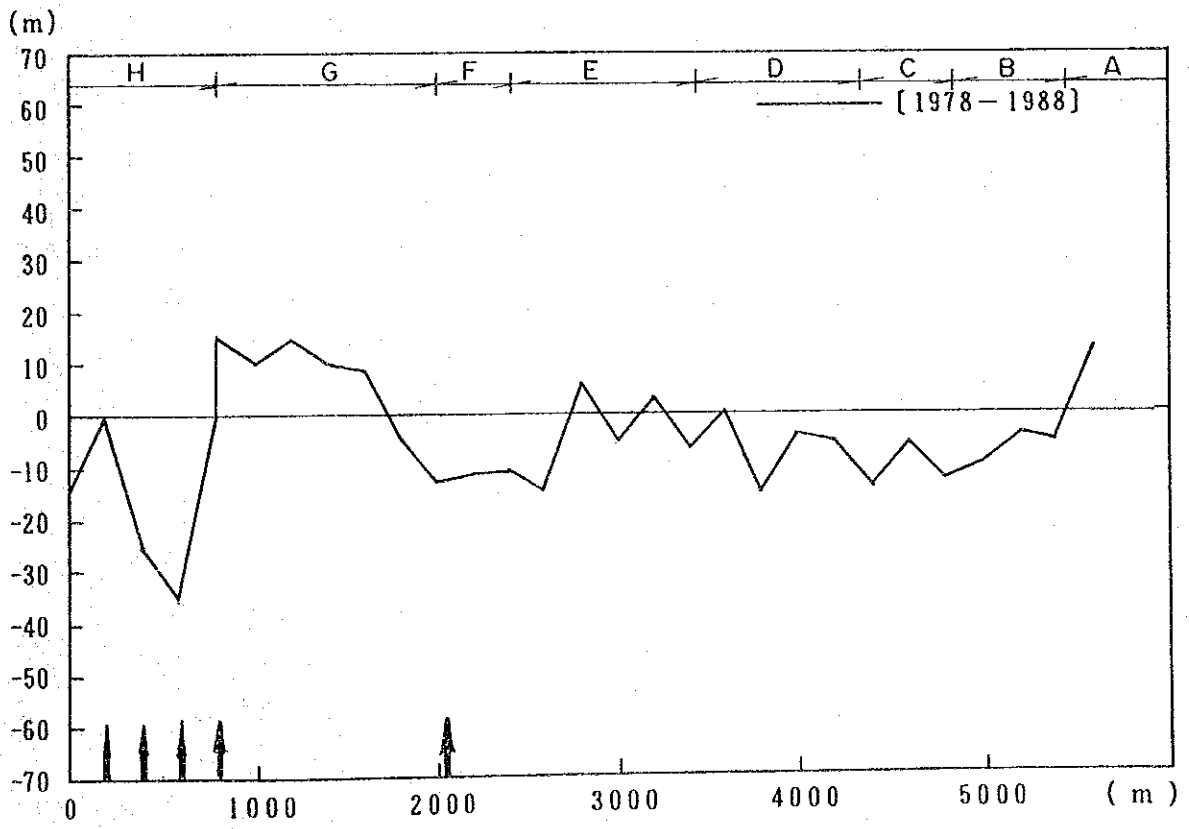
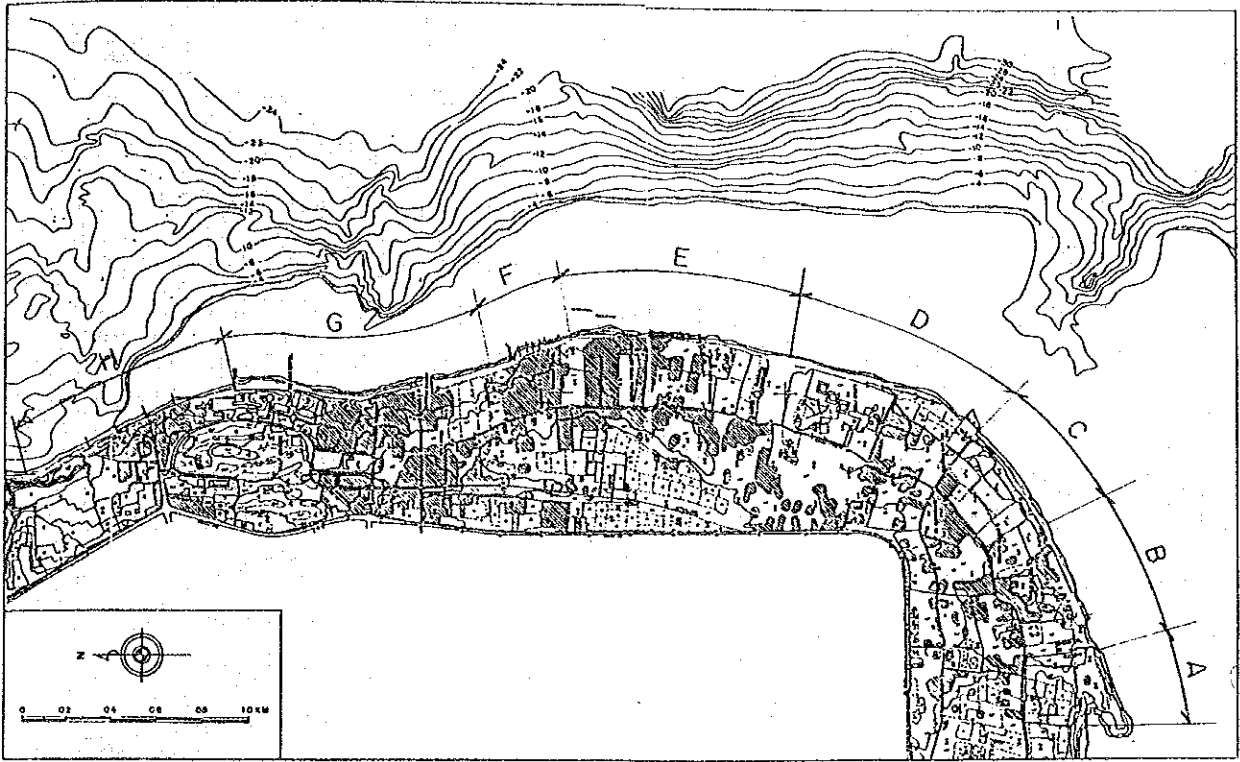


図 3-3-2-7 汀線変化 (サヌール)

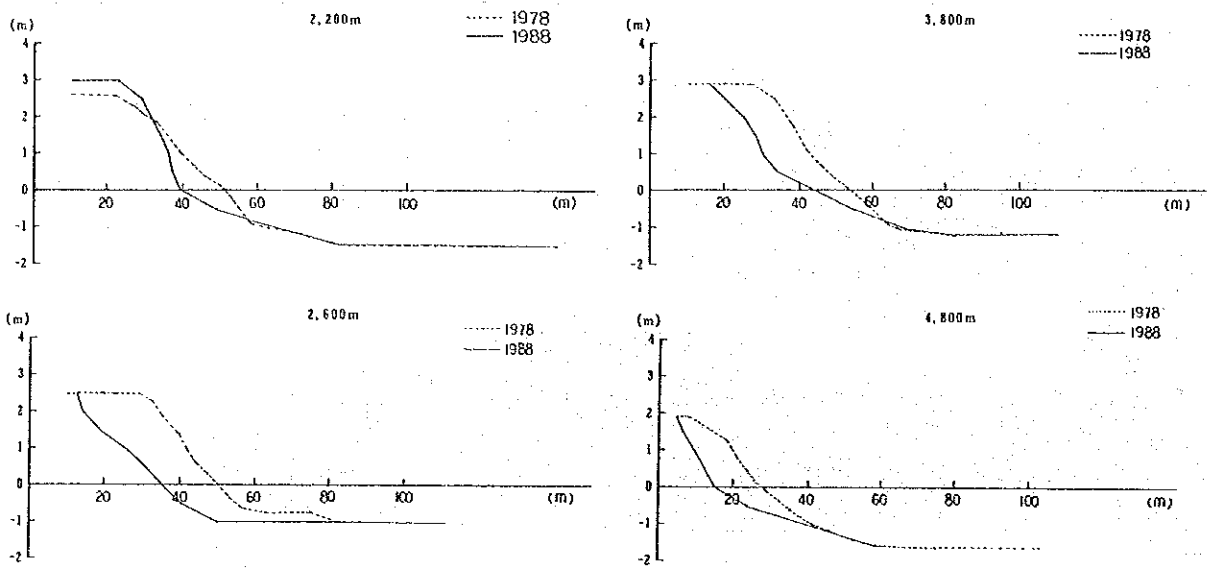


図 3-3-2-8 海浜断面変化(サヌール)

Section	Δy (m)	ΔA (m ²)
2,200m	12	29.8
2,600m	15	66.4
3,800m	16	44.3
4,800m	10	31.5
AVERAGE	13.3	43.0

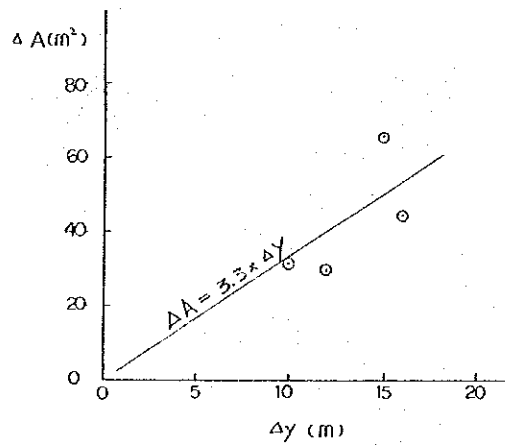


図 3-3-2-9 $\Delta A - \Delta y$ 図 (サヌール)