

フェーズ2の事業化検討

第7章 調査地域の基本情報

7.1 概要

調査地域の基本的な特性、自然、社会経済およびその他海岸侵食に関する外部条件を把握するため、既存資料を収集整理した。表 7.1.1 に第 7 章の概要を示す。

表 7.1.1 第 7 章の概要

調査項目	章番号	内 容	適 用
既存報告書のレビュー			
フィジビリティ調査	7. 2	・ フェーズ 1 事業概要 ・ 自然条件 ・ 事業効果等	・ フェーズ 2 事業の計画・設計 ・ 海岸侵食と漂砂機構の調査
詳細設計報告書			
事業完了報告書			
自然条件のレビュー			
地形条件	7. 3(1)	調査地域の海底地形、サンゴ礁分布	海岸侵食と沿岸漂砂機構調査
気象条件	7. 3(2)	バリ島の降雨量、気温および風	海岸侵食と沿岸漂砂機構調査の入力条件
海象条件	7. 3(3)	調査地域の潮位、沖波特性	海岸侵食と沿岸漂砂機構調査の入力条件
社会経済条件のレビュー			
バリの観光開発	7. 4(1)	観光事業の成長とその経済効果	経済分析調査
観光開発と海岸侵食の経過	7. 4(2)	観光開発と海岸侵食の関係	バリ島の侵食要員調査
更なる開発と戦略	7. 4(3)	調査地域の将来開発計画	経済的観点からみた候補地選定調査
海岸侵食の外部条件のレビュー			
河川からの供給土砂の減少	7. 5(1)	河川開発による東海岸の海岸侵食への影響	東海岸の海岸侵食の要因調査
リーフフラットのサンゴ掘削	7. 5(2)	サンゴ掘削によるフェーズ 1 対象海岸とチャンディダサ海岸への影響	サンゴ海岸の海岸侵食の要因調査

(出典: JICA 調査団)

7.2 フェーズ1 事業報告書のレビュー

フェーズ1 事業では複数の報告書を作成し水資源総局(DGWR)へ提出した。表7.2.1にレビューを行った主な報告書の概要を示す。

表 7.2.1 フェーズ1 事業で作成した主な報告書の概要

No	報告書名	作成年	機関	概 要
1	フィジビリティ調査報告書	1989	JICA	・サヌール、ヌサドゥア、クタ、タナロットの4海岸が事業の候補地として選ばれた。 ・短期間の波浪、流況現地観測、水理モデル試験(波浪、流況観測)および数値解析(漂砂、汀線変化)の実施 ・4海岸の基本設計の提案
2	詳細設計報告書	1992	JICA	・4海岸の詳細設計の実施 ・数か月間の波浪、流況の現地観測および波浪、流況および海岸変化の数値解析の実施
3	詳細設計報告書のレビュー	1998	DGWR	・4海岸の詳細設計の実施 ・数か月間の波浪、流況の現地観測および波浪、流況および海岸変化の数値解析の実施
4	追加詳細設計報告書	2002	DGWR	・サヌール南部(Kesumasari から Mertasari area)、ヌサドゥア北部(Tanjung Benoa)のプロジェクトエリアの追加による追加詳細設計の実施。
5	事業完了報告書	2008	DGWR	・JICAのガイドラインに沿って技術的内容以外の内容(契約、管理)を含んだバリ海岸保全事業(フェーズ1)の概要を表わしたものの。
6	事業完了報告書(技術編)	2009	日本工営	・海岸保全事業は技術的観点にたって付加的PCRの準備を求めたインドネシア、DGWRで初めてのものである。 ・この要求によりPCRの技術編はコンサルタント(日本工営)により作られた。 ・報告書は次の4巻からなる。 第Ⅰ巻(概要) 第Ⅱ巻(技術編) 第Ⅲ巻(OMマニュアル) 第Ⅳ巻(図面の抜粋) 事業の全ての技術情報はこの報告書に含まれる。

(出典: JICA 調査団)

7.3 自然条件のレビュー

(1) 地形条件

a) 調査地域の概要

バリ島は図 7.3.1 に示すようにロンボク島とジャワ島の間に位置する。バリ島から南東へ 10km 程の地点にペニダ島がある。この島の存在によって東海岸へ作用する波浪は遮蔽効果を受ける。海底勾配は東海岸より南西海岸の方が緩く、南に向かって緩くなっている。海岸線から水深 50m までの平均勾配は南西海岸のタナロットで約 1/180、クタで約 1/220 である。一方、東海岸のサヌールでは約 1/50、チャンディダサで約 1/20 となっている。

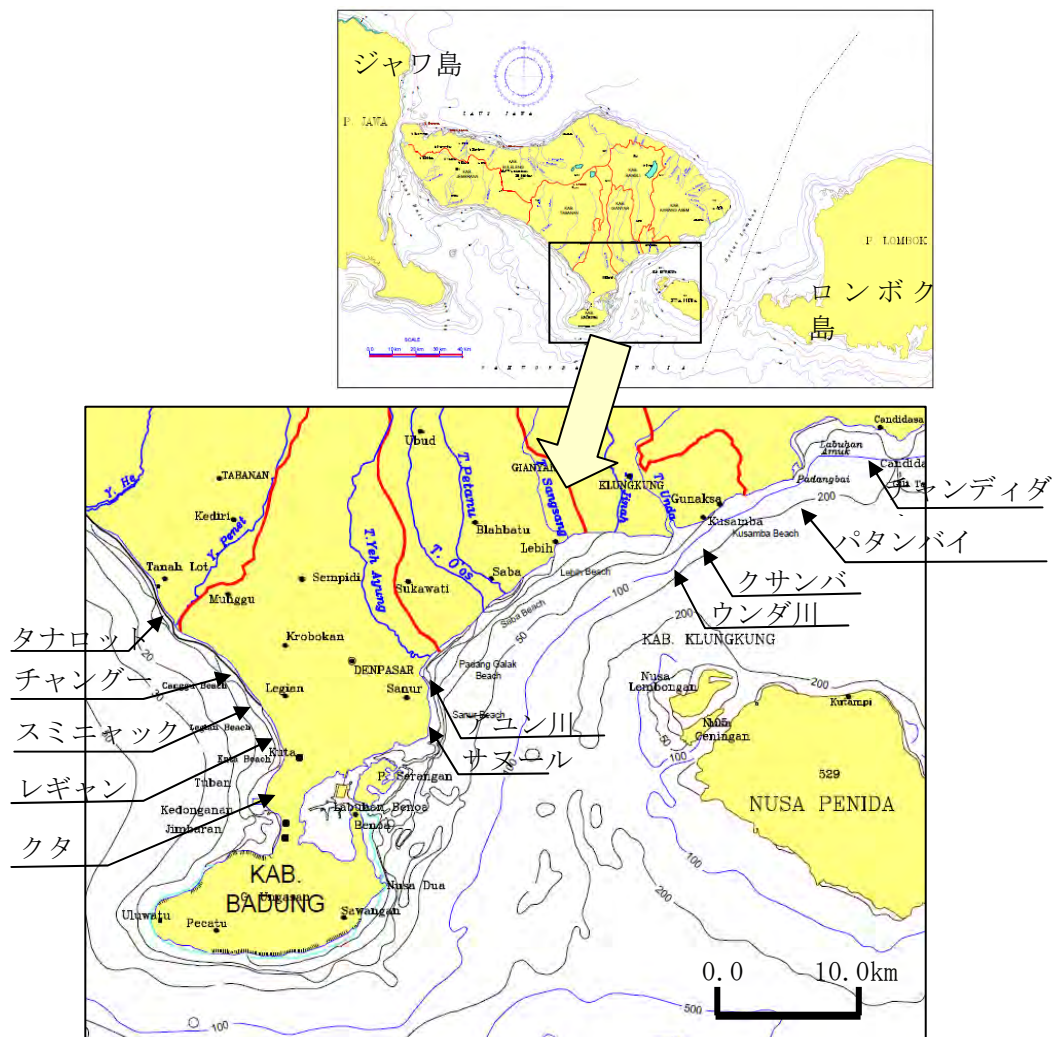


図 7.3.1 沿岸地勢と海底地形

(出典: 海図から JICA 調査団で編集)

バリ島南部の珊瑚礁分布を図 7.3.2 に示す。珊瑚礁は主に南西エリアのクタから東エリアのサヌールにかけて、ブキット半島周辺とヌサペニダに分布している。また、東エリアのパダンバイ、チャンディダサにも生息している。



図 7.3.2 サンゴ礁分布

(出典：STATUS LINGKUNGAN HIDUP DAERAH PROVINSI BALI TAHUN 2010)

b) 東海岸

東海岸は海岸の特徴から2つに分けられる。一つは写真7.3.1に示すサヌール北部からクサンバにかけての河川から供給された火山性の土砂により形成された砂浜海岸である。もう一つは、パダンバイとチャンディダサにあるサンゴ性の海岸である。

i) 火山性の砂浜海岸(サヌール北部からクサンバ)

写真7.3.1に示すサヌール北部からクサンバにかけての海岸は、河川から供給された火山性の黒い砂により形成されている。サヌール北部の水深100m付近までの平均海底勾配はおよそ1/70で東に向かって急深になっている。東海岸の中央部にはウンダ川がある(写真7.3.2)。ウンダ川河口から西側では、海底勾配は1/40程度になっている。ウンダ川の東側のクサンバ、パダンバイにかけては、海底勾配は急速に1/10程度と急になっている。



写真 7.3.1 東海岸(サヌール北部からパダンバイ)

(出典：フェーズ1事業資料)



写真 7.3.2 Padang Galak (サヌール北部)、ウ ندا川河口

(出典: フェーズ1 事業資料)

ii) サンゴ海岸 (チャンディダサとパダンバイ)

チャンディダサは図 7.3.3 に示すように凡そ延長 5km 程度のサンゴ海岸である。リーフ幅は、東側で 50m から 100m、西側で 100m から 200m である。これはサヌール、ヌサドゥア、クタより狭い。リーフフラットの水深は本来平均海面下 1.5m から 2.0m である。しかし、昔から長く行われてきたサンゴ掘削により平均海面下 3.0m と深くなっているところがある。海浜を形成している砂は主に白いサンゴ起源の砂であるが、火山性の黒砂が存在するところもある。図 7.3.3 の A、B から撮影した斜め写真を写真 7.3.3 に示す。



図 7.3.3 チャンディダサのサンゴ海岸

(出典: QuickBird を JICA 調査団により加工)

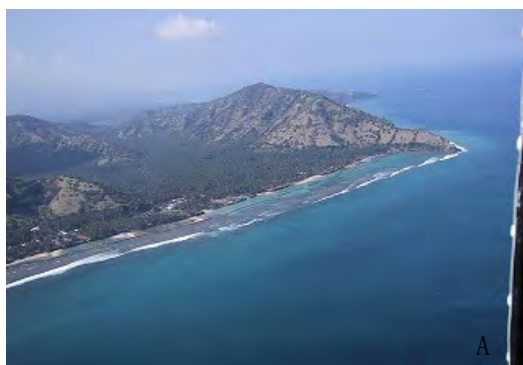


写真 7.3.3 チャンディダサのサンゴ礁

(出典: フェーズ1 事業資料)

パダンバイもまた延長 700m ほどのサンゴ海岸である。海岸は岬に挟まれ白い安定なポケットビーチ状の海岸が形成されている。



写真 7.3.4 パダンバイ

(出典：フェーズ 1 事業資料)

c) 南西海岸

図 7.3.4 は南西海岸の海岸線を示す。この地域は主に火山性の砂浜からなっている。しかし、この地域の南側に位置するクタにはサンゴ礁がある。



図 7.3.4 南西海岸（クタ北部からチャングー）

(出典：QuickBird を JICA 調査団により加工)

i) クタからクタ北部

クタ海岸は図 7.3.5 に示すように地形特性から 2 つの地域に分けられる。1 つは滑走路から 2.5km 北側までの南エリアである。この地域は 0.5km から 1.3km 幅のリーフフラットのあるサンゴ海岸である。リーフフラットの水深は D.L0m から -1.8m である。クタの北側の残りは、延長 1.6km 程の海岸である。サンゴ礁はなく、砂浜海岸が北へ続いている。フェーズ 1 事業で実施された調査結果から、代表的な 4 断面の海底勾配を図 7.3.6 に示す。クタ南部にはサンゴ礁があり、サンゴ礁沖側の海底勾配はおよそ 1/50 である。クタ北部の海底勾配は、水深 8m 以浅では 1/60 から 1/80 であり、水深 12m までの沖合では 1/100 から 1/200 である。測線 C に浅海域があるのが特徴的である。

図 7.3.5 に示すフェーズ 1 事業実施後に A、B 地点から撮影した斜め写真を写真 7.3.5 に示す。

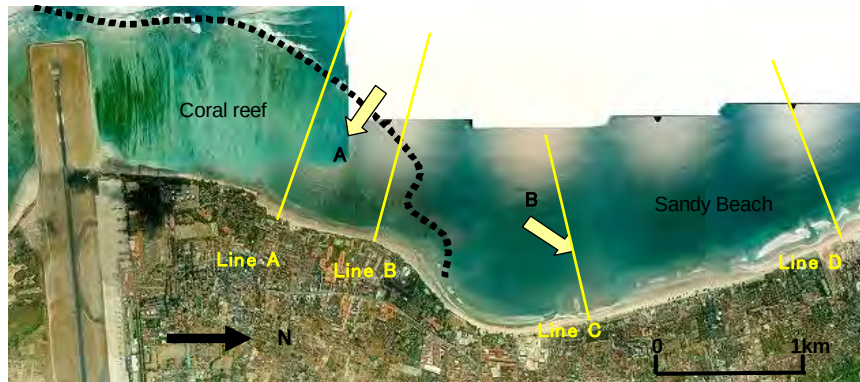


図 7.3.5 クタ海岸

(出典: フェーズ1 事業資料)



A: クタ南部(サンゴ海岸)

B: クタ北部(砂浜海岸)

写真 7.3.5 クタ海岸

(出典: フェーズ1 事業資料)

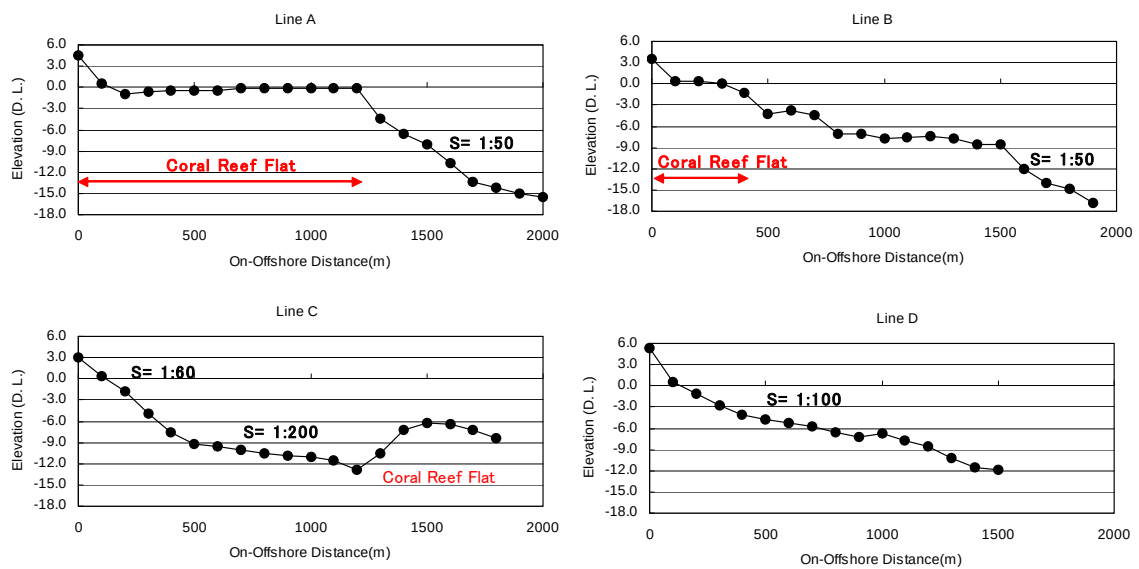


図 7.3.6 代表測線の海底勾配

(出典: フェーズ1 事業資料)

ii) レギャン～スミニャック～チャンゲー

レギャン、スミニャック、チャンゲーはクタの北側に位置するクタから続くおよそ10kmの砂浜海岸である。一部、チャンゲーでは火山性の岩が見られる。図7.3.7に示すC、D地点から撮影した斜め写真を写真7.3.6に示す。



図 7.3.7 レギャン - スミニャック - チャンゲー

(出典: JICA 調査団)



C: スミニャック



D: チャンゲー

写真 7.3.6 スミニャック、チャンゲー

(出典: フェーズ1 事業資料)

(2) 気象条件

a) 降雨と気温

バリ島の気候は図7.3.8に示すように主に雨季と乾季の2つの季節に分けられる。雨季は10月から3月であり北西季節風が卓越する。乾季は4月から9月であり東風のモンスーンが卓越する。気温の変化は、一年を通じてほとんどなく、約24度から約31度の間にある。

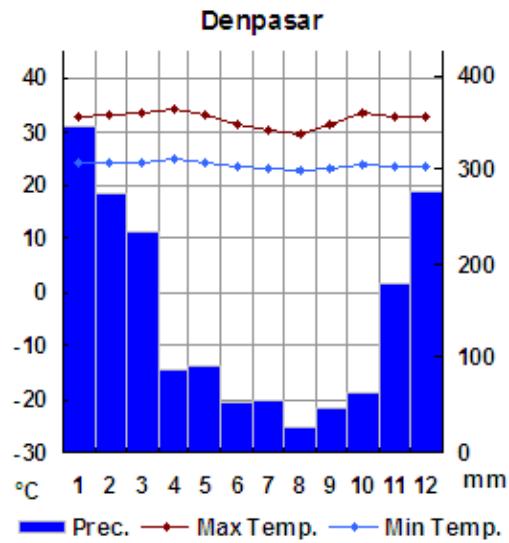


図 7.3.8 月別雨量と気温 (1961 年～1990 年)

(出典: Wikipedia, WMO データ)

b) 風

バリ島の南西海岸に位置するクタと東海岸に位置するサヌールで観測された卓越風向と平均風速を表 7.3.1 に示す。また、雨季と乾季の風向別発生頻度を図 7.3.9(1) と (2) に示す。これらから、クタでは、4 月から 9 月の乾季は ESE の風が卓越し、10 月から 3 月の雨季は W の風が卓越する。サヌールでは、乾季は SSE から SE の風が、雨季は WNW の風が卓越する。

表 7.3.1 風況特性

Kuta 12/2002-8/2011 7am-7pm												
月	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
卓越風向	W	W	W	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	W
平均風速 (knot)	9	8	7	8	7	9	9	10	8	8	8	8
Sanur 5/2010-8/2011 7am-7pm												
月	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
卓越風向	WNW	WNW	WNW	SSE	SE	SE	SE	SSE	SSE	SSE	SSE	WNW
平均風速 (knot)	5	5	5	4	5	9	8	9	8	6	5	4

(出典: Windfinder.com)

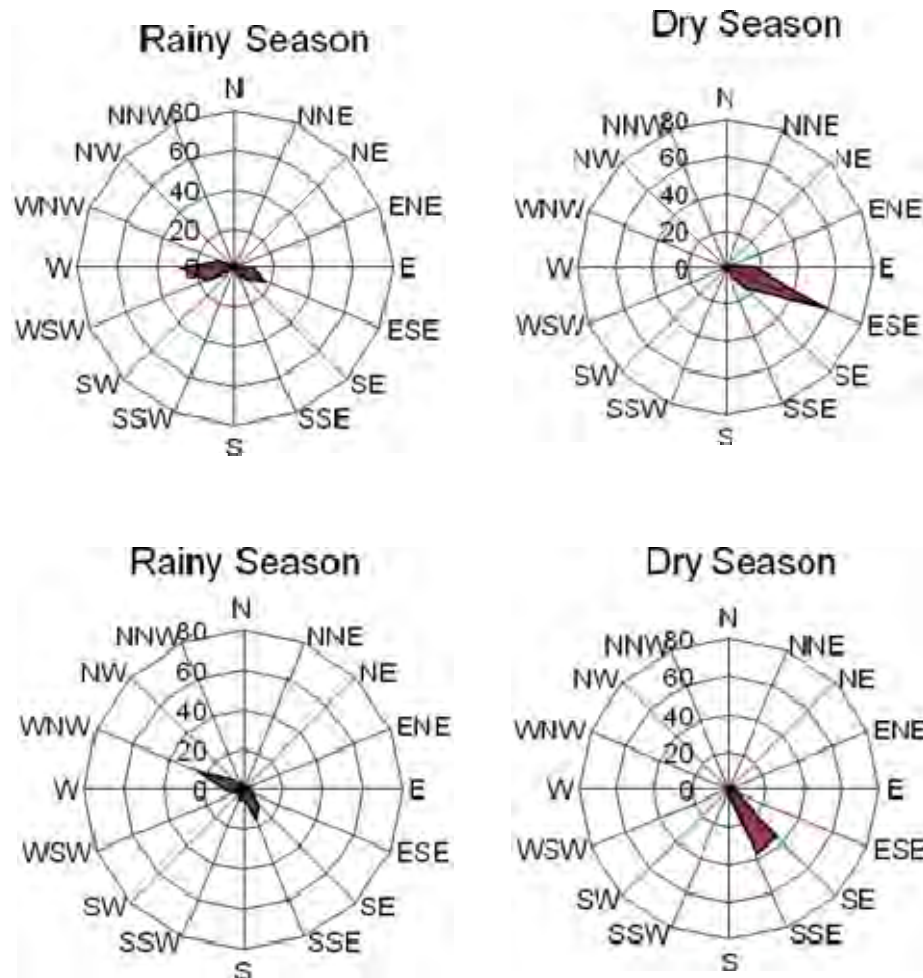


図 7.3.9 クタとサヌールにおける風の風向別発生頻度

(出典: Windfinder.com のデータを JICA 調査団で加工)

(3) 海象条件

a) 潮位

長期間の潮位観測が Serangan 島近くの南西海岸のベノア港で行われている。これから表 7.3.2 にフェーズ 1 事業の 4 海岸の潮位条件がまとめられている。

表 7.3.2 潮位条件 (フェーズ 1 事業)

単位: m

	サヌール	ヌサドゥア	クタ	タナロット
H. W. L.	+2.6	+2.6	+2.6	+2.6
M. S. L	+1.3	+1.3	+1.3	+1.3
L. W. L	±0.0	±0.0	±0.0	±0.0

(出典: 事業完了報告書技術編)

b) 沖波特性

バリ島には常設の波浪観測所はない。既存の報告書では、沖波は数値計算で推算されている。一方、フェーズ1の対象海岸では、波浪観測をサンゴ礁の沖合でフェーズ1の調査および事業実施中に行った。漂砂を検討するためには、調査地域の波浪特性を把握することが非常に重要である。ここでは、「波浪場の数値計算」と「フェーズ1対象海岸で観測された入射波」について示す。

i) 波浪場の数値計算

波浪の沿岸方向分布を把握するため数値計算を実施した。T=16sの計算結果を図7.3.10に示す。計算条件は表7.3.3に示すとおりである。この結果から次のことがうかがわれる。

- 東海岸では、ペニダ島の遮蔽効果により波高と波向きの分布が大きく影響を受けている。
- 南西海岸では、調査地域のほとんどが(クタ北部からチャングー)、ブキット半島による回折の影響を受けている。

表 7.3.3 計算条件

計算条件	内容
手法	エネルギー平衡方程式
格子数	南北: 115 東西: 214
格子間隔	600m
波高	1.0m
周期	12sec, 16sec.
波向き	SSW, S, SSE
方向集中度関数 Smax	75
周波数分割数	10
方向分割数	31

(出典: JICA 調査団)

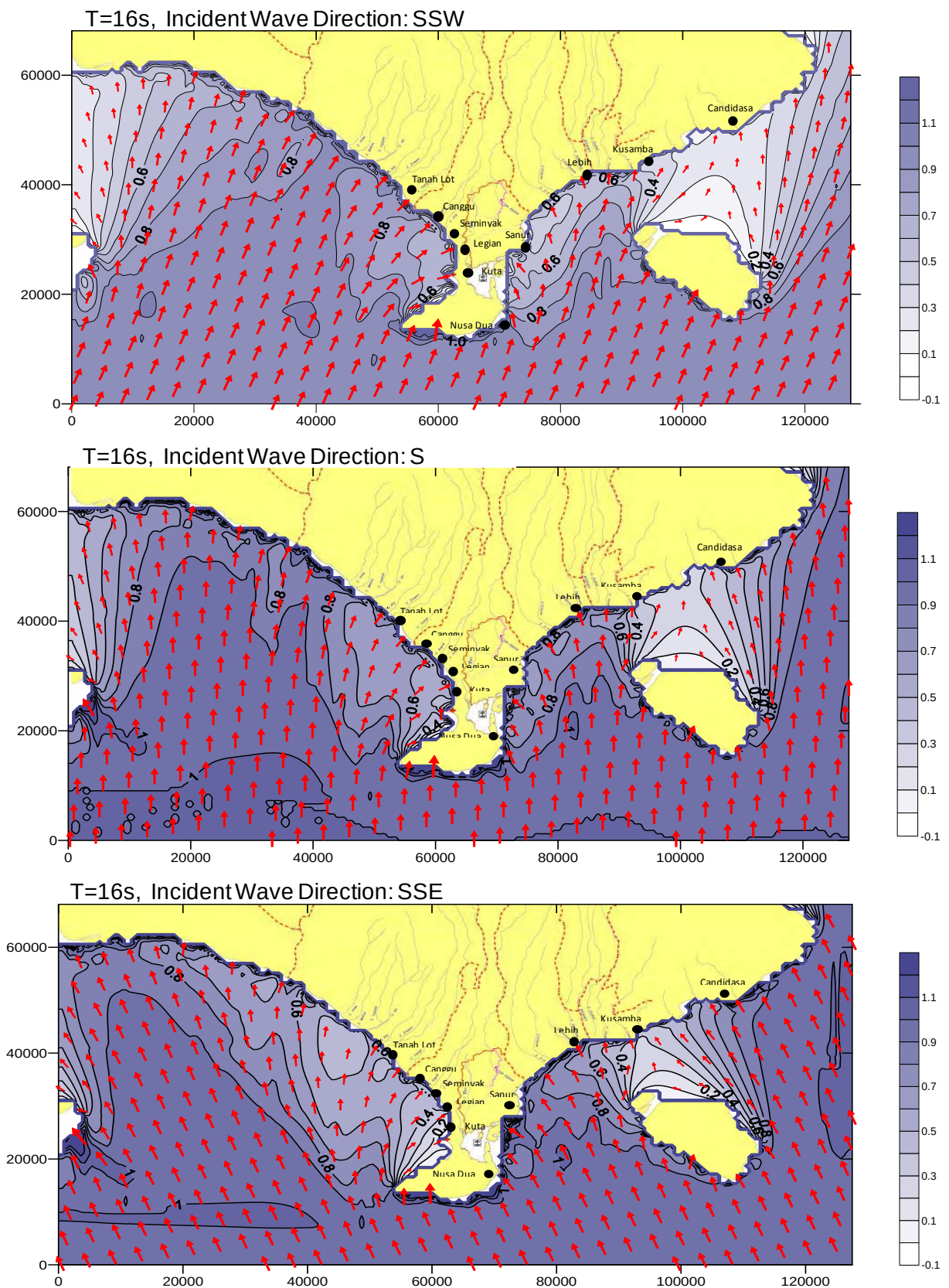


図 7.3.10 波浪場の分布(周期:16 sec)

(出典: JICA 調査団)

ii) サンゴ礁沖で観測された入射波

フェーズ1事業実施中にそれぞれの事業実施エリアで波浪観測が実施された。表 7.3.4 にそれぞれの観測地点における観測期間を示す。観測はサンゴ礁沖合水深 10m 以深で実施された。観測結果からタナロット、クタおよびヌサドゥアの乾季、雨季のそれぞれの波向別波浪エネルギーフラックス分布を図 7.3.11 に示す。南西海岸のタナロットとクタの卓越波向きは季節に寄らず WSW である。波浪エネルギーフラックスはタナロットの方が約 1.5 倍高くなっている。一方、東海岸のヌサドゥアの卓越波向きは、季節によらず ESE である。また、波浪エネルギーフラックスはタナロットとクタより小さい。

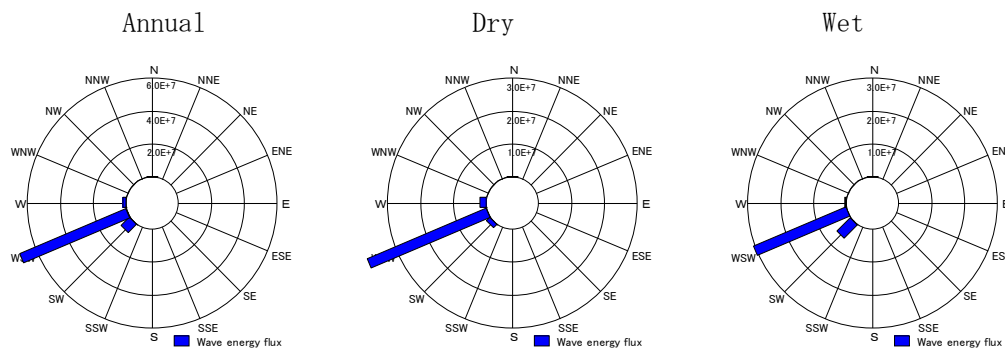
タナロット、クタおよびヌサドゥアの波高周期複合頻度表、波向別波高頻度表を Appendix 7.3.1 に示す。

表 7.3.4 波浪観測状況

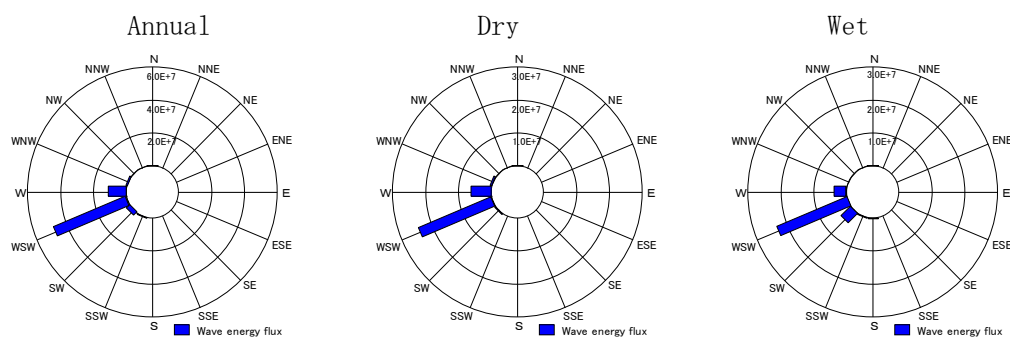
調査地点	観測水深	観測期間	観測間隔
タナロット		2001/5/14-2004/2/29	2hour
クタ	-15m	2006/4/19-2008/6/7	2hour
ヌサドゥア	-19.2m	2003/2/1-2004/2/29	2hour
		2005/5/31-2005/9/22	2hour
サヌール	-13m	2006/8/24-2006/9/17	15min.
		2006/11/16-2007/2/2	2hour
		2008/4/3-2008/7/21	1hour

(出典：フェーズ1事業資料)

タナロット : 2001/5/14 - 2004/2/29



クタ : 2006/4/19 - 2008/6/7



ヌサドゥア : 2003/2/1 - 2004/2/29, 2005/5/31 - 2005/9/22

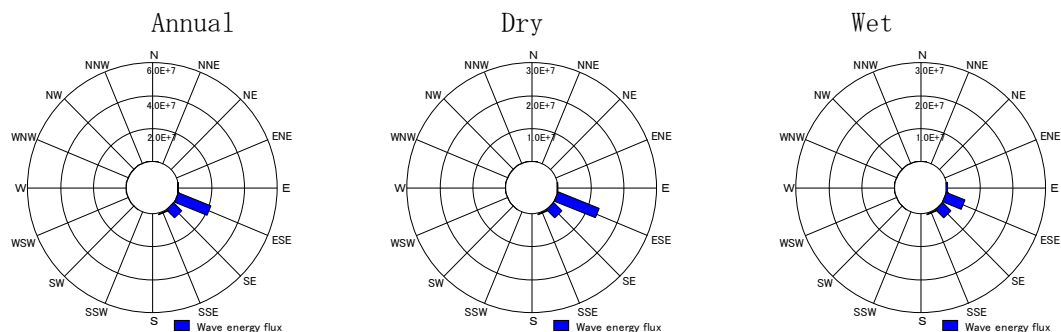


図 7.3.11 波向き別波浪エネルギーフラックス

(出典: フェーズ1 事業資料)

7.4 社会経済条件の検討

(1) バリ島における観光業の発展について

a) バリ島の経済における観光業の貢献度

表 7.4.1 および図 7.4.1 に 2009 年の市場価格におけるバリ島の産業別の地域内総生産 (GRDP: the Gross Regional Domestic Products) を示す。本図表より、観光業に直接的に影響のある「商業、ホテルおよびレストラン」の分野が全体で最も占める割合が高く、約 30% となっている。このことから、バリ島の経済において、観光業の貢献度は他産業に比べ非常に高いことが分かる。

表 7.4.1 バリ島における産業項目別の地域内総生産 (GRDP) (2006-2009, 10 億ルピア)

Industrial Origin	2006		2007		2008		2009	
Agriculture, Livestock, Forestry, and Fishery	7,463.26	(19.96%)	8,216.47	(19.41%)	9,152.61	(18.33%)	10,487.15	(18.21%)
Mining and Quarrying	257.16	(0.69%)	281.09	(0.66%)	337.26	(0.68%)	374.96	(0.65%)
Manufacturing Industry	3,254.65	(8.70%)	3,804.93	(8.99%)	4,661.92	(9.34%)	5,272.10	(9.16%)
Electricity, Gas and Water Supply	725.86	(1.94%)	846.07	(2.00%)	1,048.60	(2.10%)	1,152.26	(2.00%)
Construction	1,600.86	(4.28%)	1,877.52	(4.43%)	2,346.55	(4.70%)	2,532.20	(4.40%)
Trade, Hotel, and Restaurant	10,797.66	(28.88%)	12,269.74	(28.98%)	14,458.73	(28.96%)	17,271.57	(30.00%)
Transport and Communication	4,435.85	(11.86%)	5,219.10	(12.33%)	6,449.26	(12.92%)	7,920.90	(13.76%)
Financial, Ownership, and Bank	2,788.35	(7.46%)	3,108.10	(7.34%)	3,803.83	(7.62%)	4,092.59	(7.11%)
Services	6,064.82	(16.22%)	6,713.39	(15.86%)	7,663.84	(15.35%)	8,475.53	(14.72%)
TOTAL	37,388.47	(100.00%)	42,336.41	(100.00%)	49,922.60	(100.00%)	57,579.26	(100.00%)

(出典: BPS-Statistics of Bali Province)

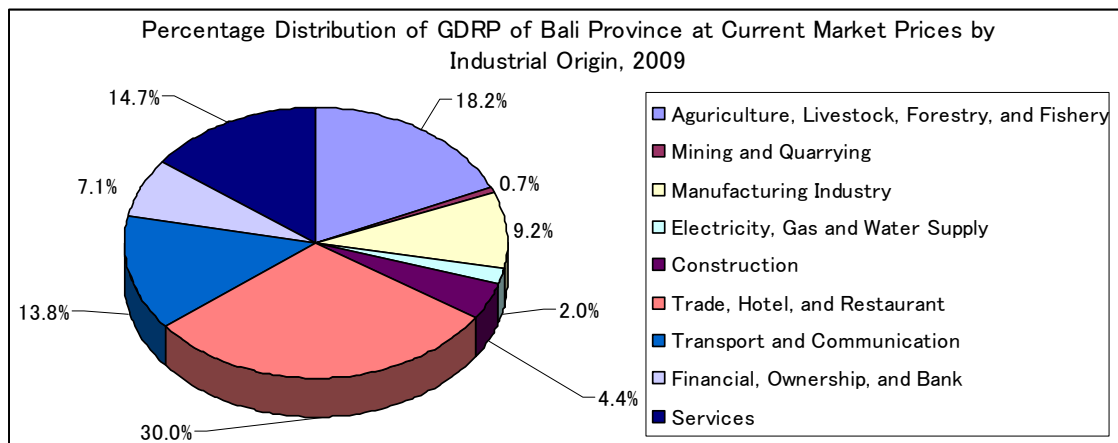


図 7.4.1 バリ島における GRDP に占める産業種別の割合

(出典: BPS-Statistics of Bali Province)

b) 観光業の発展

i) バリ島を訪れる観光客の割合

図 7.4.2 にインドネシア国を訪れた外国人観光客のうちバリ島を訪れた観光客の割合を 1970 年と 2010 年との比較で示す。観光地としてバリ島を訪れる観光客の割合は近年増加し、2010 年では約 35.6% を占めている。

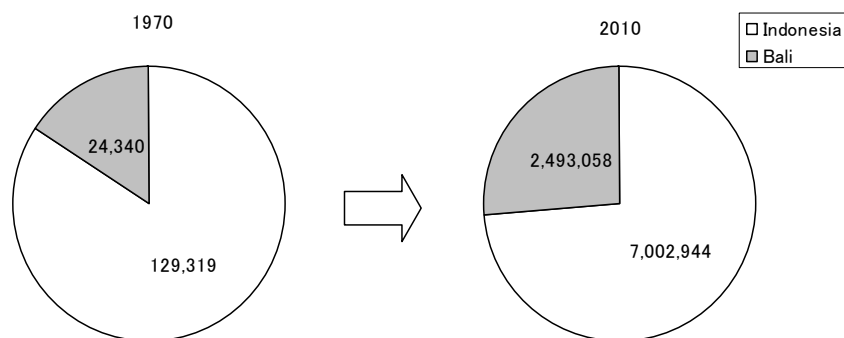


図 7.4.2 バリ島を訪れる観光客の割合

(出典 : Bali Government Tourism Office)

ii) バリ島を訪れる観光客数の推移

図 7.4.3 に 2004 年から 2010 年にかけてのバリ島を訪れた観光客の推移を外国人とインドネシア人に分けて示す。外国人およびインドネシア人ともに観光客が増加傾向にあることが分かる。

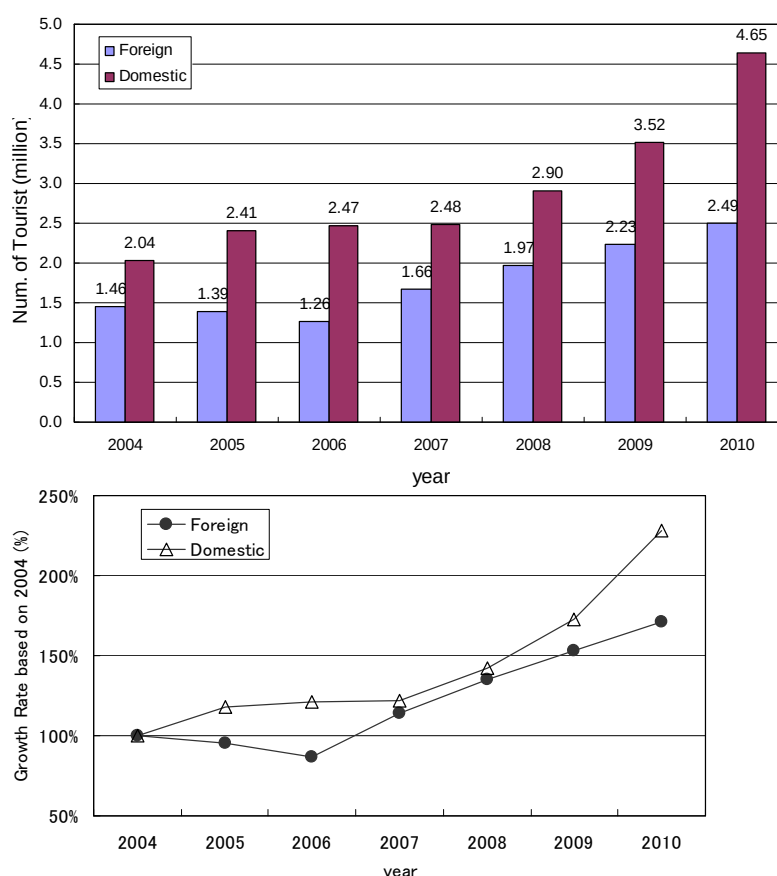


図 7.4.3 バリ島を訪れる観光客数の推移

(出典 : Bali Government Tourism Office)

iii) バリ島への観光客数の国別比較

表 7.4.2 に 2006 年から 2010 年における出身国別の観光客数を示す。日本からの観光客数は 2008 年までは 1 位であったが、2009 年以降はオーストラリアからの観光客数が最も多くなっている。2009 年以降の日本人観光客の減少の要因として、主として日本航空(JAL: Japan Airlines)の成田-デンパサール間の直行便が廃止となったことが考えられる。ただし、依然としてオーストラリアおよび日本からの観光客がバリ島における外国人観光客の大部分を占めている事が分かる。

表 7.4.2 出身国別のバリ島を訪れる外国人観光客数

Rank	2006		2007		2008		2009		2010	
	Country	(%)	Country	(%)	Country	(%)	Country	(%)	Country	(%)
1	Japan	20.29	Japan	21.12	Japan	18.02	Australia	20.00	Australia	25.99
2	Taiwan	11.27	Australia	12.28	Australia	15.68	Japan	14.33	Japan	9.89
3	Australia	10.49	Taiwan	8.34	South Korea	6.73	China	8.95	China	7.90
4	South Korea	7.13	South Korea	8.08	Malaysia	6.59	Malaysia	5.96	Malaysia	6.23
5	Malaysia	5.77	Malaysia	6.30	China	6.56	South Korea	5.56	South Korea	5.01

(出典 : Bali Government Tourism Office)

iv) ホテル・レストラン数および客室の稼働率

表 7.4.3 および図 7.4.4 にバリ島におけるホテル・レストランの数および客室の稼働率(2006 年-2010 年)について示す。ホテル数については過去 5 年間でそれほど大幅には増加していないが、客室の平均稼働率は 44%(2006 年)から 61%(2010 年)に上昇している事が分かる。レストラン数については特に 2006 年から 2008 年にかけて大幅に増加している。

表 7.4.3 ホテル・レストラン数および客室稼働率の推移表

Item		2006	2007	2008	2009	2010
Accommodation	unit	2021	1973	2079	2175	2190
	Room	40902	42107	44848	46014	45438
(Classified Hotel)	unit	152	153	155	157	158
	Room	20293	20499	20719	21118	20588
(Non Classified Hotel)	unit	943	961	999	1037	1036
	Room	16979	17772	19917	20516	20410
Room Occupancy Rate (%)		44.46	53.32	62.77	59.41	60.77
Restaurant	unit	1264	1364	1655	1693	1685

(出典 : Bali Government Tourism Office)

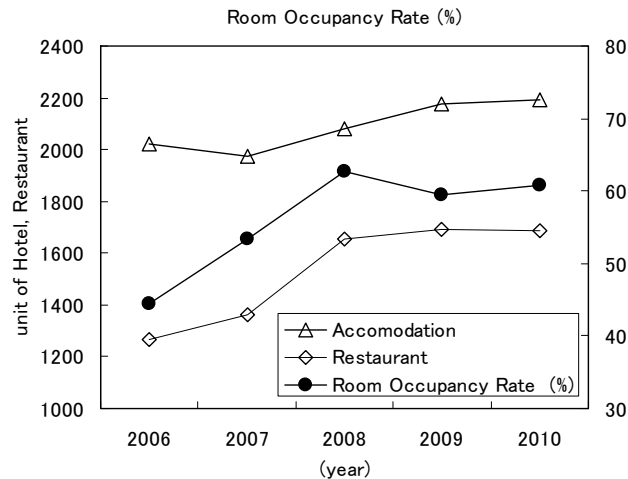


図 7.4.4 ホテル・レストラン数および客室稼働率の推移図

(出典：Bali Government Tourism Office)

(2) 観光業の発展と海岸侵食の過程

バリ島における国際的なリゾート海岸として、サヌール、ヌサドゥア、クタ〜レギャン〜スミニャック〜チャングー、ジンバラン、チャンディダサ、ロビナなどが挙げられる。これらのうち、1)チャンディダサ、2)クタ〜レギャン、3)スミニャック〜チャングーは現在想定している検討海岸に含まれる。本項では、これら3海岸における観光業の発展過程と海岸侵食の状況について示す。

a) チャンディダサ

i) 観光業の発展

チャンディダサはバリ島東海岸の Karangasem 県において有名なリゾート海岸の一つであり、グラライ国際空港のから東へ約 40km に位置する。チャンディダサ海岸は 100m から 200m のサンゴ礁帯をもつ延長約 5km の海岸である。



写真 7.4.1 チャンディダサ海岸

(出典：日本工営)

チャンディダサにおける主要な観光業の発展は、バリ島における 5 カ年発展計画 (REPELITA) の開始に伴い 1969 年より始まった。多くのホテルやコテージがサヌール、クタ、ヌサドゥアおよびチャンディダサなど重点地区で観光業の発展のために建設された。しかしながら、当時は海岸開発において適切な規制が存在しなかったことから、海岸線近傍に建設されたホテルやコテージも少なくなかった。そのため、特にチャンディダサにおいては、海岸保全に関する重大な問題が生じている状況にある。熱帯地域特有の自然の海岸を、比較的少ない出費で満喫することを目的とした観光客の急増により、チャンディダサの海岸は、自然状態を維持することが難しい不適切な手法で開発された。1969 年から

1974 年にかけて、急激な建築資材の需要に対応するため、安易に大規模なサンゴ礁の採取がおこなわれた。また同期間において、写真 7.4.1 から分かるようにもともと砂浜幅が狭い海岸であるにも関わらず、海岸線近傍にホテルやヴィラの建設がおこなわれた。

図 7.4.5 に示すように、チャンディダサの沿岸には約 50 のホテル、40 のヴィラが立地している。現在では市街化開発域は東側に拡張されつつあり、多くの高級ヴィラが建設途中である。

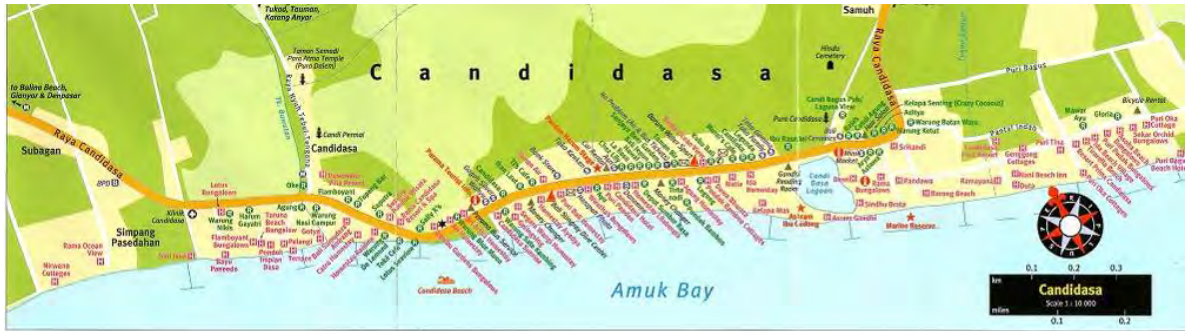


図 7.4.5 チャンディダサ海岸のホテル等の開発状況

(出典: Regional Map by PERIPLUS)

ii) 海岸侵食とその対策の経緯

チャンディダサにおける海岸侵食は 1970 年代から顕著になった。侵食に対して海岸線を防護するために、Ministry of Public Works は 1989 年から 1998 年にかけて写真 7.4.2 に示す T 型突堤、離岸堤および人工リーフの建設による海岸保全事業をおこなった。対象海岸の延長約 4km に渡って整備されたこれら海岸保全施設の数 は 25 にもなる。しかしながら、海岸侵食の防止の観点ではこれら施設は効果的ではなかった。海岸線のすぐ背後に位置するホテルやヴィラは、固有の財産を侵食から守るためコンクリートによる護岸を次々と建設していった(写真 7.4.3 参照)。しかしながら、これら護岸の建設は海岸域全体における侵食を助長する結果となり、海岸侵食はチャンディダサ海岸の東側へ拡大していった(写真 7.4.4)。

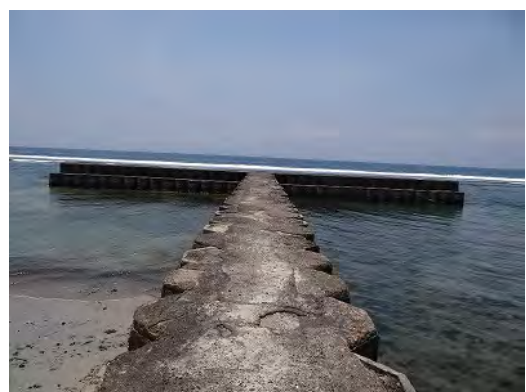
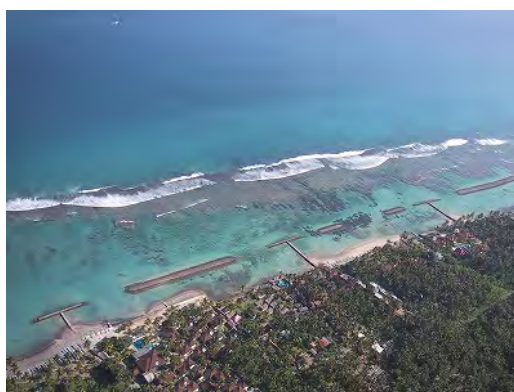


写真 7.4.2 既存の T 型突堤および離岸堤

(出典: 日本工営)



写真 7.4.3 ホテルやヴィラにより海岸線近傍に建設された護岸

(出典：日本工営)



写真 7.4.4 東海岸へ拡大した海岸侵食状況

(出典：日本工営)

2006 年から 2007 年にかけて、既存の T 型突堤の延長および陸域の山地から採取した火山由来の黒砂を用いた養浜が、チャンディダサ海岸の東側の突堤区間で実施された(図 7.4.6)。しかしながら、本対策によっても海岸侵食に対する十分な効果は得られなかった。海岸の侵食状況とその対策の経緯について、表 7.4.4 に整理する。

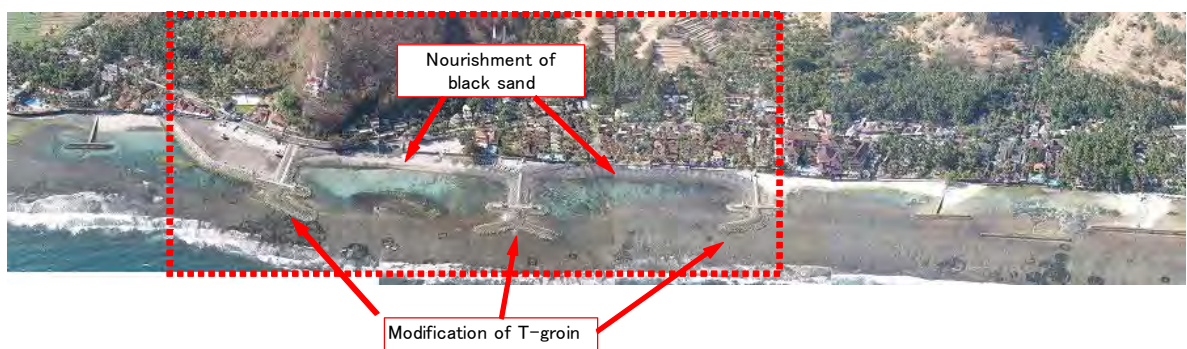


図 7.4.6 T 型突堤の延長および火山起源の砂による養浜の実施地域

(出典：JICA 調査団)

表 7.4.4 チャンディダサにおける海岸侵食とその対策の経緯

年	海岸侵食およびその対策の経緯
1969～1974	大規模なサンゴ礁の掘削
1970～	海岸侵食の顕在化
1989～1998	T型突堤および離岸堤の建設(Public Works による)
	海岸侵食の東側への拡大
	ホテルやヴィラによる護岸の建設
2006～2007	T型突堤の延長および一部地域における養浜

(出典: Project Completion Report -Technical Edition-)

b) クタ北側～レギャン

i) 観光業の発展

バドゥン県のクタおよびレギャンは、グラライ国際空港の北側に位置する。リゾート海岸として有名な、クタ、レギャン、スミニャック、ジンバランおよびタンジュンブノアはいずれもバドゥン県に位置する。このことから、バドゥン県はバリ州のなかで最も観光収入の大きな県となっている。

1960年代からの観光産業の発展に伴い、クタ北側およびレギャンの海岸はサーフィン等の海洋性レクリエーションのメッカとして特に若い世代を中心に人気のある海岸となった。主要な海岸の開発は、グラライ国際空港の滑走路が建設された1970年代以降となる。現在においては、クタ北側とレギャン海岸はバリ島の中でも最も観光客が集中する地域となっている。多くの国内外の観光客が、サーフィン、海水浴、日光浴、散歩および風景観賞のため本海岸を訪れている。また本地区は日没の景観が非常に美しいことでも有名である。海岸の背後地には、図 7.4.7 に示すように多くのホテルやレストランが立地している。

ii) 海岸侵食と海岸保全対策の実施経緯

本検討では、Kartika Plaza ホテル周辺のサンゴ礁エリアの北側から Legian Beach ホテル前面の Melasti 通りまでの約 2.2km の沿岸域を「クタ北」と定義することとする。

また、「レギャン海岸」は同 Melasti 通りから Double six 通りまでの約 1.5km の範囲を指すこととする。空港滑走路側から続くサンゴ礁帯はクタ北の南側にも存在するが、サンゴ礁帯の幅が急激に狭くなり、Kartika Plaza ホテル前ではほぼ無くなっている。フェーズ 1 事業で新設の護岸を整備した Bali Garden ホテル周辺より北側においては自然の砂浜海岸が存在している。

Kartika Plaza ホテル周辺の砂浜幅はもともとそれほど広くはなく、空港滑走路が整備された 1968 年以降はクタにおける海岸侵食は Pertamina Cottage (現在の Patra Bali Resort & Villa) 周辺まで北側に向かって進行した。1985 年までに、護岸および小規模突堤が Santika および Kartika ホテル前面に整備された(写真 7.4.5)。

2003 年、フェーズ 1 事業の実施内容についてステークホルダーと合意形成を図っていた期間において、クタコミュニティによって既存の突堤が全て撤去された。これは、このような人工構造物(写真 7.4.5 参照)に対し、コミュニティが強く反発した結果であった。このような住民からの反発を受けて、フェーズ 1 で計画していた突堤の建設は離岸堤の建設へ変更せざるを得ない結果となった。

フェーズ 1 事業においては、本エリアを含む滑走路側から養浜が実施された。しかしながら、上述のような経緯で海侵食防止のための最善策が行えなかったことにより、近い将来における養浜砂の流出が懸念された。そのため、養浜砂の投入に先立ち、遊歩道の前面に石積み護岸を整備することとした(写真 7.4.6)。養浜後、Kartika Plaza ホテル前面では海岸侵食が継続的に進行し、養浜砂のほとんどは流失する結果となった(写真 7.4.6)。



図 7.4.7 クタ北～レギャン～スミニャックにおける土地利用

(出典: Regional Map by PERIPLUS)



(1) 護岸および突堤 (2000)



(2) 突堤撤去後 (2006)

写真 7.4.5 Kartila Plaza ホテル前面の海岸の状況

(出典: 日本工営)



(1) 養浜実施直後 (2008)



(2) 養浜実施から 2 年後 (2010)

写真 7.4.6 養浜実施後の Kartika Plaza ホテル前面の海岸状況

(出典: 日本工営)

クタ北における海岸侵食とその対応策の経緯を表 7.4.5 に整理する。

表 7.4.5 クタ北における海岸侵食とその対応策の経緯

年	海岸侵食およびその対応策の経緯
1968	滑走路建設の完了
1970～	海岸侵食の顕在化
1985	Santila Kartika ホテル前面における護岸および小突堤の建設
2003	クタコミュニティによる突堤の全撤去
2007～2008	護岸建設および養浜の実施(フェーズ 1 事業)
2009	Kartika Plaza ホテル前面における海岸侵食(離岸堤 BWN2 と BWN3 の区間)

(出典: Project Completion Report -Technical Edition)

フェーズ 1 事業で護岸が新設された Bali Garden ホテル周辺よりサンゴ礁帯がなくなり、北側に自然の砂浜海岸が続いている。本エリア以北には、突堤、護岸、離岸堤といった人工構造物は設置されていない。砂浜幅はもともと広く、1990 年までは顕著な侵食被害は発生していなかった。しかし、1990 年代以降は特に荒天時や雨季において短期的ではあるものの侵食被害が発生するようになった。2003 年 3 月の Glenda 台風の来襲によって、海岸の状況は写真 7.4.7 に示すように大幅に悪化した。フェーズ 1 事業における継続的なモニタリングの結果、汀線の変化は季節的変動に起因するものが大きいものの、1996 年から 2006 年にかけての汀線の後退状況が確認された。この結果を受けて、Ministry of Public Works はフェーズ 1 事業の養浜の実施対象範囲を Alam Kul Kul ホテル周辺まで延

長する事に決定した(フェーズ1事業の当初の養浜計画では、Hard Rock Café までとしていた)。現状の海岸の状況を写真 7.4.8 に示す。



写真 7.4.7 フェーズ1事業実施前(2006年のGlenda台風来襲後)

(出典：日本工営)



写真 7.4.8 フェーズ1事業実施後(2010年)

(出典：日本工営)

c) スミニャック～チャングー

i) 観光業の発展

スミニャックはレギャンの北側に位置する。1990年代からスミニャックは外国人居住者のための住宅地区として開発されてきた。クタおよびレギャンへの観光客の集中により、観光局はそのエリアを北側に拡張する計画とした。結果的に、高級ホテル、ヴィラ、レストラン及びスパなどが海岸沿いのエリアに急速に建設された。ホテルの宿泊料金では、当該エリアはバリ島内で最も高いエリアとなっている。

チャングーはクロボカンの北側に位置し、南側はスミニャック近傍の Berawa 村から北側タナロット近傍の Cemagi 村までの範囲となる。Cemagi 村はバドゥン県およびタバンナン県の両方に位置し、その海岸線の延長は約 8km に渡る村である。Cemagi 村の大部分は農村地域で構成されているが、沿岸域は観光産業の主要地域として開発されてきた。高級ホテル、ヴィラ、レストランなどが次々と建設されている状況にある。

ii) 海岸侵食

スミニャック～チャングーの砂浜は火山由来の黒砂で構成され、砂浜幅ももともと比較的広い傾向にある。本地域における聞き取り調査および現地踏査の結果によると、本エリアも近年は侵食傾向にあると考えられる。高潮位の時期においては、ホテル前面の護岸の高さまで波が打ち上がることが確認されている。また、木々の根元が現れるほどの浜崖が発生しており、局所的に砂浜が後退している箇所も見受けられる。今後、航空写真を用いた汀線変化解析を実施する予定である。

(3) バリ州における長期開発計画

バリ州における土地・資本整備に係る長期開発計画は2009年のBali Province Regulation No. 16の空間計画の項に示されている。一方、バリ島南部のデンパサール市、バドゥン、Gianyarおよびタバンナン県のエリア(Sarbagita Urban Areaとも称される)は2008年の大統領法令に基づく国家開発計画地域に指定されている。2011年には、Sarbagita Urban Areaにおける都市空間開発計画がPresidential Regulation of the Republic of Indonesia, No. 45, 2011のもとで定められた。これら2つの法令に基づいて、バリ州における都市空間開発計画が示された。

図7.4.8に本開発計画における観光産業の活性化に貢献するインフラの整備計画および沿岸部での指定地域を示す。

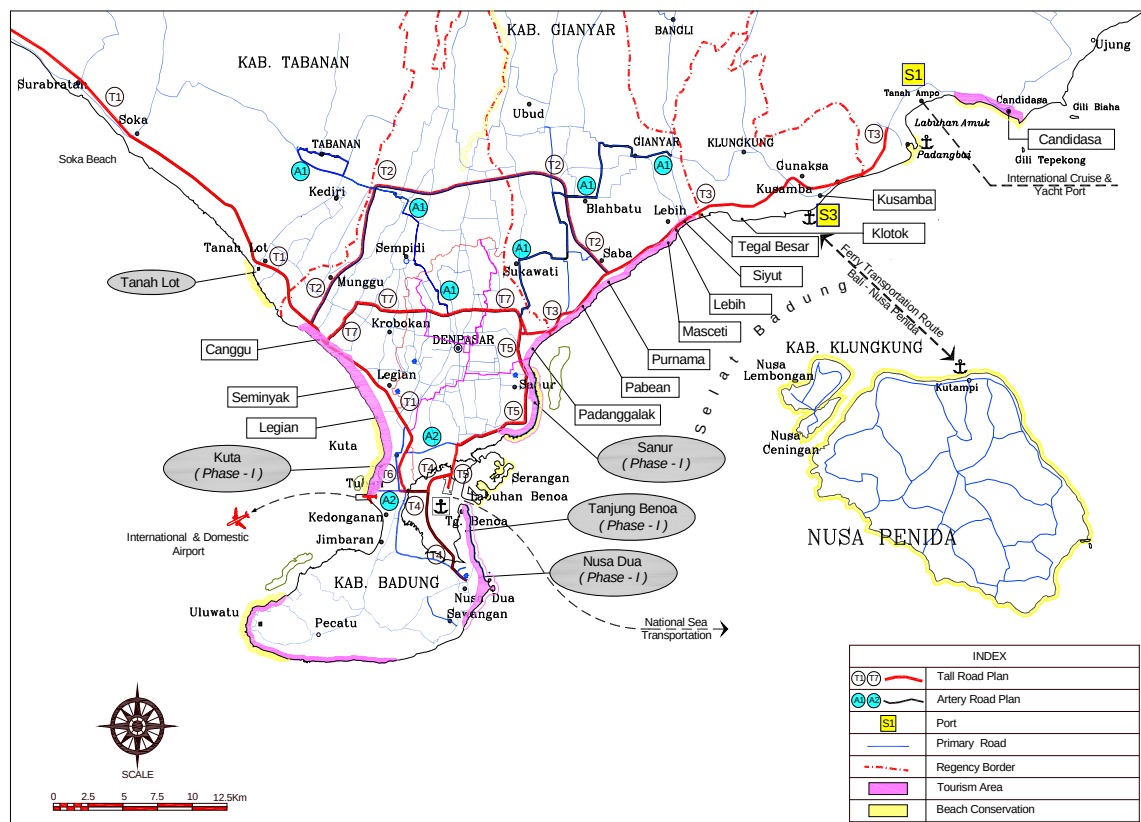


図 7.4.8 空間計画

(出典: Bali Province Regulation No. 16 in 2009 を JICA 調査団により編集)

d) 主要幹線道路の計画

本業務の検討対象エリアに関連する、バリ州南部における高速道路および幹線道路網の計画は以下に示すとおりである。これら幹線道路網の中で、T1 および T2 は特に西河岸において観光産業の発展に寄与すると考えられる。また、T3 については同様に東海岸エリアの観光産業の発展への貢献が期待される。

〈有料道路網の計画範囲〉

- T1: Kuta ∼ Tanah Lot ∼ Soka
- T2: Canggu ∼ Beringkit ∼ Batuan ∼ Purnama
- T3: Topati ∼ Kusamba ∼ Padangbai
- T4: Serangan ∼ Benoa ∼ Ngurah Rai International Airport ∼ Nusa Dua ∼
Tanjung Benoa
- T5: Serangan ∼ Tohpati
- T6: Kuta ∼ Ngurah Rai International Airport
- T7: Kuta ∼ Denpasar ∼ Tohpati

〈幹線道路網の計画範囲〉

- A1: Tabanan ∼ Mengwitani ∼ Denpasar ∼ Tohpati ∼ Simpang Sidan
- A2: Simpang Pesanggaran ∼ Ngurah Rai International Airport

e) 海運計画

海運計画については以下の計画が示されている。

- S1: International cruise and yacht harbor at Tanah Ampo
- S2: Domestic ferry port from Amed to Lembar (Lombok)
- S3: Domestic ferry port from Gunaksa to Nusa Penida

Tanah Ampo (S1)における国際的なクルーズ・ヨットハーバーの建設は近く完了する予定である。いくつかの海運路線も 2013 に開通する予定であり、この新港の開港はその立地条件から特にチャンディダサエリアにおける観光産業の発展に寄与することが期待される。

f) 観光業促進エリア

図 7.4.8 に示すように、バリ島における約 50%以上の沿岸域が観光業促進エリアに指定されている。

g) 海岸保全エリア

バリ島南部における大部分の海岸はサンゴ礁帯とマングローブが存在することから、海岸保全エリアに指定されている。

7.5 海岸侵食の外部条件のレビュー

調査地域の海岸を構成する砂は、主に2つの供給源に分けられる。

- 河川の上流や海崖から供給される火山性の砂
- 生物起源の砂(サンゴ礁、有孔虫、貝等)

調査地域の海岸地形に悪影響を与える外部条件は以下のとおりである。

- 河川からの供給土砂の減少(火山性)
- 河口、海岸からの土砂採取(火山性)
- リーフフラットにおけるサンゴ掘削(サンゴ起源の砂と有孔虫)

(1) 河川からの供給土砂の減少

サヌール北部からチャンディダサにかけての東海岸では、パダンバイとチャンディダサの2つの海岸を除いてほとんどの海岸が黒い火山性の砂で形成されている。スミニャックからチャングーにかけての南西海岸も同様に黒い火山性の砂から構成されている。東海岸へ流入するウンダ、アユン、Sangsang、Petatu、南西海岸へ流入する Penet の位置を図 7.5.1 に示す。



図 7.5.1 河川名とその位置

(出典: JICA 調査団)

表 7.5.1 土砂生産量の順位

順位	生産土砂量 (ton/year)	流域面積		河口の位置
		場所	Km ²	
1	3,412,029.81	Bumbung;Timbul;Musiaman	146.36	Kubu
2	786,431.31	アユン	300.85	デンパサール
3	725,705.38	Pale;Sayang.d11	322.60	Kubu
4	464,090.76	ウンダ	224.79	Klungkung
5	391,007.77	Daya	114.87	
6	382,934.33	Balian	154.93	5km west side Soka Beach
7	375,753.86	Seiahu	78.82	Kubu
8	338,221.88	Saba	32.60	Serinit
9	304,215.34	Batuniti	67.18	Tulamben
10	252,239.52	Penet	189.49	タナロットから 南東へ2km

(出典：BWSBP から JICA 調査団で編集)

河川データ(BWSBP)から土砂生産量の上位10河川を表7.5.1に示す。ここに示す土砂生産量は流域面積から河川へ流入可能な生産量を求めたものである。実際の河川からの供給量は、土砂をせき止めるダムの建設や土砂採取に加え河川や流域の地形特性に依存する。そのため、土砂供給量を正確に評価することは難しい。しかし、この土砂生産量は、海岸へ寄与する河川からの土砂供給量を評価する指標となっている。

調査エリアの東海岸ではアユンとウンダ川が海岸への土砂供給に大きく寄与している。一方、Penet川は調査エリアの南海岸に寄与しているとみられる。表7.5.2は写真7.5.1に示す代表的な3河川の砂防ダム、堰の建設記録である。図7.5.2はバリ島の砂防ダムの建設数である。1990年から1995年に盛んに砂防ダムが建設されている。

河口周辺の海岸侵食は砂防ダムの建設に大きく関係していると考えられる。



(1) 砂防ダム



(2) 灌漑用の堰

写真 7.5.1 砂防ダムと堰(ウンダ川)

(出典：JICA 調査団)

表 7.5.2 砂防ダムと堰の建設記録

No.	河川	河口の位置	名称	形式	建設年
1	アユン川	Padanggalak、サヌール	Peraupan 堰	灌漑堰	
			Oongan 堰	灌漑堰	
2	ウンダ川	Jumpai/Gunaksa, Klungkung Regency	Akah 砂防ダム	砂防ダム	1992
			ウンダ 灌漑ダム	灌漑堰	
			Tangkas I 砂防ダム	砂防ダム	1986
			Tangkas II 砂防ダム	砂防ダム	2004
3	Penet	Batu Mejan 寺院より 3.5km 西方	Kacangan 堰	灌漑堰	
			Puitan I 堰	灌漑堰	
			Penarungan 堰	灌漑堰	
			Munggu 堰	灌漑堰	
			Luwus Carangsari 堰	灌漑堰	
			Penet 砂防ダム	砂防ダム	2008

(出典：BWS-BP から JICA 調査団で編集)

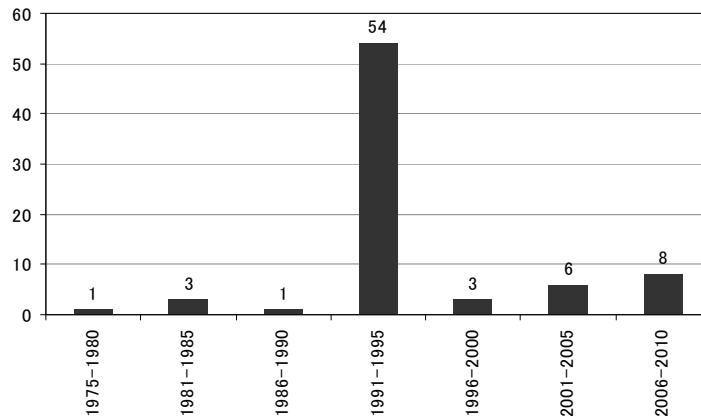


図 7.5.2 バリ島における砂防ダムの建設数

(出典：BWS-BP から JICA 調査団で編集)

(2) 河口、海岸からの土砂採取

ウンダ川は(1)で示したように東海岸への土砂供給能力が高い。ウンダ川の河口や上流では、大量の土砂採取が行われてきた。資料によるとウンダ川の土砂採取は2000年から行われており、2007年から採取は禁止されたものの依然として写真7.5.2に示すように不法採取は続いている。

東海岸では、砂利採取が行われている。写真7.5.3はウンダ川河口から南へ6.5kmのTegal Besar 海岸での砂利採取状況を示す。土砂採取の記録がないため海岸侵食への影響を見積もることは困難であるが、土砂採取が禁止される前はウンダ川の河口から年間数千 m^3 の土砂採取が行われたと推測される。この量は海岸の漂砂量と同程度のオーダーである。



写真 7.5.2 河口からの土砂採取(ウンダ川)

(出典: JICA 調査団)



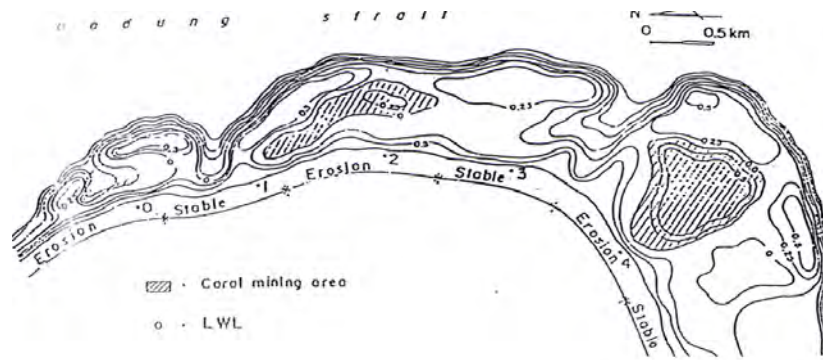
写真 7.5.3 海岸からの砂利採取(テガルブサール海岸)

(出典: JICA 調査団)

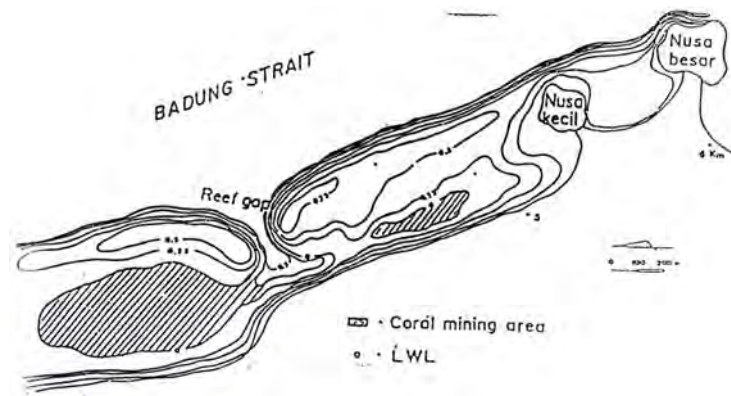
(3) リーフフラットにおけるサンゴ掘削

サンゴ礁からのサンゴ塊の採取は1960年代から1970年代にかけて住宅や塀の建設や消石灰を生産するため長い間行われてきた。サヌール、ヌサドゥアおよびチャンディダサ海岸では長期間にわたりサンゴ掘削が行われてきた。リーフフラットから大量のサンゴ塊が持ち出され、サンゴ礁の断面地形が変化したと考えられる。サンゴ塊の採取は、1) リーフ内の波浪の作用を増大させる、2) サンゴ海岸の砂の供給を減少させる、3) 掘削跡に砂がトラップされる、現象を引き起こす。このためサンゴ塊の採取はサンゴ海岸の海岸侵食の主な要因であると考えられる。

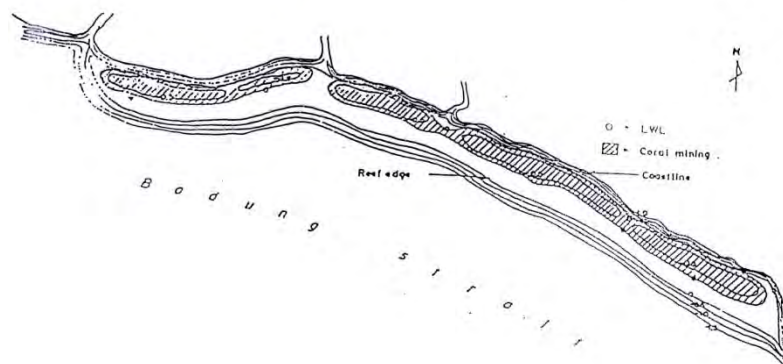
サヌール、ヌサドゥアおよびチャンディダサのサンゴ掘削エリアは図 7.5.3 の Dr. Syamsudin の博士論文に示される。



(1) サヌール



(2) ヌサドゥア



(3) チャンディダサ

図 7.5.3 サンゴ掘削エリア

(出典: Syamsudin 博士論文 (1993))

サヌール海岸でサンゴ掘削が行われていると思われる主な地域は、北部(Alit ホテル全面)、中部(Sindu) および南部(Kesumasari)である。ここではサンゴ掘削により水深が0.5m深くなっている。Syamsudin (1993)によると、サンゴ掘削面積は、北部、中部および南部でそれぞれ75,000m²、200,000m²、600,000m²となっている。

ヌサドゥア海岸では、サンゴ掘削を行っている総面積は200,00m²と推定される。

チャンディダサ海岸では、写真7.5.4に示すおよそ延長3kmで1969年から1974年にかけてサンゴ掘削が行われていた。サンゴ掘削後のサンゴ礁の高さはLWLより1m低く、掘削面積はおよそ200,000m²と推定される。



写真 7.5.4 サンゴ掘削の跡(チャンディダサ)

(出典: BBCP フェーズ1 事業資料)

クタ海岸でも滑走路の建設前(1968年以前)にサンゴ掘削は行われていたと考えられる。しかし、サヌール、ヌサドゥアおよびチャンディダサ海岸と比較してリーフフラットに顕著なサンゴ掘削跡は見られない。

1980年代以降、法律によりサンゴ掘削は禁止されている。しかし、写真7.5.5に示すチャンディダサやセラング島等のサンゴ海岸では2000年代まで小規模なサンゴ掘削が続けられていた。



写真 7.5.5 サンゴ掘削(セラング島、2002年)

(出典: BBCP フェーズ1 事業資料)

第8章 海岸維持管理の現況のレビュー

8.1 関係機関における海岸維持管理の現状

表 8.1.1 にフェーズ 2 の対象海岸における海岸管理の状況を取り纏める。海岸のモニタリングについては、チャンディダサおよびサヌール北～パダンガラックではこれまで実施されておらず、他の海岸についても 2010 年から 2011 年の期間に BWS-BP によって 1 度行われた程度で、データの蓄積がされていない状況である。そのため、これらの海岸については、定量的な汀線変化や侵食傾向を分析することが困難な状況にある。

メンテナンスについては、東海岸で 3 海岸（チャンディダサ、ルビおよびサヌール北～パダンガラック）および南西海岸で 2 海岸（スミニャックおよびチャングー）の計 5 海岸のみで行われた。

表 8.1.1 フェーズ 2 対象海岸における海岸管理一覧表

Study Area	No.	Subjected beaches	General			Evaluation for presence of beach management activities			Evaluation for presence of management system					
			Administrative district	Regency / City	Length of Beach (km)	Beach Monitoring	Maintenance for beach and facilities	Construction for Coastal Protection Facilities	Beach Management Structure and Organization	Policy of Beach Management	Budget for Beach Management and Maintenance			Operation & Maintenance Manual
											Central	Province	Regency/City	
East Coast	E1	Candidasa	Manggis District	Karangasem	6.00	Never	By Public works of Karangasem	from 2007 until 2010 by Karangasem	Not yet establish, still under	-	Rp. 4,750 Mill	-	Rp. 56,000 Mill	-
	E2	Kusamba	Dawan District	Klungkung	3.00	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E3	Klotok	Dawan District	Klungkung	1.00	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E4	Tegal Besar	Dawan District	Klungkung	4.00	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E5	Siyut	Gianyar District	Gianyar	1.00	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E6	Lebih	Gianyar District	Gianyar	1.30	1 time, 2010 (by BWS-BP)	BWS-BP	2007 and 2011	-	-	Rp. 39,243 Mill	-	-	-
	E7	Masceti	Gianyar District	Gianyar	1.00	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E8	Saba, Purnama	Sukawati District	Gianyar	1.50	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E9	Pabean	Sukawati District	Gianyar	1.00	1 time, 2010 (by BWS-BP)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E10	Sanur North - Padang Galak	South Denpasar District	Denpasar	1.60	-	BWS-BP	2007, 2008 and 2011	-	-	Rp. 35,172 Mill	-	-	-
West Coast	W1	Kuta North	Kuta District	Badung	1.30	1 time, 2011	-	-	-	-	-	-	-	-
	W2	Legian	Kuta District	Badung	1.60	1 time, 2011	-	-	-	-	-	-	-	-
	W3	Seminyak	Kuta District	Badung	2.00	1 time, 2011	BWS-BP	-	-	-	-	-	-	-
	W4	Canggu	South Kuta District	Badung	3.20	1 time, 2011	BWS-BP	-	-	-	Rp. 4,123 Mill	-	-	-

(出典: JICA 調査団)

海岸管理の仕組みや体制、維持管理の政策的目的や管理する上での維持管理マニュアルなどは殆ど整備されていない状況で、モニタリングやメンテナンスは、中央政府および地方政府で計画的および戦略的な観点で実施されていないことが分かる。今後、フェーズ 1

で行われる官民連携の海岸管理の経験を十分に参考にして、フェーズ2における維持管理体制を構築することが重要である。海岸管理体制は、12.3項に示すソフトコンポーネントによって構築していくことを計画している。

8.2 海岸での違法工作物および行為

海岸管理での重要なポイントの一つとして、土地所有者等による護岸や土地の前出しなどの建設の規制や許認可など土地利用管理である。開発地また未開発地において、汀線際またその背後に多くの護岸、フェンスなどの構造物や施設が存在する。また、その施設は波浪によって一部倒壊またはそれ自体が侵食を助長している箇所が見られる。

海岸域を保全するために、海岸線からその背後の施設までの距離を海岸保全区域として州または県条例で定義されている。また、海岸保全区域の範囲は、HHWS から岸側に測定した距離として定義している。海岸保全区域は、多様性のある自然環境(環境)、祭事などの海岸上での活動(利用)、海岸背後の施設の保護(防護)を保全する空間を意味する。バリ州空間計画(Spatial plan of Bali Province, No.16/2009)によれば、海岸保全区域において、海岸レクリエーション、海岸保護、漁業/港湾活動を目的とした構造物や施設以外の建設は禁止されている。

表8.2.1の通り、各条例に基づく海岸保全区域に関するいくつかの定義が示されている。しかし、以下に示すいくつかの問題が指摘されている。

- 海岸から岸側の境界までの距離の定義が、国、州および県レベルの条例で異なる。
- この距離の定義が沿岸域で適用されたとしても、既に開発済の区域または侵食域において実際に適用できない。
- 護岸などの海岸施設の建設の許認可は地方政府によって行われている。しかし、許認可をする場合、条例に基づく距離の定義に注意を払われていないケースが見受けられる。

表 8.2.1 各条例に基づく海岸保全区域の定義

No.	規制・法令	海岸保全区域の距離	適用エリア
1.	大統領法令 No. 45/2011 : <i>Spatial Plan of Sarbagita</i>	HHWL から 100m	Coastline at Denpasar, Badung, Gianyar, Tabanan
2.	バリ州条例 No. 16/2009 : <i>Spatial Plan of Bali Province</i>	HHWL から 100m	バリ島全域
3.	Badung 県条例 No. 638/2003: <i>Spatial Plan of Kuta District</i>	HHWL から 25m	スミニャック, Legian, Kuta, Tuban および Kedonganan 海岸
4.	Badung 県条例 No. 637/2003: <i>Spatial Plan of North Kuta District</i>	HHWL から 100m	チャングー 海岸
		HHWL から 50m	Kerobokan/Petitenget 海岸
5.	Badung 県条例 No. 639/2003: <i>Spatial Plan of South Kuta District</i>	HHWL から 50m	Jimbaran, Pecatu, Ungasan および Kutuh 海岸
		HHWL から 30m	Nusa Dua (Benoa Village) 海岸
		HHWL から 25m	Tanjung Benoa 海岸
6.	Denpasar 市条例 No. 10/1999: <i>Spatial Plan of Denpasar City</i>	HHWL から 100m	Denpasar 市内
7.	Karangasem 県条例 No. 11/2000: <i>Spatial Plan of Karangasem Regency</i>	建物: 汀線から 25m フェンス: 汀線から 10m	Padangbai (港湾施設を除く), チャンディダサ, Seraya, Bunutan, Amed 海岸
		建物: 汀線から 50m フェンス: 汀線から 10m	Tianyar およびその他.

(出典: Spatial plan of Presidential degree, of Bali Province and of each district)

- 土地権利証と現状との比較に関する確認不足(例えば、侵食によって既に消失した土地に関する境界の再設定)

現在、特にチャンディダサの東部およびスミニャック／チャングーの一部では急速に観光開発が進められている状況である。ここでは新しいビラやホテルが建設されている。写真 8.2.1 は東部の調査エリアで建設された護岸や建物の一例である。護岸の位置は沖側に出ていることが確認できる。バリ島内では護岸が海岸の前浜上に建設されている事例が見られる。これは、海岸域を保護する観点から海岸管理面での大きな課題である。



写真 8.2.1 個人ビラによる新たな前出し(チャンディダサ東部)

(出典: JICA 調査団)



写真 8.2.2 前浜上に建設された護岸(Pabean)

(出典: JICA 調査団)

西部の調査エリアでの特にスミニャックからチャングー区間では、沿岸域での開発は現在進行中である。写真 8.2.3 に示す通り、フェンス、護岸、プールおよび建物などのいくつかの施設は、汀線の近くに建設されている。これらの施設は一部海岸保全区域内に位置していることが考えられる。海岸保全区域内に進入していると考えられる施設は、現地調査の結果、図 8.2.1 に示す通りにいくつか確認された。現地の新聞記事(*Warta Bali*, 03 November 2011)によれば、バドゥン県の DPRD (バドゥン県の議会) は、Batu Belig 海岸、クロボカン およびクタ北部において土地利用違法行為に関する現地調査を行った。その結果、2 軒のホテルおよび 5 軒のレストランが土地利用に関する条例に反することが確認された。



前浜上の新たな施設



建設中の大型施設

写真 8.2.3 チングーの海岸域での違法施設

(出典: JICA 調査団)



図 8.2.1 汀線近くに建設された施設に関する位置図

(出典: JICA 調査団)

8.3 地域組織、ホテル、海岸利用者による海岸清掃

海岸清掃は、Traditional Villages、ホテル、漁業者および海岸利用者によって集中的に実施されている。訪れる観光客がフェーズ1の海岸に比して比較的小さいためか今回対象とする海岸における海岸ゴミは比較的小なく、海岸ゴミに関しては比較的良好な状況を呈している。海岸清掃に関する社会調査の結果は表8.3.1に示す。

表 8.3.1 フェーズ2 検討対象地域における海岸清掃の実施状況

地区	地名	人員・頻度	清掃延長	実施者
チャングー	チャングー	4 人 2 時間/日 7 回/週	50 m (Puri Saron Hotel ~ SPA 間)	Traditional village (ホテルが清掃車である地元自治体に対し、清掃費を負担)
		-	0.2 km	漁協(無償)
	Brawa	10 人 4 時間/日 7 回/週	-	Traditional village. 費用: 56 (mil. Rp./年)
		25-30 人 5 時間/日 2 回/月	0.2 km	漁協(無償)
スミニャック	クロボカン	10 人 8 時間/日 7 回/週	2 km	DKP Badung regency 費用: 12 (mil. Rp./年)
	スミニャック		2 km	ホテル従業員
レギャン		15 人 7 回/週	1.8 km	traditional village、ホテル、学生(不定期) 費用: Legian 海岸管理組合: 162 (mil. Rp/年) Traditional Village: 200 (mil. Rp/年))
東海岸	チャンデイダサ	200 人 1.5-2 時間/日 2 回/年、または必要に応じて実施	1.5 km	地元組織、ホテル・旅館組合、漁協
	ルビ	4 人 4 時間/日 7 times/week	1 km	漁協、Traditional Village, 自治体、学生、NGO, Lebih Green village
	サヌール北	150-200 人 2 時間/日 1 回/週	4 km	青年団、学生
		39 人 1 時間/日 1 回/週	0.5 km	漁協、住民組織、青年団

(出典: JICA 調査団)

8.4 NGO、企業および他セクター

現時点でフェーズ2 事業に関する企業等の参加については、クタ海岸で Coca Cola Amatil およびQuicksilverが中心となっていて行われているBBCUおよび類似のグループが挙げられる。フェーズ2 事業エリアでのPRやCSRについては、詳細設計時や工事期間中に十分に調査した上で、促進していく必要がある。

第9章 候補海岸選定

9.1 フェーズ2事業における対象海岸候補(3海岸)選定の概略

JICA、公共事業省及び国家開発企画庁(BAPPENAS)間で合意された本件事前調査議事録によると、3か所の対象海岸候補は、適切な評価項目及び検討項目により選定されることになる。

(1) 前提条件

インドネシア政府およびJICA間の合意議事録によると、「候補海岸は、バリの国際的リゾートとしての更なる発展に寄与することが期待される」と記されている。

(2) 対象海岸

最初に対象海岸は、調査対象域内の海岸から選定される。水資源局バリ流域管理事務所(BWS-BP)は、海岸侵食につき、本調査対象地域を含んだバリ島全海岸域の現状についての基礎調査を既の実施している。既述の事前調査結果より、表9.1.1のとおり、13海岸が候補海岸として選定された。各海岸の場所は図9.1.1のとおりである。

表 9.1.1 対象海岸

調査対象地	No	対象海岸
南東海岸	E1	チャンディダサ
	E2	クサンバ
	E3	クロトク
	E4	テガールベザール
	E5	シユト
	E6	ルビ
	E7	マセティ
	E8	サバ、プルナマ,
	E9	パビアン
	E10	サヌール北からパダンガラク
南西海岸	W1	クタ北(フェーズ1事業養浜地端(アラムクルクル))からレギャン
	W2	スミニャック
	W3	チャンゲー

(出典: JICA 調査団)

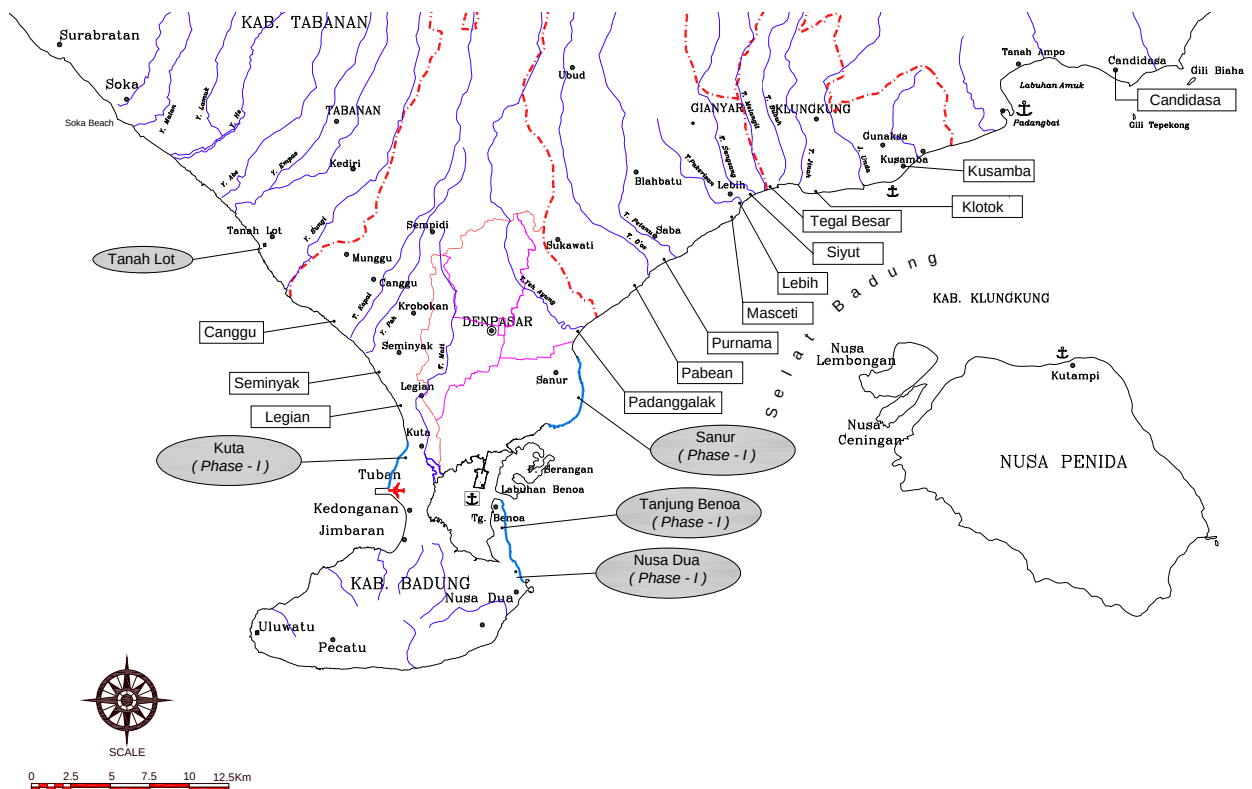


図 9.1.1 対象海岸位置図

(出典：JICA 調査団)

(3) 選定手順

フェーズ 2 事業対象海岸の初期選定手順は、図 9.1.2 のとおりである。

- まず、対象海岸は、i) 国際的リゾートエリアとしての経済的寄与度、ii) 海岸の現況（海岸侵食及びそれが海岸での活動に及ぼす障害の度合い）の、2 つの主要視点から評価される。
- 初期段階で選定される海岸は、上記 2 つの視点に共に合致した海岸が選定される。例えば当該海岸の侵食度が低い場合であっても、国際的リゾートに足り得ない海岸である場合やその逆の場合には、フェーズ 2 事業対象海岸としては選定されない。
- 上記 2 つの視点に合致した海岸は、次に、a) 社会環境面、b) 海岸環境面および c) 海岸維持管理実施の可能性、の 3 つの視点で評価される。
- 上記 3 つの視点につき課題や負の影響が見られない海岸が、最終的にフェーズ 2 事業対象海岸の候補となる。

各評価段階における検討項目は図 9.1.2 のとおりである。 i) 国際的リゾートとしての経済的寄与度、ii) 海岸の現況（海岸侵食及びそれが海岸利用に及ぼす影響の度合い）の、2 つの主要視点による初期選定候補海岸の評価結果は、表 9.1.3 のとおりである。

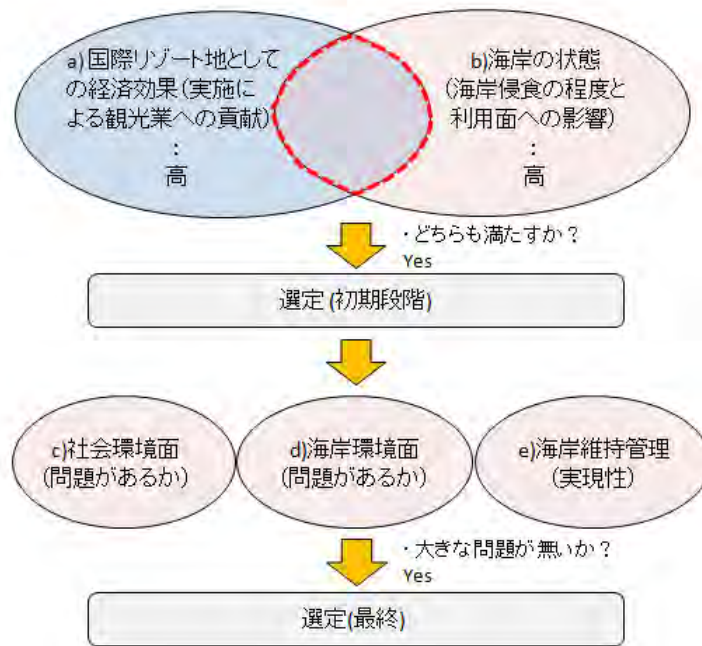


図 9.1.2 対象海岸選定の基本的流れ

(出典：JICA 調査団)

表 9.1.2 各評価検討項目

評価基準	No	検証項目	参照
a) 国際リゾート地としての経済的貢献度	a-1	国際的リゾート地としての知名度 (観光統計及び現地踏査からの情報)	9.2 (1)
	a-2	海岸域の土地利用 (既存ホテル及びレストラン、その他重要施設の数)	9.2 (2)
	a-3	開発計画の観光への貢献度 (バリ州区間計画)	9.2 (3)
b) 海岸状態	b-1	海岸侵食度 (長期的海岸線の変化)	9.3 (1)
	b-2	海岸利用活動への障害度 (海岸利用目的と必要とされる広さ)	9.3 (2)
	b-3	後背地施設への影響 (波の侵入、後背地建造物や敷地への越波)	9.3 (2)
c) 社会環境面の問題	c-1	ホテルや地域社会からの海岸保全についての要望	9.5 (1)
	c-2	ホテルと地域社会との関係	9.5 (2)
d) 海岸環境面の問題	d-1	海岸環境への影響 (珊瑚、魚類、植物、水質)	9.6 (1)
	d-2	珊瑚礁環境保全のための規制、法規、規則	9.6 (2)
e) 海岸維持管理実施の可能性	e-1	維持管理制度(行政)	9.7 (1)
	e-2	関係者による自主管理	9.7 (2)
最終評価			9.8

(出典：JICA 調査団)

(4) 評価結果概要

フェーズ2事業対象海岸選定のための、2つの主要指標による初期選定結果は表9.1.3のとおりである。これによると、チャンディダサの評価が最も高く、クタ北～レギャン～スミニャックが次いでいる。その次の候補としては、チャングーとルビ海岸、更に次いでサヌール北とパダンガラックが選定された。3つの視点で選定された5海岸の最終評価結果は表9.1.4のとおりである。これらの選定海岸には、特に負の課題はみられなかった。

表 9.1.3 評価結果(初期)

調査対象地域	No	対象海岸	a) 国際リゾート地としての貢献度			b) 海岸侵食度及び海岸利用活動に対する障害度		スコア合計	評価 (フェーズ2事業としての優先度)
			a-1	a-2	a-3	b-1	b-2		
			国際リゾート地としての知名度	海岸沿いの土地利用	開発計画と貢献度	海岸侵食度	海岸利用活動及び海岸後背地資産に対する障害度		
		参照	9.2(1)	9.2(2)	9.2(3)	9.3(1)	9.3(2)		
南東海岸	E1	チャンディダサ	4	4	4	5	5	22	1
	E2	クサンバ	1	2	1	1	0	5	
	E3	クロトク	1	1	2	5	1	10	
	E4	テガールベザール	1	2	1	5	1	10	
	E5	シユト	1	2	2	5	1	11	
	E6	ルビ	3	2	2	5	3	15	3
	E7	マセティ	1	1	2	2	1	7	
	E8	サバ、プルナマ、	1	1	2	3	1	8	
	E9	バビアン	1	1	2	5	1	10	
	E10	サヌール北からパダンガラック	3	2	2	5	1	13	5
南西海岸	W1	クタ北からレギャン	5	5	2	3	3	18	2
	W2	スミニャック	5	5	2	3	3	18	2
	W3	チャングー	4	5	2	2	2	15	3

(出典：JICA 調査団)

表 9.1.4 評価結果(最終)

優先度	No	選定海岸	c) 社会環境面		d) 海岸環境面		e) 海岸維持管理実施の可能性		最終結果
			c-1	c-2	d-1	d-2	e-1	e-2	
			事業実施の要望	ホテルと地域社会との関係	海岸環境への影響	規制、法規、規則	維持管理制度	関係者による自主管理	
		参照	9.5(1)	9.5(2)	9.6(1)	9.6(2)	9.7(1)	9.7(2)	
1位	E1	チャンディダサ	高	問題無し	要観察	無し	高	中	選定
	W1	クタ北～レギャン	高	問題無し	影響無し	無し	高	高	選定
	W2	スミニャック	高	問題無し	影響無し	無し	高	高	選定
2位	W3	チャングー	高	-	影響無し	無し	高	中	
	E6	ルビ	高	-	影響無し	無し	低	中	
3位	E10	サヌール北～パダンガラック	中	-	影響無し	無し	中	中	

(出典：JICA 調査団)

9.2 経済面への寄与度評価

(1) (a-1) 国際リゾートとしての海岸の識別

対象海岸から国際リゾートとしての識別は、観光統計データ、ガイドブックやインターネットから得られた一般情報によって評価、特定された。更に、現況把握のため現地踏査が実施された。

評価は、1～5 ポイントの点数評価により実施された。各スコアの規準は下表 9.2.1 のとおりである。

表 9.2.1 スコア基準

スコア	規準
5	国際的リゾート地(バリにおける最も主要リゾート地)
4	国際的リゾート地(バリにおける主要リゾート地)
3	国内的リゾート地(将来開発計画あり)
2	国内的リゾート地
1	その他

(出典：JICA 調査団)

結果は、表 9.2.2 のとおりである。

表 9.2.2 世界的観光地としての評価結果

地域	No	対象海岸	内容	スコア
南東海岸	E1	チャンディダサ	東海岸における最も主要な国際的リゾート地	4
	E2	クサンバ	その他	1
	E3	クロトク	その他	1
	E4	テガールベザール	その他	1
	E5	シユト	その他	1
	E6	ルビ	将来的開発計画を持つ国内的リゾート地	3
	E7	マセティ	その他	1
	E8	サバ、ブルナマ、	その他	1
	E9	パビアン	その他	1
	E10	サヌール北からパダンガラク	外国人客も散見される国内的リゾート地	3
南西海岸	W1	クタ北 からレギャン	バリにおける最も主要な国際的リゾート地	5
	W2	スミニャック	バリにおける最も主要な国際的リゾート地	5
	W3	チャンゲー	開発中の国際的リゾート地	4

(出典：JICA 調査団)

(2) (a-2) 海岸域の土地利用

現況における観光産業の寄与度の把握のために、調査対象海岸域の土地利用状況を調査した。対象範囲としては、海岸から 2km 以内のホテル・レストランの数を調査した。

a) 調査対象地域におけるホテル及びその部屋数

表 9.2.3 は、ホテルとその部屋数について、部屋数順に並べた調査結果である。バリ州全体における代表的な海岸が全て含まれている。

ここから、クタ北～レギャン～スミニャックからバトゥメジャン（チャングー）までを含む南西部の海岸域は国際リゾートエリアとして最も高いスコアとなっている。一方、東北部の海岸域においては、チャンディダサとロビナが最も高いスコアとなっている。サヌールやヌサドゥア等（表中灰色強調部）が位置するフェーズ 1 事業対象海岸域もまた、高い評価となっている。

b) 調査対象地域におけるレストラン数及びその席数

表 9.2.4 は、各地域におけるレストラン数及びその席数を示しているが、ホテル数及びその部屋数と同じ傾向がみられる。

クタ北からバトゥメジャン（チャングー）までの南西部の海岸域は、最もスコアが高い結果となっている。サヌールやヌサドゥア等（表中灰色強調部）のフェーズ 1 事業対象海岸がこれに次いでいる。北海岸のロビナ海岸や及び東海岸に位置するチャンディダサもまたバリ県全体では高いスコアとなっている。

表 9.2.3 ホテル数及び部屋数順にみた海岸域

順位	県/市	代表的リゾート海岸地域	高級ホテル		ホテル数		合計	
			ホテル数	部屋数	ホテル数	部屋数	ホテル数	部屋数
1	バドゥン県	クタ(フェーズ1事業)	18	3,253	120	3,315	138	6,568
2	バドゥン県	ヌサドゥア海岸(フェーズ1事業)	22	5,170	11	250	33	5,420
3	バドゥン県	スミニャック- ペティテンゲット(クロボカン) - バツメジャン(チャングー)	17	1,941	100	2,269	134	4,846
4	バドゥン県	クタ北 - レギャン	17	2,275	110	2,568	127	4,843
5	バドゥン県	サヌール海岸(フェーズ1事業)	20	2,882	49	1,014	69	3,896
6	ブレレン県	ロビナ海岸	6	295	51	802	57	1,097
7	バドゥン県	ジンバラ	7	896	7	155	14	1,051
8	カラングサム県	チャンディダサ	5	208	43	792	48	1,000
9	クルンクン県	ヌサレンボンガン地域	2	36	26	269	28	305
10	タバナン県	タナロット地域(フェーズ1)	1	278	3	21	4	299
11	デンパサール市	サヌール北 - パダンガラ	1	100	2	41	3	141
12	カラングサム県	トランベン海岸	0	0	7	114	7	114
13	ジュンブラナ県	ムンジャンガン(西バリ国定森林)	2	71	0	0	2	71
14	クルンクン県	テガールバサールクロトク	0	0	1	5	1	5
-	カラングサム県	ウジュン海岸	0	0	0	0	0	0
-	クルンクン県	クサンバ - ペシニング	0	0	0	0	0	0
-	クルンクン県	クロトククサンバ	0	0	0	0	0	0
-	ギャニャール県	ルビ - シユト	0	0	0	0	0	0
-	ギャニャール県	サバマセティ	0	0	0	0	0	0
-	ギャニャール県	グミチック - バビアン - プルナマ	0	0	0	0	0	0
-	タバナン県	ソカ海岸	0	0	0	0	0	0

(出典: 「Direktori 2010」, バリ政府観光局)

表 9.2.4 レストラン数とその席数にみた海岸域

順位	県/市	代表的リゾート地域海岸	レストランの数	席数
1	バドゥン県	クタ(フェーズI事業)	203	12,048
2	バドゥン県	クタ北 - レギャン	131	8,650
3	バドゥン県	スミニャック - ペティテンゲット(クロボカン) - バトゥメジャン (チャングー)	133	7,359
4	デンパサール市	サヌール海岸(フェーズI事業)	91	4,602
5	バドゥン県	ヌサドゥア海岸(フェーズI事業)	53	3,580
6	ブレレン県	ロビナ海岸	23	1,263
7	カラングサム県	チャンディダサ	35	1,112
8	バドゥン県	ジンパラン	24	998
9	クルンクン県	ヌサレンボンガン地域	21	725
10	ギャニャール県	ルビ - シコト	21	657
11	クルンクン県	クサンバ - ペシシガーン	4	176
12	カラングサム県	トランベン海岸	4	78
13	タバナン県	タナロット地域(フェーズ1)	6	-
-	カラングサム県	ウジュン海岸	0	0
-	クルンクン県	クロトク - クサンバ	0	0
-	クルンクン県	テガールバサール - クロトク	0	0
-	ギャニャール県	サバーマセティ	0	0
-	ギャニャール県	グミチック - パビアン - プルナマ	0	0
-	デンパサール市	サヌール北 - パダンガラク	0	0
-	タバナン県	ソカ海岸	0	0
-	ジュンブラナ県	ムンジャンガン (西バリ国定森林)	0	0

(出典:「Direktori 2010」, バリ政府観光局)

評価は、1～5 ポイントの点数評価により実施された。各スコアの規準は下表 9.2.5 のとおりである。

表 9.2.5 スコア基準

スコア	規準
5	双方の規準で上位5位以内
4	双方の規準で上位10位以内
3	双方の規準で上位15位以内
2	どちらか一方の規準で上位15位以内
1	上記にあてはまらないもの

(出典: JICA 調査団)

海岸域の土地利用評価結果は、表 9.2.6 のとおりである。

表 9.2.6 海岸域の土地利用評価結果

調査対象地域	No	対象海岸	内容	スコア
南東海岸	E1	チャンディダサ	ホテル:8位、レストラン:7位	4
	E2	クサンバ	ホテル:圏外、レストラン:11位	2
	E3	クロトク	ホテル:圏外、レストラン:圏外	1
	E4	テガールベザール	ホテル:14位、レストラン:圏外	2
	E5	シユト	ホテル:圏外、レストラン:10位	2
	E6	ルビ	ホテル:圏外、レストラン:10位	2
	E7	マセティ	圏外	1
	E8	サバ、プルナマ、	圏外	1
	E9	パビアン	圏外	1
	E10	サヌール北からパダンガラク	ホテル:11位、レストラン:圏外	2
南西海岸	W1	クタ北 からレギャン	ホテル:1位、レストラン:1位	5
	W2	スミニャック	ホテル:3位、レストラン:3位	5
	W3	チャングー	ホテル:3位、レストラン:3位	5

(出典: JICA 調査団)

(3) (a-3) 観光開発計画からの寄与度

バリ州の将来計画案は、空間計画として 2009 年に策定・公布されている。これを基に、各地域における空間開発計画の観光業に対する貢献度を検討した。

本空間計画によると、南西部のクサンバ、クロトク及びテガールベザールを除く調査対象地域の殆どが観光地に位置づけされる。社会基盤開発計画によると、調査対象地域における有料道路開発が観光客数の増加に直接結び付くとされており、高い開発優先順位となっている。更に、タナアンボにある国際クルーズ港もまた、特にチャンディダサへの更なる観光客の吸引力となることが期待されている。表 9.2.7 は、観光開発計画による貢献度の評価結果のまとめとなっている。

表 9.2.7 観光開発計画からの貢献度に関する評価結果

調査対象地域	No	対象海岸	社会基盤開発					リゾート地域数	スコア
			有料道路		海上交通手段				
			サヌールパダンバイ	クタ-ソカ	国際的クルーズ港	フェリー(アメッド-レンパー)	フェリー(グナクソ-ヌサベニダ)		
南東海岸	E1	チャンディダサ	1		1	1		1	4
	E2	クサンバ	1						1
	E3	クロトク	1				1		2
	E4	テガールベザール	1						1
	E5	シユト	1					1	2
	E6	ルビ	1					1	2
	E7	マセティ	1					1	2
	E8	サバ、ブルナマ、	1					1	2
	E9	パビアン	1					1	2
	E10	サヌール北からパダンガラク	1					1	2
南西海岸	W1	クタ北 からレギャン		1				1	2
	W2	スミニャク		1				1	2
	W3	チャングー		1				1	2

(出典: 「Bali Province Regulation No.16/2009」のデータを基に JICA 調査団分析)

9.3 海岸現況評価

(1) (b-1) 海岸侵食度

長期にわたる海岸線の後退を、空中写真及び衛星画像により分析した。本調査では、1981 年撮影(scale S=1/50,000)と 1982 年及び 1983 年撮影(S=1/15,000)の垂直空中写真、また、直近の現況を撮影したものとして 2011 年撮影の衛星画像(Quick Bird)を使用した。これらにより 1981 年から 2011 年まで(30 年間)の海岸線を比較した。波の影響による海岸線変化分析には、撮影時間と海岸勾配を考慮し適宜補正している。

a) 南東海岸域(サヌール北からパダンバイまで)

図 9.3.1 は、1981 年から 2011 年までのサヌール北からパダンバイまでの海岸線変化を比較したものである。なお詳細比較を行うために、当該地域を 5 つの領域に分割した。詳細は、Appendix 9.3.1 に記載する。画像解析による海岸線変化の結果は図 9.3.2 のとおりである。

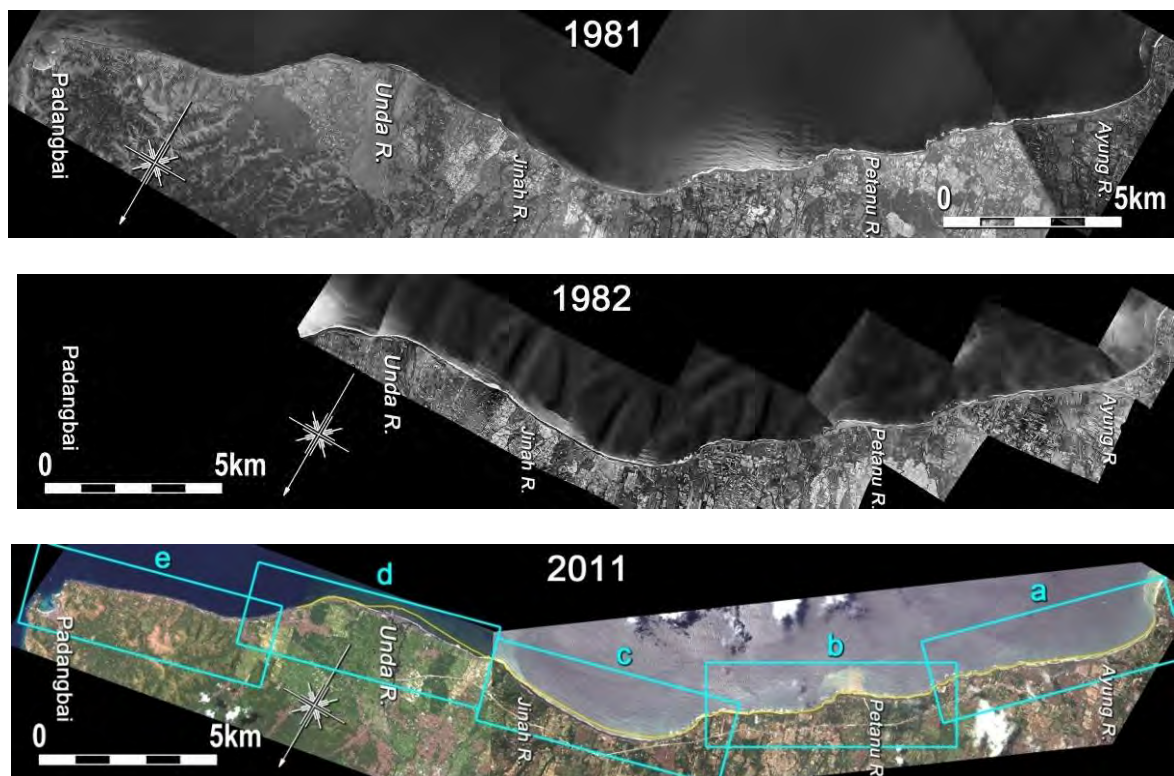


図 9.3.1 空中写真・衛星画像による 1981 年から 2011 年までの海岸線変化(東海岸)
(出典: JICA 調査団)

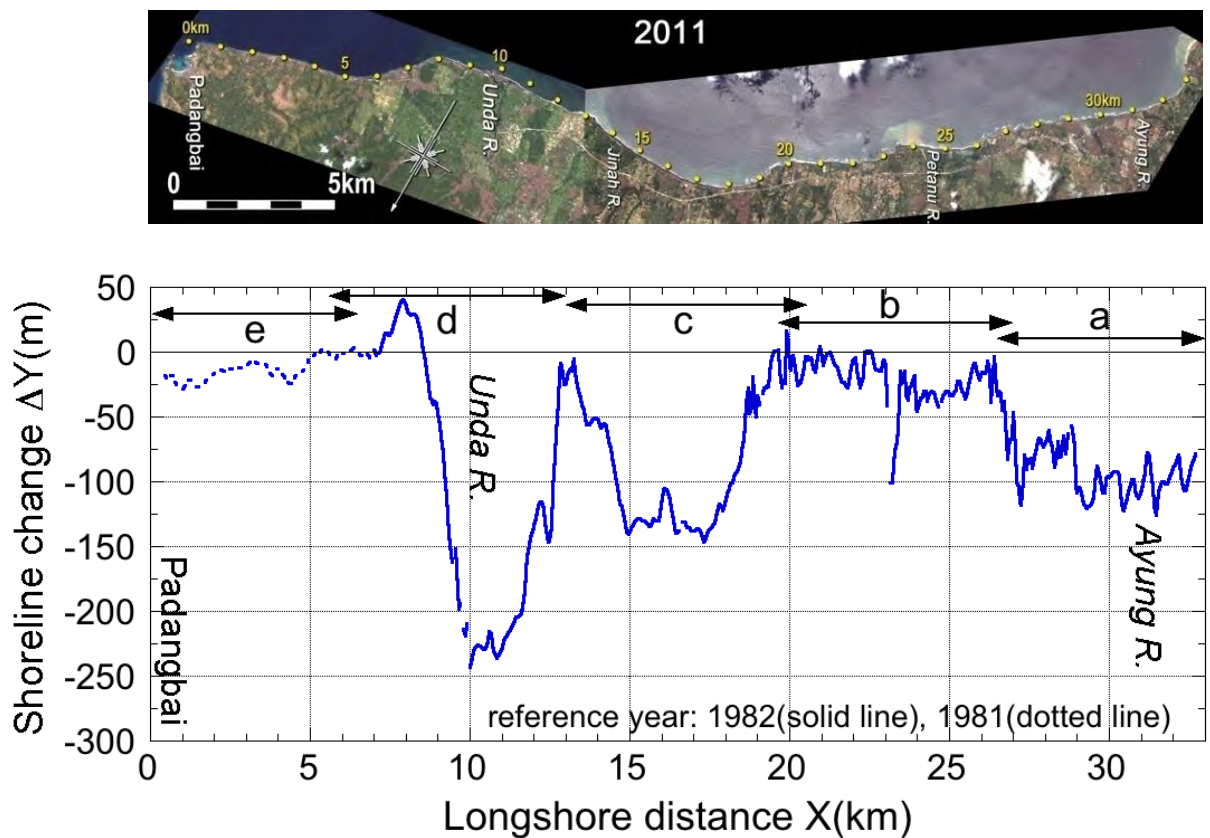


図 9.3.2 1981～2011 年の海岸線変化（南東海岸）

(出典：JICA 調査団)

- 海岸侵食は、調査対象地域の殆どで見られる。最も大きな海岸侵食は、 $X=9\sim12.5$ km（ウンダ川河口西岸域）地点から 240m 幅で見られる。対して、東側の海岸線（ウンダ川からパダンバイまで）における侵食度は低くなっている。
- $X=20\sim26$ km 地点での海岸侵食は、約 20～40m（50m 以下）である。衛星画像では、砂浜の後背地に硬土質と岩層が部分的にみられる。
- $X=27$ km 地点から西側においては、海岸線はアユン川河口に向かって緩やかに後退しており、後退幅は約 100m にまでなる。
- 画像解析の結果から、侵食域は約 $S=204$ 万 m^2 と推定される。漂砂高は 6～7m と推定され、この 28 年間で約 120～140 万 m^3 の砂が失われたと推定される。

b) チャンディダサ

1981 年から 2011 年にかけてのチャンディダサの海岸線の比較は図 9.3.3 のとおりである。詳細は Appendix 9.3.1 に記載する。図 9.3.4 は海岸線の変化である。

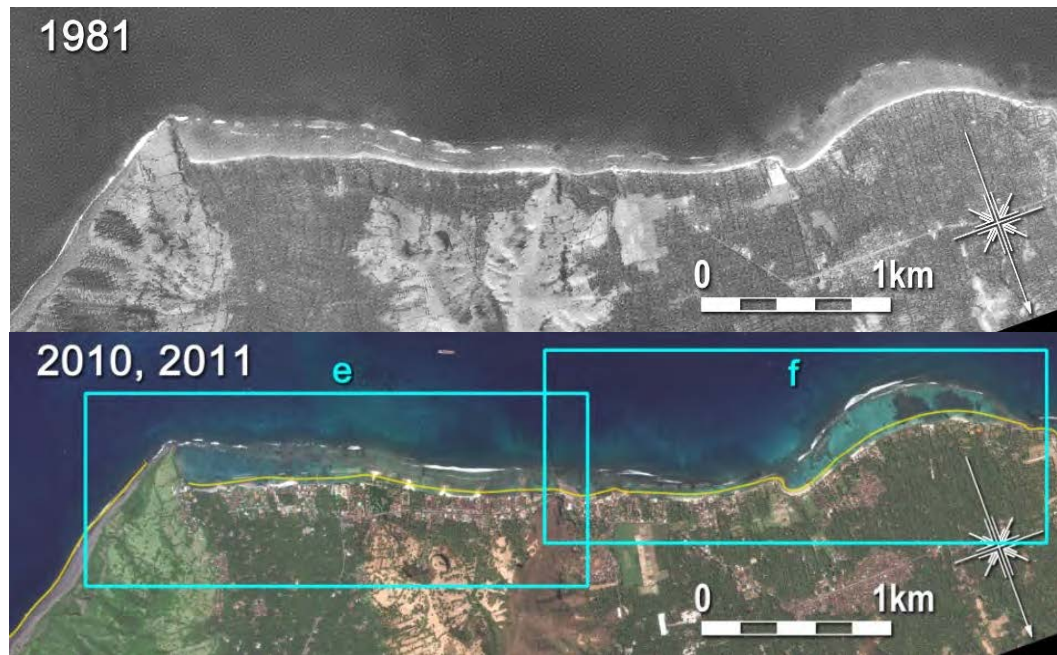


図 9.3.3 1981 年～2011 年にかけての空中写真と衛星画像（チャンディダサ）

(出典：JICA 調査団)

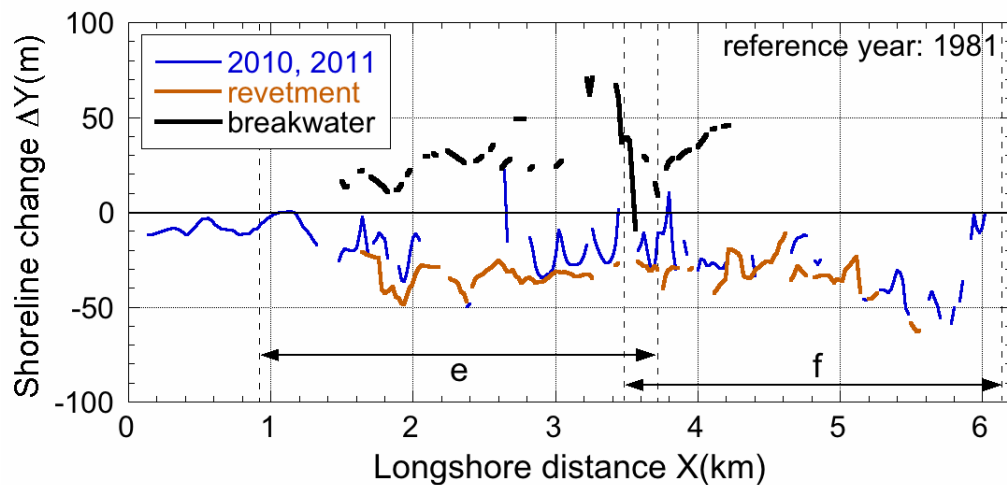


図 9.3.4 1981 年～2011 年にかけての海岸線変化（チャンディダサ）

(出典：JICA 調査団)

- E 地区 (X = 1 km to 3.5 km) における海岸線後退は、約 20～40m とみられる。
- 幾つかの護岸壁は海岸線に沿って建設されているが、その位置は 1981 年当時の海岸線から 20～30m 程地すべりを起している。

- F 地区 (X = 4 km to 6 km) における海岸線後退は E 地区よりも進んでおり、約 40~60m とみられる。
- もともとチャンディダサの海岸幅は、20m 程度と狭かった。

c) 南西海岸 (クタ北~チャンゲー)

図 9.3.5 は、クタ北からチャンゲーまでの地域の 1981 年~2011 年までの海岸線を比較したものである。詳細は、Appendix 9.3.1 に記載する。図 9.3.6 は、海岸線の変化を現わしている。

- この地域の殆どで海岸線後退がみられるが、海岸線後退の変化は 20m 以下であり、東側の海岸と比較して小さいものとなっている。
- レギャンからスミニャックまでの地域 (X = 3 km to 8 km) における海岸後退は、10m 前後となっている。X=7.3 km 地点にみられる大きな海岸線後退は、この地域に小規模河川の河口があること起因している。
- X=8 km 地点から北側の地域では、海岸線は落ち着いている。海岸に点在する岩が砂の流出を防いでいるものと推定される。

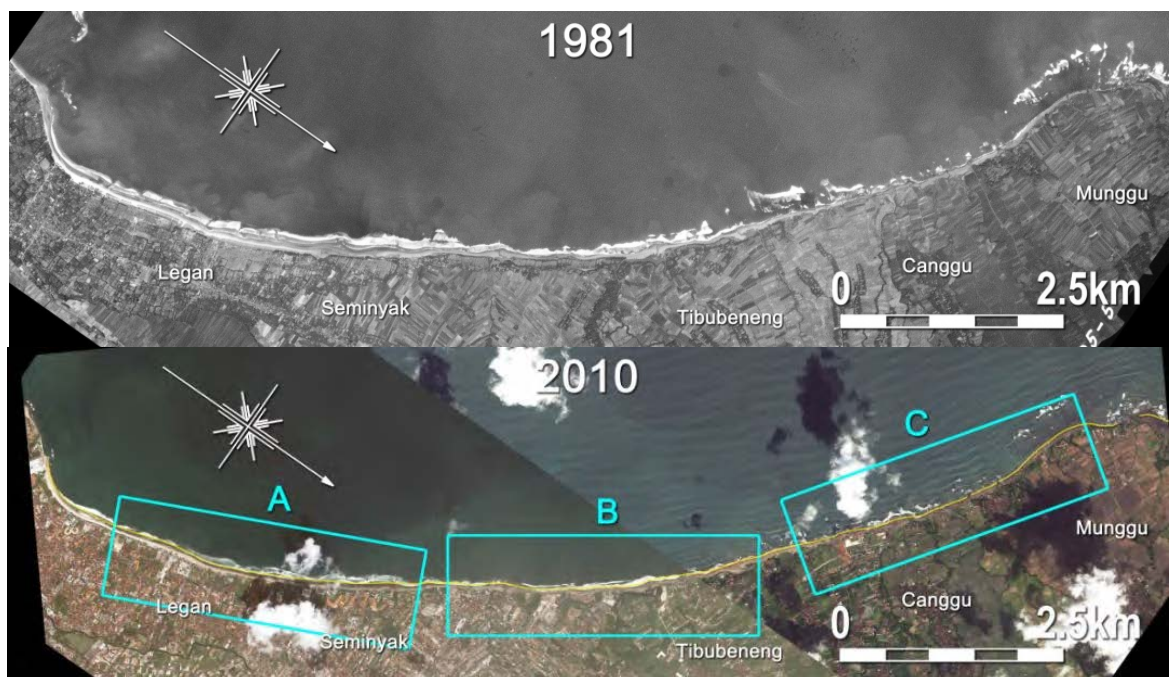


図 9.3.5 1981 年~2010 年にかけての空中写真と衛星画像 (南西海岸)

(出典: JICA 調査団)

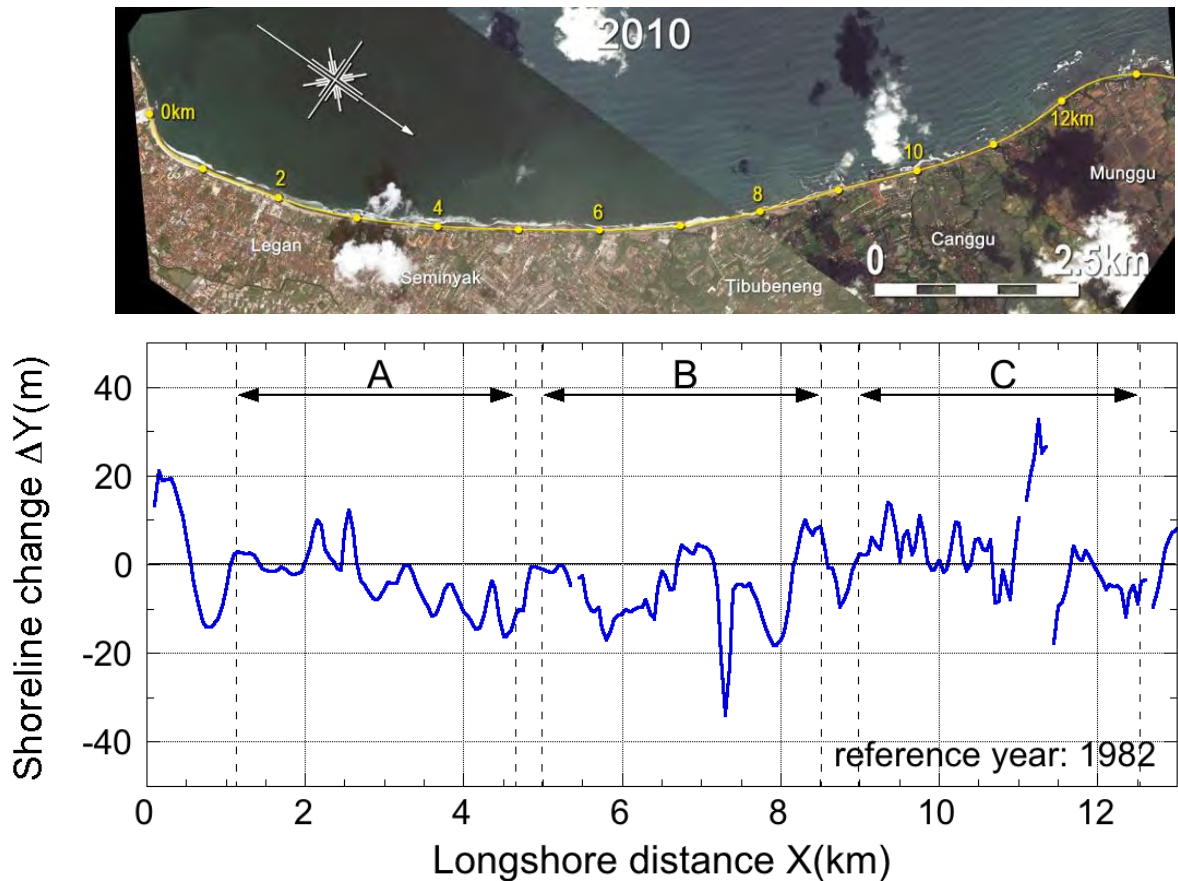


図 9.3.6 1981 年～2010 年までの海岸線変化

(出典：JICA 調査団)

- C 地区においては、 $X=11.3$ km 地点を除いて、海岸線後退は見られなかった。 $X=11.3$ km 地点には大型の岩があり、海岸の南側において約 30m の滞砂が見られる。それに対して北側では海岸線後退がみられた。
- 画像分析によると、侵食域は約 $S=24,000 \text{ m}^2$ と推定される。漂砂高は 10m と推定され、この地域における流出砂量は、この 28 年間に約 $240,000 \text{ m}^3$ と推定される(年平均 9000 m^3)。この砂の流出は、北側に向かう波によるものと推定される。
- 1971 年代以前に、滞砂バランスをとるよう推奨された。当時、南側(環礁域)からの漂砂が北側に流れており、滞砂バランスはとれていた。滑走路建設を主な原因とする海岸侵食が、特に南側(環礁域)で起こってからは、南側からの砂の供給は止まってしまった。これにより、この地域における砂の需給関係が崩れ、海岸侵食がおこったと推定される。

評価は、1～5 ポイントの点数評価により実施された。各スコアの規準は下表 9.3.1 のとおりである。

各スコアの規準は下表 9.3.1 のとおりである。

表 9.3.1 スコア基準

スコア	規準
5	30年間で50mの海岸線後退
4	30年間で20～50mの海岸線後退
3	30年間で10～20mの海岸線後退
2	30年間で0～10mの海岸線後退
1	海岸線後退はみられない。

(出典：JICA 調査団)

表 9.3.2 海岸侵食度評価結果

調査対象地域	No	対象海岸	内容:海岸線後退	スコア
南東海岸	E1	チャンディダサ	東側:20～30m、西側:40～60m	5
	E2	クサンバ	無し	1
	E3	クロトク	150～200m	5
	E4	テガールベザール	100～150m	5
	E5	シユト	100～150m	5
	E6	ルビ	100m	5
	E7	マセティ	5～10m	2
	E8	サバ、プルナマ、	10～20m	3
	E9	バビアン	50～80m	5
	E10	サヌール北からパダンガラク	70～100m	5
西海岸	W1	クタ北 からレギャン	5～12m	3
	W2	スミニャック	5～15m	3
	W3	チャングー	0～10m	2

(出典：JICA 調査団)

(2) (b-2) 海岸利用と海岸施設に対する影響

海岸の状態については、海岸利用と保全の観点から、常にモニタリングすることが必要である。例えば、海岸線後退がみられたとしても、それが海岸利用や保全の妨げになるものでない場合は、海岸保全対策をとる必要性は低い。

海岸利用の視点からは、日光浴や散歩、海水浴、釣りなどの観光目的やバリ地域住民の宗教行事等での海岸利用を妨げられる可能性が検証されなければならない。

海岸保全の観点からは、海岸施設の現状と海岸線後退及び施設と周辺域への波の侵入による影響を、現地踏査とインタビュー調査により検証する必要がある。

図 9.3.7 (1/5) から 9.3.7 (5/5) は、各対象海岸における海岸利用形態と後背地における施設の現状、及び想定される負の影響である。

実際、スコアリングの規準設定には難がある。一つの方法として、表 9.3.3 に示すように、負の影響につき寄せられたコメントの数を基準とした。

表 9.3.3 海岸利用及び海岸施設に対する負の影響についての評価

調査対象地域	No	対象海岸	海岸利用の主要目的	海岸利用活動に対する障害	後背地施設への影響	スコア
南東海岸	E1	チャンディダサ	国際的及び国内的リゾート地	- 海岸までのアクセスが悪い。 - 海岸沿いの散歩が困難。 - 海岸利用活動には狭い。	- ホテル敷地内への越波 - 敷地・施設の喪失	5
	E2	クサンバ	漁業及び海上交通	問題無し	問題無し	0
	E3	クロトク	宗教的地区		寺院への波の侵入	1
	E4	テガールベザール			敷地への波の侵入	1
	E5	シユト			敷地への波の侵入	1
	E6	ルビ	宗教的地区及び保養地	海岸利用活動には狭い	- 施設や家屋前までの波の接近 - 施設被害の可能性	3
	E7	マセティ	宗教的地区及び保養地		寺院への波の侵入	1
	E8	サバ、ブルナマ、	宗教的地区及び保養地		敷地への波の侵入	1
	E9	パビアン	保養地		敷地への波の侵入	1
	E10	サヌール北から パダンガラク	国内的リゾート地、 宗教的地区、保養地		敷地への波の侵入	1
南西海岸	W1	クタ北 からレギャン	国際的及び 国内的リゾート地	- 満潮時には、海岸利用活動 には狭くなる	- 施設や家屋前までの波の 接近 - 施設被害の可能性	3
	W2	スミニャック	国際的リゾート地	- 満潮時には、海岸利用活動 には狭くなる	- 施設や家屋前までの波の 接近 - 施設被害の可能性	3
	W3	チャングー	国際的リゾート地・住宅地、 宗教的地区		- 施設や家屋前までの波の 接近 - 施設被害の可能性	2

(出典：JICA 調査団)

E1: チャンディダサ		
外国人観光客及び地元住民の双方が集うリゾート地> - ホテルとビラの敷地で殆どが占められている。砂浜は無い。 - 防波堤建設、分離壁及び海岸の喪失のため、観光客は、海岸沿いを歩くことが不可能となっている。 - 満潮時には、ホテルの敷地内にまで越波がある。これにより防波堤の損傷を招き、ホテルの活動に影響が出ている		
E2: クサンバ		
< 漁業及びヌサペニダへの海上交通、リゾート地ではない。> - 海岸幅は、現況での海岸利用においては十分に思われる。後背地住宅・施設にも影響はみられない。		
E3: クロトク		
< 宗教行事の場所、リゾート地ではない。> - 寺院は、海岸域にあり、地域住民は宗教行事のために海岸に来る。他の施設は無い。 - 満潮時には、寺院の前の空間は十分ではなくなる。		

図 9.3.7 海岸利用と海岸施設の現状、及び想定される負の影響 (1/5)

(出典: JICA 調査団)

E4: デガレベサール		
< 宗教行事の場所。リゾート地ではない。 > - ビラが幾つか存在するが、海岸利用は活発ではない。 - 海岸において、砂利採取がおこなわれている。		
E5: シュート		
< 宗教行事の場所。リゾート地ではない。 > - 海岸利用は活発ではない。 - 後背地施設・敷地等保全のための護岸工事が、海岸近くで行われてる。		
E6: ルビ		
< 地域にとっての宗教行事および地元観光の場所。 > - 地元のレストラン及び小規模魚市場が同じ海岸内に混在している。 - 海岸と新しく建設された有料道路との間が100-150mと、狭くなっている。 - Balaiによって、地すべり防止目的の護岸が、1.4kmにわたって建設されている。		

図 9.3.7 海岸利用と海岸施設の現状、及び想定される負の影響 (2/5)

(出典: JICA 調査団)

E7: マセデイ		
(Religious and recreation area for residents) - There is temple close to the beach and temple area is protected by seawall. - Beach area is utilized as religious events and recreation for residents. No obstruction on beach use is observed.		
E8: プルナマ		
< 地域にとっての宗教行事およびレクリエーションの場所。> - 海岸に近接して寺院があり、護岸によって守られている。 - 海岸は、宗教的儀式的場所として使用され、また、地域住民にとっての憩いの場所となっている。海岸の不法利用はみられない。		
E9: パビアン		
< 地域住民にとっての憩いの場所。> - 海岸に近接してビラがいくつか存在する。 - 最近建設されたとみられる護岸の前の砂浜が消失している。		

図 9.3.7 海岸利用と海岸施設の現状、及び想定される負の影響 (3/5)

(出典: JICA 調査団)

E10: サヌール北 - タダンガラク		
< サヌール北は、地元観光地の様相が強い。パダンガラクは、地域にとっての宗教行およびレクリエーションの場> - サヌール北地域では、既存護岸の直ぐ裏手にビラと小規模レストランが存在する。 - パダンガラクのBWS-BPによって、護岸が、1.9kmにわたって建設されている。隣接地の殆どが空地であり、積極的な土地利用はみられない。		
W1: クタ北 - レギヤン		
< 国際的リゾートエリア> - 海岸は常に国内外の観光客で賑わっている。 - 養浜地の境界線を過ぎると海岸は狭くなっている。満潮時の海岸空間は、利用活動にとって狭く支障を来している。		
W2: スミニヤック		
< 国際的リゾートエリア> - 海岸は、外国からのリゾート客で賑わっている。隣接地は、高級ホテルやレストランが林立している。 - 満潮時の海岸空間は、利用活動にとって狭く支障を来している場所がある。		

図 9.3.7 海岸利用と海岸施設の現状、及び想定される負の影響 (4/5)

(出典: JICA 調査団)



図 9.3.7 海岸利用と海岸施設の現状、及び想定される負の影響 (5/5)

(出典：JICA 調査団)

9.4 初期段階における選定

表 9.1.3 のとおり、結果は以下となった。

選定海岸：

優先順位第 1 位：チャンディダサ (22 ポイント)、クタ北～レギャン及び
スミニャック (18 ポイント)

優先順位第 2 位：チャングー (15 ポイント)、及びルビ (15 ポイント)

優先順位第 3 位：サヌール北～パダンガラク (13 ポイント)

ルビ (第 2 優先順位) 及びパダンガラク (第 3 優先順位) は、国内的観光地である。第 13 章記載のとおり、対象海岸の観光への貢献度は、周辺の外国人向けのホテル・レストランの数と外国からの観光客の数が大きな要因となっている。更に、外国人観光客の経済消費は、国内観光客の 3 倍にのぼる。海岸侵食状況という視点では、ルビは最も深刻な海岸ではあるが、周辺にホテルが存在せず、外国人向け観光地としての貢献度は低い。侵食は深刻ではあるが、候補海岸選定のための総合スコアとしては外国人向け観光地よりは低い優先順位となった。

東側の他の海岸は、特に「国際的リゾートエリア」を考慮した場合、フェーズ 1 事業としては選定されなかった。

優先順位第 1 位として選ばれ 3 つの海岸は、図 9.1.2 で既述のとおり、更に a) 社会環境面、b) 海岸環境面および c) 海岸維持管理実施の可能性の 3 つの規準によって検証される。第 1 から第 3 優先順位の海岸の検証結果は各表のとおりである。

9.5 社会環境面

(1) (c-1) ホテル業者及び地域住民からの海岸保全についての要望

候補海岸に対して責任業務を持つ関係者に対して複数回のインタビュー調査を実施した。海岸保全対策の必要性についての関係者の反応は、表 9.5.1 のとおりである。海岸保全の要望は、殆どの海岸で高く、特に優先順位第1位の海岸で高くなっている。

表 9.5.1 海岸保全対策の必要性に関するインタビュー調査結果

優先 順位	No	選定海岸	インタビュー調査対象者	海岸保全に対する 要望	評価
1位	E1	チャンディダサ	サム伝統村村長	緊急	高
			センキド伝統村村長	緊急	
			ホテル協会会長	緊急	
			チャンディダサ漁業組合	緊急	
			スバガン伝統村教師	緊急	
	W1	クタ北～ レギャン	伝統村村長	緊急	高
			レギャン海岸管理組合長	緊急	
			バリ マンディラホテル	将来的には必要	
	W2	スミニャック	スミニャック伝統村村長	緊急	高
			セミニャック海岸管理組合長	緊急	
2位	W3	チャングー	伝統村村長	緊急	高
			漁業組合長	将来的には必要	
			高級ホテル・レストラン協会会長	場合によって	
			伝統村村長(ブラフ)	緊急	
			漁業組合長(ブラフ)	緊急	
	E6	ルビ	ルビ漁業組合長	緊急	高
			ルビ伝統村村長	緊急	
3位	E10	サヌール北～ パダンガラク	ケシマン伝統村村長	将来的には必要	中
			パダンガラク漁業組合長	将来的には必要	

(出典：JICA 調査団)

(2) (c-2) ホテルと地域社会との関係

主要関係者の一つであるホテルと地域社会との関係は、各候補海岸において収集された情報を基に、表 9.5.2 のように要約される。基本的には、各候補海岸において管理制度が存在しないことから、海岸維持管理についてのホテルと地域社会との協力関係はみられなかった。が、唯一、海岸清掃活動は、ホテルと地域社会によって実施されている。また、関係者間の不和関係は、特に優先順位第1位及び2位の海岸地域ではみられなかった。

表 9.5.2 ホテルと地域社会の関係

優先 順位	No	選定海岸	現状	評価
1位	E1	チャンディダサ	地域社会とホテルが共同して海岸維持管理を実施している。 村とホテルの間に、必要に応じて、時折、調整委員会が開催される。	問題無し
	W1	クタ北～レギャン	地域社会とホテルが、民間業者やNGOの協力を得ながら海岸清掃を実施している。	問題無し
	W2	スミニャック	地域社会とホテルが海岸清掃を調整している。	
2位	W3	チャンゲー	村とホテルの間に、必要に応じて、時折、調整委員会が開催される。 ホテルが地元自治体に海岸清掃代を支払っている。	問題無し
	E6	ルビ	調整なし。(ホテルが1件も存在しないため。)	-
3位	E10	サヌール北～パダンガラク	調整なし。(ホテルが1件も存在しないため。)	-

(出典：JICA 調査団)

9.6 海岸環境面

(1) (d-1) 海岸環境への影響

a) 要約

候補海岸の環境現況の概要は、表 9.6.1 のとおりである。最も影響を受けやすいとみられるのは、チャンディダサである。チャンディダサは珊瑚礁海岸であり、多くの珊瑚、海藻及び魚類が生息している。他の海岸は概ね外海に開けた砂浜となっている。

表 9.6.1 珊瑚環境に対する影響の概要

優先 順位	No	選定海岸	海岸のタイプ	珊瑚礁の生息	海藻	水質	漁業対象魚類	環境法規による制限	評価
1位	E1	チャンディダサ	珊瑚礁海岸	有	有	良好	サバ、フエダイ、ハタ、ビンナガマグロ	無	要注意
	W1	クタ北～レギャン	砂浜	-	-	中	ロブスター	無	影響無し
	W2	セミニャック	砂浜	-	-	中	ロブスター	無	影響無し
2位	W3	チャンゲー	砂浜	-	-	中	ロブスター	無	影響無し
	E6	ルビ	砂浜	-	-	中	サバ、フエダイ、ハタ、ビンナガマグロ	無	影響無し
3位	E10	サヌール北～パダンガラク	砂浜	-	-	中	-	無	影響無し

(出典：JICA 調査団)

b) 既存珊瑚礁への影響

候補海岸の中では、チャンディダサのみが珊瑚礁海岸に分類される。環礁の内外に珊瑚礁の生息が見られるが、主な生息域は外海環礁傾斜帯にある。162.2ha にわたる生育

状況の良好な珊瑚礁が、侵食海岸の前にある(図 9.6.1)。この珊瑚礁は、分岐型珊瑚がその多くを占める。この種類は、主に防波堤の外に広がっている(写真 9.6.1)。詳細は第 13 章で述べられている。

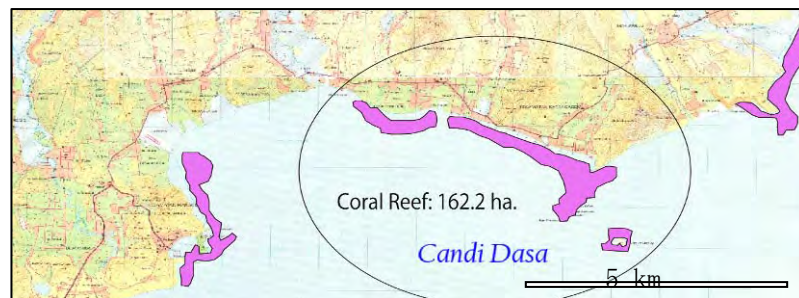


図 9.6.1 チャンディダサ周辺環境

(出典:「バリ州環境白書、2010」)



(1) 既存防波堤周辺の珊瑚礁の分岐



(2) 外側環礁斜面の珊瑚

写真 9.6.1 チャンディダサの生息珊瑚

(出典: JICA 調査団)

海岸施設の建設場所と養浜計画対象地は海岸の前に位置する。が、珊瑚生育域は、珊瑚礁の外側に位置しており、珊瑚に対する直接的な影響は無いと想定される。しかし、混濁や大型船舶による被害等建設作業による間接的な影響が予想される。

c) 既存の海洋生態系への影響

海藻生態系

チャンディダサ海岸域環境は海藻の生育に適しており、約 20ha (バリ州環境白書 2010、I-138) にわたって広がっている。海藻は、微生物生態系の母体となり、また亀やジュゴンの餌場となることが知られている。チャンディダサの西側では大きな海藻の生育地がある。

商業目的魚類

東側海岸にみられる砂底の海岸域は、漁業者にとっての商業目的漁業(ロブスター等)の漁場となっている。浚渫による砂底の破壊は、これらの漁業に悪影響を及ぼす可能性がある。漁場と漁業時期についての更なる詳細な検証調査が必要であり、漁業者との合意もなされなければならない。

表 9.6.2 商業目漁業(種類と場所)

優先順位	No	選定海岸	漁業対象魚類	漁場 (海岸からの距離)
1位	E1	チャンディダサ	サバ、フエダイ、ハタ、ビン ナガマグロ	5 - 25 km
	W1	クタ北～ レギャン	ロブスター	1 - 10 km
	W2	スミニャック	ロブスター	1 - 10 km
2位	W3	チャングー	ロブスター	1 - 10 km
	E6	ルビ	サバ、フエダイ、ハタ、ビン ナガマグロ	25 km 域内
3位	E10	サヌール北～ パダンガラク	-	-

(出典：漁業組合に対するインタビュー調査)

d) 水質への影響

海岸域における海岸保全事業及び砂採掘作業による水質への影響は、海水循環が十分ではないチャンディダサを除いては、特に想定されない。チャンディダサにおける保全作業については十分に注意を要する。

表 9.6.3 水質低下の発生

優先順位	No	海岸	現状	海岸の物理的特徴	養浜による 影響	海域での取砂 による影響
1位	E1	チャンディダサ	良好	-環礁内 -既存の防砂堤及び防 波堤を原因とする部分的 な海水の澱み	採砂作業中の 濁り及び海水 循環の低下に よる影響の可 能性有り	採砂作業中の 濁りによる影響 の可能性有り
	W1	クタ北～ レギャン	中	自然海岸	影響無し	影響無し
	W2	スミニャック	中	自然海岸	影響無し	影響無し
2位	W3	チャングー	中	部分的岩崖が存在する 自然海岸	影響無し	影響無し
	E6	ルビ	中	自然海岸	影響無し	影響無し
3位	E10	サヌール北～ パダンガラク	中	自然海岸	影響無し	影響無し

(出典：JICA 調査団)

(2) (d-2) 海岸環境に関する規制、法規、及び規則

優先順位第 1 位の候補海岸、チャンディダサ、クタ北からレギャン、及びスミニャックは、バリ州による 2009 年の空間計画においては所謂「観光地」と定義されている。さらに、これらの地域は、「海岸保全区域」と定義されており、珊瑚礁海岸の殆どと海岸付近の小島、及び河口は、「海岸保全区域」とされている。空間計画における説明によると、この地域においては工場施設の建設は禁止されている。さらに、自然環境の維持

と保全が必要とされている。しかし、空間計画は、これらの地域での海岸保全事業に関して、何の禁止事項も触れていない。

9.7 海岸維持管理実施の可能性評価

(1) (e-1) 海岸管理制度(行政側)

海岸維持管理は、インドネシアではまだ確立されていない。この調査の結果として、海岸維持管理協議会(TKMPP)が設立され、フェーズ1事業対象海岸における海岸維持管理の必要性が協議、決定される。新たな海岸保全の方策が決定されて後、海岸維持管理を担当する関係部署がこの会に参加することになる。こうして、海岸維持管理実施の可能性について検証するため、評価が実施された。

評価結果は表 9.7.1 のとおりである。

表 9.7.1 行政による海岸管理実施可能性についての評価結果

優先順位	No	選定海岸	県/市	現状及び将来的可能性	評価(実現可能性)
1st	E1	チャンディダサ	カラングサム	-チャンディダサは、バリにおける国際的リゾート地の一つである。カラングサム県は、今後、フェーズ1事業対象海岸の海岸維持管理業務を地域社会に根付かせるために十分な受け入れ態勢にあると評価される。よって、海岸維持管理において共通の情報は、BWS-BP及びカラングサム県双方で共有することが望ましい。 -カラングサム県は、本調査作業部会の参加者である。部会は、本調査の作業部会のメンバーであり、バリにおける海岸維持管理制度を確立するために協議を重ねてきた。海岸維持管理協議会(TKMPP)設立後、もし、チャンディダサが事業対象地となった場合は、中心となる。 -BWS-BP及びカラングサム県は、チャンディダサ海岸において海岸保全のための維持管理の実施経験がある。カラングサム県は、過去の経験から海岸維持管理の重要性及び困難さを理解している。しかし、人材と機材の不足から、モニタリング及び海岸保全のための維持管理の経験が無い。チャンディダサ海岸における事業実施中にOJTを通して能力開発が必要である。	高
	W1	クタ北～レギャン	バドゥン県	-国際的リゾート地の多くが(例:フェーズ1事業のクタ、ヌサドアや、レギャン、スミニャック、チャングー)、バドゥン県にあり、他地域に比較して高い経済的利益をあげている。	高
	W2	スミニャック		-このような状況の中、は、既に、海岸維持管理の重要性及び必要性を理解している。	
2nd	W3	チャングー	バドゥン県	-バドゥン県は、本調査の作業部会のメンバーであり、バリにおける海岸維持管理制度を確立するために協議を重ねてきた。海岸維持管理協議会(TKMPP)設立後は、他の地元関係機関を牽引する役目を担うことが期待されている。 -BSW-BPは、チャングー地域において海岸保全のための維持管理の経験がある。バドゥン県もまた、関係者からの要望により、海岸維持管理制度確立に意欲を示している。	高
	E6	ルビ	ギヤニャール県	-ギヤニャール県の海岸は、基本的に地域住民の集う海岸であり、国際的リゾート地は無い。 -BWSDPは、ルビ地域において海岸保全のための維持管理の経験がある。しかし、ギヤニャール県は、人材と機材の不足から、モニタリング及び海岸保全のための維持管理の経験が無い。	低
3rd	E10	サヌール北～パダンガラ	デンパサール市	-国際リゾート地であるサヌールは、デンパサール市にある。一方、事業対象砂浜における違法な利用がみられる。 -BWSBPは、サヌール北において、海岸保全目的とした維持管理の経験がある。	中

(出典: JICA 調査団)

(2) (e-2) 関係者による自主的管理

表 9.7.2 は、関係者による海岸維持管理の現況を示している。関係者によって実施されている中心的自主的管理は海岸清掃である。クタ北からスミニャックにおいて、フェーズ1事業の下での公衆トイレ、海岸監視員等の公的施設のいくつかは、事業完遂後、地域社会によって維持管理されている。

基本的には、殆どの選定された海岸において、海岸清掃は関係者によって管理されている。その一方で、関係者によって個人的に維持管理された維持管理項目や活動は存在しない。

しかし、最近の状況からすると、主にホテル業者及び地域社会が自己管理を行うことのできる可能性を持っている。

表 9.7.2 関係者によって現在実施されている海岸維持管理活動

優先順位	No	海岸	維持管理項目	現状	評価 (可能性)
1位	E1	チャンディダサ	海岸清掃	地域社会およびホテル協会が、それぞれの責任を負う区域の維持管理を良好に行っている。	中
	W1	クタ北～レギャン	海岸清掃	地域社会及び高級ホテル・レストラン協会が、民間業者及びNGOの協力の下、海岸維持管理を実施している。	高
			公共施設の維持管理	いくつかの公共施設(フェーズ1事業対象域の公衆トイレ、海岸監視小屋等)は、フェーズ1事業後、地域社会によって維持管理されている。	
	W2	スミニャック	海岸清掃	地域社会およびホテル協会が、それぞれの責任を負う区域の維持管理を良好に行っている。	高
			公共施設の維持管理	いくつかの公共施設(フェーズ1事業対象域の公衆トイレ、海岸監視小屋等)は、フェーズ1事業後、地域社会によって維持管理されている。	
2位	W3	チャングー	海岸清掃	地域社会およびホテル協会が、それぞれの責任を負う区域の維持管理を良好に行っている。	中
	E6	ルビ	海岸清掃	漁業組合が、部分的に維持管理を行っている(魚市場及び海岸にあるレストランの周辺)	中
3位	E10	サヌール北～パダンガラク	海岸清掃	地域社会が維持管理を行っている。	中

(出典：JICA 調査団)

9.8 候補海岸の最終選定

初期段階の選定候補海岸における「社会環境面」、「海岸環境面」、及び「海岸維持管理」についての評価概要は、表 9.8.1 のとおりである。

最初の選定において優先順位第 1 位の 3 つの海岸（チャンディダサ、クタ北からレギャン、及びスミニャック）は、既述の 3 つの検証点については特に支障のあるものはない。

本調査では、環礁の内外に生育する珊瑚礁は良好な状態とみられ、その上、チャンディダサの水質はまだ保たれている。これは、観光開発の視点からは、サヌール、ヌサドゥア及びクタの位置する南部リゾート地には無い重要な要素である。よって、チャンディダサでの事業実施の間は、海岸環境に対して大きな注意が必要である。

表 9.8.1 社会環境面、海岸環境面、及び海岸管理実施の可能性の観点からの
評価結果要約

優先度	No	選定海岸	c) 社会環境面		d) 海岸環境面		e) 海岸維持管理実施の可能性		最終結果
			c-1	c-2	d-1	d-2	e-1	e-2	
			事業実施の要望	ホテルと地域社会との関係	海岸環境への影響	規制、法規、規則	維持管理制度	関係者による自主管理	
		参照	9.5(1)	9.5(2)	9.6(1)	9.6(2)	9.7(1)	9.7(2)	
1位	E1	チャンディダサ	高	問題無し	要観察	無し	高	中	選定
	W1	クタ北～レギャン	高	問題無し	影響無し	無し	高	高	選定
	W2	スミニャック	高	問題無し	影響無し	無し	高	高	選定
2位	W3	チャングー	高	-	影響無し	無し	高	中	
	E6	ルビ	高	-	影響無し	無し	低	中	
3位	E10	サヌール北～バダンガラク	中	-	影響無し	無し	中	中	

(出典：JICA 調査団)

選ばれた南西海岸の 2 海岸（W1：北クタ～レギャン、W2：スミニャック）は、砂浜が続く同じ海岸線の中に存在する。技術的見地からは、W1 と W2 を一つの対象とすることが望ましい。よって、対象海岸は、下記のとおり 2 つの地域となった。

対象海岸 1（東海岸）：チャンディダサ（5 km 前後）

対象海岸 2（南西海岸）：クタ北～レギャン～スミニャック（3 km 前後）

第10章 候補地海岸における現地調査および底質分析

10.1 概要

計画および設計に必要な情報を得るために各種調査を行い、これらの結果から漂砂機構と海岸の変化を把握するため総合解析を実施した。

表 10.1.1 に第 10 章の概要を示す。

表 10.1.1 第 10 章の概要

章番号	項目	目的	調査結果	適用
10.1	南西海岸および東海岸における潮位観測	・南西海岸と東海岸の潮位変化の差異を調べるため ・設計潮位の設定	南西海岸と東海岸で同じ設計潮位を採用	設計・施工方法
10.2	深浅測量(海底および地形測量)	・海岸保全計画立案のための海底地形の把握 ・南西海岸の底質過程の把握	・地形条件の把握 ・クタ沖の底質過程	設計・底質分析・施工方法
10.3	海浜横断測量および底質採取	・海岸侵食の経緯と漂砂機構の把握 ・前浜勾配と粒径の関係把握	・チャンディダサでは 2006 年以降有意な断面変化はみられない。 ・クタ北では、養浜砂は安定に維持されている。 ・レギャン、スミニャックで断面変化がみられるものの大きくない。 ・前浜勾配と粒径の関係の把握	設計・底質分析
10.4	砂採取可能エリアの潜水調査	・事業対象地域周辺沖の養浜砂の調達可能性を調査するため	・チャンディダサの沖に砂採取可能エリアがあるが、質に問題がある。 ・クタのサンゴ礁の沖に砂採取可能エリアがある。	施工方法・積算
10.5	チャンディダサにおける漂砂の総合解析	・チャンディダサにおける総合的な漂砂機構の把握	・西向きの沿岸漂砂がチャンディダサ全体で卓越している。 ・生物起源の砂の増加は期待できない。	計画・設計
10.6	南西海岸における漂砂の総合解析	・南西海岸における総合的な漂砂機構の把握	・クタ北、レギャンからスミニャックにかけては明白な沿岸漂砂はみられない。	計画・設計

(出典: JICA 調査団)

10.2 南西海岸、東海岸の潮位観測

南西海岸と東海岸の潮位変化の差異を調べ設計に反映させるため水位観測を実施した。

自記式の水圧式潮位計をクタとチャンディダサに同時に設置し、2011年11月22日から12月22日の期間連続観測を行った。観測データをベノア港の予測潮位と比較した結果、以下のことがわかった。

- ▶ クタとベノア港で同様の潮位変化が観測された。一方、チャンディダサの潮位変化は図 10.1.1 に示すようにこれらと異なっていた。この差異は、主にチャンディダサにあるサンゴ礁の影響によるものと考えられる。
- ▶ 満潮位 (HWL) にはクタ、ベノア港およびチャンディダサに著しい差異は見られなかった。このことは、設計には南西海岸と東海岸(チャンディダサ)で同じ潮位条件を用いることができることを示している。

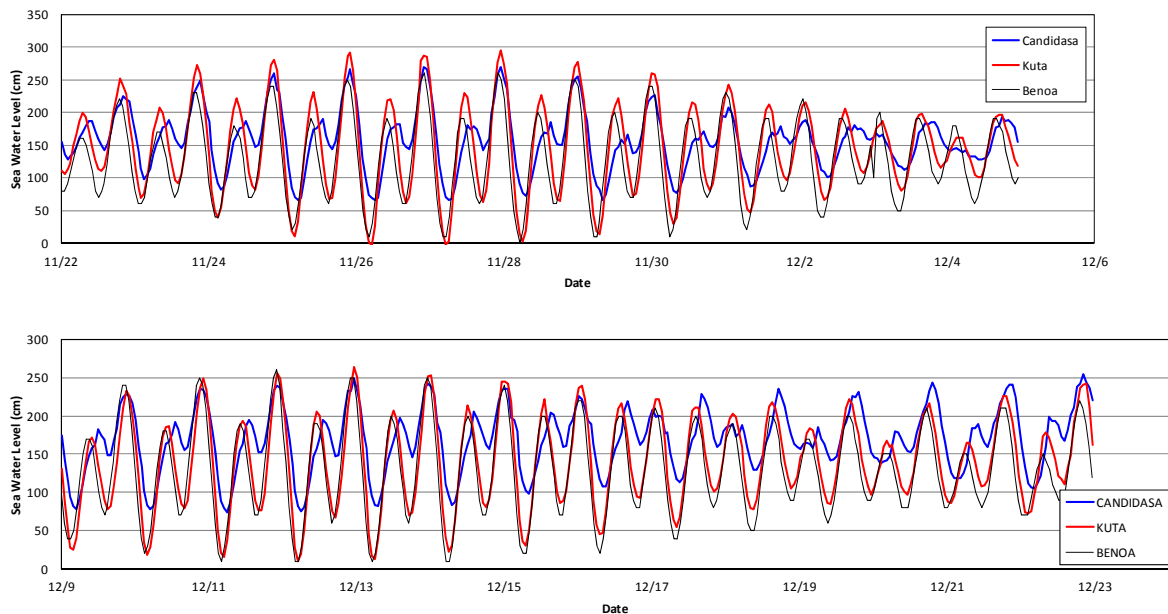


図 10.1.1 チャンディダサ、クタおよびベノア港における水位比較結果

(出典: JICA 調査団)

10.3 深浅測量(水深、地形測量)

(1) 概要

候補地海岸における海岸保全計画策定の一環として海底地形の状況を把握するため、深浅測量をチャンディダサとクタ(クタ北から Petitenget) で実施した(図 10.3.1)。深浅測量の調査範囲および測線間隔を表 10.3.1 に示す。

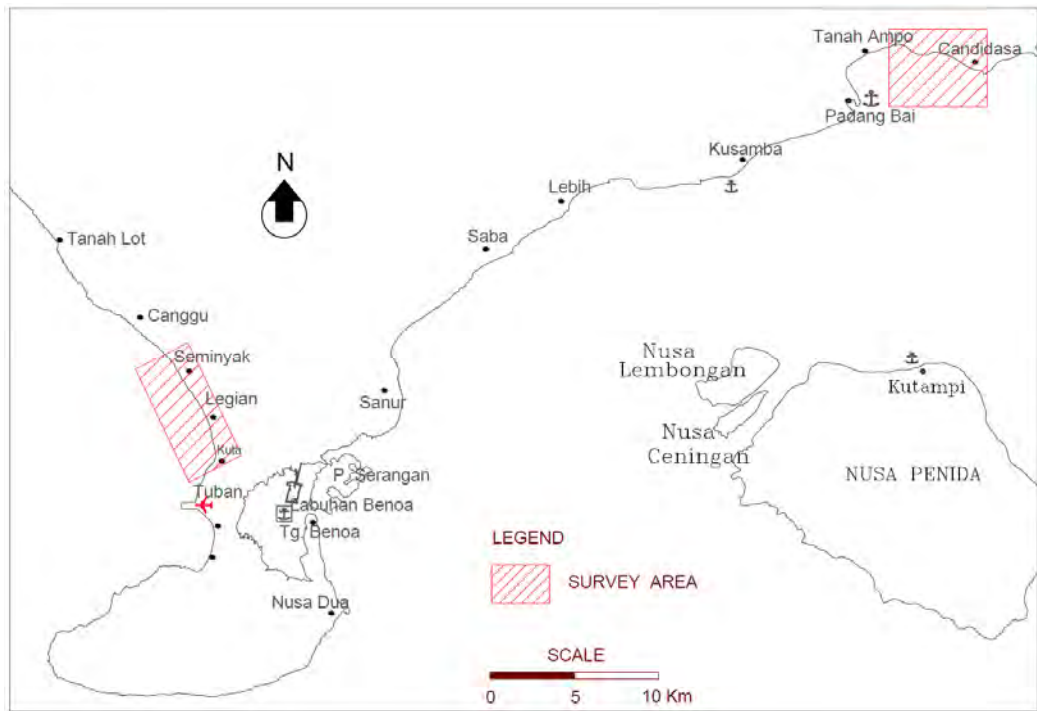


図 10.3.1 深浅測量の範囲

(出典: JICA 調査団)

表 10.3.1 深浅測量の範囲および測定間隔

調査位置 (調査日)	海岸線延長 (km)	測線間隔	測点間隔	沖合調査範囲 (m)
チャンディダサ (2011.12.1)	5km (岬から西)	サンゴ礁内 25m サンゴ礁外100m	25m(最大)	約1.2kmまたは測深可 能最大水深.
クタ北～ Petitenget (2011.11.24-25, 2011.12.2)	6km (Kartika Plaza～ Petitenget寺院)	クタ Art Market ～終端 100m Kartika Plaza～ クタ Art Market 25m	25m(最大)	約1.2kmまたは水深 25m以深

(出典: JICA 調査団)

(2) 調査結果

a) 東海岸(チャンディダサ)

チャンディダサでは、Puri Bagus ホテル前面がサンゴ礁の東端となっており、サンゴ礁の幅は西に向って次第に減少している。Puri Bagus ホテル前面では、海岸からリーフエッジまでの幅は約 300m である。チャンディダサの東端と西端の水深は海岸線から 400m 沖合でも 10m 程度と浅い。一方、Sub Ocean ホテルのある中央部は比較的深く、海岸から 400m 付近で 20m 前後となっている(図 10.3.2)。

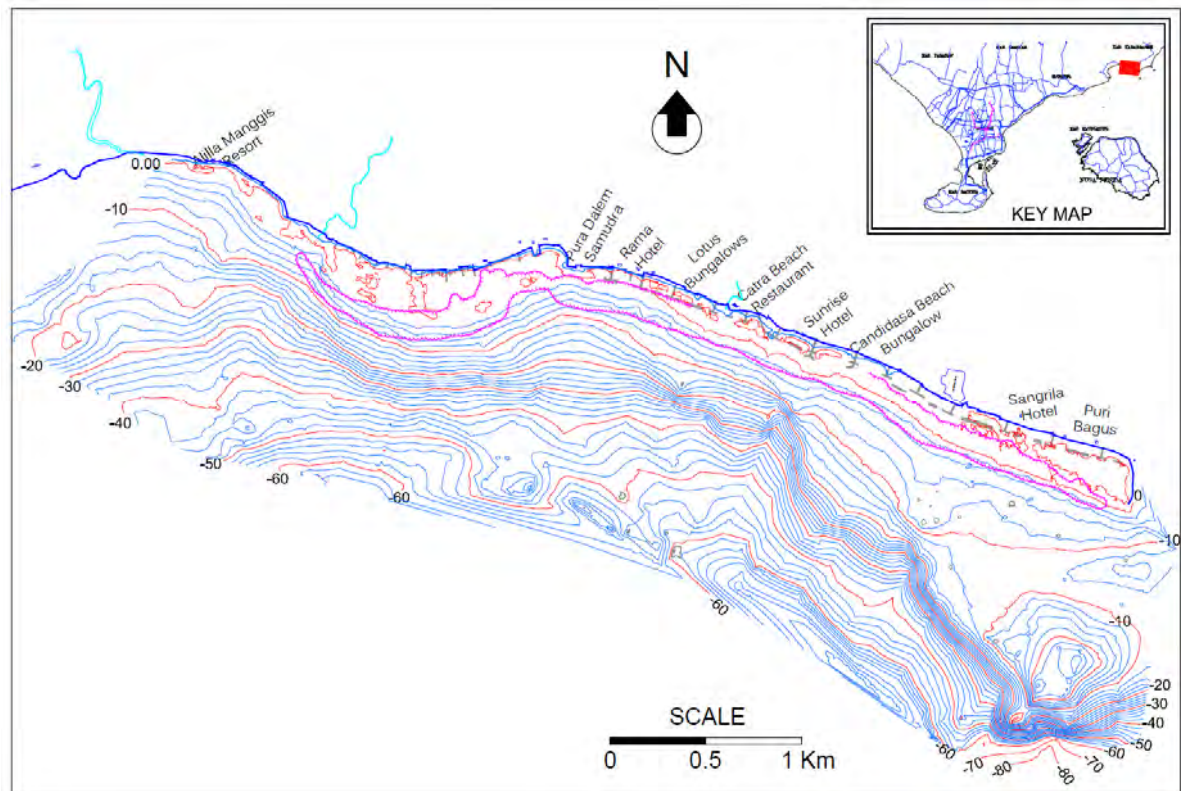


図 10.3.2 チャンディダサの水深図

(出典: JICA 調査団)

b) 南西海岸(クタ北からチャングーの一部)

クタでは、滑走路周辺で発達しているサンゴ礁は、北に向かって急激に減少しており、Bali Garden ホテルの前面ではサンゴ礁はなくなっている。水深は、南端から Bali Garden ホテル付近および Bali Holiday Resort ホテルから北端にかけて浅くなっている。上述の水深は、海岸から 400m 付近で 5m 前後である。一方、Bali Garden ホテルから Bali Holiday Resort ホテル にかけての中央部は比較的深く、海岸から 200m 付近で 5m 前後である(図 10.3.3)。

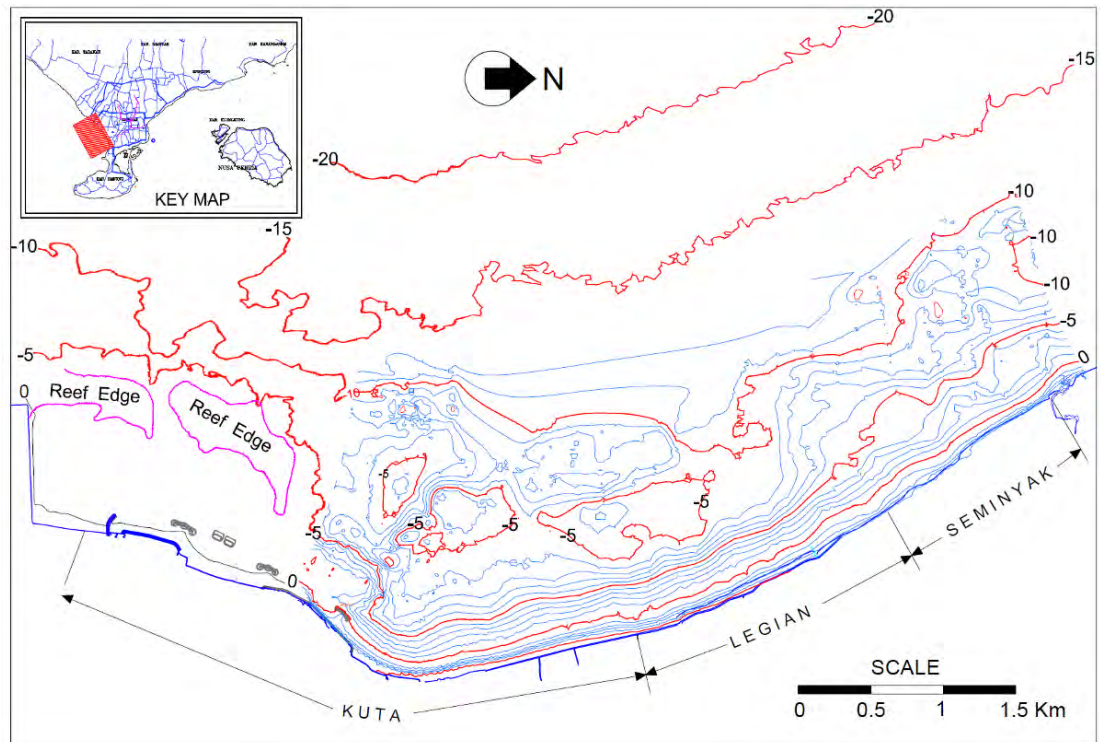


図 10.3.3 クタ北からチャングーの一部にかけての南西海岸の水深図

(出典: JICA 調査団)

(3) 断面比較

a) 東海岸(チャンディダサ)

漂砂と海浜変化を解析するため海底地形調査を実施した。代表測線を図 10.3.4 に示す。

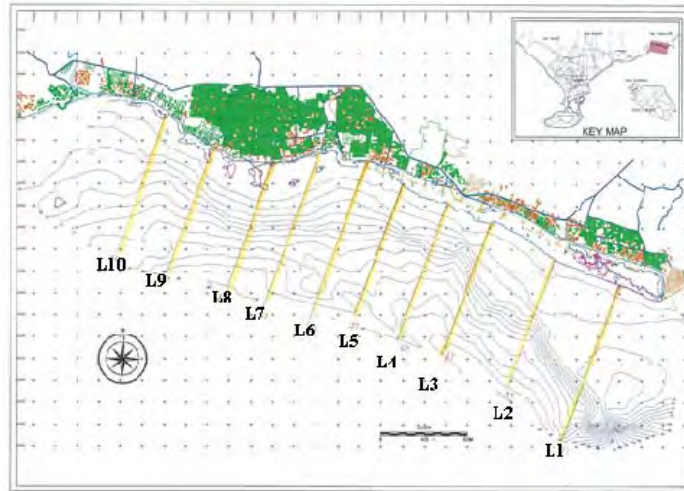


図 10.3.4 チャンディダサにおける代表測線位置

(出典: JICA 調査団)

チャンディダサで 2011 年 12 月に実施された深浅測量結果の内、代表的な断面を図 10.3.5 に示す。10m 以浅の海底勾配は 1/20 から 1/50 と緩やかである。これに対して、10m 以深の海底地形は東端の L1 は 1/30 と緩やかであるものの他の測線は 1/10 から 1/15 と急になっている。

チャンディダサでは水深 10m 以深の海底勾配が急なため、沖合へ流出した土砂が海岸へ戻ってくることは考えにくい。

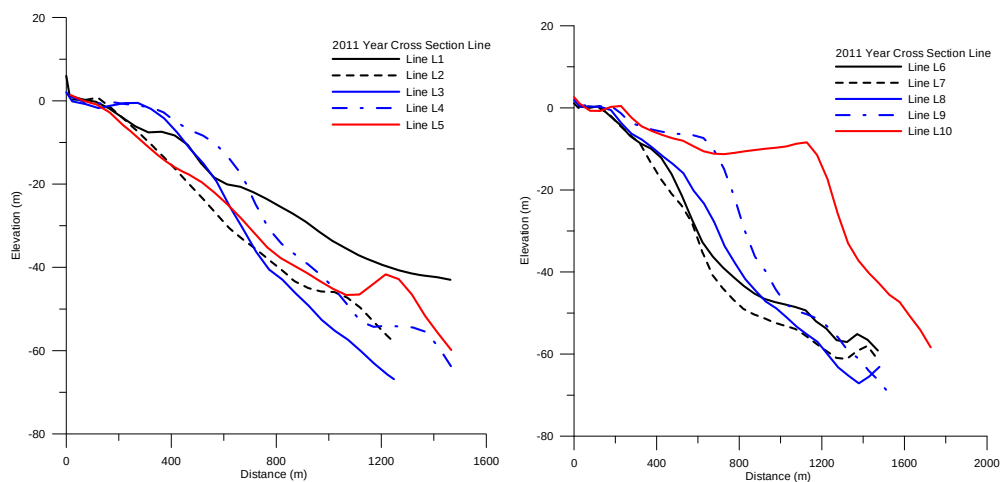


図 10.3.5 チャンディダサにおける代表断面

(出典: JICA 調査団)

b) 南西海岸(クタ北からチャングーの一部)

クタ北からチャングーの一部にかけての漂砂と海浜変化を2006年、2008年および2011年に実施された海底地形調査から検討した。海底地形の特徴を評価するための代表測線を図10.3.6に示す。測線C1からC5はフェーズ1事業で養浜を実施した場所であり、C6からC10では養浜は行われていない。

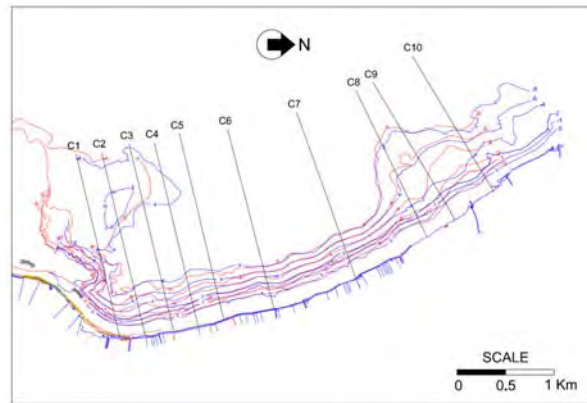


図 10.3.6 クタにおける代表測線位置

(出典: JICA 調査団)

代表測線の断面比較図を図10.3.7と図10.3.8に示す。これから、各測線における堆積と侵食状況を表10.3.2にまとめた。

フェーズ1事業の養浜の北端にあたるC4とC5は水深8m以深で堆積傾向にある。これは、養浜砂の一部が沖合に輸送されC4、C5付近に堆積したためと考えられる。フェーズ1事業で養浜が行われていないC6からC10にかけては明白な侵食、堆積の傾向がみられない。これは、フェーズ1事業で投入された養浜砂はC6から北へは輸送されなかったことを示していると考えられる。

表 10.3.2 各測線における堆積と侵食状況

測線	堆積と侵食状況
C1-C2	陸上の起点から400m以上沖合の水深5m以深の海底地形は、2006年から2008年と2008年から2011年にかけて異なった変化を示しており、明白な侵食または堆積の傾向は見られなかった。
C3	陸上の起点から1,000mまでの海底地形は2006年から2008年と2008年から2011年にかけて同様の堆積傾向が見られた。 1,000mより沖合では、2006年から2008年と2008年から2011年にかけて異なった変化を示しており、明白な侵食または堆積の傾向は見られなかった。
C4	海岸線付近の海底地形(0m以上を含む)と沖合部で2006年から2008年と2008年から2011年にかけて同様の堆積傾向がみられた。
C5	海岸線付近の海底地形(0m以上を含む)と沖合部で2006年から2008年と2008年から2011年にかけて同様の堆積傾向がみられた。
C6-C10	2006年から2008年と2008年から2011年にかけての海底地形の変化が異なり、明白な侵食または堆積の傾向は見られなかった。

(出典: JICA 調査団)

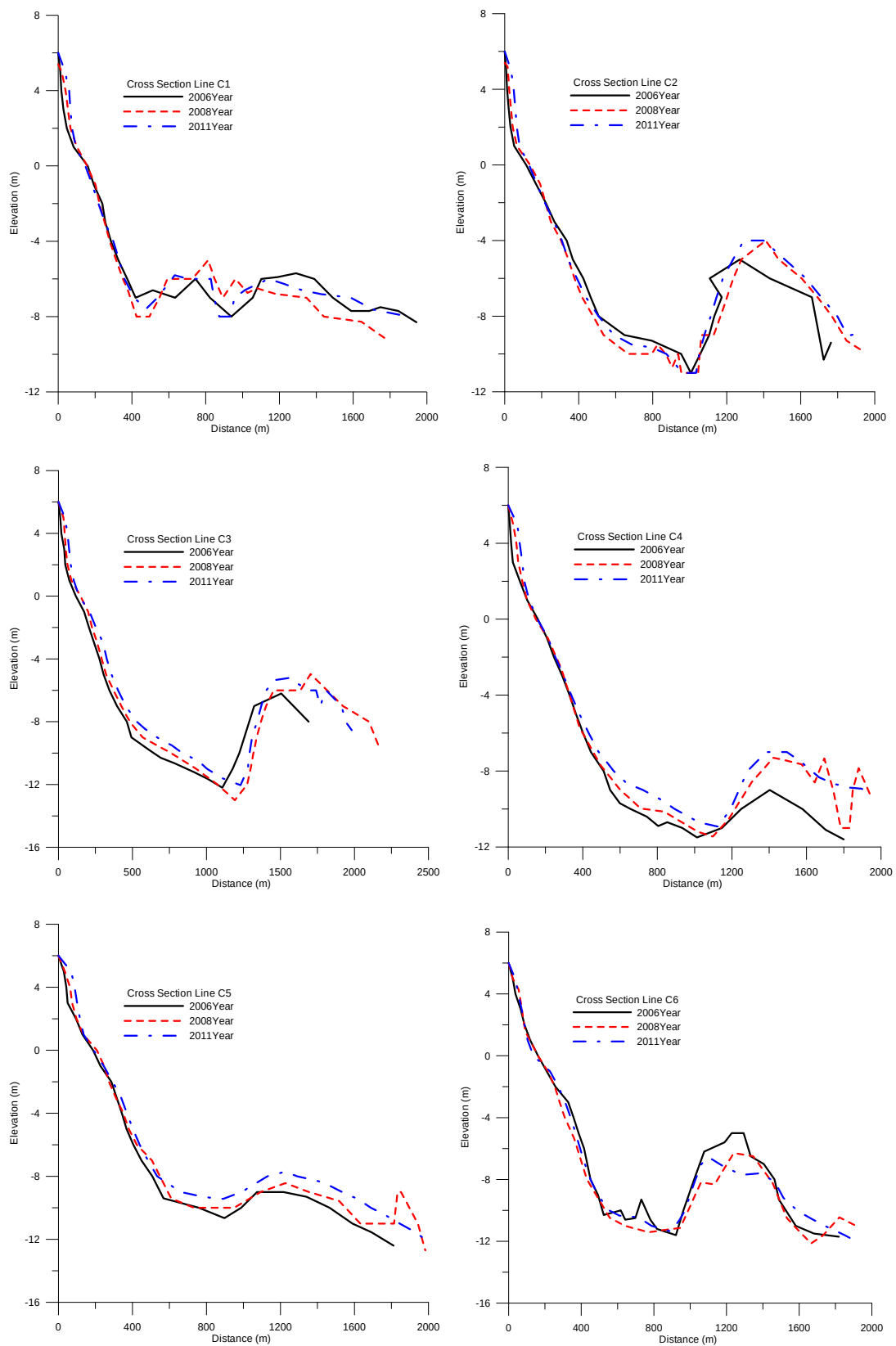


図 10.3.7 南西海岸における断面変化

(出典: JICA 調査団)

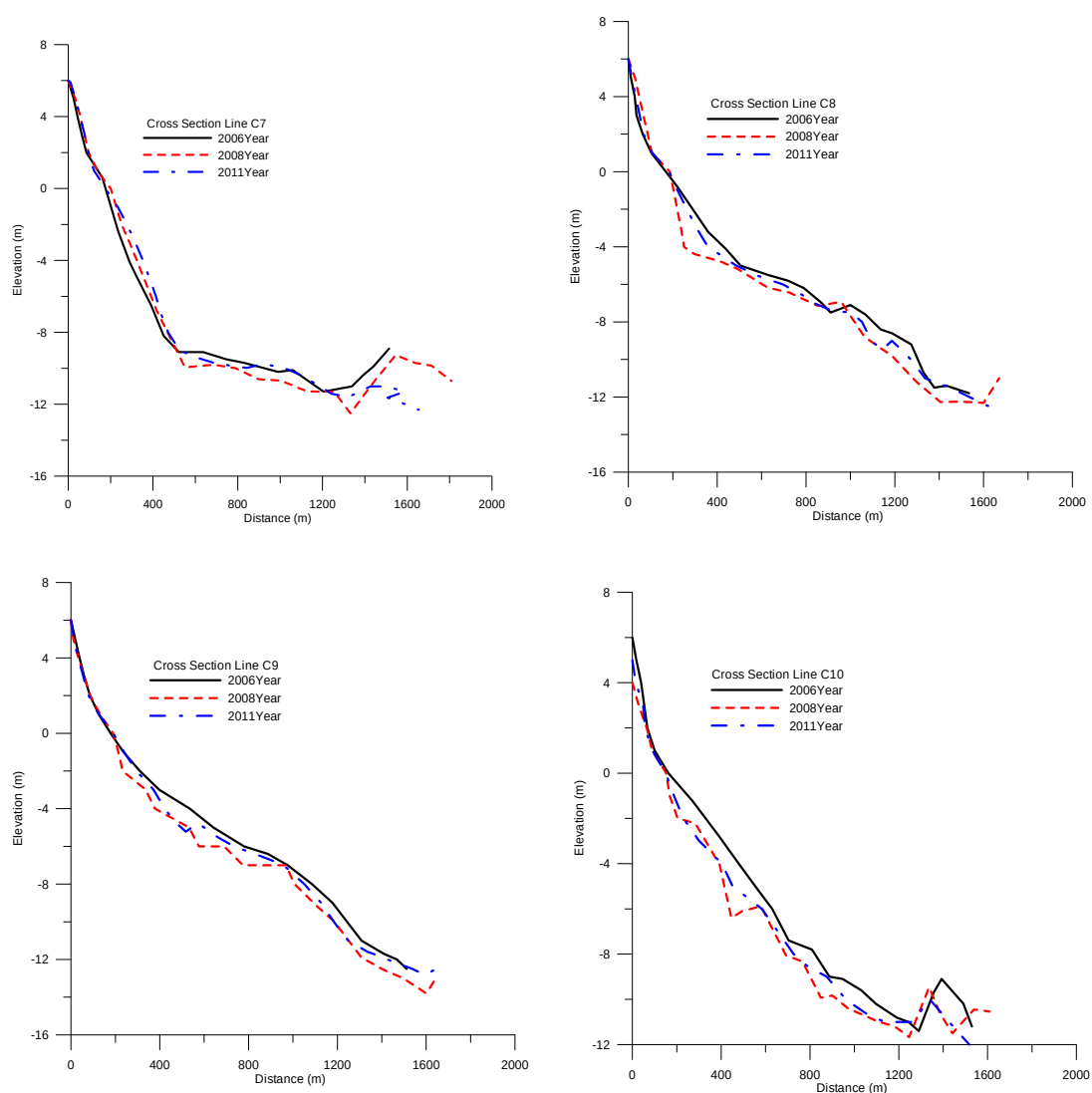


図 10.3.8 南西海岸における断面変化

(出典: JICA 調査団)

10.4 海岸の横断測量と底質採取

(1) 概要

漂砂機構を検討するため、チャンディダサとクタ（クタ北から Petitenget）の2箇所
の候補地海岸で横断測量と底質採取を行った。

横断測量と底質採取の位置を図 10.4.1 と図 10.4.2 に示す。

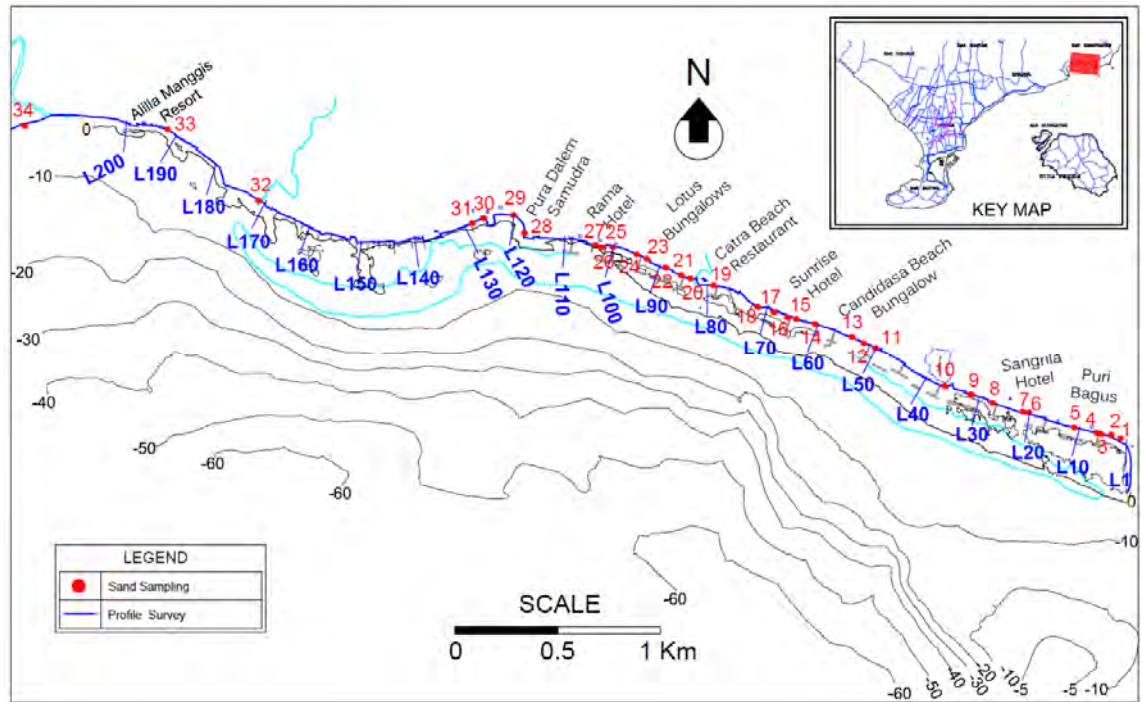


図 10.4.1 チャンディダサにおける横断測量と底質採取位置

(出典: JICA 調査団)

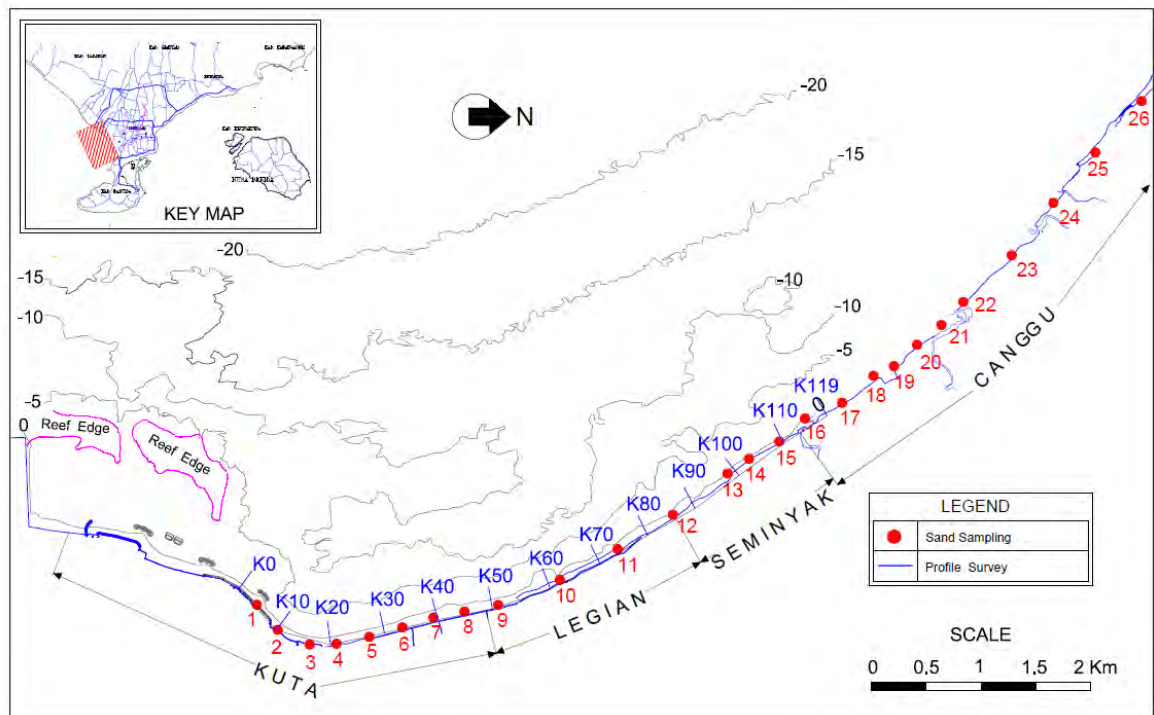


図 10.4.2 南西海岸(クタ北からチャングーの一部)における横断測量と底質採取位置

(出典: JICA 調査団)

底質調査の概要は表 10. 4. 1 に示すとおりである。基本的に底質採取は、1 断面当たり図 10. 4. 3 に示す 3 箇所(バーム頂、斜面および前浜基部平坦面)で行った。バーム頂で採取した底質は風によるソーティングの影響を受けている可能性がある。この影響を避けるためと養浜直後と同様の状態を得るためバーム頂は図 10. 4. 3 に示すように 30cm 下層から採取した。海岸線が後退している測線と後退していない測線の粒径を比較することによって、海浜の形成に貢献しない粒径をおおよそ評価することができる。

表 10. 4. 1 底質調査の概要

調査位置 (調査日)	測線数	採取地点数	分析項目
チャンディダサ (2011. 12)	34	3地点/測線 (バーム頂、斜面、前浜 基部平坦面)	粒度分析(粒度分布、比重) 組成 (サンゴ、火山性、貝、有孔虫)
クタ北～ Petitenget (2011. 11)	34	3地点/測線 (バーム頂、斜面、前浜 基部平坦面)	粒度分析(粒度分布、比重) 組成 (サンゴ、火山性、貝、有孔虫)

(出典: JICA 調査団)

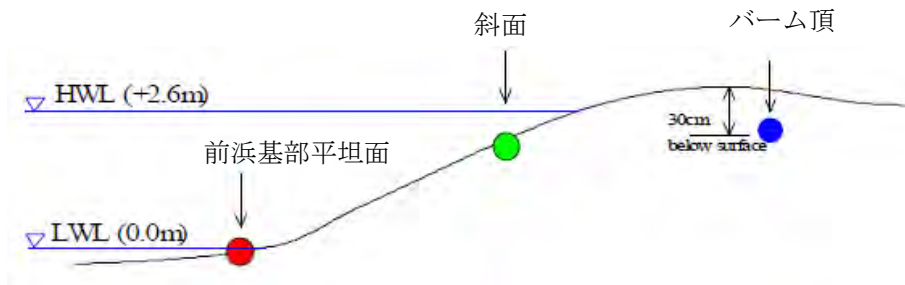


図 10. 4. 3 底質採取地点

(出典: JICA 調査団)

(2) 横断測量結果

a) 東海岸(チャンディダサ)

チャンディダサでは横断測量を東側の岬から、そこより 5km 西側の Alilla Manggis ホテルにかけて実施した。測線数は 204 本で図 10. 4. 1 に示すとおりである。

過年度に実施した調査と比較できる測線があり、図 10. 4. 4 に 2005 年 8 月、2006 年 2 月および 2011 年 12 月の 3 時期の断面比較図を示す。

多くの海浜は 1989 年から 1998 年にインドネシア政府により建設された T 型突堤、離岸堤によって分断されている。現在では砂浜はほとんど消失し、突堤近傍に砂がトラップされ残っている程度である。そのため 2006 年と現在の断面に変化はほとんどみられない。

b) 南西海岸(クタ北からチャンゲー)

横断測量をクタのサンゴ礁エリアの北側(フェーズ 1 事業で建設されたもっとも北側の離岸堤 BWN3)からスミニャック北部の Petitenget 寺院までのおよそ 6km の沿岸で実施した。測線数は、図 10. 4. 2 に示す 120 本である。

過年度に実施した調査と比較できる測線があり、図 10.4.5 と図 10.4.6 に 2000 年 11 月、2008 年 12 月 (フェーズ 1 事業による養浜直後)、2011 年 6 月および 2011 年 12 月の 4 時期の断面比較図を示す。結果は以下に示すとおりである。

- 図 10.4.5 (K6) に示すように、サンゴ礁北側の測線 K1 から K8 では、養浜砂はほとんど流出し養浜前の状態に戻っている。
- 測線 K9 から K20 では、フェーズ 1 事業の養浜により養浜前と比べて著しく浜は広がっており、養浜後もその状況に変わりはなく、図 10.4.5 (K18) に示すように堆積している断面もある。
- 図 10.4.5 (K28) に示すように、測線 K22 から K32 では、養浜直後より明らかに浜幅は増加している。
- 図 10.4.6 に示す測線 K38 までが標準断面の養浜幅であり、フェーズ 1 事業の養浜エリアの端部に位置する。養浜の設計浜幅はここから北に向かっておよそ 300m にかけて (測線 No. 45 まで) 徐々に減少する。海浜の状態は養浜直後とほとんど同じである。
- 図 10.4.6 に示す測線 K45 は養浜エリアの終点である。若干浜幅が増加している様子が見られる。
- 測線 K46 から K64 は、養浜前と比較して若干堆積している (図 10.4.6 K60 参照)。
- スミニャックエリアは最近の 10 年間、特に変化はみられない (測線 K70 から K90)。

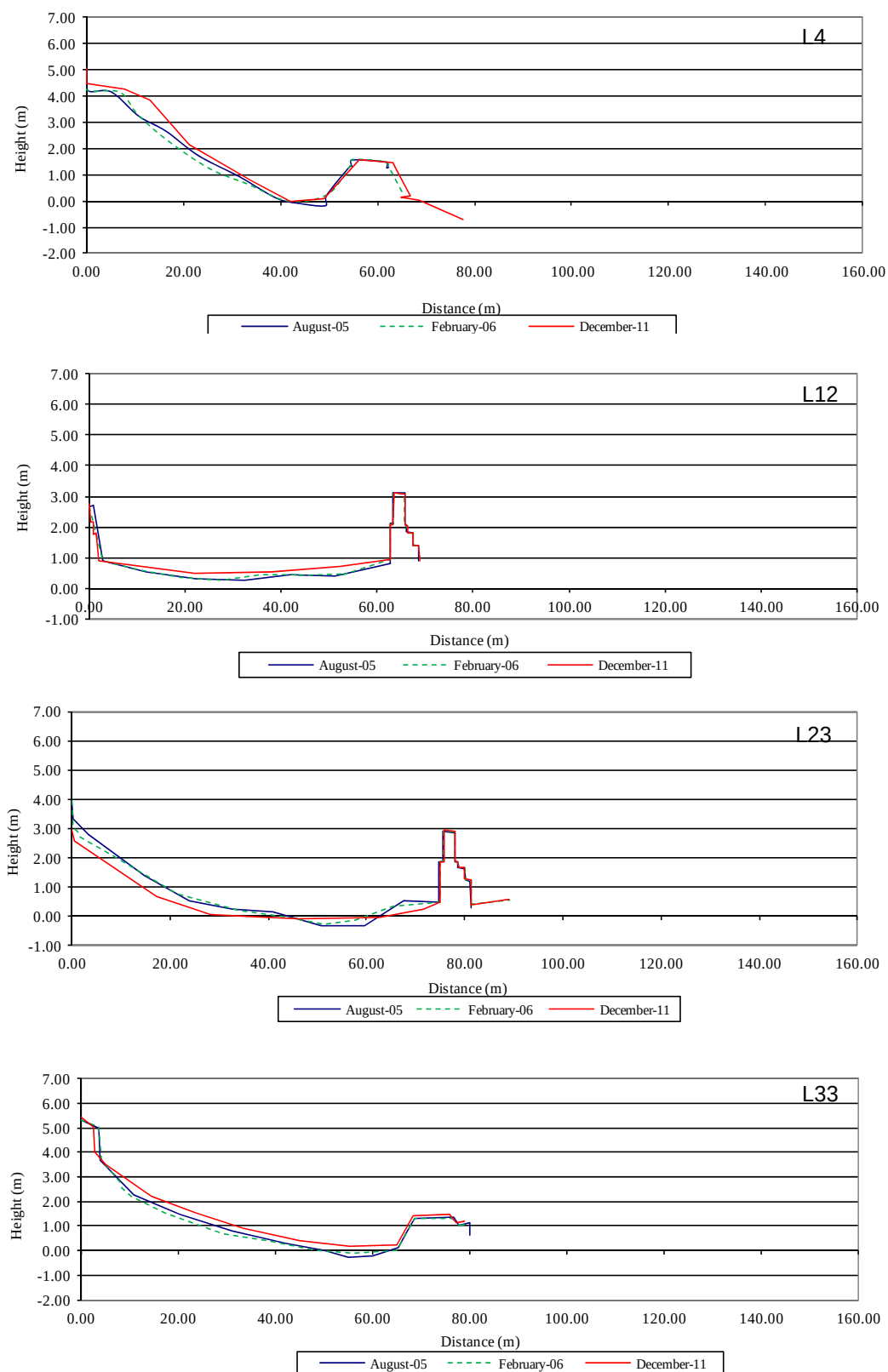


図 10.4.4 チャンディダサにおける代表測線の断面比較

(出典: JICA 調査団)

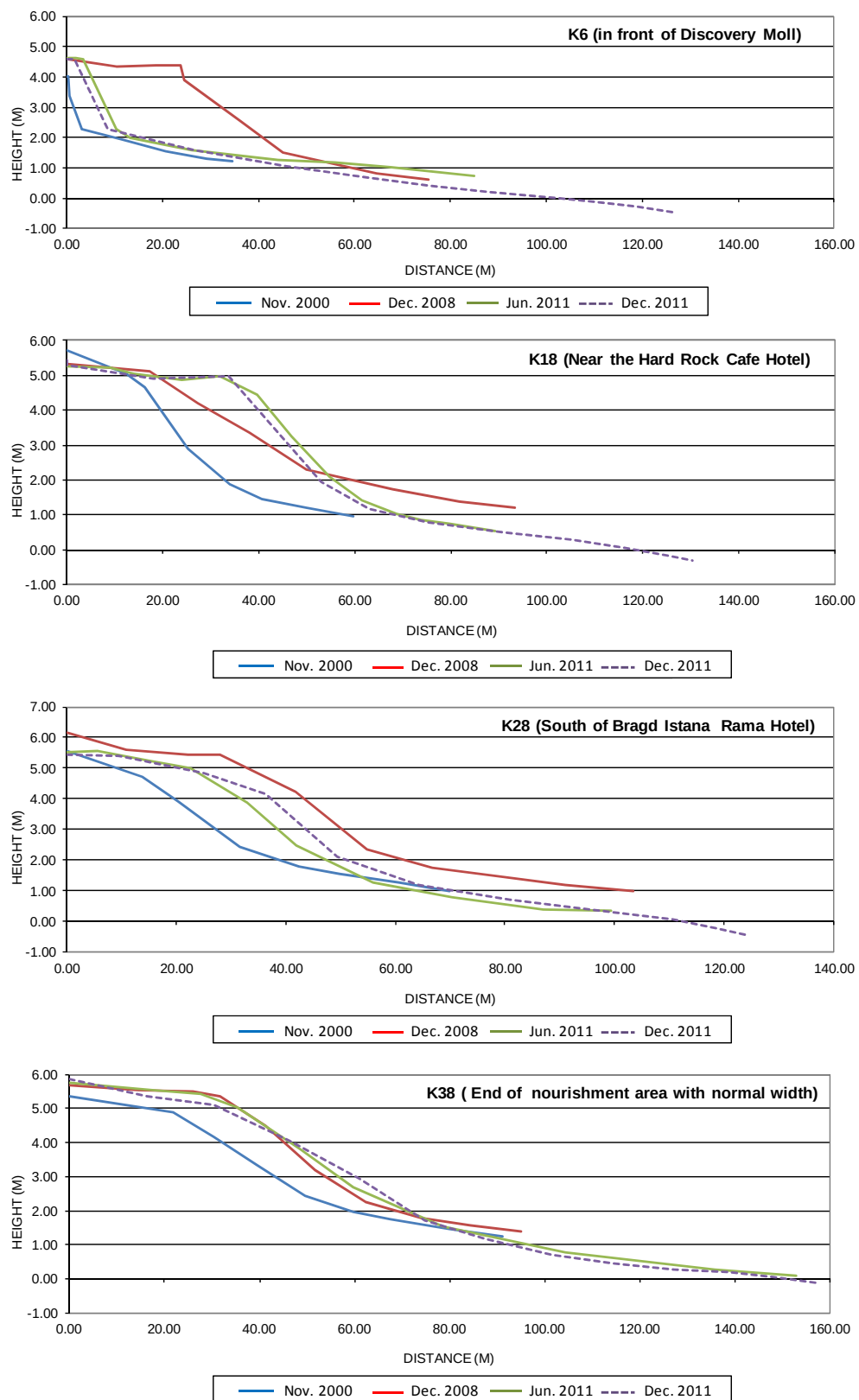


図 10.4.5 クタ北からスミニャックにおける代表測線の断面比較

(出典: JICA 調査団)

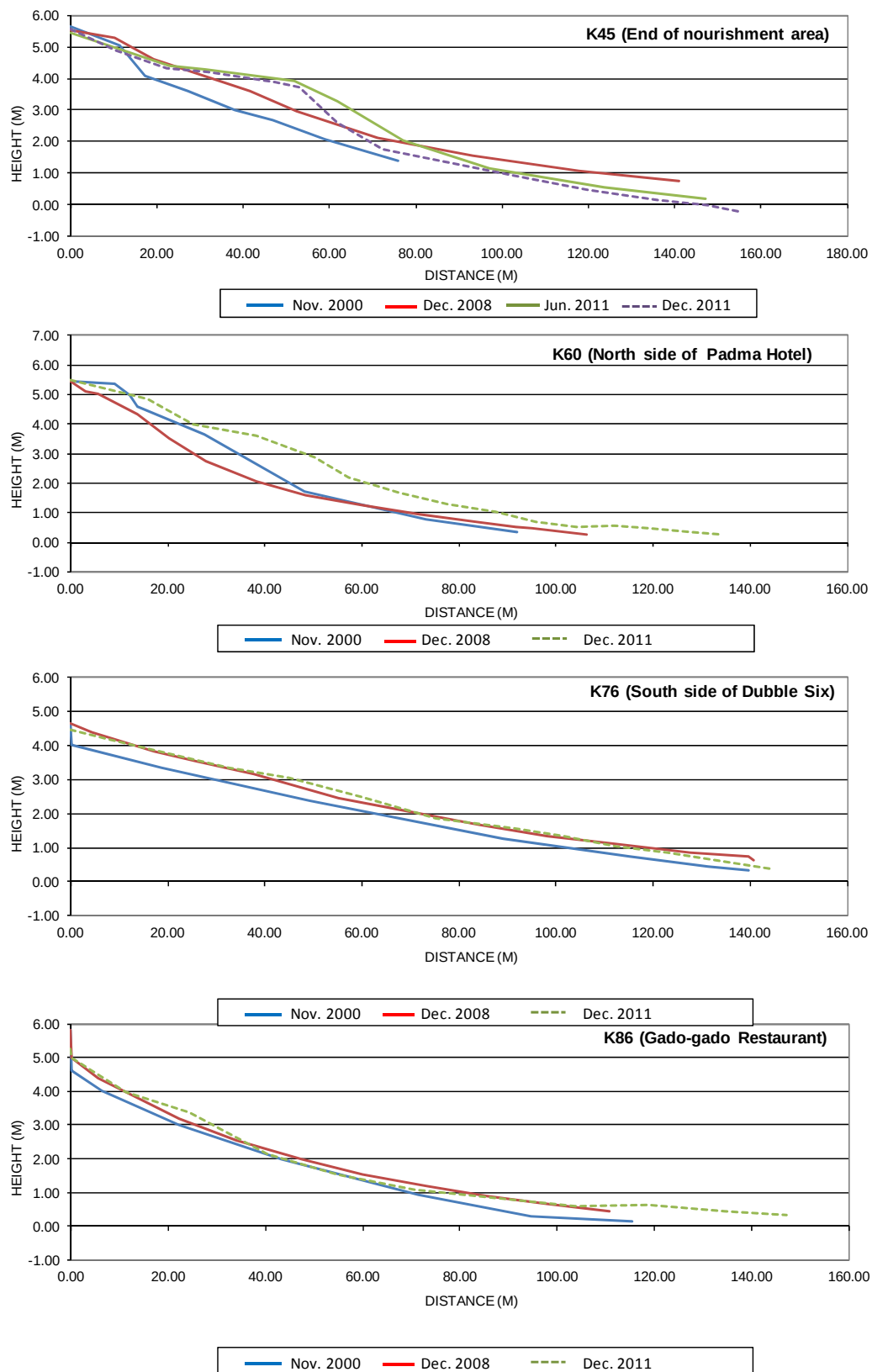


図 10.4.6 クタ北からスミニャックにおける代表測線の断面比較

(出典: JICA 調査団)

(3) 底質調査結果

a) 東海岸(チャンディダサ)

i) 底質の粒度分布(図 10.4.7)

中央粒径と細砂の含有量の沿岸分布を図 10.4.7 に示す。底質の粒度分布は、以前に山砂が投入され、その後砂が流失し礫浜となっている Sunrise ホテル周辺(CD14~CD17)を除くと、細砂(粒径 0.074-0.42mm)の割合が比較的高い。また、バーム頂、斜面、前浜基部平坦面とも西側に向かって細砂の割合が高くなる傾向があり、特に前浜基部平坦面の粒度分布はその傾向が著しい。

ii) 前浜勾配(図 10.4.7)

前浜勾配の沿岸分布を図 10.4.7 に示す。勾配は 1/9 から 1/16 の範囲で平均はおよそ 1/12 である。

iii) 底質組成(図 10.4.8)

底質の構成物質の沿岸分布を図 10.4.8 に示す。東側および中部において陸起源の火山性の割合が高く、それ以外のところでは生物起源の貝殻や有効虫の割合が高くなっている。

b) 南西海岸(クタ北~チャングーの一部)

i) 底質の粒度分布(図 10.4.9)

中央粒径と細砂の含有量の沿岸分布を図 10.4.9 に示す。底質の粒度分布は、全体的に細砂(粒径 0.074-0.42mm)の割合が高くなっている。また、前浜基部平坦面の底質は他より粒径が大きくなる傾向にある。沿岸方向の分布は、No. 1 地点や No. 13 地点でピークが見られるように波状の分布になっている。

ii) 前浜勾配(図 10.4.9)

前浜勾配の沿岸分布を図 10.4.9 に示す。勾配は 1/8 から 1/14 の範囲で平均はおよそ 1/10 である。

iii) 底質組成(図 10.4.10)

底質の構成物質の沿岸分布を図 10.4.10 に示す。底質の構成物質の割合は、東側で生物起源が高く、北に向かって陸起源の火山性が高くなる傾向がある。

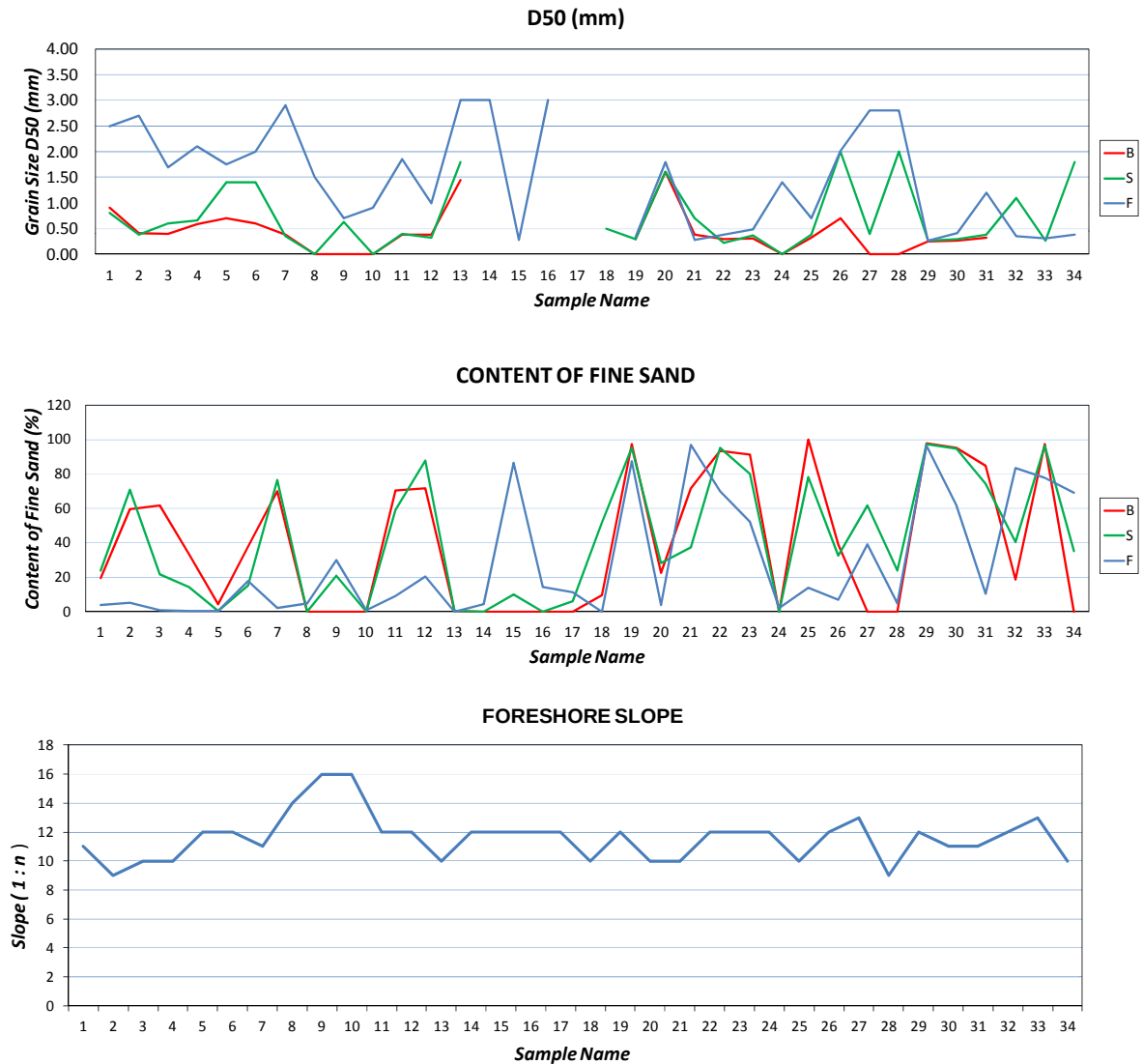


図 10.4.7 チャンディダサにおける中央粒径(D50)、細砂の割合、前浜勾配の沿岸分布
(出典: JICA 調査団)

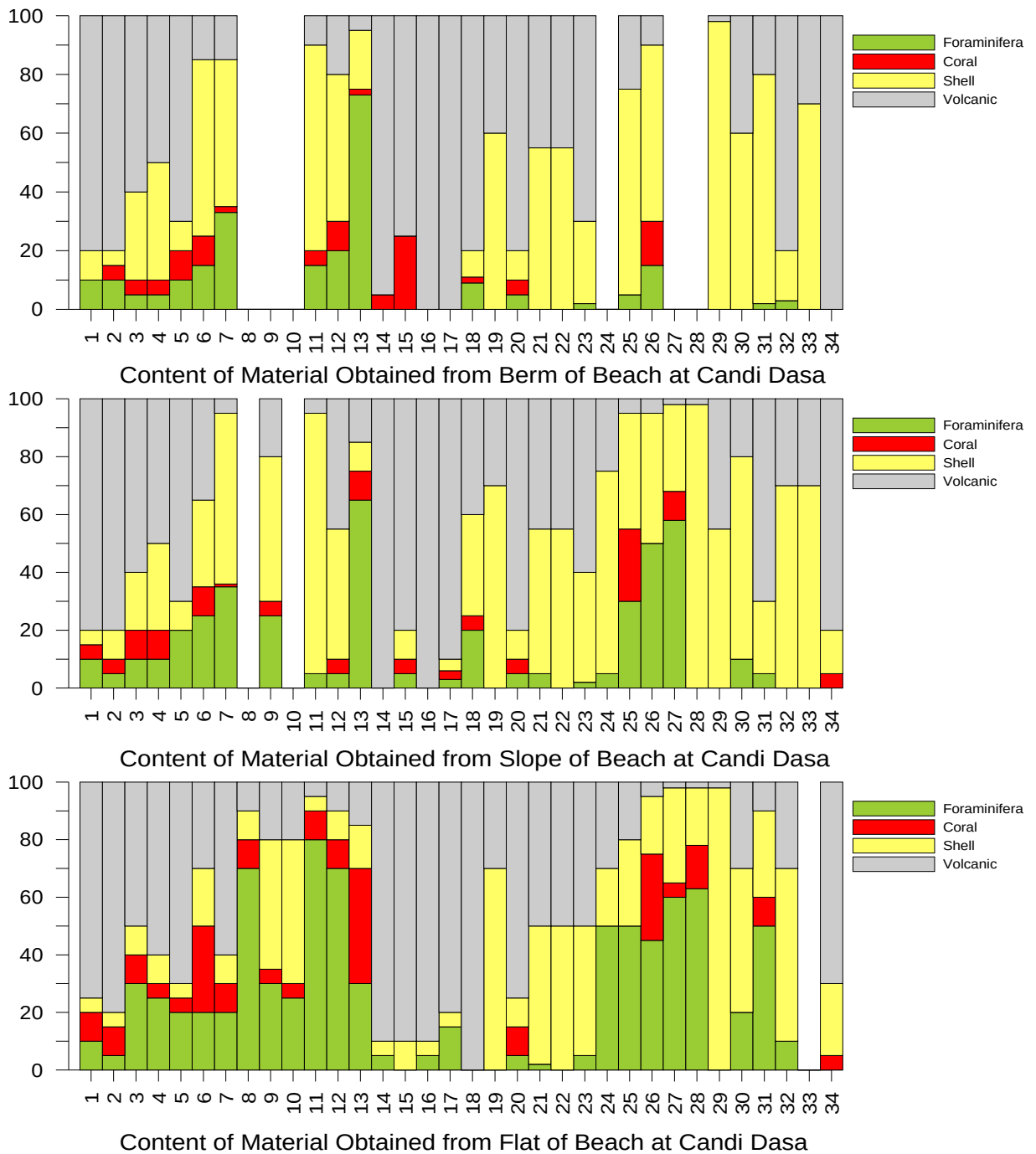


図 10.4.8 チャンディダサにおける底質組成の沿岸分布

(出典: JICA 調査団)

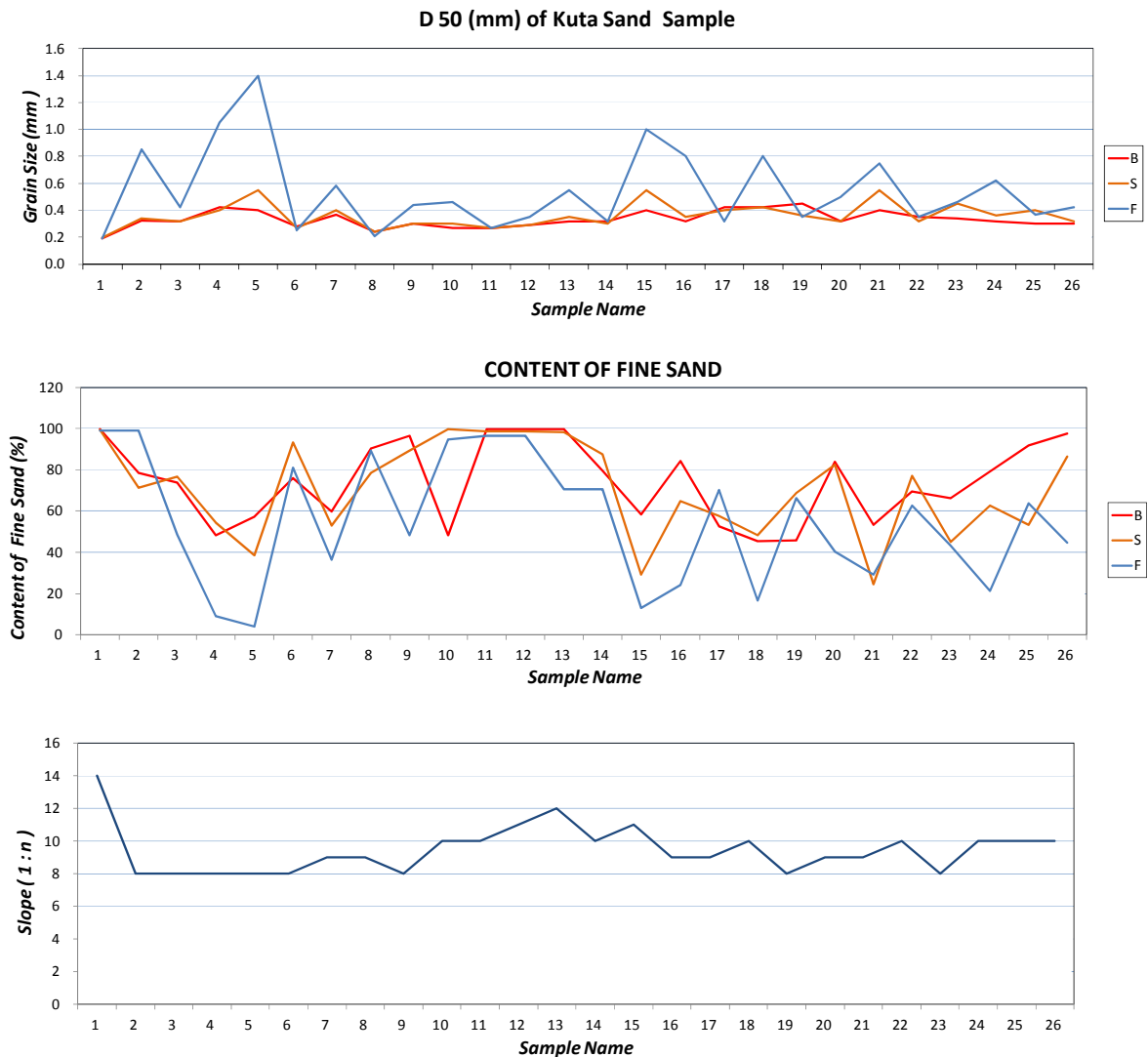


図 10.4.9 クタ北からチャンゲーの一部の南西海岸における中央粒径(D50)、
細砂の割合、前浜勾配の沿岸分布

(出典: JICA 調査団)

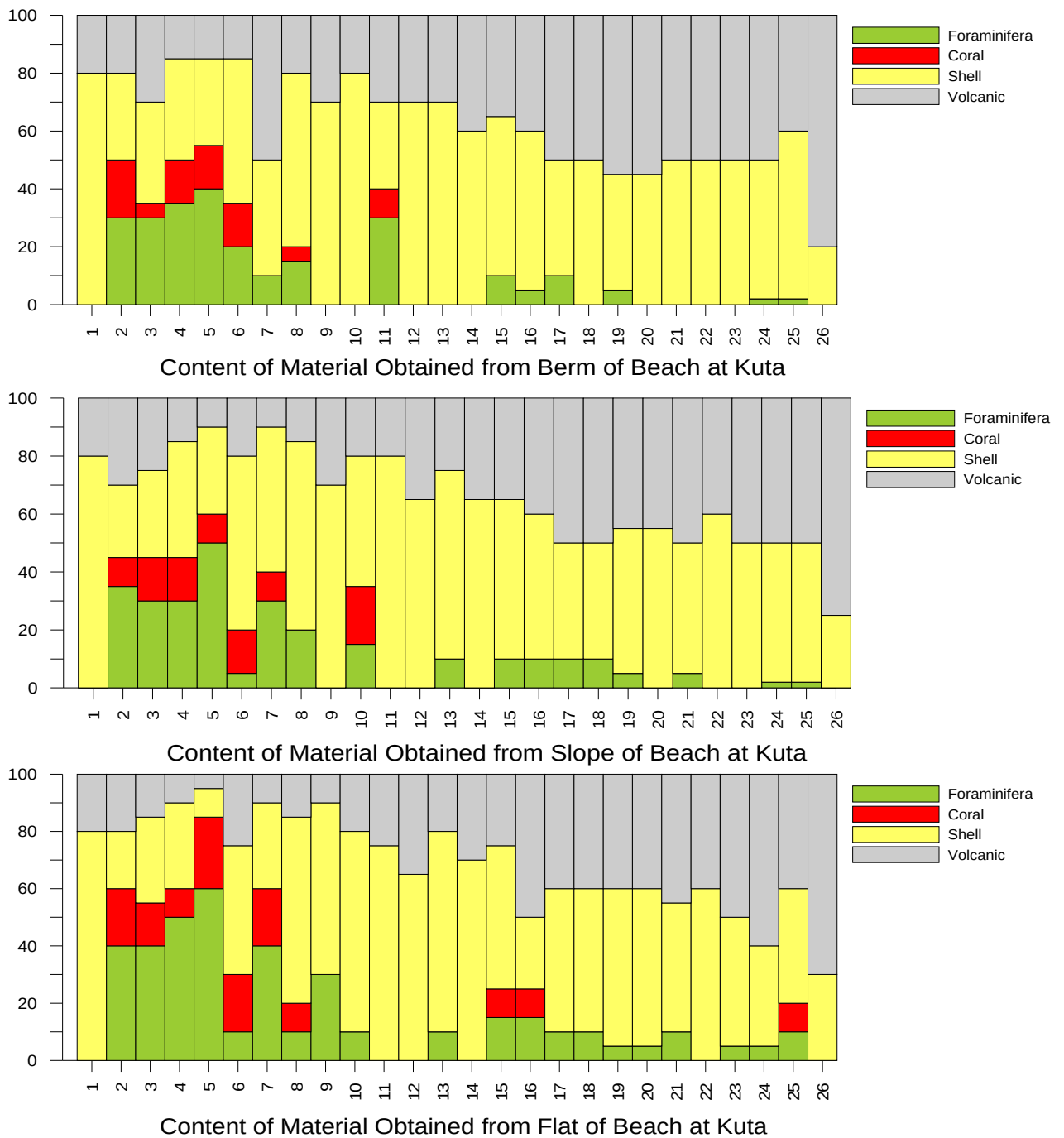


図 10.4.10 クタ北からチャンゲーの一部の南西海岸における
底質組成の沿岸分布

(出典: JICA 調査団)

10.5 砂採取可能エリアの潜水調査

(1) 調査地域

2011年11月および12月に、養浜砂として採取可能なサイト(ポテンシャルサイト)を調査するために、Bali Provinceの東海岸と南西海岸の沖合で潜水調査を行った。調査概要を表10.5.1に、調査地点を図10.5.1および図10.5.2に示す。

表 10.5.1 潜水調査内容

調査位置 (調査日)	測線数	採取地点数	調査項目/ 分析項目
チャンディダサ (2011.12)	43	サンゴ礁沖: 34地点 分析26地点 サンゴ礁: 9地点 分析9地点	調査項目: 水深、層厚、色、主組成(サンゴ、火山性、貝、有孔虫) 粒度分析(粒度分布、比重) 分析項目: 粒度分布、比重
クタ北～チャン グーの一部 (2011.11)	32	3地点/測線 (バーム頂、斜面、前浜 基部平坦面)	調査項目: 水深、層厚、色、主組成(サンゴ、火山性、貝、有孔虫) 粒度分析(粒度分布、比重) 分析項目: 粒度分布、比重

(出典: JICA 調査団)

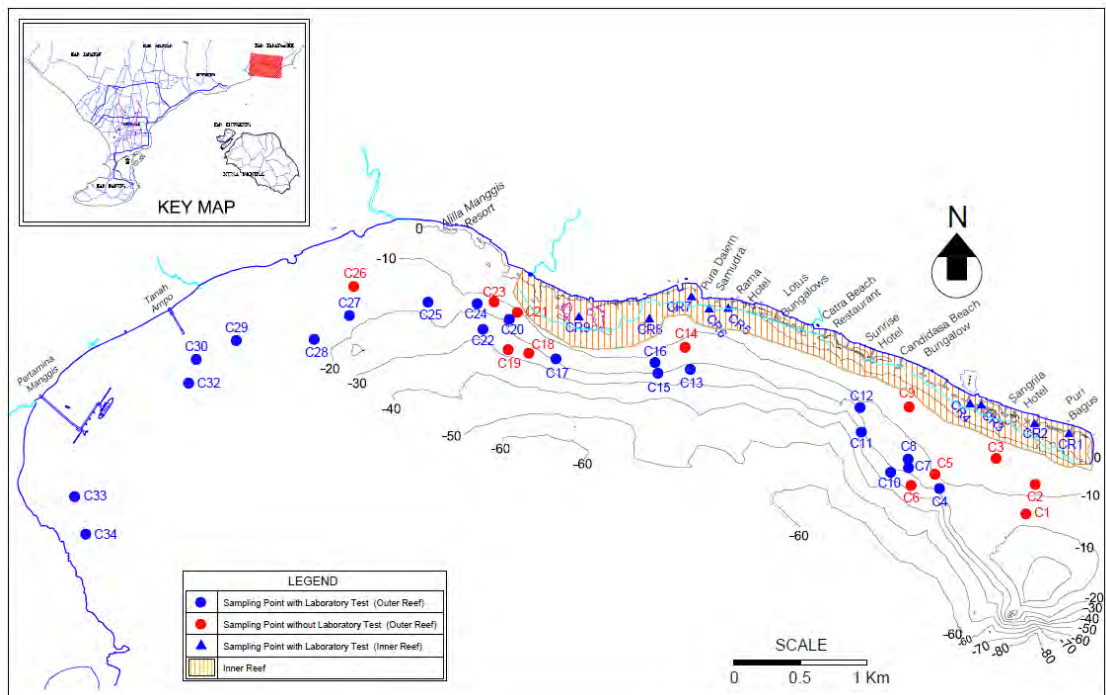


図 10.5.1 チャンディダサにおける調査範囲

(出典: JICA 調査団)

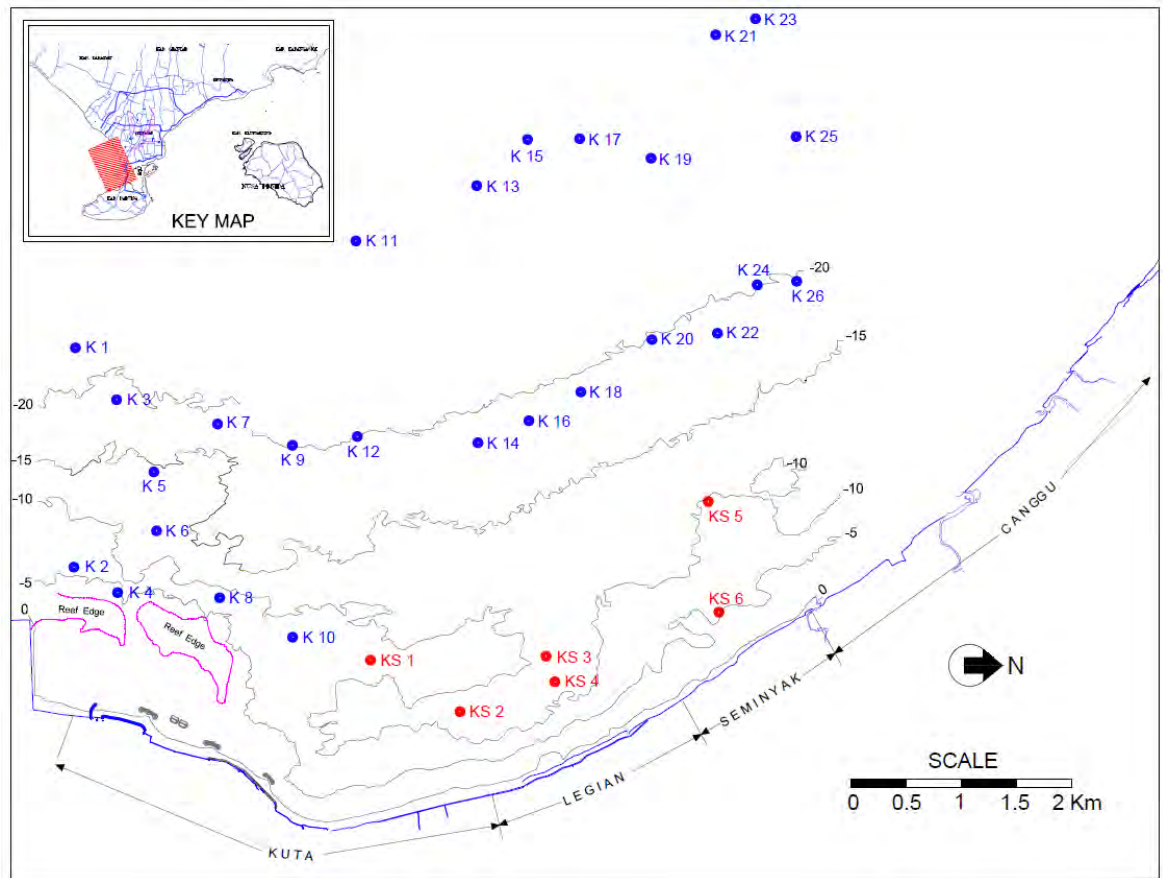


図 10.5.2 クタからチャングーの一部にかけての南西海岸における調査範囲

(出典: JICA 調査団)

(2) 調査結果

a) チャンディダサ

底質組成を図 10.5.2 に示す。陸起源の火山性物質を多く含む底質は灰色で表している。一方、有孔虫、サンゴや貝のような生物起源のものは茶色で表している。チャンディダサのサンゴ礁沖側の底質の色はおよそ 60%以上が灰色であり、リーフ内は 80%以上が茶色で示される生物起源のものである。粒径は、火山性の物質をより多く含むほど細砂の割合が多くなり中央粒径も小さくなる。一方、生物起源ほど細砂の割合が減り中央粒径は大きくなる。

b) クタからチャングーの一部の南西海岸

クタからチャングーの一部にかけての南西海岸の底質は、黄色い砂、有孔虫、灰色の砂、細砂、泥と多様な特徴を有している。また、岩礁がところどころに存在する。潜水調査による南西海岸の底質調査の結果を表 10.5.3 に示す。沖浜、外浜の底質の色はおよそ 70%が灰色である。粒径は、火山性物質をより多く含むほど細砂の割合が多くなり、中央粒径も小さくなる。一方、生物起源ほど細砂の割合が減り、中央粒径は大きくなる。

表 10.5.2 潜水調査によるチャンディダサの底質調査結果

Location: CANDIDASA										
No.	EL. (m)	Thickness (cm)	Surface or Below	Color	Description (Main contents)	Result of sieve analysis				
						Contents of Fine Sand				
						0	50%	100%	%	
C1	-12.6	50	SURFACE	Light Brown	Shell	55%				
			BELOW	Light Brown	Shell	55%				
C2	-8.3	33	SURFACE	Dark Grey	Volcanic	50%				
			BELOW	Dark Grey	Volcanic	50%				
C3	-7.9	40	SURFACE	Light Brown	Shell	60%				
			BELOW	Light Brown	Shell	60%				
C4	-26.2	100	SURFACE	Dark Grey	Shell	50%				
			BELOW	Dark Grey	Coral & Shell	45%				
C5	-15.1	100	SURFACE	Grey	Volcanic	45%				
			BELOW	Grey	Volcanic	45%				
C6	-25.3	55	SURFACE	Grey	Volcanic	70%				
			BELOW	Light Grey	Coral	50%				
C7	-19.3	50	SURFACE	Grey	Coral	50%				
			BELOW	Light Grey	Coral	90%				
C8	-16.6	60	SURFACE	Light Brown	Coral	60%				
			BELOW	Light Brown	Coral	90%				
C9	-7.2	70	SURFACE	Light Brown	Shell	70%				
			BELOW	Light Brown	Shell	70%				
C10	-25.4	100	SURFACE	Grey	Shell	55%				
C11	-26.8	100	SURFACE	Grey	Coral	50%				
C12	-21.7	120	SURFACE	Grey	Coral	60%				
C13	-22.2	85	SURFACE	Grey	Shell	45%				
			BELOW	Grey	Shell	55%				
C14	-13.8	48	SURFACE	Grey	Volcanic	90%				
			BELOW	Grey	Volcanic	65%				
C15	-23.3	80	SURFACE	Brown	Coral	90%				
			BELOW	Brown	Coral	90%				
C16	-13.9	50	SURFACE	Light Brown	Coral	90%				
			BELOW	Light Brown	Coral	85%				
C17	-18.0	120	SURFACE	Light Brown	Coral	80%				
			BELOW	Light Brown	Coral	90%				
C18	-26.1	90	SURFACE	Brown	Coral	90%				
			BELOW	Brown	Coral	90%				
C19	-30.1	80	SURFACE	Brown	Coral	90%				
			BELOW	Brown	Coral	90%				
C20	-18.4	120	SURFACE	Grey	Volcanic	55%				
			BELOW	Grey	Shell	55%				
C21	-11.9	85	SURFACE	Dark Grey	Volcanic	95%				
			BELOW	Dark Grey	Volcanic	95%				
C22	-27.5	> 120	SURFACE	Grey	Coral	85%				
			BELOW	Grey	Coral	85%				
C23	-13.6	80	SURFACE	Grey	Volcanic	80%				
			BELOW	Grey	Volcanic	90%				
C24	-17.9	95	SURFACE	Grey	Shell	65%				
			BELOW	Light Grey	Coral	80%				
C25	-20.1	95	SURFACE	Light Grey	Shell	75%				
			BELOW	Light Brown	Coral	50%				
C26	-13.0	48	SURFACE	Grey	Volcanic	80%				
			BELOW	Grey	Volcanic	60%				
C27	-19.1	110	SURFACE	Light Grey	Shell	55%				
			BELOW	Light Grey	Shell	50%				
C28	-18.9	120	SURFACE	Light Brown	Shell	55%				
			BELOW	Light Brown	Coral	50%				
C29	-21.4	120	SURFACE	Light Grey	Volc & Shell	45%				
			BELOW	Light Grey	Volcanic	50%				
C30	-19.4	120	SURFACE	Light Grey	Shell	50%				
			BELOW	Light Grey	Shell	75%				
C31	-18.9	90	SURFACE	Light Brown	Coral	60%				
C32	-25.0	100	SURFACE	Grey	Volcanic	60%				
			BELOW	Grey	Volcanic	50%				
C33	-25.0	> 120	SURFACE	Dark Grey	Volcanic	55%				
			BELOW	Dark Grey	Volc & Shell	50%				
C34	-23.0	100	SURFACE	Light Brown	Coral	80%				
			BELOW	Light Brown	Coral	80%				
CR1	-0.8	30	SURFACE	Light Brown	Foraminifera	70%				
CR2	-0.8	40	SURFACE	Light Grey	Shell	40%				
CR3	-0.5	30	SURFACE	Light Brown	Foraminifera	65%				
CR4	-0.8	30	SURFACE	Light Brown	Coral	40%				
CR5	-0.7	50	SURFACE	Light Grey	Coral	70%				
CR6	-0.6	50	SURFACE	Light Brown	Coral	60%				
CR7	-1.1	40	SURFACE	Light Brown	Coral	40%				
CR8	-0.5	50	SURFACE	Light Brown	Shell	55%				
CR9	-0.5	55	SURFACE	Light Brown	Shell	65%				

(出典: JICA 調査団)

表 10.5.3 潜水調査によるクタからチャングーの底質調査結果

Location: KUTA

No.	EL. (m)	Thickness (cm)	Surface or Below	Color	Description (Main contents)	Result of sieve analysis										
						Contents of Fine Sand							D50 (mm)	Gs (kg/cm3)		
						0	50%	100%	(%)							
K1	-20.8	5	Surface	Light Brown	Shell	70%								14%	1.20	2.81
K2	-8.1	40	Surface	Brown										77%	0.35	2.79
K3	-19.3	5	Surface	Light Brown	Shell	60%								11%	2.10	2.85
K4	-9.7	10	Surface	Light Brown	Shell	50%								4%	1.85	2.76
K5	-17.1	120	Surface	Light Grey	Shell	80%								82%	0.30	2.92
K6	-10.9	120	Surface	Brown	Shell	80%								14%	0.60	2.89
K7	-19.1	5	Surface	Brown	Shell	60%								59%	0.38	2.81
K8	-11.3	40	Surface	Light Brown	Shell	60%								66%	0.37	2.81
K9	-20.7	90	Surface	Grey	Volcanic	90%								89%	0.19	-0.51
K10	-9.1	5	Surface	Light Grey	Shell	90%								96%	0.20	2.84
K11	-16.9	120	Surface	Dark Grey	Volcanic	80%								94%	0.21	2.89
K12	-19.9	80	Surface	Dark Grey	Volcanic	80%								98%	0.20	2.83
K13	-30.0	55	Surface	Grey										97%	0.22	2.92
K14	-18.7	> 120	Surface	Dark Grey	Volcanic	90%								94%	0.16	2.83
K15	-31.2	120	Surface	Light Grey	Shell	70%								60%	0.35	2.83
K16	-19.0	> 120	Surface	Grey	Volcanic	90%								96%	0.16	2.79
K17	-29.0	10	Surface	Light Grey	Shell	50%								29%	1.30	2.85
K18	-19.6	90	Surface	Light Grey	Shell	70%								91%	0.30	2.97
K19	-28.2	90	Surface	Grey	Volcanic	95%								83%	0.20	2.74
K20	-20.0	> 120	Surface	Grey	Volcanic	70%								99%	0.14	2.79
K21	-29.3	85	Surface	Grey	Coral	65%								16%	14.00	2.75
K22	-18.9	> 120	Surface	Grey	Volcanic	80%								99%	0.16	2.66
K23	-30.0	> 120	Surface	Light Grey	Shell	50%								20%	0.75	2.74
K24	-19.5	85	Surface	Grey	Volcanic	90%								97%	0.19	2.61
K25	-24.5	60	Surface	Grey	Volcanic	70%								95%	0.75	2.69
K26	-19.4	> 120	Surface	Grey	Volcanic	90%								93%	0.18	2.71
KS1	-8.8	90	Surface	Light Brown	Shell	90%								73%	0.35	2.75
KS2	-7.9	10	Surface	Brown	Shell	70%								19%	0.62	2.86
KS3	-10.8	5	Surface	Light Grey	Volcanic	100%								93%	0.10	2.80
KS4	-10.4	20	Surface	Light Grey	Volcanic	90%								99%	0.17	2.93
KS5	-10.3	40	Surface	Grey	Volcanic	80%								96%	0.29	2.97
KS6	-3.9	110	Surface	Grey	Volcanic	80%								99%	0.22	3.02

(出典: JICA 調査団)

10.6 チャンディダサにおける漂砂機構の総合解析

海岸保全対策の計画や設計を行うためには、収集整理したデータから漂砂機構を総合的に解析することが非常に重要である。

次に示すデータと情報から候補地 2 海岸の総合的な漂砂解析を行った。

- 現地踏査
- 航空写真や衛星写真による汀線変化と地形解析
- 深浅測量データ(水深、地形データ)
- 汀線のモニタリングデータ
- 底質採取と粒度分析
- 数値解析(波浪と沿岸漂砂)

(1) 現地踏査と空撮解析による海浜の状況

チャンディダサの一連の漂砂系は Tanjung Iti から岬の西側の範囲、すなわち Amankila ホテルからおよそ 6km の範囲とみなせる。現在の海浜の状況を表わすため、図 10.6.1 に示すように「西エリア」、「中央エリア」および「東エリア」の 3 つに分けた。

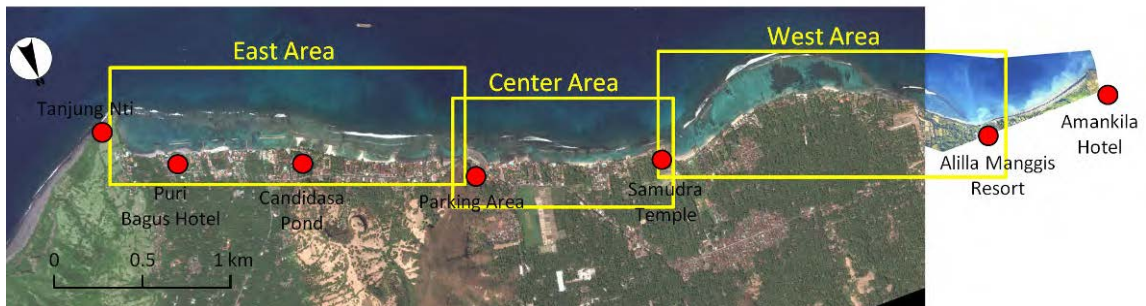


図 10.6.1 チャンディダサ エリア

(出典: JICA 調査団)

a) 西エリア

西エリアの海岸線はおよそ 2km の延長で、サンゴ礁は最大 300m の幅を持つ。西エリアで 2012 年 11 月の干潮時の撮影位置を図 10.6.2 に示す。写真 10.6.1 と 10.6.2 に示す海浜の代表的な状況は次のとおりである。

- チャンディダサの波の主方向は波浪場の数値計算では S から SSE である。これによると、全域で西向きの沿岸漂砂が発生する。
- しかし、沿岸漂砂の大きさは、汀線への入射角とサンゴ礁の幅に依存する。
- 西側の汀線角は、推定される波の入射角と垂直である。このため、安定な黒い砂浜が形成されている(写真 10.6.1、撮影地点 1、2)。しかし、他の場所では、その汀線角から西向きの沿岸漂砂量を引き起こしている。
- 顕著な海岸侵食は小さな岬より下手のコンクリートの護岸(撮影地点 4)で覆われた撮影地点 3 にみられる。

- 顕著な海岸侵食は撮影地点 5、7、8 でもみられ、これらの海岸は直立の海岸堤防で覆われている。
- これらの侵食域の間には小さな砂浜が存在する(撮影地点 6)。これはリーフフラットの浅瀬の影響を受けていると考えられる。
- 撮影地点 8 から 10 の汀線角は撮影地点 1 とほぼ同様の角度に変化している。砂浜海岸は、浜幅は狭いもののこの限定されたエリアで保たれている。

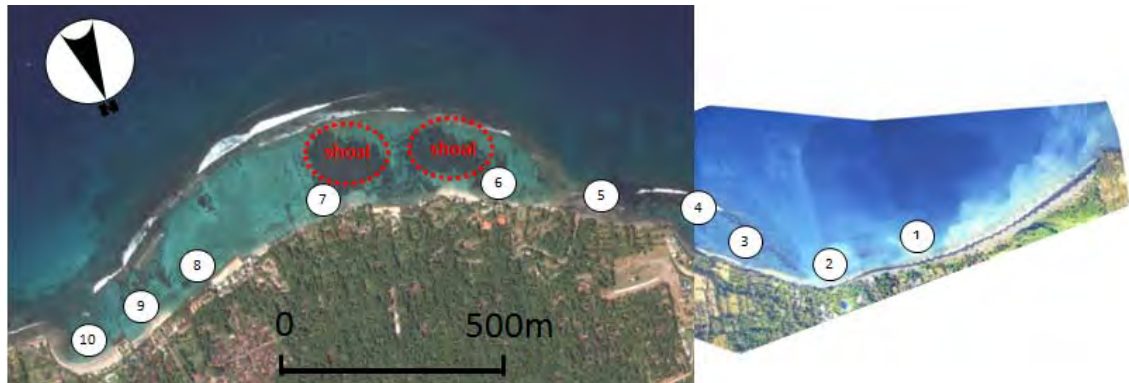


図 10.6.2 チャンディダサ西エリアの写真撮影位置 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)



撮影地点 1



撮影地点 2



撮影地点 3



撮影地点 4

写真 10.6.1 チャンディダサ西エリアの海浜状況 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)



撮影地点 5



撮影地点 6



撮影地点 7



撮影地点 8



撮影地点 9



撮影地点 10

写真 10.6.2 チャンディダサ西エリアの海浜状況(2011年11月)

(出典: JICA 調査団)

- これらの結果から、西向きの沿岸漂砂を遮る突堤やヘッドランド等の構造物なしで、砂浜を維持することは困難であると考えられる。
- しかし、沿岸漂砂の強さは、汀線角やサンゴ礁の幅で異なるため、詳細な解析を行い海岸構造物と海浜形状を決めていく必要がある。

b) 中央エリア

中央エリアの延長はおよそ 1km であり、サンゴ礁の幅は西エリア、東エリアのおよそ 100m より狭い。2012 年 11 月に撮影された中央エリアの撮影位置を図 10.6.3 に示す。このうち、代表的な海浜状況を写真 10.6.3 と 10.6.4 に示す。

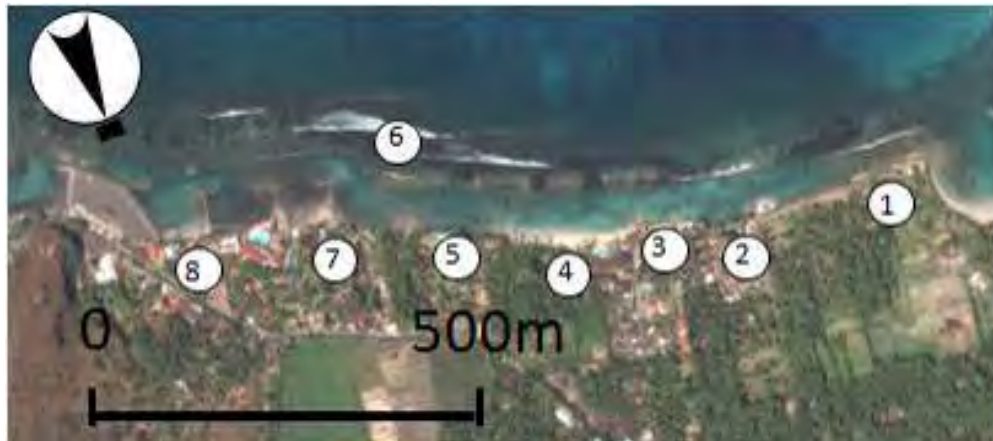


図 10.6.3 チャンディダサ中央エリアの写真撮影位置 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)



撮影地点 1



撮影地点 2



撮影地点 3



撮影地点 4

写真 10.6.3 チャンディダサ中央エリアの海浜状況 (2011 年 11 月)

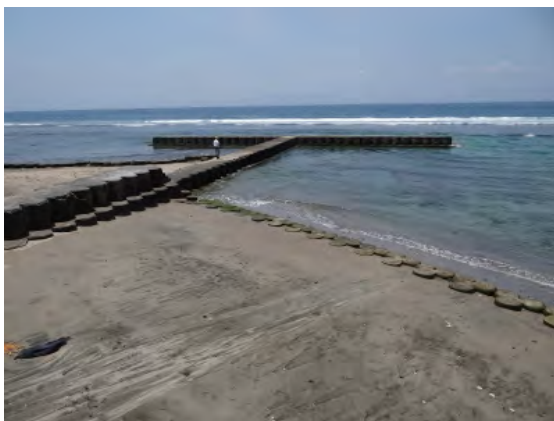
(出典: JICA 調査団)



撮影地点 5



撮影地点 6



撮影地点 7



撮影地点 8

写真 10.6.4 チャンディダサ中央エリアの海浜状況 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)

- 海岸侵食により海岸のほとんどで浜がなくなっている(撮影地点 1、2)。
- チャンディダサには 15 基の T 型突堤と 15 基の離岸堤が建設されている。しかし、いずれの天端高(+2.2m)も HWL(+2.6m)より低く、西向きの沿岸漂砂を抑制する能力は小さい。
- 汀線の形状を詳細に調べると凹状の地形に砂浜があることが確認できる(撮影地点 4)。

c) 東エリア

東エリアはおよそ 3km の延長であり、サンゴ礁の幅は中央エリアの最大 250m より広い。このエリアの東端には長さ約 270m の岬 (Tanjung Nti) がある。2011 年 11 月に撮影した位置を図 10.6.4 に示す。代表的な海岸の状況は写真 10.6.5 と 10.6.6 に示すとおりである。

- 東からの西向きの沿岸漂砂はほとんど岬により遮られている。しかし、海岸に沿った底質採取結果から岬近くの砂はサンゴではなく火山性のものであった。このことから、岬を超えて流入する火山性の砂の存在がうかがわれる。
- 地方政府は、T 型突堤の改良の際に養浜を実施した。しかし、ほとんどの砂(黒砂)は流出し小石だけが残った。この改良により海岸の景観と利用が悪くなった(撮影位置 1 から 3)。

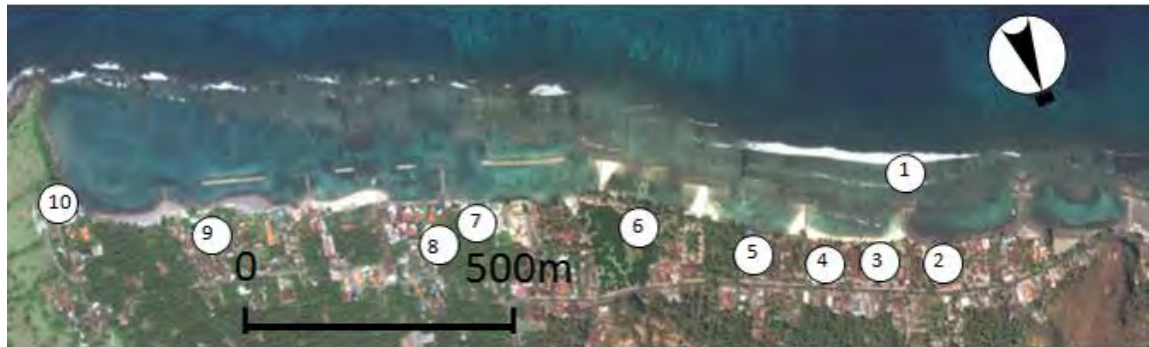


図 10.6.4 チャンディダサ東エリアの写真撮影位置 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)



撮影地点 1



撮影地点 2



撮影地点 3



撮影地点 4

写真 10.6.5 チャンディダサ東エリアの海浜状況 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)

- T 型突堤や離岸堤が建設されているエリアでさえほとんどの砂は消失した(撮影地点 6、7 および 9)。しかし、T 型突堤の近傍だけは、部分的に砂浜が残っている。
- 岬近くの海岸の状態は他の西側の海岸より良好であり、一定の幅で火山性の砂浜が維持されている。これは、岬を超えて火山性の砂が供給されていることと、岬により波が回折し遮蔽効果により海浜が維持されているためと考えられる。



撮影地点 5



撮影地点 6



撮影地点 7



撮影地点 8



撮影地点 9



撮影地点 10

写真 10.6.6 チャンディダサ東エリアの海浜状況 (2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)

(2) 沿岸方向の砂の組成分布

沿岸方向の砂の組成分布を 10.3 章で調査した。図 10.6.5 に調査結果を示す。これから次のことがわかった。

- 生物起源(有孔虫、サンゴ、貝)の組成が卓越している。このことは、主な砂の起源がサンゴ礁であることを意味している。
- しかしながら、2つのエリア(測線 No. 1 から 7 と No. 14 から 22)では火山性の組成も卓越していた。前者は岬(Tanjung Nti)から Puri Bagus ホテルの西端であり、後者は地方政府が火山性の黒い砂を使って養浜した場所である。火山性の砂は西に向かって徐々に減少している。
- これらの結果から、西向きの沿岸漂砂の存在がうかがわれる。さらに、岬を超えて流入する砂の存在も認められる。

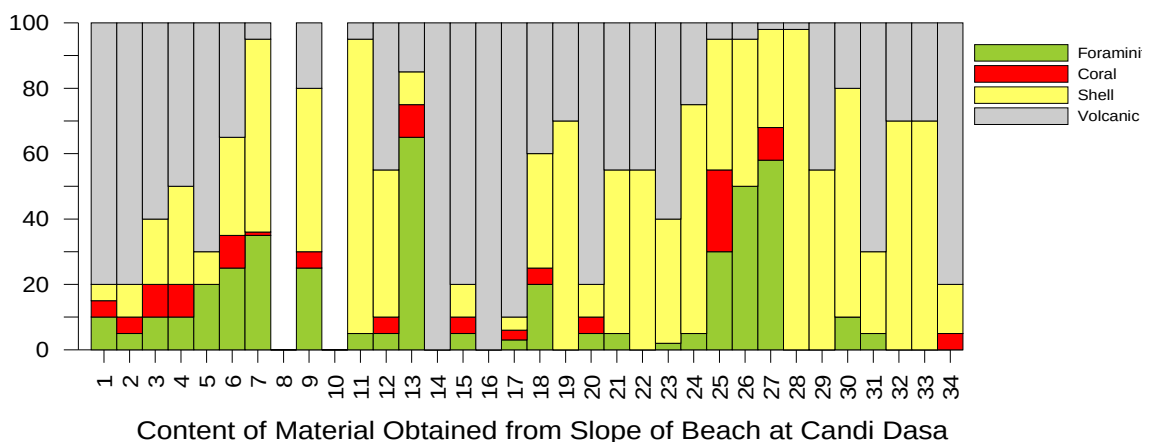


図 10.6.5 チャンディダサの東エリアの海浜状況(2011 年 11 月)

(出典: JICA 調査団)

(3) 2004 年と 2011 年の航空写真と衛星写真を用いた海浜状況の比較

図 10.6.6 と 10.6.7 に 2004 年と 2011 年の航空写真と衛星写真を用いた海浜状況の比較図を示す。これから、次に示すことがわかった。

- 潮位の状況が不明であるが、砂がある箇所の汀線は 2004 年と 2011 年に顕著な差異はないと思われる。特に白いサンゴ起源の砂については変化がない。
- 一方、Puri Bagus ホテルの西端の火山性の黒砂は増加しているようにみえる。
- これらのことから、リーフフラットで生産された生物起源の砂は変化がなく、少なくとも短期的に増加することは期待できない。一方、岬を超えて流入する火山性の砂は、微量であるが増加しているとみられる。しかし、浜の形成までには寄与していない。
- このことは、人工的に砂を供給する以外、一定の期間で砂浜を回復させることは困難であることを意味している。



図 10.6.6 2004 年と 2011 年の航空写真と衛星写真を用いた海浜状況の比較

(出典: JICA 調査団)



図 10.6.7 2004 年と 2011 年の航空写真と衛星写真を用いた海浜状況の比較

(出典: JICA 調査団)

(4) 数値解析による検討

図 10.6.8 に図 10.6.9 と図 10.6.10 に示す波浪計算結果から得られた沖波とチャンディダサへ入射する波向きとの関係を示す。これから、チャンディダサへ入射する波向きはほとんど SSE から S と推測される。

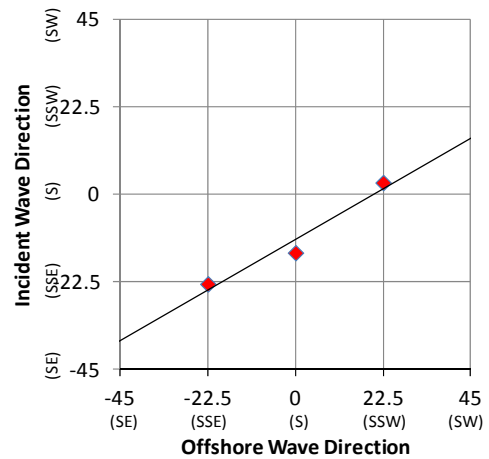


図 10.6.8 沖波とチャンディダサへ入射する波向きの関係

(出典: JICA 調査団)

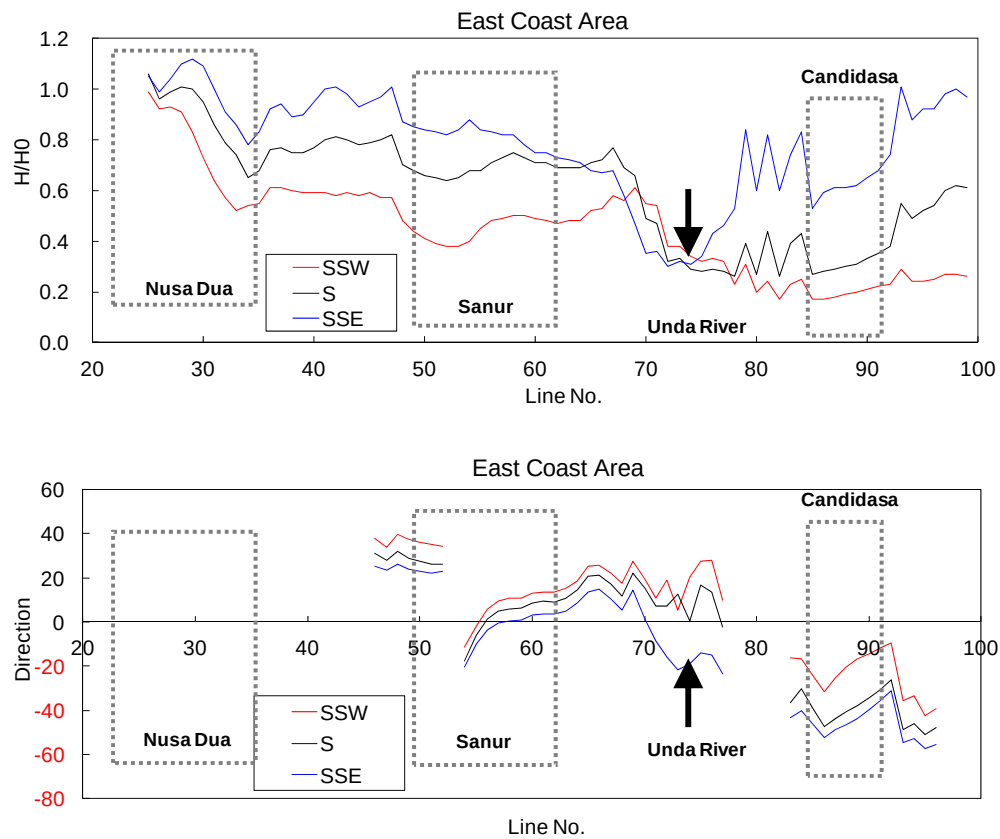


図 10.6.9 東海岸における波高比と波向きの沿岸分布

(出典: JICA 調査団)

図 10.6.9 は波浪計算結果から得られた東海岸における波高比と波向きの沿岸分布を示す。波向きの定義を図 10.6.10 に示す。

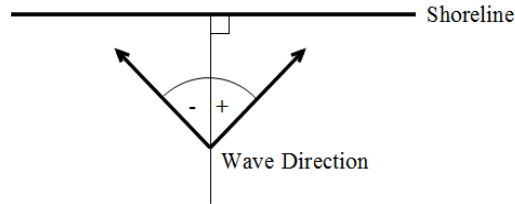


図 10.6.10 波向きの定義

(出典: JICA 調査団)

- チャンディダサに入射する波高は、サヌールやヌサドゥアに比べるとペニーダ島の遮蔽効果により明らかに減少している。遮蔽効果は SSW で最も大きく波高は最も小さくなっている。
- チャンディダサへの入射波向きは、東から西へ傾く傾向がある。この波向きは、西向きの沿岸漂砂を引き起こす。

図 10.6.11 は計算によって求めたチャンディダサの沿岸漂砂量分布である。単位は無次元で示している。数値計算の結果をみると、汀線形状の違いによって沿岸漂砂量は変化しているもののチャンディダサ全域で西向きの沿岸漂砂となっている。

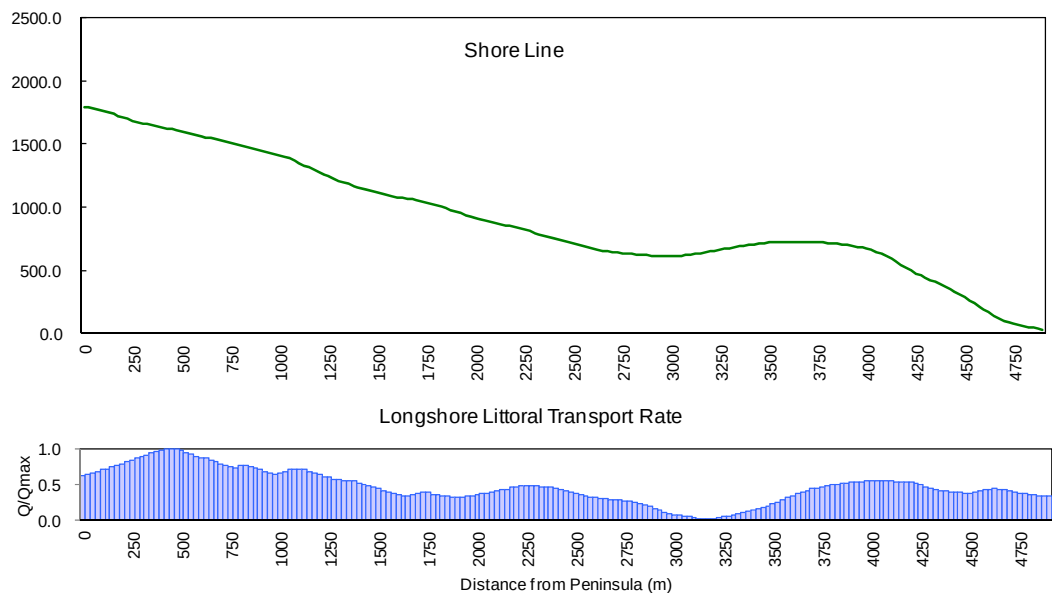


図 10.6.11 チャンディダサにおける沿岸漂砂量分布

(出典: JICA 調査団)

(5) チャンディダサにおける漂砂特性のまとめ

チャンディダサの漂砂特性をまとめると以下ようになる。

- チャンディダサ全域で S から SSE の入射波高による西向きの沿岸漂砂が存在する。
- 沿岸漂砂量は、汀線形状の変化と主にサンゴ礁の幅により作用する波浪の影響を受ける。
- チャンディダサの砂の供給源は主にリーフフラットで生産される生物起源のものである。しかし、岬近くの西側では火山性起源の砂も存在する。これは、一部岬を超えて流入する火山性の砂があることを意味する。
- 生物起源の砂が増加することは期待できない。

10.7 南西海岸における漂砂機構の総合解析

南西海岸(クタ北からチャングー)における漂砂機構の総合解析をチャンディダサと同様の手法で行った。ここには沿岸漂砂の卓越方向を同定する海岸構造物や障害物がないため、この地域の漂砂特性を把握するためには様々なデータを注意深く解析することが必要である。

(1) 現地踏査と衛星写真から得られた海浜状況

この地域は海岸特性から2つのエリアに分けられる。一つはサンゴ礁の北側境界で、もう一つはクタ海岸の北側に位置する連続的な砂浜海岸である。現在の海浜の状況を表わすために、さらに図10.7.1に示す「クタ北エリア」、「レギャン-スミニャックエリア」と「チャングーエリア」の3つのサブエリアに分けた。



図 10.7.1 南西海岸エリア

(出典: JICA 調査団)

a) クタ北エリア

フェーズ1事業対象地のクタ北エリアは海岸に沿っておよそ2kmの延長がある。このエリアの南側はサンゴ礁の端部にあたり、海岸線は南西-北東に配置している。数値計算によると、この地域に入射する主な波向きはSWからSSWである。海浜の形状と波の入射角の関係から、このエリアの南部では北向きの沿岸漂砂が卓越する。しかし、海岸の法線はHard Rock Caféホテルの南部から急激に南東-北西に変化する。ここはサンゴ礁の外で砂浜はチャングーまで続く。

西エリアで2011年9月の干潮時に撮影した位置を図10.7.2に示す。代表的な海岸状況を写真10.7.1と10.7.2に示す。撮影地点5は、2011年9月の干潮時と2012年3月の満潮時の異なる潮位条件で撮影した写真である。

- ▶ 撮影地点1と2は、Kartika Plazaホテルの南側と中央部の海岸状況を示す。サンゴ礁の幅は突然減少し消滅する。撮影地点2はサンゴ礁の端部に当たる。前述したようにフェーズ1事業で養浜した砂は流出し、護岸が完全に露出している。砂は斜めに入射する波浪により主に北へ輸送される。
- ▶ 撮影地点3はKartika Plazaホテルの北側に位置し、サンゴ礁のすぐ外にあたる。海岸の法線は南西-北東方向から南-北方向へ変わり始める。護岸の前面は再び徐々に砂で覆われ始める。
- ▶ 撮影地点4は凹面の海岸線を示している。このエリアでは広い砂浜が維持されている。5章の図5.15に示されるモニタリング結果から安定な砂浜がここから北にかけて維持されている。また、ここから北にかけては、人工構造物はなく、チャングーまで連続的な砂浜が存在する。



図 10.7.2 クタ北の写真撮影位置

(出典: JICA 調査団)



撮影地点 1



撮影地点 2



撮影地点 3



撮影地点 4

写真 10.7.1 クタ北の海浜状況(2011 年 9 月)

(出典: JICA 調査団)



(LWL 時)



(HWL 時)

撮影地点 5

写真 10.7.2 クタ北の海浜状況(2011 年 9 月)

(出典: JICA 調査団)

- 撮影地点 5 は海岸構造物のない養浜域である。左側の写真は LWL(およそ+1.0m)時、右側の写真は HWL(およそ+2.5m)時に撮影されたものである。広い浜幅が満潮時においても確保されている。

b) レギャン-スミニャック エリア

LWL 時(2011 年 9 月)と HWL 時(2012 年 3 月)に撮影した位置図を図 10.7.3 に示す。

- 現地踏査だけからこの地域の漂砂の動向を評価するのは困難である。それは、砂の動きを判断する海岸構造物や障害物がないからである。
- しかし、このエリアの海岸線の法線は、入射波向きに対して直角であること。さらに、このエリアの南の海浜に黄色の砂が含まれており、その色は北へ向かって灰色か暗い灰色に徐々に変化している。このことから、漂砂に関してほぼ安定したエリアであると推測される。
- 撮影地点 1 はフェーズ 1 事業の養浜境界から北側に位置する。浜幅はクタ北に比べて狭い。
- 撮影地点 2 から 5 はこのエリアの海浜状況を示すものであり、満潮時には海岸の空間利用は非常に制約される。
- 過去の写真と最近の写真を使った解析によると、海浜は 30 年間(1981 年～2010 年)で 5m から 15m 後退した。



図 10.7.3 レギャン-スミニャックの海浜状況

(出典: JICA 調査団)



(LWL 時)



(HWL 時)

撮影地点 1



(LWL 時)



(HWL 時)

撮影地点 2

写真 10.7.3 レギャン-スミニャックの海浜状況

(出典: JICA 調査団)



(LWL 時)



(HWL 時)

撮影地点 3



(LWL 時)



(HWL 時)

撮影地点 4



(LWL 時)



(HWL 時)

撮影地点 5

写真 10.7.4 レギャン-スミニャックの海浜状況

(出典: JICA 調査団)

c) チャングー エリア

このエリアは Brawa 川河口から北にあたる。基本的に砂浜は連続しているが、ビーチロックと海崖がところどころ存在する。また、いくつかの小河川も存在する。これらの障害物周辺の海浜の状況を調べることは漂砂動向を知る上に有用である。

それぞれの写真の撮影位置を図 10.7.4 に示す。代表的な海浜の状況を写真 10.7.5 と 10.7.6 に示す。これから以下のことがうかがえる。

- 撮影地点 1 と 2 は Barawa 川河口の両側から撮影したものである。河口の南側に浜崖が見られ、北側は砂が堆積しているように見える。このことから、この時期は、砂は南へ移動していたと考えられる。しかし、季節変化を調べ正味の沿岸漂砂を確かめる必要がある。
- 撮影地点 3 の写真は Barawa 川河口より北に位置する河口から撮影したものである。Barawa 川河口と同様の傾向(北側で堆積し、南側で侵食)がみられる。
- 海岸区域に及ぶ開発を撮影地点 4 に示す。海岸区域の法規制によるとこの開発は違法である。
- 撮影地点 5 から 7 の写真は echo beach (Batu Mejan 寺院) から撮ったもので、撮影地点 5 は海岸の南側を、撮影地点 6 は中央を、撮影地点 7 は北側を示す。両側で顕著な違いは見られなかった。越波により損傷している護岸がところどころ見られる。
- 撮影地点 8 から 10 の写真は Echo beach から両側へ 3km 離れた海崖を示す。南側の海浜は明らかに侵食を受け、被覆石による防護が実施されている。一方、北側の海浜は安定しているとみられる。
- 衛星写真からチャングーエリアの海岸の法線はレギャンスミニャックより反時計回りに傾いている。この海浜の法線は推定される波浪入射角(SE-SSE)により南向きの沿岸漂砂を引き起こす。撮影地点 8 から 10 の海浜の変化はこの現象を裏付けるものと考えられる。

d) まとめ

- クタ北の北側はサンゴ礁の北端に位置する。海岸線の法線と波浪の入射角の関係から北向きの著しい沿岸漂砂が存在する。砂の流出の主な原因はこの砂の動きによるものと考えられる。
- しかし、この北向きの土砂移動は、現地踏査や汀線のモニタリング結果から北側の海岸(レギャン、スミニャック)には供給土砂として寄与していない。サンゴ礁の裂け目がこのエリアの動的土砂移動に影響している可能性がある。
- クタ北(Hard Rock Café ホテルから Alam Kul Kul ホテル)の南側では一定の海浜幅を保つ安定な海浜がフェーズ 1 の養浜により人工的な海岸構造物がないにもかかわらず維持されている。
- レギャンスミニャックエリアは現地踏査や海岸線の法線と波浪の入射角の関係から漂砂は中立とみなされる。しかし、浜幅は満潮時には狭く、バリーのリゾート地としての海浜利用を妨げるものである。
- チャングーエリアでは砂浜が続く。しかし、ビーチロック、海崖およびいくつかの小河川が存在している。チャングーの北側では現地踏査から南向きの沿岸漂砂の存在がうかがわれる。



図 10.7.4 チャングーの写真撮影位置

(出典: JICA 調査団)



撮影位置 1



撮影位置 2



撮影位置 3



撮影位置 4

写真 10.7.5 チャングーの海浜状況

(出典: JICA 調査団)



撮影位置 5



撮影位置 6



撮影位置 7



撮影位置 8



撮影位置 9



撮影位置 10

写真 10.7.6 チャングーの海浜状況

(出典: JICA 調査団)

(2) 短期、長期汀線変化

a) 短期汀線変化

短期汀線変化は、フェーズ1事業終了後のモニタリング結果と今回のプロジェクトで実施した横断測量の結果から整理した。結果を以下に示す。

- 汀線モニタリング結果から、クタ北(Hard Rock Café ホテルから Alam Kul Kul ホテルにかけての延長 1.3km)における汀線後退量はフェーズ 1 事業開始前の 10 年間でおよそ 1m/年である。
- フェーズ 1 事業による養浜後は、小規模の季節変化は見られるものの有意な汀線変化は見られなかった。一方、クタ(離岸堤 BWN2 から BWN3)のサンゴ礁の北側では養浜砂のほとんどである 50,000 m³ から 60,000 m³ の土砂が流出した。深浅測量によるとサンゴ礁北端の沖に顕著な堆積域のあることがわかった。この堆積域での底質採取による粒度分析、色、組成から、クタ海岸で採取された養浜砂と類似したものであることがわかった。さらに、フェーズ 1 事業の詳細設計の段階で実施した流況観測によりサンゴ礁北端の裂け目を通る沖向きの強い流れが観測されている。これらのことから、養浜砂は、サンゴ礁の北側へ堆積し、サンゴ礁の裂け目から沖へ輸送されている可能性が高いと推定される。
- Alam Lui Kul ホテル近くの養浜域の北端では、300m の区間で浜幅を 10m から 0m に徐々に減少させて養浜を行っている。モニタリング結果から、このエリアでは有意な地形変化はなかった。少なくとも、北側への土砂流出の証拠は見られなかった。

b) 長期汀線変化

- 過去の航空写真と最近の衛星写真を使って解析すると、レギャンとスミニャックエリア(Alam Kul Kul ホテルから Sofitel ホテルにかけての 2.3km)の長期的汀線後退は 30 年間でおよそ南側で 5m、北側で 15m であった。
- 北側エリアで最も顕著な汀線後退は Petitenget 寺院の河口から Brawa 川の河口にかけての 1.6km の範囲にみられる。このエリアの海浜の侵食は 30 年間で 15 m から 20m である。しかし、これより北側では顕著な侵食はみられない(チャンゲーエリア)。

(3) 粒径と前浜勾配の関係

底質採取を図 10.7.5 に示す地点で実施した。前浜の斜面で採取された砂の組成の沿岸分布を図 10.7.6 に、粒径(D50)と前浜勾配の沿岸分布を図 10.7.7 に示す。これらから以下のことがわかる。

- 測線 1 から 10 に限定しサンゴ起源の組成が見られ(フェーズ 1 事業の養浜の北端まで)、北側には見られなかった。これから、クタのサンゴ礁で生産されたサンゴ起源の砂は北へは輸送されていない。
- 火山性の組成は北側に向かって増加している。しかし、火山性の組成は南側のサンプルにもみられる。火山性の砂は北から輸送されていると考えられるので、南へ向かう沿岸漂砂の存在がわかる。
- 図 10.7.6 に示す粒径(D50)と前浜勾配の沿岸分布から、レギャン-スミニャックエリア(測線 No. 9 から 14、フェーズ 1 の養浜域の北端から Petitenget 寺院)の粒径(D50)は 0.3mm 程度であり、前浜勾配は 1:10 から 1:12 である。一方、チャンゲーエリアで(測線 15 から北、Petitenget 河口から北)は、D50 はおよそ 0.4mm であり、前浜勾配は 1:8 から 1:9 と急になっている。クタ北エリア(測線 2 から 8)では、D50 は 0.3 から 0.4mm で前浜勾配は 1:8 である。この結果から、レギャン-スミニャックエリアは南側と北側の沿岸漂砂の変換点と考えられる。
- 深浅測量の結果から、レギャン-スミニャックエリアの外浜(-5m から -10m)に浅海域が存在することがわかった。これは、この付近に火山性の細かい組成の砂が堆積していることを示唆する。

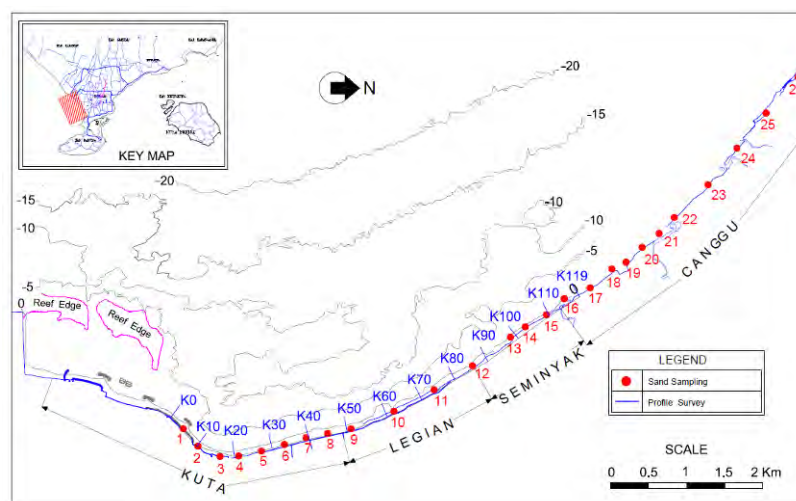


図 10.7.5 南西海岸における底質採取地点

(出典: JICA 調査団)

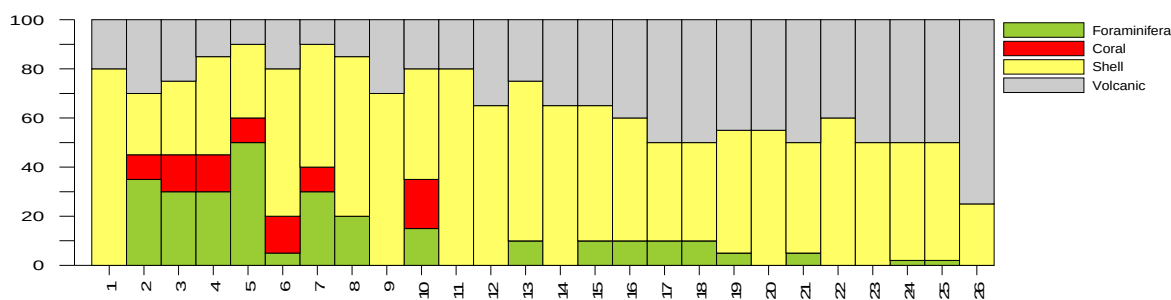


図 10.7.6 南西海岸における底質組成の沿岸分布

(出典: JICA 調査団)

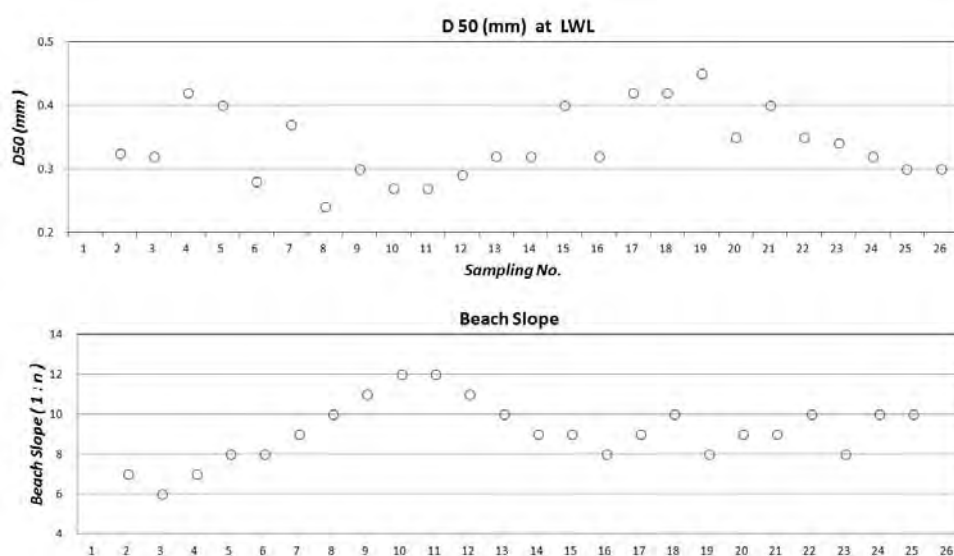


図 10.7.7 南西海岸における D50 と前浜勾配の沿岸分布

(出典: JICA 調査団)

(4) 障害物による河口と海浜変形の検証

沿岸漂砂の卓越方向を知るため、河口や浜崖のような障害物による海浜の変化を確認することは有用である。表 10.7.1 は過去の航空写真や衛星写真を基にスミニャックエリアから北側のタナロットにかけて河口と障害物による海浜の変化を調べた結果である。調査結果を以下に示す。

表 10.7.1 河口と障害物による海浜変化の調査結果

地域	確認地点	10/9	10/2	6/2
スミニャック	Double six の小河川河口	直線	?	?
	Sofitel ホテル南側の小河川河口	直線	直線	?
	Oberoï ホテルの小河川河口	直線	?	南向
	Petitenget 河口	南向	?	?
チャングー	Brawa ビーチ河口	南向	南向	閉塞
	Batu Bolong ビーチ河口	南向	南向	閉塞
	Echo ビーチ小河川河口	直線		閉塞
	Echo ビーチ小河川河口	直線	北向	?
	小河川河口(No.9)	北向	?	
	小河川河口(No.10)	?	北向	
	小河川河口(No.11)	直線	直線	
	小河川河口(No.12)	直線	直線	
	障害物(岩 1)	南向	南向	
	障害物(Pura Gede Luhur Batungaius)	南向	南向	
Tanah Lot	河川河口(No.13)	南向	南向	
North of Tanah Lot	小河川河口(No.14)	直線	直線	
	小河川河口(No.15)	直線		
	障害物(岩 2)	北向	北向	
	小河川河口(No.16)	直線		
	障害物(突堤)	南向		
	河川河口(No.17)	?	北向	
	河川河口(No.18)	直線		
	河川河口(No.19)	北向		
	河川河口(No.20)	北向		
	河川河口(No.21)	北向		
	障害物(海崖)	北向	北向	

(出典: JICA 調査団)

- スミニャックエリアでは沿岸漂砂の向きは不明であった。
- チャングーで南向きの沿岸漂砂の存在が確認された。
- タナロットから北側では、北向きの沿岸漂砂の存在が確認された。

(5) 数値計算による検討

現地踏査と収集したデータから得た上述の沿岸漂砂の結果を数値計算により検証した。

波浪場の計算と汀線変化モデルによる沿岸漂砂量の沿岸分布を計算した。図 10.7.8 に代表的な沖波である S と SSW の波浪場の計算結果を示す。数値計算により求められた各エリアへの入射波の分布を図 10.7.9 に示す。

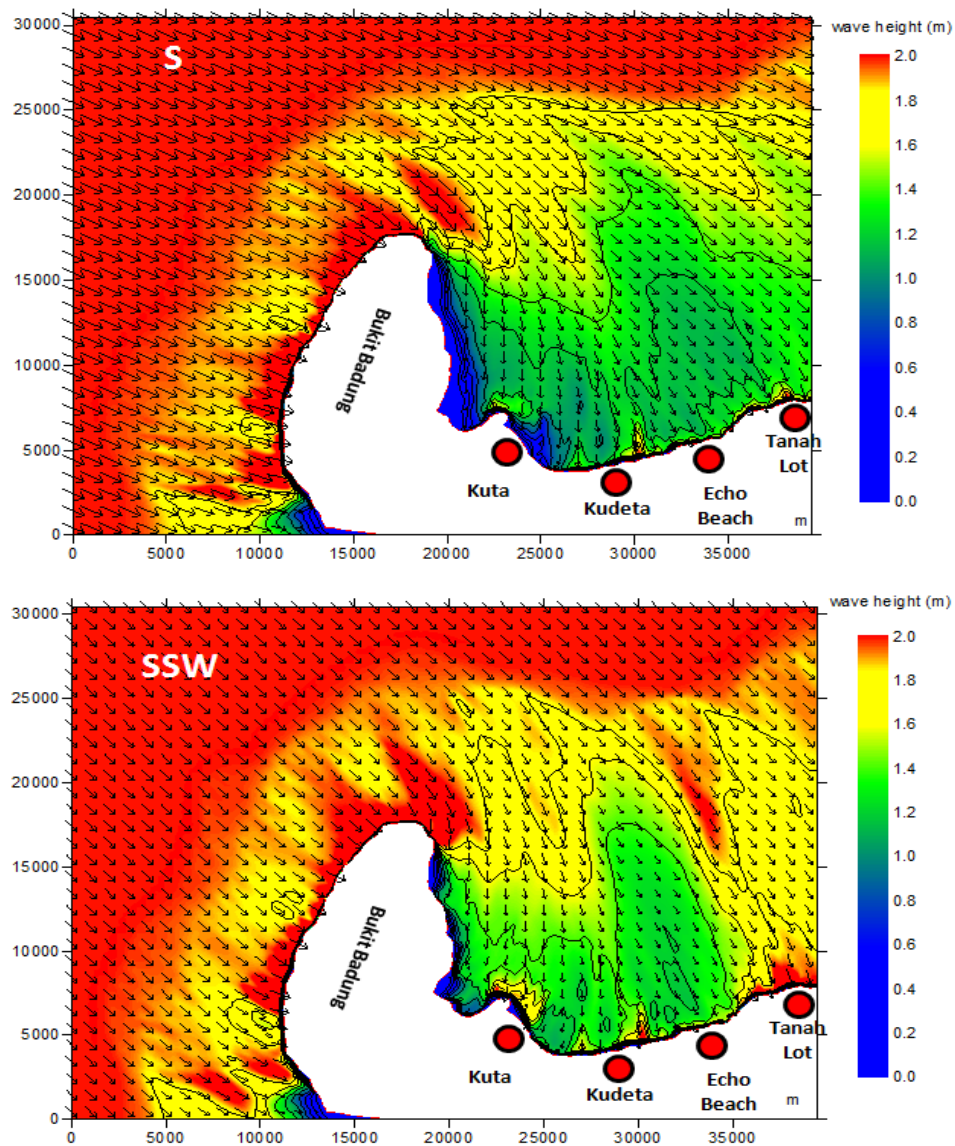


図 10.7.8 波高と波向き分布

(出典: JICA 調査団)

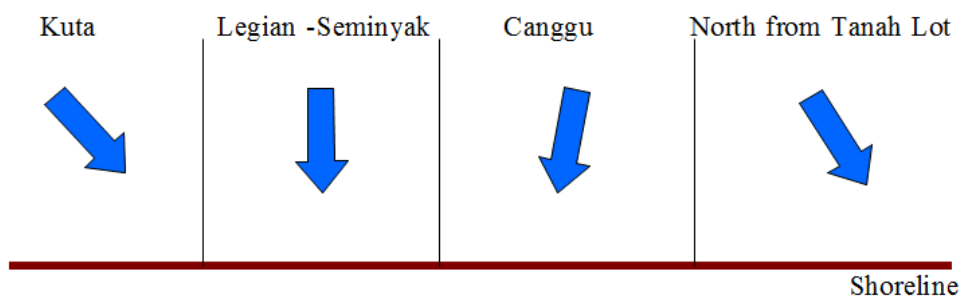


図 10.7.9 数値計算で求められた卓越入射波向きの模式図

(出典: JICA 調査団)

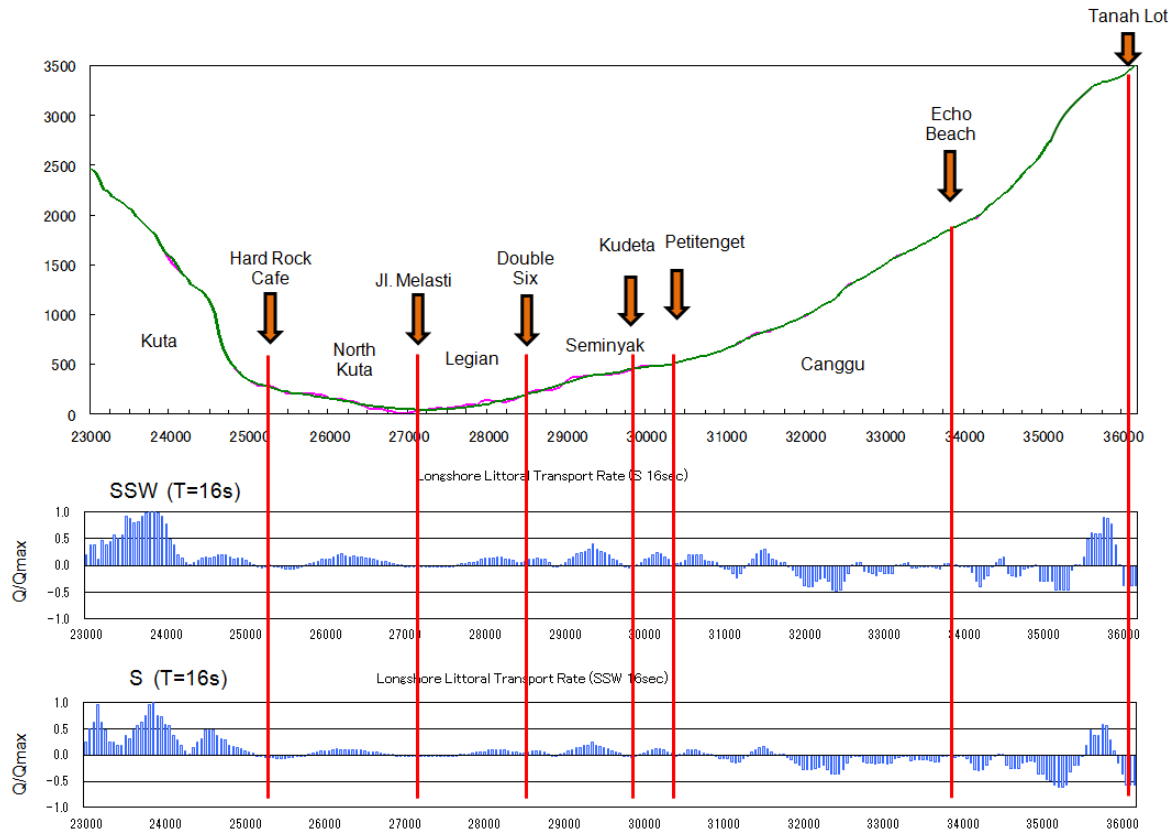


図 10.7.10 南西海岸における沿岸漂砂量分布

(出典: JICA 調査団)

S から入射する沖波の場合、ブキット島による回折領域はタナロットの北側までおよぶ。一方、SSW の場合、回折領域はチャングーまでである。回折領域では波向きは時計回りに変化し、この変化はチャングー北部で南向きの沿岸漂砂を引き起こす。

- レギャン-スミニャックエリアの入射波向きは、汀線に対してほとんど垂直である。そのため、顕著な沿岸漂砂は発生しない。
- クタエリアにおける入射波向きを図 10.7.9 に示す。この斜めの波向きにより北向きの沿岸漂砂が顕著になる。

図 10.7.10 に S と SSW (T=16s) の 2 ケースの南西海岸における沿岸漂砂量の計算結果を示す。

- クタエリアでは、顕著な北向きの沿岸漂砂が数値計算から確認される。
- この北向きの沿岸漂砂は、クタ北からレギャンとスミニャックにかけて急激に減少する。
- チャングーエリアでは小さな北向きの沿岸漂砂が認められる。
- チャングー北部からタナロットにかけて明白な南向きの沿岸漂砂が認められる。
- 数値計算から得られた傾向は、収集したデータや現地踏査の結果と類似したものである。

(6) 南西海岸における沿岸漂砂のまとめ

南西海岸における沿岸漂砂の特徴は以下のとおりである。

- クタのサンゴ礁エリアに北向きの沿岸漂砂が存在することは明白である。北へ輸送される砂の多くはサンゴ礁の北端の裂け目から沖へ流出しているものと考えられる。南側からの砂の一部はクタ北へ流入しているが量は制限される。
- クタ北、レギャンからスミニャックエリアの沿岸漂砂は卓越入射波向に対して海岸線の法線が垂直になるため明白には見られない。
- 少量の南向きの沿岸漂砂がチャンゲー北部の特に北側に見られる。
- タナロットから北にかけて再び北向きの沿岸漂砂が現れる。

第11章 海岸保全計画の策定および基本設計

11.1 概要

この章の概要を表 11.1.1 に示す。

表 11.1.1 海岸保全計画の策定および基本設計の概要

参照節	項目	概要
11.2	事業の妥当性	◆フェーズ2プロジェクトの妥当性は、次の検討項目に基づきまとめられた。1)開発方針、2)フェーズ1プロジェクトの寄与、3)フェーズ2の必要性、4)クタ海岸の改善の必要性、5)海岸保全プロジェクト分野における日本の技術と経験の必要性 ◆クタ海岸(フェーズ1プロジェクト対象地域)の改良の必要性
11.3	事業の目的	フェーズ2としての各サイトの直面する課題およびプロジェクトの目的の提示(6、9および10章の結果に基づく)
11.4	事業内容	各サイトの事業内容。
11.5	適切な海岸保全対策の検討	適切な海岸保全対策を決めるための概略比較検討の実施。クタ海岸の改良検討では、数値解析による新たに提案するL型突堤の比較検討の実施。
11.6	チャンディダサの平面計画 および基本設計	チャンディダサの平面計画および基本設計を実施し、標準的断面を提示
11.7	クタ北部～レギャン～スミニャック の平面計画および基本設計	クタ北部～レギャン～スミニャックの平面計画および基本設計を実施し、標準的断面を提示
11.8	クタ海岸改良の平面計画および 基本設計	クタ海岸改良の平面計画および基本設計を実施し、標準的断面を提示
11.9	南東海岸における海岸保全 基本方針	プロジェクト対象の範囲外である南東海岸についての海岸保全計画の基本方針の提示

11.2 事業の妥当性

(1) インドネシア国の国家開発計画からの妥当性

インドネシア国の開発方針および国家計画との整合性を確認することにより、フェーズ2事業の妥当性を評価した。

a) 2010～2014 年の国家中期計画 (PRJMN)

2010 年に BAPPENAS によって発行された、2010～2014 年の国家中期計画 (RPJMN) の中では、持続的な経済成長を支えかつ人々の福利関係を増やために、自然環境の保全と利用に対する必要性和重要性について述べられている。また、気候変動に対して国土を防護するためのインフラ整備の重要性について述べられている。国家開発のための資金源として、インフラ整備を加速させるために、“官民連携 (PPP)”、“企業の社会的責任 (CSR)” および “献金” を利用することが勧告されている。

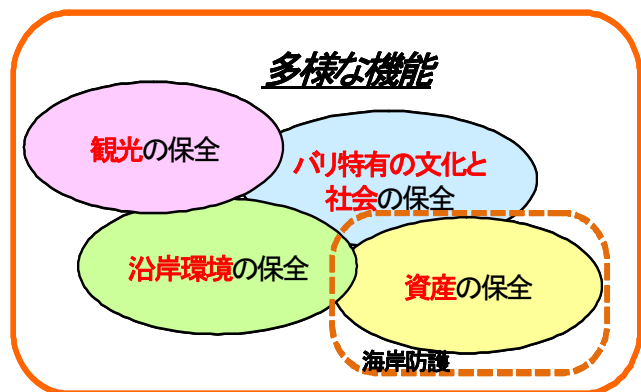


図 11.2.1 海岸保全プロジェクトの多様な機能
(出典：JICA 調査団)

海岸保全事業は、図 11.2.1 に示すような多様な機能を有するが、これらの機能は、上記の国家開発方針と合致するものである。

b) 2008～2013 年のバリ州中期計画 (Bali Province Regulation No.9/2009)

提案するフェーズ 2 事業は、2008～2013 年のバリ州中期計画と合致している。観光セクターにおけるバリ州の目的の 1 つは、これまでバリ南部に集中している観光地の対象範囲を広げることである。また、本計画のゴールを達成するためのインフラの整備方針としては、観光インフラの改善、バリ観光の質を維持するための環境の持続性の保全および観光地に対する自然、清潔さ、安全性に対する質の改善に向けられている。このことは、海岸保全事業であるフェーズ 2 事業がバリ州中期計画と合致することを意味するものである。

c) 2009～2029 年のバリ州空間利用計画 (Bali Province Regulation No.16/2009)

提案するフェーズ 2 事業は、2009～2029 年のバリ州空間利用計画とも合致している。バリの海岸線のほとんどすべては、ツーリズムエリアとして定義されている。また、水資源の開発方針に関する勧告では、侵食や被災から海岸を防護する必要性が示されている。

提案するフェーズ 2 事業では、さらなる災害から既に侵食した海岸を保全し、防護することを目的としており、ワールドクラスの観光地としての海岸のポテンシャルを回復させることである。

d) 2010～2014 年の公共事業省 (MoPW) の戦略的計画 (MoPW Regulation No. 02 /PRT/M/2010)

海岸セクターにおける公共事業省 (MoPW) の戦略的計画の方針については、海岸防護施設の建設や既存の海岸構造物の改修や維持により侵食や被災から海岸線を防護することである。現在、海岸防護事業は、主にインドネシア領海、小島および経済発展地域における外境線を防護することに注がれている。

提案するフェーズ2対象地域は、バリ州の高い経済発展地域である。レギャンからスミニャックにかけての地域は、バリ南部におけるトップクラスの観光地であり、また、東部のチャンディダサは海岸が持続可能な状態に保つことが出来れば、高い経済発展が見込まれる地域である。これらの状況から、提案するフェーズ2事業は2010～2014年の公共事業省(MoPW)の戦略的計画と合致するものである。

(2) フェーズ1事業の貢献からの妥当性

バリは東南アジア地域における世界的に有名な観光地域であり、ビーチは主な観光資源である。サヌール海岸、ヌサドゥア海岸およびクタ海岸で実施されたフェーズ1事業の実情からみると、海岸侵食から砂浜を回復させるための海岸保全プロジェクトは、インドネシアにおける観光開発に多大な貢献を果たしている。バリを訪れる海外からの観光者数は、2004年の140万(サヌール海岸およびヌサドゥア海岸のプロジェクト終了時)から2010年の250万(1.8倍)まで増加している。また、国内の観光者数は、2004年の200万から2010年の470万(2.3倍)まで増加している。また、海岸に沿って、ホテル、レストラン、ショップの改築や新規の建設がプロジェクト地域において活発に行われてきた。これらは、観光開発の相乗効果をもたらしている。

海岸保全事業は、単に観光だけに貢献するだけでなく、地域の文化、信仰、生活の維持・向上面においても貢献している。写真11.2.1に示すように、地域住民は回復した砂浜を、宗教的儀式やリクレーションの場として大いに利用している。さらにこの地域によるビーチ利用は、利用する住民により支払われる駐車代によって、コミュニティの収入増加にも貢献している。

以上のとおり、海岸保全事業は、観光寄与とともに、地域住民の文化・生活面においても多大な貢献をもたらすことが、現状の海岸利用より示されている。



写真 11.2.1 地域住民の生活向上への貢献

(出典：JICA 調査団)

(3) フェーズ2事業の必要性

フェーズ2事業サイトは、9章に述べるとおり、“経済の寄与”および“海岸侵食の状態と世界的なビーチリゾート地域としての利用”としての2つの観点を考慮し、選定された。幾つの基準に沿って評価され、次の2つのサイトが選定された。

東海岸：チャンディダサ、 南東海岸：クタ北～レギャン～スミニャック

9章に示すとおり、2つの候補サイトにおける新規プロジェクトの必要性は、次のとおりである。

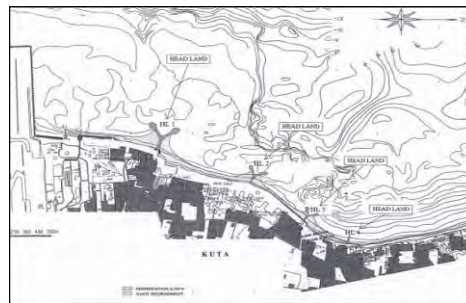
- 東海岸における国際的な観光地は唯一チャンディダサであり、バリ島の主要なビーチリゾートの1つである。
- 海岸侵食は、観光開発に伴い1970年以降生じている。なお、1990年代にインドネシア政府により海岸保全プロジェクトが着手されているものの、侵食は続いている。
- 砂浜はほとんど消失し、チャンディダサの海岸線は人工のコンクリート性直立護岸で占められている。これは、国際的なリゾート地に求められる海岸利用を妨げ、観光へのマイナスの影響を及ぼしている。
- 南海岸における観光の集中化を逸らすために、東海岸で実施されている幾つかのインフラ整備計画は、チャンディダサにおけるさらなる観光開発を進めるうえで大きなポテンシャルとなる。
- クタ北〜レギャン〜スミニャックにかけての地域については、バリ島における現在トップクラスの観光地であり、水浴、散策、サーフィン、ボディボード、サンセットの観賞などの海岸の利用面における多機能性を維持することが必要である。
- 南海岸の汀線の後退は、東海岸に比べると著しいことはないが、長期にわたって生じている。またこの汀線後退により、高潮時にはビーチ幅が狭まり、海岸利用の障害となっている。

(4) クタにおける実施の必要性

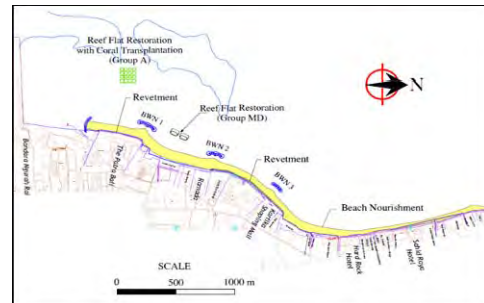
クタはフェーズ1事業の対象ビーチの1つであり、養浜は南端の滑走路から北端のAlam Kul-kul ホテルまでの海岸延長4.2kmにかけて実施された。しかしながら、6章で述べたとおり、養浜の実施後において著しい砂の流出が、クタの南側のリーフ地域で見られている。クタ海岸事業に関するこれまでの経緯は以下の通りである。

- a) 図11.2.2(1)に示すように、当初、1998年に実施された詳細設計時には、養浜とともに養浜砂流出低減対策としての3基のヘッドランドおよび1基の突堤が海岸保全案として提示された。
- b) 工事の開始前に、突堤やヘッドランド建設に対する強い反対運動がコミュニティおよびNGOから起こった。これにより、予定通りの事業開始ができなくなった。
- c) 事業継続に向けた解決方策を見出すために、コミュニティと事業実施機関(BWS-BP)との間で、100回以上に渡る合意形成協議が実施された。このプロセスに、約3年程度が費やされ、事業開始が遅れることとなった。
- d) 合意形成の結果、コミュニティ側は最終的に図11.2.2(2)に示すような当初のヘッドランド案から、3基の離岸堤に変えた案に対して同意するに至った。事業実施機関(BWS-BP)は、事業を進めるために、養浜砂を維持する効果は低下するものの、事業継続に向けて彼らの要求に同意した。
- e) コンサルタントによる技術検討結果より、当初のヘッドランド案からの変更に伴い、顕著な砂の流出が想定された。このため、事業実施後の追加養浜に備えるための貯砂池を設けることを提案し、同意された。
- f) 養浜終了後から継続的に行われてきたモニタリング結果より、事業エリアの南側に位置するクタリーフエリア北端付近(3基目の離岸堤、BWN3)において、顕著な砂の流出が認められた。モニタリング結果より、2008年から2011年までの最近3年間における砂の消失量は約80,000m³(全養浜量の20%)と見積もられた。この

砂の損失量は、サヌールやヌサドゥアの損失量(8年間で10%)に比べて著しく高いものであった(図11.2.3参照)。



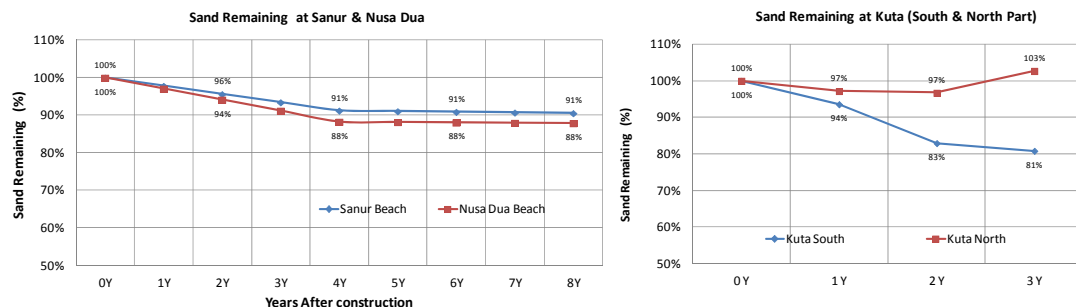
当初計画案



(2) 実施案

図11.2.2 クタ保全対策の当初計画案と実施のレイアウト(フェーズ1事業)

(出典: JICA 調査団)



サヌールおよびヌサドゥア

(2) クタ

図11.2.3 フェーズ1事業後の養浜砂の残存量

(出典: JICA 調査団)

フェーズ1事業において強い反対があった地元住民およびコミュニティは、養浜砂の流出状況について、クタとサヌール。ヌサドゥアでは明白な違いがあることを認識し、砂の移動をコントロールする住民要望による現在の海岸施設の機能が不十分であることについて、彼ら自身既に認識している。よって、クタでの海岸施設の改良に伴うさらなる社会環境上の問題は生じないものと考えられる。

上記で述べたような経緯および現在の海岸状況に基づくと、砂のさらなる流出を抑えるためのクタにおける改良対策を実施することが推奨される。

(5) 海岸保全プロジェクトにおける日本の技術と経験の必要性

欧米先進諸国は、海岸保全対策として護岸、突堤等の人工構造物だけを用いた従来の防護対策では、海岸侵食問題を解決することができないことを理解し、海岸保全に対する唯一の効果的な方法は養浜であることを認識している。一方インドネシア国においては現在主流を占めている海岸保全対策は、構造物による防護対策であり、養浜工法はまだ浸透していない。我が国はアジア諸国の中で、海岸保全事業において多くの成功例とともに、失敗例も経験している唯一の国であり、これらの成功および失敗の経験から、海岸保全事業の計画・設計・事業実施後の維持管理面においての多くの教訓を活かすことが可能である。インドネシアの最近の経済成長は著しい。一方で、エコシステムに対して悪影響となっている事例もいくつか見られる。海岸侵食問題と、必要な対策技術、管理システムによる海

岸維持管理は、解決すべき緊急課題の1つである。日本は、アジアの中でこの海岸保全分野において、ハードおよびソフト面の両面での支援を行えるアジア唯一の国である。

11.3 事業の目的

(1) チャンディダサ

a) 直面する問題

チャンディダサはバリ南部から離れているために、観光寄与の観点からは、現時点では南部のリゾート地域に比べ低いものの、バリ島における国際的観光リゾートの代表海岸の1つである。バリでは、混雑する南部エリアから観光エリアを分散化させるために、東部沿岸域での積極的な開発を実施中である。東部沿岸域沿いの高規格道路の延伸や、チャンディダサ近郊における国際クルーズ船港の開港は、バリ州の開発戦略に追随している。これらのインフラ整備と相まって、チャンディダサの海岸保全事業は、東部海岸域における観光寄与面において大きな潜在能力を有していると考えられる。一方、深刻な海岸侵食、およびこれまでイ国で実施されてきた海岸防護対策の十分な効果が得られていない現状から、約5kmにおよぶ海岸線において、次のような問題に直面している。

防護面(写真 11.3.1 および 11.3.2)

- 海岸侵食による土地の消失
- 越波による施設や植生被害、および飛沫による施設(ホテルや家屋)の耐久性の劣化

海岸利用面(写真 11.3.3 および 11.3.4)

- 護岸、突堤および間仕切り壁の存在による、沿岸方向への海岸散策への障害
- 各ホテル間の間仕切り壁の存在や、海岸への通路の不備による海岸アクセスの支障
- 日光浴・海水浴など、観光客の海岸利用のスペースがないこと
- 地域住民の海岸域での宗教儀式のためのスペースがないこと
- レジャーボート等の係留場所の不足

海岸環境と景観面(写真 11.3.5)

- 護岸や多数の突堤の存在による、国際的なビーチリゾートとしての景観の悪化
- 間仕切り壁の存在による開放的な景観への支障



写真 11.3.1 海岸侵食および土地侵食



写真 11.3.2 背後施設への越波



写真 11.3.3 海岸沿いの自由なアクセスへの障害



写真 11.3.4 海岸利用スペースの消失



写真 11.3.5 自然景観の悪化



写真 11.3.6 良好な水質



写真 11.3.7 リーフ上のサンゴ

(出典: JICA 調査団)

b) 環境に対する必要性

チャンディダサの水質は、写真 11.3.6 に示すようにサヌール、ヌサドゥアおよびクタなどの南部リゾート地に比べて透明度の高い良好な水質を維持している。この水質状況は、チャンディダサにおける差別化の一つであり、この状況を維持することが必要である。さらにチャンディダサは、バリ島における有名なシュノーケリングやダイビングスポットの1つでもあり、沖合には生きたサンゴや魚介類の豊富な生態系が存在する。また、写真 11.3.7 に示すように、特に東側にある半島近くにはリーフ上にもサンゴの生息エリアがスポット的に見られる。これらの海洋環境について、これを維持するための細心の注意を払う必要がある。

c) 事業の目的

チャンディダサにおける事業目的は、以下のとおりである。

- さらなる海岸侵食防止および越波や飛沫による沿岸域の陸上施設被害の軽減
- 容易なビーチアクセス、および海岸沿いの自由な散策の実現
- 国際的なビーチリゾートとしての海浜上の利用面の向上、および地域住民のための宗教イベントに利用できる海岸域での場の復元
- 国際的なビーチリゾートとしての自然豊かな景観の復元
- 南部の海岸にない良好な水質やサンゴの生息等、現在の良好な海岸環境の維持

上記の目的を達成するために、東部海岸で実施されている高速道路の拡張や国際客船用の港の開港などのチャンディダサ近くの他のインフラ整備との連携効果より、世界的なビーチリゾートとしてチャンディダサにおける観光への貢献を高めることを目指すものである。

海岸侵食の問題エリアとしては、東端の半島 (Tanjung Nti) から Alilla Mangis リゾートホテルまでの約 5km である。事業対象エリアについては後述する。

(2) クタ北～レギャン～スミニャック

a) 直面する問題

南西海岸におけるクタ北～レギャン～スミニャックにかけては、バリ島において最も観光貢献度が高い地域である。この海岸域は、人工の海岸施設が無い連続した自然海浜の状態を保っている。この利点により、多くの国内外の観光客が、日光浴、サーフィン、ボディボード、散策、ジョギングおよびサンセット観賞など、多様な海岸利用のためにこの海岸域を訪れる。現在精力的な観光開発は、更に北側に位置するチャングーまで拡大しつつあり、ホテルやビラ、別荘の開発が精力的に進められている。



写真 11.3.8 敷地への波の遡上
(スミニャック)



写真 11.3.9 ビーチ幅の縮小
(レギャン)



写真 11.3.10 高潮位時のビーチスペースの消失
(スミニャック)

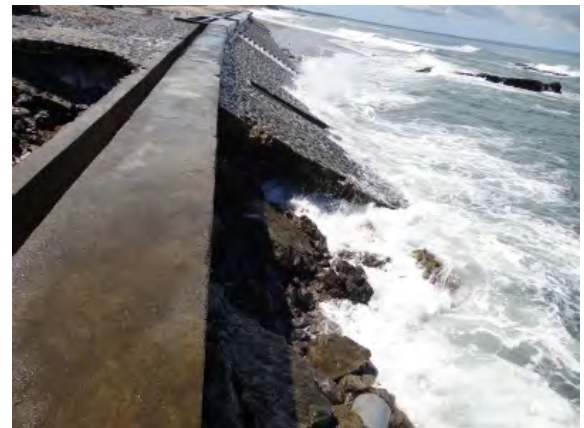


写真 11.3.11 波による施設の損傷
(チャンゲー)



写真 11.3.12 違法な海岸整備
(チャンゲー)



写真 11.3.13 サーフィンに適した波の状況
(レギャン)

(出典：JICA 調査団)

南西海岸における現在の海岸状況に関する問題点として、以下の点が挙げられる。

- 海岸侵食に対する防護の緊急性という観点においては、現時点においてはそれほど顕在化しておらず、前浜部そのものは維持されている。しかしながら高潮時には、遡上した波がホテルやレストランの敷地まで達し、これらの運営面上の支障を来している。
- 高潮時にはビーチ幅は著しく狭くなる。航空写真および衛星写真による長期的な汀線変化によると、汀線の後退はレギャン、スミニャックにおいて 5m から 15m と見積もられた。このビーチ幅の狭小は、バリ島の最も中心的なリゾートエリアとしての海岸利用上の支障をきたしている(写真 11.3.9 および 11.3.10)。
- チャングーでは公共施設の一部において、波の作用による被災箇所が見られる(写真 11.3.11)。
- バドゥン県の法令によると、最高潮位(HHWL)から 100m まではビーチゾーン(beach riparian zone)として決められており、このエリアにおいては施設の建設は許可されない。しかしながら現状は、前浜において違法な建設が幾つかの地点で見られる(写真 11.3.2)。

b) 海岸環境に対する考慮

南西海岸におけるクタ北～レギャン～スミニャックにかけては、バリ島において最も観光貢献度の高いエリアである。海浜は通常の砂浜海岸であり、サンゴ礁は存在しないため、サンゴ礁海岸に比べて生物環境面への厳しい配慮は求められない。しかしながら、沖合の一部エリアは漁業活動に利用されているため、これらの漁業活動に対する配慮が必要である。また、この地域は写真 11.3.13 に示すように、長い波峰線を持つ波が形成・碎波するため、世界的に有名なサーフィンスポットの 1 つになっている。それゆえ、このような波を維持することは、当エリアの海岸利用面上、不可欠である。

c) 事業の目的

南西海岸における事業の目的は、以下のとおりである。

- バリ島の中で最も魅力的なビーチリゾートエリアとして、この地域における海岸利用を維持するためには、十分なビーチ幅を確保する必要がある。ビーチ幅を確保する対象地域としては、クタ北のアラムクルクルホテル(フェーズ 1 事業の養浜エリアの北端地点)からスミニャックのクーデターレストランまでの海岸延長 2.9km である。目標とするビーチ幅は、30 年前のビーチ幅を復元するものとする。すなわち、現状に比べ 15m から 20m ビーチ幅を増やすこととなる。
- ビーチの利用および景観に関する基本的な必要条件としては、1) 当海岸の最も大きな差別化の 1 つである人工構造物のない自然海岸景観を維持すること、2) 世界的に有名なサーフィンスポットとして、現在の波の状態を維持すること、の 2 点である。

(3) クタにおける改良(フェーズ 1 事業対象地域)

a) 直面する問題

養浜後の砂の流出は、養浜実施エリアの南側において続いている。前述のように、この地点の砂の流出量は 3 年間で約 80,000m³ と見積もられた。これは、養浜砂の全量の 20% になる。一方で、サヌールやヌサドゥアにおける砂の流出量は、図 10.2.2 に示すように

8年間で10%相当である。クタの南側における流出量は、サヌールやヌサドゥアに比べて著しく、この地域の砂流出の低減化を図る必要がある。

b) 事業の目的

クタにおける改良の目的は、特に南端の砂止め堤と一基目の離岸堤(BWN1)との区域、2基目離岸堤(BWN2)と最後の3基目の離岸堤(BWN3)の区間において、現在生じている砂流出を抑えることである。しかしながら、BWN3周辺においては、リーフが急激に消滅するといった特有の地形条件、それに伴う沿岸漂砂の局所的変化が生じており、ここでの砂浜維持は困難である。そこで、BWN3周辺における対策の目的として、砂浜を形成させるのではなく、緩傾斜護岸の更なる損傷を避けるために、石積護岸の先端部において砂をある程度の厚みで維持することを掲げる。

11.4 各サイトの事業内容

(1) チャンディダサ

チャンディダサにおける事業内容は、以下に示すとおりである。

a) 既存護岸の浸透性捨石式傾斜堤護岸への改修

既存のコンクリート製の垂直護岸は、各土地及びホテル所有者により個々に建設されたものであるが、無秩序な個別の護岸構築により、観光客のビーチアクセスに多大な支障を来している。さらに、護岸前面反射波による波の洗掘により、護岸前面では砂が消失している。これより既存護岸をフェーズ1事業と同じように、浸透性捨石式傾斜堤護岸に改修し、砂が留まりやすい構造に改修することを提案する。この傾斜護岸の法線位置については、砂がより留まりやすいように、ある程度の距離を保てるよう岸側に可能な限りセットバックすることを提案する。ただしセットバックに対する合意形成は、土地所有者やホテルオーナーとの個別の協議が必要であり、フェーズ1事業でもそうであったように、時間のかかるものである。よってこれらの合意形成は、詳細設計時から実施時にかけて結論が得られるようなタイムスパンの中で検討を実施するものとする。

b) 既存T型突堤の改修

既存のT型突堤の天端高は+2.2m(HWLより0.5m低い)であり、西向きの漂砂をトラップする機能として明らかに不十分である。さらに突堤の天端は、表面に付着している海藻により非常に滑りやすくなっており、観光客は天端面を利用することが出来ない。よって、既存のT型突堤については、漂砂に対するトラップ効果を高めるとともに、観光客の天端面の利用が図れるよう改修することを提案する。既存突堤の幾つかは、今後実施される詳細設計の結果を踏まえ、撤去または設置場所の変更も今後さらに詳細に検討していくことになる。

c) 養浜

当海岸の主要な砂の供給減であるサンゴ砂の供給を増やすことは、不可能ではないにしても相当な期間と不確実性を有し、少なくとも十数年単位での回復は困難であるといえる。これより砂浜を復元させるためには人為的に砂を投入する必要がある。一方、チャンディダサのリーフ幅はサヌールやヌサドゥアのリーフより狭く、過去の空中写真からも元来の浜幅は広くないことが分かっている。そのため、サヌールやヌサドゥアと同程度の浜幅を確保することは、元来の浜幅以上に砂を付けることとなり、自然に形成された砂浜から逸脱し、安定性の面で推奨できない。養浜後の砂の流出を押さえるには、砂浜幅を過度に広げず、以前の砂浜幅を見据えた適切な浜幅とすることが安定性確保の面で重要である。

d) 遊歩道

捨石式傾斜堤護岸の天端部分は、遊歩道として利用できるようにする。遊歩道の目的は、海岸に沿った連続的な散策への向上の目的だけでなく、官民の土地境界を識別させる機能も有する。

e) 公共付帯施設

トイレ、ゴミ箱、ベンチ、東屋等の海岸利用の向上を目的とした公共付帯施設の設置は、観光客および地域住民の両方に対する海岸利用の利便性を高めるうえで有効である。

(2) クタ北～レギャン～スミニャック

南西海岸における事業内容は、以下のとおりである。

a) 養浜

南西海岸における海岸保全の目的は、現在の海岸利用を今後も長期間にわたって維持させることにある。このような観点から、人工構造物を用いない養浜が推奨される。養浜対象範囲は、ビーチの現在の利用状況および長期にわたる海岸後退の進行度合の両面を考慮して決められる。

b) 遊歩道(部分的)

遊歩道の目的は、海岸利用の高度化の観点とともに、土地の官民境界を識別することにある。前者の観点からは、現在のビーチ利用の配慮はあまり必要でないと思われる。さらに、遊歩道や歩道は、レギャンやスミニャックの幾つかの地域で既に存在している。他方で、海岸エリア(beach riparian area)内での違法な構築物の設置がスミニャックやチャンゲーで見られる。これを避けるためには、官民境界をはっきりさせることが必要であり、遊歩道の設置はこれらの識別に有効である。

c) 公共付帯施設

トイレ、ゴミ箱、ベンチ、東屋等の海岸利用の向上を目的とした公共付帯施設の設置は、観光客および地域住民の両方に対する海岸利用の利便性を高めるうえで有効である。

(3) クタの改良(フェーズ1事業地域)

クタ海岸改良の事業内容は、以下のとおりである。

a) 離岸堤の改良

クタにおける海岸保全対策としては当初、3基のヘッドランドと1基の突堤の建設および養浜で計画された。一方、フェーズ1事業期間中において全てのステークホルダーによって承認された海岸施設の最終案は、3基の離岸堤の建設であり、更にその天端高は当初計画のそれより低くするものに強いられた。

通常、離岸堤背後のトンボロ(堆砂域)は、離岸堤の波の回折効果により離岸堤背後に形成される。漂砂の移動は、このトンボロがしっかりと安定している限り抑えられる。他方で養浜後のモニタリング結果から、離岸堤BWN3の背後のトンボロはほとんど消滅していることが確認されている。また、BWN3周辺における砂の流出に伴う捨石式傾斜堤護岸の露出域は、徐々に両側に拡大しており、BWN2背後にあるトンボロの安定状態に影響を及ぼす懸念が生じてきている。このトンボロの安定状態が維持されていない理由の1つと

して、北向きの漂砂に対するトラップ効果が十分でないことが考えられる。現在の状況を考えると、漂砂のトラップ効果を高めるためには、既存の沖合離岸堤に突堤部分を増す改良を実施することが推奨される。

b) BWN3 における砂の投入と新規の L 型突堤の設置

前述のとおり、BWN3 近くである程度の幅を持って砂を維持することは当エリアの漂砂機構上難しい。現状の改善の必要性は、ビーチのさらなる後退を避けることと、捨石式傾斜堤護岸を守ることである。現状を改善するための追加調査は、フェーズ 1 事業の終了後コンサルタントによって実施された。その結果を参照すると、BWN3 の南側において追加の L 型突堤を新設するとともに、波の遮蔽域となるエリア (L 型突堤の北側) に砂の投入することが推奨される。

11.5 適切な海岸保全対策の検討

(1) チャンディダサの比較検討

チャンディダサにおける海岸保全対策について、以下に示すような 3 つの代替案を用いての比較検討を行った。

対策案 1：既存護岸の改修のみ

対策案 2：既存護岸の改修＋新規の海岸施設の建設を考えない養浜(既存の T 型突堤および沖合離岸堤は維持する)

対策案 3：既存護岸の改修＋既存の T 型突堤の改修および既存の沖合離岸堤の撤去を伴う養浜

結果は、図 11.5.1 に示す。技術的観点、海岸利用、景観、環境への影響および一般住民の意見を考慮すると、対策案 3 がチャンディダサにおける最も適切な海岸保全対策として結論づけられた。

(2) クタ北～レギャン～スミニャックにおける比較検討

南西海岸における海岸保全対策については、図 11.5.2 に示すような 3 つの代替案を用いて比較検討を行った。

対策案 1：人工構造物(捨石式傾斜堤護岸)による防護対策

対策案 2：養浜のみ

対策案 3：離岸堤群の設置＋養浜

技術的観点とともに、当海岸の海岸利用や他の海岸にない魅力、景観、環境への影響およびステークホルダー、地域住民の意見等を踏まえると、養浜のみ以外の代替案は、現在の当海岸の利用形態・魅力を著しく損なうこととなり、＜対策案 2＞のみが当海岸の海岸保全対策案として推奨される。

(3) クタ改良における比較検討 (L 型突堤の妥当性)

フェーズ 1 事業実施後の BWN3 周辺における顕著な砂流出の現状を受け、2010 年に詳細な検討がコンサルタントにより実施された。ここでは新規に設置することを提案した海岸施設に対する比較検討を行うために、図 11.5.3 に示すような 4 ケースの海岸施設配置案を用いての検討を行った。

対策案1: 砂の再投入+BWN3の天端高の増強+漂砂移動の下手側の突堤建設

対策案2: 砂の再投入+沖合離岸堤の建設

対策案3: 砂の再投入+L型突堤の建設

対策案4: 砂の再投入+斜め突堤の建設

各対策案に対する概略検討結果より、＜対策3＞が基本案として推奨された。そこで次に、＜対策案3＞に対する詳細諸元検討するため、図11.5.4に示すような4つのそれぞれのレイアウト案に対する詳細な検討は、数値解析を用いて行われた。図11.5.5は、構造物の効果を示すために、砂の再投入の有無による砂の流出量の計算結果を示す。各ケースの違いはあまり大きくないが、＜ケース3＞が砂の流出に関して最小となっている。

捨石式傾斜堤護岸の先端における地盤高に関する予測結果は、2箇所(P1とP2)において比較され、それぞれ図11.5.6に示す。また、図11.5.7に示すように、L型突堤の建設により地盤高をある程度確保する効果は、P1(L型突堤の根元から30m離れた地点)で見られる。また、L型突堤の先端部とBWN3の間に位置するP2においては、地盤高の減少は初期段階で著しいが、L型突堤の建設による遮蔽域の形成により、ある程度の高さの維持が可能と推定された。

以上の結果から、多量の砂を投入すれば大半は流出することが推定され、砂の再投入は現在も地盤高の低下が生じている護岸前面において、過度に流出した分のみ補充し、それをL型突堤の遮蔽効果により、その地盤面を維持することを目的に投入することが推奨された。

対策	対策1			対策2			対策3		
	既存護岸の改修のみ			既存護岸の改修+新規の海岸構造物を持たない養浜			既存護岸の改修+既存のT型突堤の改修および既存の沖合護岸堤の撤去を伴う養浜		
イメージ									
概念的 技術的 視点	コンセプト			リゾート地としてビーチ活動に対するスペースを確保する -連続したビーチへのアクセスの強化			対策2と同じ		
	陸の防護			防護面 ◎			防護面 ◎		
	越波 砂浜の確保			さらに生じる(現状と同じ) △			最小化は可能 ◎		
海岸利用	景観(自然の景観)			1) 既存突堤および沖合護岸堤は、主に天端高さや長さの不足により効果的に機能していない 2) 砂浜は存在しない(現状と同じ) x			西向きの沿岸漂砂は海岸構造物(ヘッドランド、突堤)によりトラップ出来る、また砂浜はサヌールやヌサダアと同じようなイメージとして維持される。 ◎		
	海洋環境への影響(水質およびサンゴ)			1) ビーチに沿った遊歩道におけるウォーキング 2) ダイビングやシュノーケリングに対する沖へ行くためのアクセスポイント △			1) ビーチ活動(ウォーキング、日光浴、水浴) 2) ビーチに沿った遊歩道でのウォーキング 3) ダイビングやシュノーケリングに対する沖へ行くためのアクセスポイント ◎		
	住民の意見(インタビュー調査)			多くの既存のT型突堤やヘッドランドによる阻害(現状と同じ) △			幾らかの混乱は予想される。しかし、構造物の形式や外壁の色を変えたり、その数を減らすことにより、景観上の障害はかなり改善される。 ◎		
評価	推奨されない (陸側は防護出来るとしても、砂浜は対策1によって回復出来ない。観光としての要求は満たせない。)			推奨されない (沿岸漂砂により、投入した砂を維持することは難しい。プロジェクト後の海岸の維持管理として、継続的な砂の再投入が必要になる。)			推奨される (この対策案はステークホルダーからの要求および観光地としての必要事項を満たすことができる。また、プロジェクト後の維持管理としての砂の再投入は最小化出来る。)		

図 11.5.1 チャンディダサにおける海岸保全対策の比較

(出典：JICA 調査団)

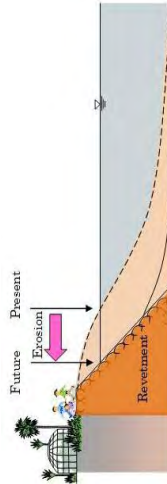
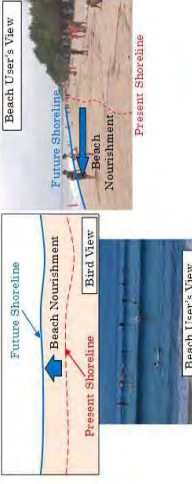
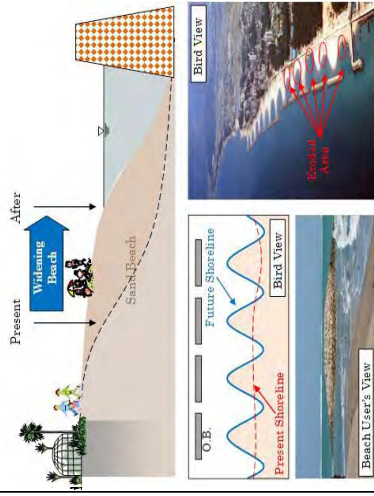
Item	対策1	対策2	対策3
対策	傾斜型石積護岸による防護	養浜	沖合離岸堤を備えた養浜
イメージ			
			
技術的視点	陸の防護	防護面	防護面
	砂浜の確保	◎	◎
海岸利用	◎	◎	◎
	△	◎	△
景観 (自然の景観)	海側における自然景観は維持されているが、人工構造物の建設により現状より海側は悪化する。	現在と同じ自然景観がビーチサイトおよび海側の両方で維持される。	多くの距岸堤は、自然景観や世界的に有名なリゾートビーチとしてのイメージを乱すとともに、目撃観賞(これはこの地域で大きな利点である)も乱れることになる。
	△	◎	×
海洋環境への影響	プロジェクトビーチは、火山性の砂浜であり、サンゴは存在しない。砂の浸淫やビーチへの砂の投入中に潮がはかると、サンゴ系のビーチに比べ、海洋環境に及ぼす影響はそれ程大きくない。	対策1と同じ	対策1と同じ
	◎	◎	◎
建設費	9.2 million US\$	9.4 million US\$	49.4 million US\$ × (Too high)
住民の意見 (インタビュー調査)	反対(人工構造物が置かれなかった)	必要なら(ビーチは後退している)、同意する	強い反対(マリーン活動への大きなインパクトがある)
評価	推奨できない このビーチにおける海岸保全の目的は土地を防護するのではなく、バリ島で最も人気の高い観光地としてのビーチ利用の現状を維持することである。よって、傾斜型石積護岸を建設する必要はない。	推奨案 ビーチ幅は現状より増える、また養浜はマリーン活動や景観に影響を与えず、ビーチ活動を高めることが出来る。よって、養浜による保全対策のうみがこの地域における海岸保全の目的を満たすことが出来る。	推奨できない サーフィン、スィミングおよびボディーボードなどのマリーン活動は、このビーチの最も魅力的なものになっている。沖合離岸堤の建設は、このビーチにおける最も魅力的なものに対する現在の波の状況に対して大きな影響を及ぼす。さらに、建設コストはおおむね高い。

図 11.5.2 クタ北～レギャン～スミニャックにかけての海岸保全対策の比較

(出典：JICA 調査団)

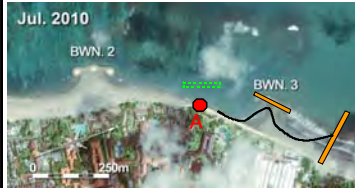
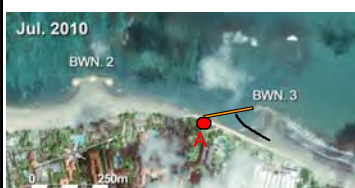
対策	イメージ	コメント	評価
Alt-1 砂の投入 BWN3の天端高の増強 北側の新規突堤		- 理論的には北向きの海岸に添った砂移動は、北の突堤によってトラップすることが出来る。しかし、この調査から、水深の増加に伴う冲向きの移動があることも報告されており、延長の長い突堤が必要になるかもしれない(対策としての非現実的な建設コスト、ビーチ利用への負の影響、北側への影響) - BWN3から南側の追加の構造物は、ビーチの形状を保つのに必要になる。	×
Alt-2 砂の投入 南側における新規の沖合離岸堤		- 維持管理としての定期的な十分な砂の投入が実施されないならば、新規の沖合離岸堤を通しての砂流出はまだ存在する(現在と同じような問題は新規の沖合離岸堤の南側で起こるであろう)。	×
Alt-3 砂の投入 新規のL型ヘッドランド		- L型ヘッドランドの日陰部分である程度の砂を保つことが期待される。 - 北向きの砂移動はL型ヘッドランドの南側で押さえられる。少なくとも、砂は南側でより多く確保される。 - 北向きの移動はL型ヘッドランドから北側においてもまだ存在する。よって、十分な定期的砂投入が実施されないなら、最終的にほとんどの砂は消失するであろう。	○
Alt-4 砂の投入 傾斜型突堤		- 構造物の機能の視点においては、同様な効果が期待される。 - 水交換の悪化や景観や利用面でのマイナスの影響がある(閉鎖的イメージが強くなる) - 建設コストは対策3より高くなる	△

図 11.5.3 クタ北における各対策の概略評価

(出典：日本工営)

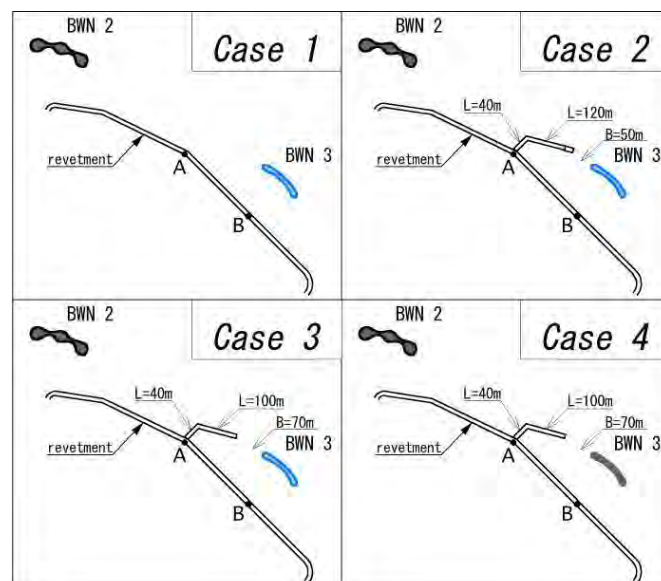
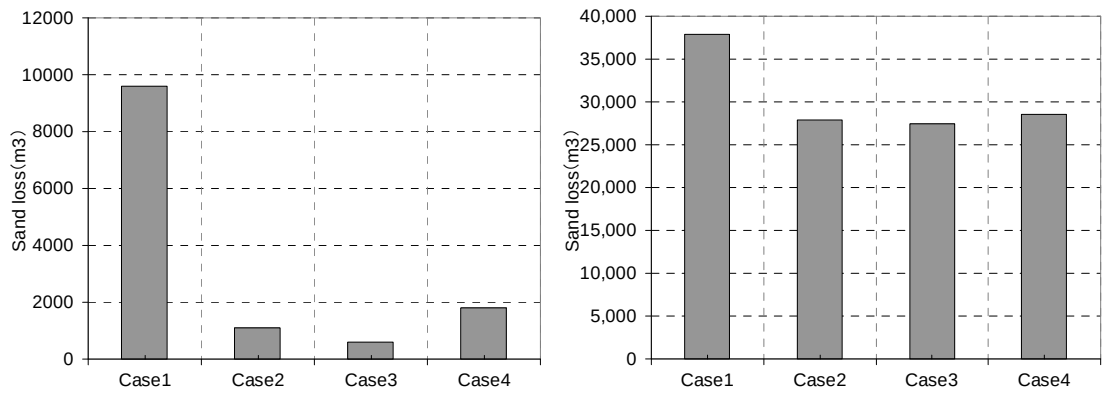


図 11.5.4 数値解析による検討ケース

(出典：日本工営)



(1) 砂の再投入無し

(2) 砂の再投入有り

図 11.5.5 各ケースの砂損失量の計算結果の比較

(出典：日本工営)

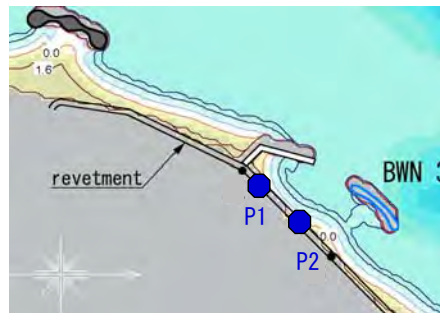
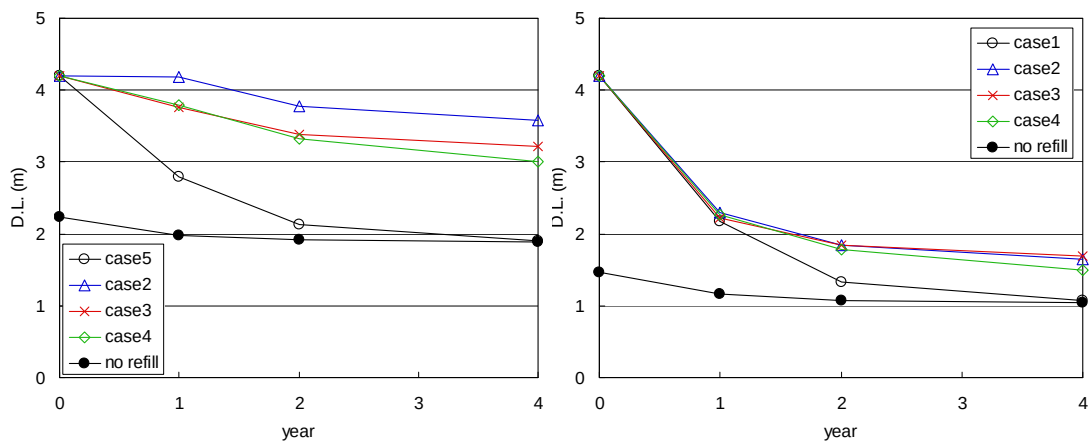


図 11.5.6 地盤高のチェックポイント

(出典：日本工営)



(1) P1

(2) P2

図 11.5.7 捨石式傾斜堤護岸の先端部における地盤高の計算値 (P1 and P2)

(出典：日本工営)

11.6 チャンディダサにおける平面配置計画および基本設計

(1) 設計基本方針

a) 既存護岸の改修

- 既設の不透過型のコンクリート製直立護岸から、捨石による透過型の傾斜護岸へ改修する。
- 護岸の勾配は、観光客へのビーチへの容易なアクセスや不十分なビーチスペースを考慮し、1 : 2.5 とする（フェーズ1 事業におけるサヌール、ヌサドゥアおよびクタでは1:3 が採用された）。
- 天端高は、現在の敷地の高さと同じ高さに保つべきである。さらに、その高さは、後浜高より上になるようにし、+5.0mに設定する。
- 改修する捨石護岸の法線位置は、投入する養浜砂の安定性を可能な限り高めるため、陸側にセットバックする。しかしながら、最終的な配置は、各オーナーとの合意形成により決定されるため、現段階で最終化することは難しい。本調査における護岸法線位置は、各エリアの現在の土地利用状況に基づいた仮定の元に設定する。
- サンゴ礁上に存在する黄白色系のサンゴ砂と自然景観との調和を考えると、同色系の明るい黄色系の石灰岩を被覆材料として用いる。

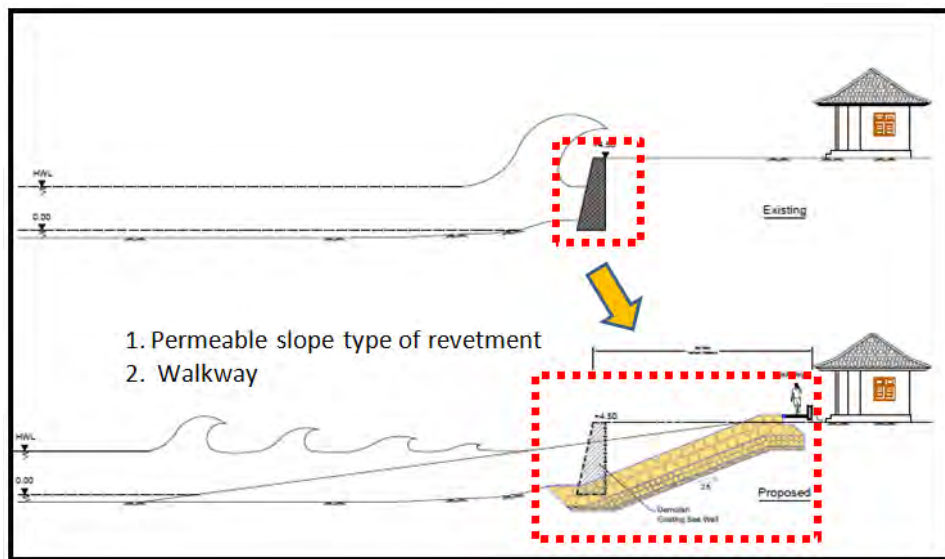


図 11.6.1 既存護岸の改修のイメージ

(出典：JICA 調査団)

b) 既存T型突堤の改修

- 多くの既存 T 型突堤の存在は、ビーチリゾートとしての当海岸の海岸利用や景観の悪化を招いており、可能な限り基数を最小化することが望ましい。他方で突堤の機能は、沿岸漂砂をトラップし、養浜した砂の安定性を高めることにあり、これを達成するための必要数の突堤を配置する必要がある。この両者の要求事項は、トレードオフの関係にある。平面配置に関する考慮すべき点として、この 2 つの要求事項のバランスを考えた上で配置することである。

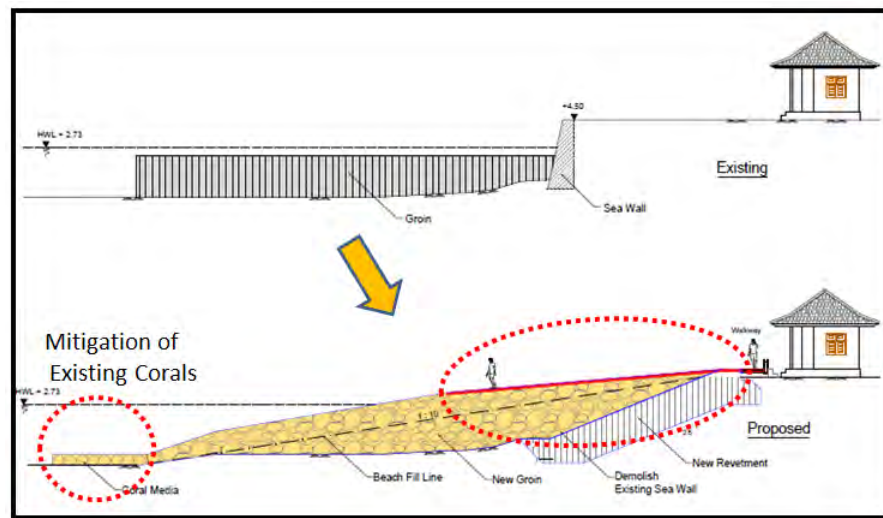


図 11.6.2 既存 T 型突堤の改修のイメージ

(出典：JICA 調査団)

- 既存 T 型突堤の天端高は、平均+2.2m (H.W.L 以下 0.5m) であり、沿岸漂砂をトラップする機能として不十分である。よって、改修する突堤天端高は、砂浜の高さより高くする必要がある。この点を考慮し、改修する突堤の堤幹部の天端高としては、捨石傾斜護岸と同じ天端高である+5.0mと設定する。
- 改修する突堤の天端高は、建設コストを低減化を図るために、砂のトラップ効果が保持される範囲内において、想定される砂浜勾配に合わせて沖側に向かって低減させる計画とする。
- 景観面の調和を図るために、捨石傾斜護岸と同様の材質(石灰岩)を被覆断面として適用する。
- 観光客の天端面での利用促進、および突堤から砂浜への容易なアプローチを可能とするため、突堤の法面勾配としては捨石式傾斜堤護岸と同じ 1:2.5 とする。
- 改修する突堤の先端位置は、漂砂をトラップするために想定する養浜の先端位置より沖側になるようにすべきである。フェーズ 1 の設計経験に基づくと、先端位置は投入した砂の先端位置より 10m~20m 沖にセットされる。以下に述べるように、ビーチ幅は 40m~50m に想定される。よって、突堤の長さは 60m~70m 程度と考えられる。
- 改修する突堤の先端部の捨石部は、サンゴ移植に対する基盤石として利用できる。これより既存突堤や離岸堤に付着している現存サンゴに対する緩和対策(ミチゲーション)として、突堤先端部の捨石を用いたサンゴ移植を計画する。

c) 養浜

- 海岸侵食が顕在化する以前における健全な状態でのチャンディダサの浜幅は元来狭かったことや、リーフ幅が狭いこと、またサンゴの採掘によりリーフフラット上に局所的に深くなったところが点在することを考えると、サヌールやヌサドゥアと同じようなレベル(後浜幅 20m~30m の増幅)で砂浜を復元させることは難しい。養浜後の砂流出を抑える上でも過度な浜幅を確保することはせず、前浜部のみを回復されるような養浜断面を基本とする。

- 養浜に利用する砂は、可能な限り既存する海岸砂と同じ特徴をもつことが望まれる。砂の仕様として重要な項目としては粒径と色である。
- 浜勾配は粒径に左右され、細粒分が増えるほど緩やかとなり、沖へ移動しやすくなる。よって、海岸利用面上の不都合が起きない範囲で、ビーチの安定性を高められるよう、できるだけ粒度の粗い砂を使用することが、安定性の観点から望ましい。得られた粒径および海浜勾配の結果に基づき、粒径(D50)を0.3mm~0.4mm程度、海浜断面1:10と設定する。
- 養浜天端高は、既存のバームの最高部の高さと同じとすることを基本とし、+4.5mとする。
- 砂の色は景観上重要な項目の1つである。白色または黄色系のサンゴ砂が、サンゴ礁海岸でのビーチリゾートの印象を保持する上で望まれる。

d) 遊歩道

- 遊歩道は事業対象地域の全体に対して建設する。遊歩道は、改修する捨石傾斜護岸の天端面に設置される。遊歩道の幅は、捨石式傾斜堤護岸の背後の利用スペースおよび歩行者がお互い行き来できる必要幅を考え、1.5mとする。
- 敷地への波の打ち上げを最小化するために、高さ60cm、幅30cmのフラワーボックスを、波の打ち上げに対する防護効果を高めるために、遊歩道の陸側に配置する。

(2) 平面配置計画

改修する突堤位置や必要延長、および砂浜の安定形状については、詳細設計の段階で数値検討を行うことにより決定されるため、本調査のF/S段階でこのような詳細検討は実施することは想定しておらず、本調査においては得られたデータや現場状況から判断される範囲での概略平面計画を示す。基本的な平面配置案は、図11.6.3および11.6.4に示すとおりである。前述のように、砂浜の安定化が図れる範囲で突堤(ヘッドランド)の数を最小化することが、景観維持の観点から望ましい。これより延長5kmの海岸線に沿って、に7基の突堤の改修、および6基の新規突堤の設置を提案した。

12章に示すが、各パッケージの事業費、事業効果等を考慮すると、事業範囲として2ケース考えられる。1つは、海岸侵食問題の生じている海岸延長5kmにわたる全エリアで事業を実施する案(図10.8のエリア1と2)、もう1つは、第一段階としてエリア1のみ実施する案である。この場合、エリア2の実施はエリア1の実施、その結果を踏まえた上で、突堤配置の見直し含めて決定するものとする。

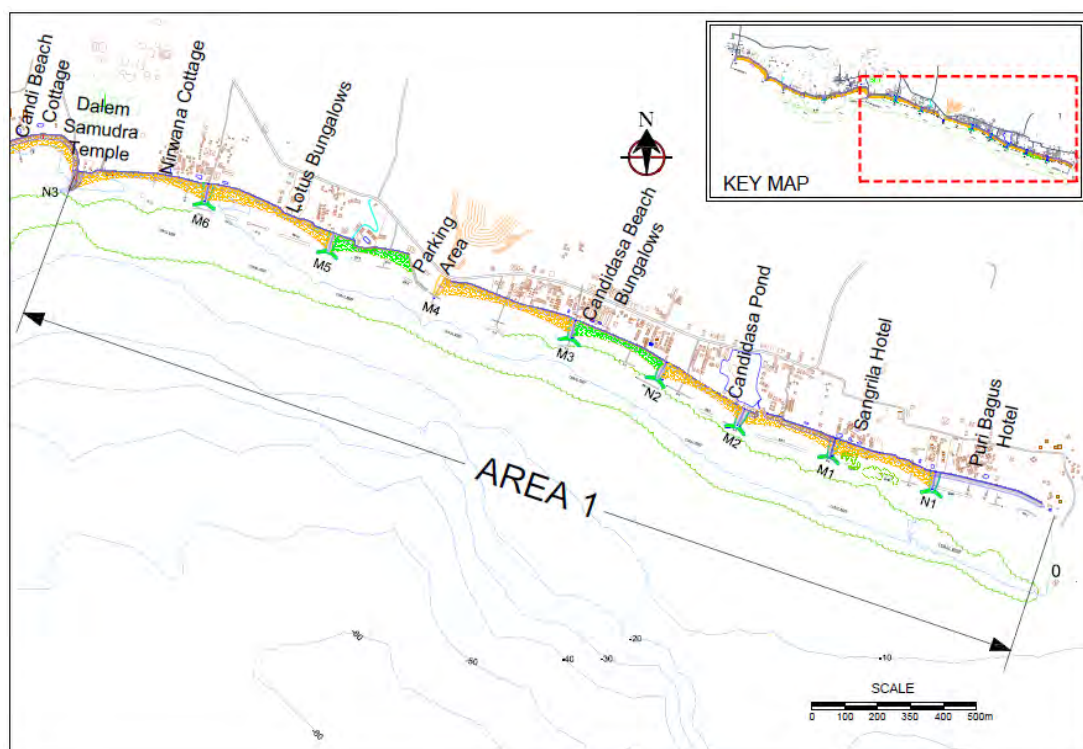


図 11.6.3 キャンディダサの平面計画 (Area 1)

(出典：JICA 調査団)

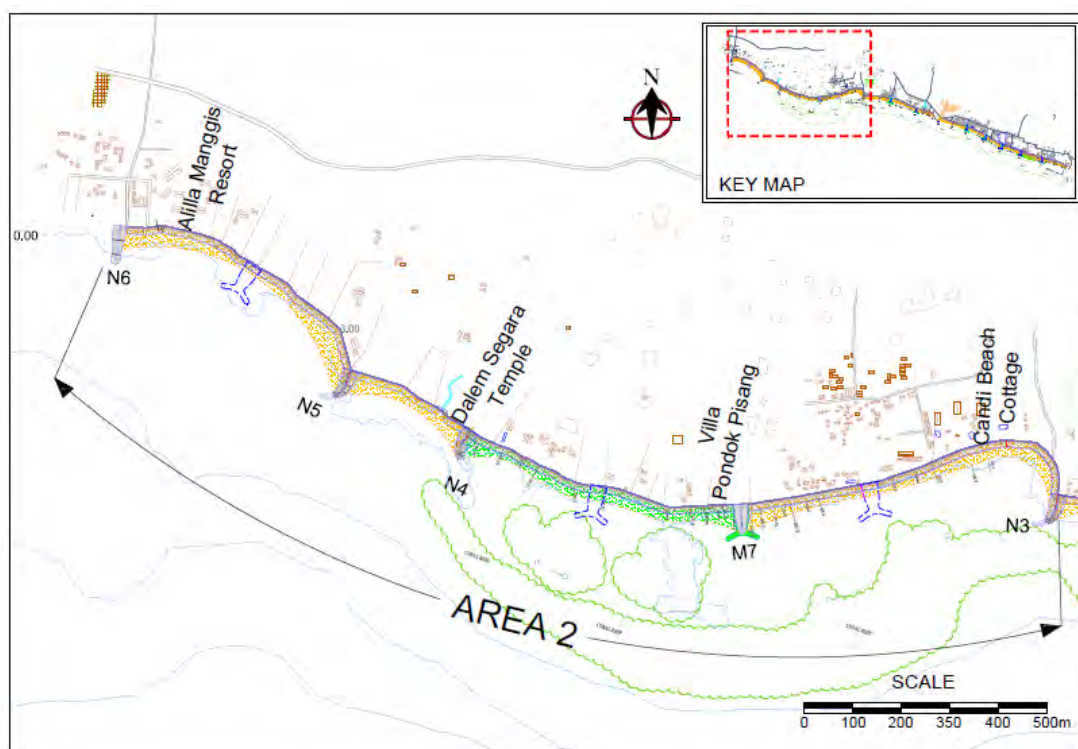


図 11.6.4 キャンディダサにおける平面計画 (Area 2)

(出典：JICA 調査団)

(3) 基本設計

a) 設計基準

i) 設計潮位

フェーズ1事業に採用された、設計潮位条件は以下のとおりである

H. W. L.	: +2.6 m
M. W. L.	: +1.3 m
L. W. L.	: 0.0 m

本調査(9章9.1節)で示す潮位観測結果より、チャンディダサで得られた潮位変化は南エリアのそれとほとんど違いが無い。よって、同じ潮位条件がチャンディダサの設計潮位条件として適用できる。

ii) 設計沖波波高

設計沖波波高は、フェーズ1事業のProject Completion Report(PCR)に示されている値を準用する。

バリは雨季と乾季の2季に分かれ、雨季は12月から3月までで熱帯モンスーンによって支配され、西風が優勢すし、また、乾季は5月から10月までで東または南東風が優勢となる。U.S. Navy Marine Climatic Atlas of World Volume 3 Indian Ocean (1976)は、過去120年間にわかる波高、波浪周期、および波向の統計データを含む、インド洋のバリ島の南沖に対する沖波の情報が得られる。サイト近くにおいて卓越する波向は雨季には南～南東であり、乾季には南～南西である。卓越する沖波周期は5-10秒である。これらの沖波は、バリ島に近づくにつれて周期10-15秒のうねりに発達する。

各再現期間(確率)における設計沖波波高は、以下に示す長期間波浪データから推定できる。

- (1) U.S. Navy Statistic Data (Marine Climatic Atlas of World);
- (2) Wave forecast data offshore of Indonesia; and
- (3) Wave observation data at Kuta Beach (1991-1992)

上記のデータを用いて、幾つかの再現期間に対する沖波波高を示したものが表11.6.1である。バリ海岸における海岸保全施設に対する設計波高として、50年確率波を用い、上記の3つのデータの平均として、 $(H_o)_{50}=5.5\text{m}$ として定めた。

フェーズ1事業において実施した、クタでの波浪観測結果より、卓越する波浪周期はリーフの沖合で10～15秒であり、時折16秒に達していた。これらより、沖波の周期(T_o)として16秒とした。波向は、雨季および乾季に卓越する風向きに依存しながら変化する。バリ島の南部での卓越波向は、南～南東または南～南西の間で分布する。

表 11. 6. 1 各再現確率年に対する沖波波高

Return Period (Year)	Actual (Kuta) Observation (m)	Forecasting Wave (m)	U.S. Navy Statistic Data (m)
1	3.03	4.09	> 1.0
5	4.14	5.01	2.70
10	1.53	5.37	3.40
30	5.16	5.75	4.50
50	5.44	5.91	4.95
100	5.80	6.12	5.40
120	5.89	6.17	5.70

(出典：フェーズ 1 事業 PCR)

表 11. 6. 2 沖波設計波 (50 年確率)

H_0 (m)	T_0 (s)	θ_0
5.5	16	SW to SE

(出典：フェーズ 1 事業 PCR)

表 11. 6. 2 にこれらの考えを元に推定される沖波設計波を示す。

iii) 海岸施設に対する堤前設計波の算定

海岸施設に対する堤前設計波を設定する際に必要な換算沖波波高 (H_0') は以下の式で算定される。

$$H_0' = K_d K_r H_0, \quad T_{1/3} = T_0$$

ここで、

- H_0' : 換算沖波波高 (有義波)
- H_0 : 沖波波高 (有義波)
- T_0 : 沖波有義波周期
- K_d, K_r : 屈折および回折係数

屈折および回折係数は、7 章に示す沖波波浪に関する数値計算により求めた。③際された各波向に対する換算沖波を表 11. 6. 3 に示す。これより設計換算沖波波高としては最も危険側を採用するものとし、表 11. 6. 4 に示すように $H_0' = 4.1\text{m}$ ($\theta = \text{SSE}$) を採用する。

表 11.6.3 各波向に対する換算沖波波高

H ₀ (m)	5.5		
T ₀ (s)	16		
θ ₀	SSW	S	SE
K _r	0.25	0.38	0.74
H _{0'} (m)	1.4	2.1	4.1
T _{1/3} (s)	16		
θ	S	SSE	SSE

(出典：JICA 調査団)

表 11.6.4 海岸施設の設計波高

H _{0'} (m)	4.1
T _{1/3} (s)	16
G.L. (m) (at reef edge)	0.0
H.W.L. (m)	+2.6
depth (m)	2.6
Bottom slope at offshore	1:20
H _{0'} /L ₀	0.01
η _{max} /H _{0'}	0.17
Reef Width (m)	150
H _{1/3} (m)	1.4

(出典：JICA 調査団)

捨石傾斜護岸、突堤およびヘッドランドなどの海岸施設に対する堤前設計波は、リーフ上の波浪減衰を考慮できる、以下に示す高山の式(1977)を用いて計算した。

$$\frac{H_{1/3}}{H_0'} = B \exp \left[-A \frac{x}{H_0'} \right] + \alpha \frac{h_2}{H_0'}$$

ここで、

- x : リーフエッジから岸までの距離
 h_2 : リーフエッジからのある距離における水位上昇分を加味した水深
 A, α : 定数 ($A = 0.05, \alpha = 0.33$)

B および h_2 は、以下の式で表される。

$$B = \frac{\left(H_{1/3}\right)_{x=0}}{H_0} - \alpha \frac{h_2}{H_0}$$

$$\frac{h_2}{H_0} = 0.989 \left\{ \left[\frac{(h_0 + \eta_0)}{H_0} \right]^2 + 0.21 \left[\frac{\left(H_{1/3}\right)_{x=0}}{H_0} \right]^2 \right\}^{1/2}$$

ここで、

h_0 : リーフ上水深
 $(H_{1/3})_{x=0}$: 合田による碎波限界波高式から導かれる有義波高($x=0$)
 η_0 : リーフエッジ地点における水位上昇量

チャンディダサにおけるコーラルリーフの地形条件に適用すると、海岸構造物に対する設計波高は $H_{1/3}=1.4$ m と計算される。

b) 突堤およびヘッドランドに対する構造設計

突堤やヘッドランドに対する捨石材の必要重量は、以下に示すハドソン式を用いて算定する。

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

ここで、

W : 単位捨石の必要最小重量
 γ_r : 捨石材の単位堆積重量
 S_r : 海水に対する捨石材の比重
 θ : 斜面角度
 H : 被覆地点の波高
 K_d : 安定係数

計算結果を表 11.6.5 に示す。なお、海岸保全施設の共通設計基準に従うと、先端部については捨石重量を割り増しすることが推奨されている。これらを考慮し、突堤、ヘッドランドの堤幹部および堤頭部の被覆石に対する設計重量として表 11.6.6 に示すように定めた。

表 11.6.5 捨石材の必要重量

Kd	2.0 (rough, breaking waves)
$H_{1/3}$ (m)	1.4
Slope	1:2.5
W (ton)	0.47

(出典：JICA 調査団)

表 11.6.6 突堤、ヘッドランドの各部位における必要重量

Trunk Part	0.5 ton
Head Part	0.7 ton

(出典：JICA 調査団)

c) 捨石傾斜護岸の構造設計

捨石傾斜護岸に対する被覆材の必要重量は、基本的に突堤やヘッドランドと同じである。しかしながら、堤頭部における捨石重量の割り増しを考慮する必要は無い。よって、捨石傾斜護岸の被覆材重量として 0.5ton と設定した。

d) 養浜の設計

i) 養浜材の選定

i-1) 砂採取候補地

砂採取エリアに対する調査結果は、10 章の 10.5 節に示したとおりである。工費の低減化を図るとともに、フェーズ 1 事業で生じたような砂取得に対する住民問題を避けるためには、プロジェクトエリアの近くで砂採取場所を見出すことが望ましい。候補場所は、養浜に対する粒径、色および推定埋蔵量を考慮して評価した。満たすべき仕様は以下のとおりである。

- 粒径は粗く、また細粒（粒径約 0.2mm 以下）分を多く含むものは適さない。
- 砂の色としては、既存の前浜の砂と同じような淡色の灰色あるいは黄色の砂が望ましく、黒砂の使用は避ける。
- 必要な養浜量を満足する埋蔵量があること。

上記の要求事項を満たす砂採取場所として、本調査結果よりチャンディダサ東部やパダンバイ近くが候補地として挙げられた。ただし砂採取場所を確定するためには、今後さらなる詳細調査が不可欠であり、これについては引き続き詳細設計時に実施するものとする。

i-2) 粒径と前浜勾配との関係

砂の粒径と前浜勾配との関係を知ることは、養浜の設計において重要な検討項目の 1 つである。砂浜が現存する場所において、前浜部の砂を採取し前浜勾配との関係を示したものが図 11.6.5 である。平均粒径 (D50) は 0.2~0.6mm の範囲にあり、前浜勾配は $S=1/12$ ~ $1/5$ の範囲で変化している。これより養浜に対する代表粒径として 0.35mm、前浜勾配として $S=1/10$ とする。

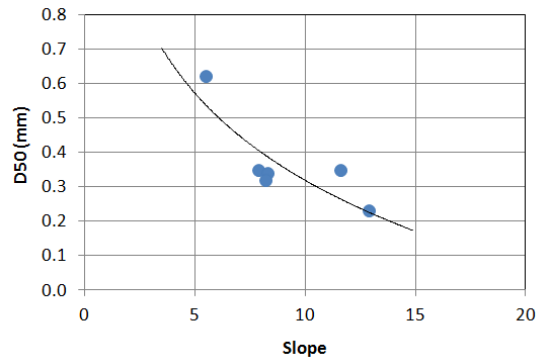


図 11.6.5 砂の粒径(D50)と前浜勾配との関係

(出典：JICA 調査団)

ii) 養浜の断面寸法

以下に示す諸元が、養浜断面を決める上で必要となる(図 11.6.6 参照)

- 浜幅
- 後浜高
- 前浜勾配

浜幅

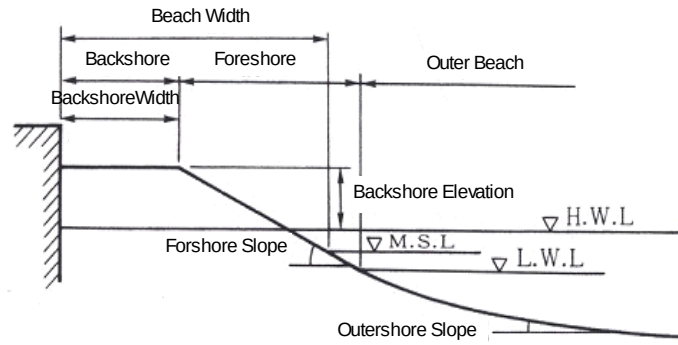
前述のように、チャンディダサにおいて十分な後浜地を持つようなビーチ幅を復元ことは難しいと考えられ、浜幅としては前浜部を復元することとする。リーフ上の標高と前浜勾配を考慮すると、ビーチ幅としては約 40m~50m となる。

後浜天端高

後浜天端高は、現況の海岸と同じ高さを確保するものとし、+4.5m と設定する。

前浜勾配

前浜勾配は、既存の状況および採取する砂の粒径を考慮して決められる。図 11.6.6 より前浜勾配として $S=1/10$ とする。



Remark

Offshore : Offshore Area from Breaking Point (B.P.)
Outerslope : Area from B.P. to Shoreline at Low Tide
Foreshore : Area from Shoreline at Low Tide to Wave Run-up Point
Backshore : Land-side Area from Shoreline

図 11.6.6 養浜断面の定義

(出典 : Coastal Engineering Manual (CEM), 2006)

(4) 標準断面図

養浜、捨石傾斜護岸および突堤に対する標準断面図を図 11.6.7～図 11.6.9 に示す。

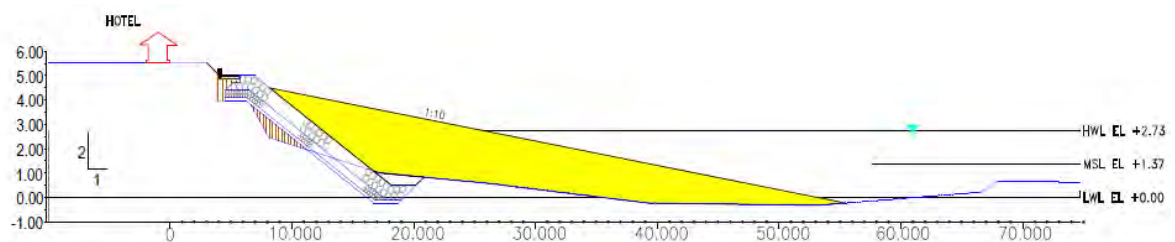


図 11.6.7 養浜の標準断面図

(出典 : JICA 調査団)

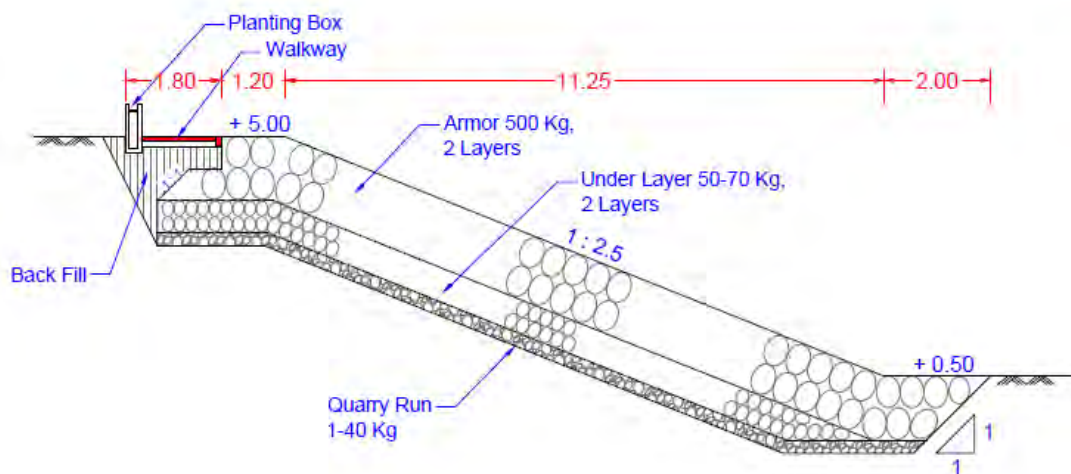


図 11.6.8 捨石傾斜護岸の標準断面図

(出典 : JICA 調査団)

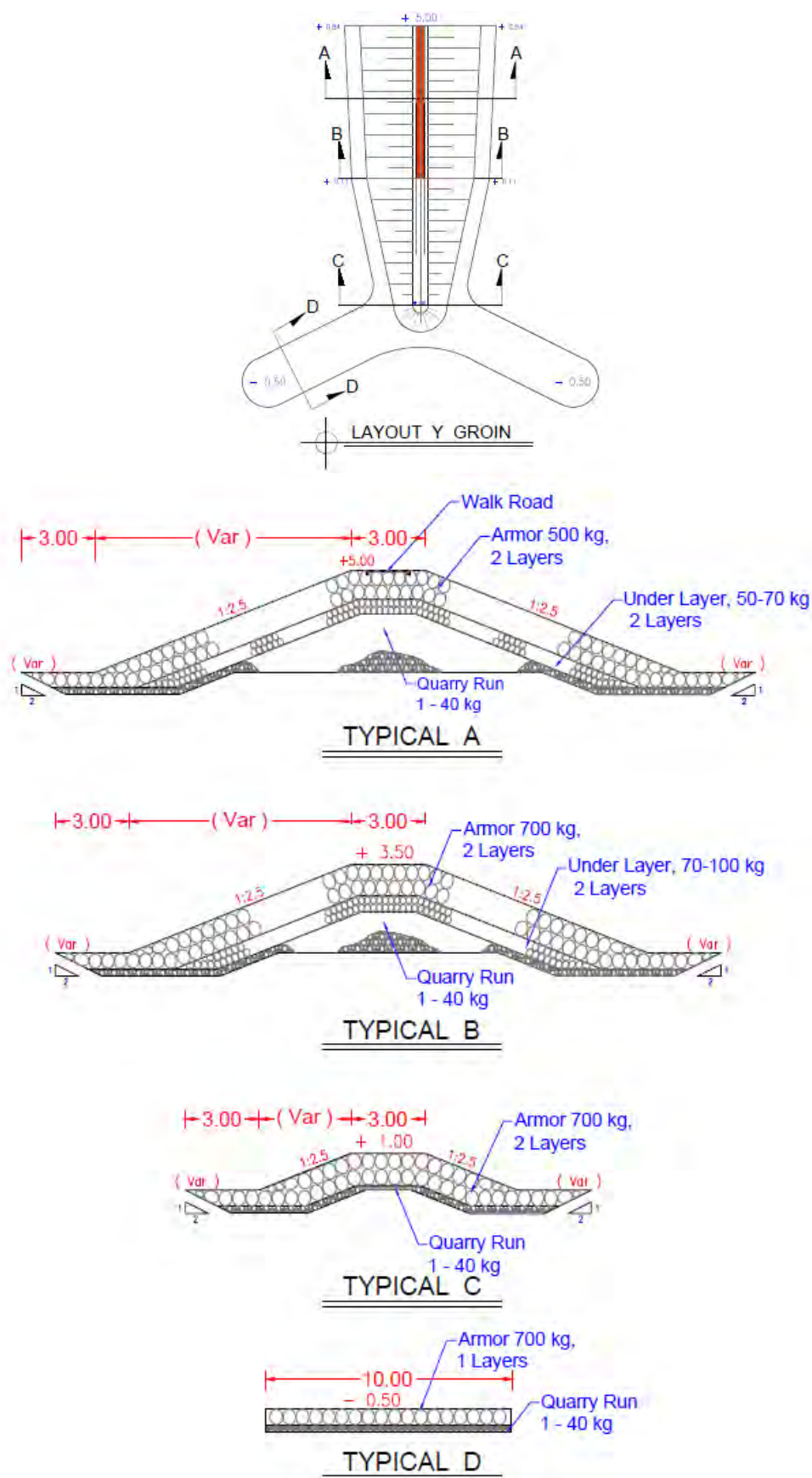


図 11.6.9 突堤の標準断面図

(出典：JICA 調査団)

11.7 クタ北～レギャン～スミニャックにおける平面配置計画および基本設計

(1) 設計基本方針

a) 養浜

当海岸では、顕著な沿岸漂砂が存在しないことや、当海岸の特徴（海岸施設が一切ない自然の海岸が維持されていること）や海岸利用を考慮し、構造物を用いない養浜のみを計画する。

b) 遊歩道

遊歩道は北部地域の一部必要箇所のみを設置する。

(2) 平面配置計画

養浜の対象地域は、波浪や沿岸漂砂の状況を考え、フェーズ1事業で実施した養浜の北端からスミニャックのクーデターレストランまでの2.9kmの海岸延長とする。この南西海岸における海岸保全対策に対する平面配置を図11.7.1に示す。

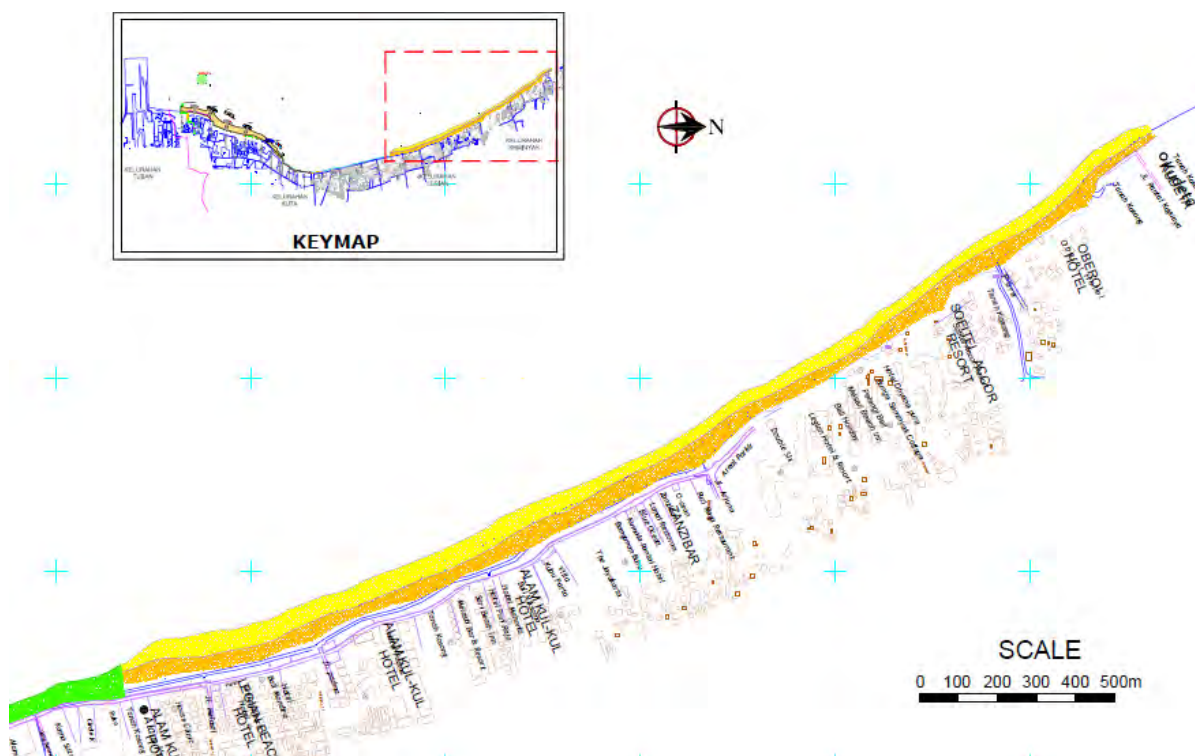


図 11.7.1 南西海岸における養浜の平面計画
(クタ北～レギャン～スミニャック)

(出典：JICA 調査団)

(3) 基本設計

a) 養浜の設計

i) 砂採取候補地

砂採取候補地は、10 章 10.5 節に詳細を示すが、調査結果より次のような結果が得られている。

- 南西海岸沖合では、北に行くにしたがって（レギャンやスミニャック付近）細砂（ $D_{50} < 0.2\text{mm}$ ）の割合が顕著となり、養浜砂として適さない。
- 滑走路に近い南側のクタリーフ沖側では、粒度の粗い砂の存在が確認された。
- 砂採取候補地を決定するためには、詳細設計時において更なる詳細調査が必要となるが、本調査で得られた結果を元に、ここではクタのリーフ外エリアを候補地として選定した。

ii) 粒径と前浜勾配との関係

当海岸エリアの砂の粒径と前浜勾配との関係を図 11.7.2 に示す。平均粒径（ D_{50} ）は $0.2 \sim 0.6\text{mm}$ の範囲にあり、前浜勾配は $S=1/15 \sim 1/7$ の範囲で変化している。これより代表粒径として 0.35mm 、浜勾配 $S=1/10$ とする。

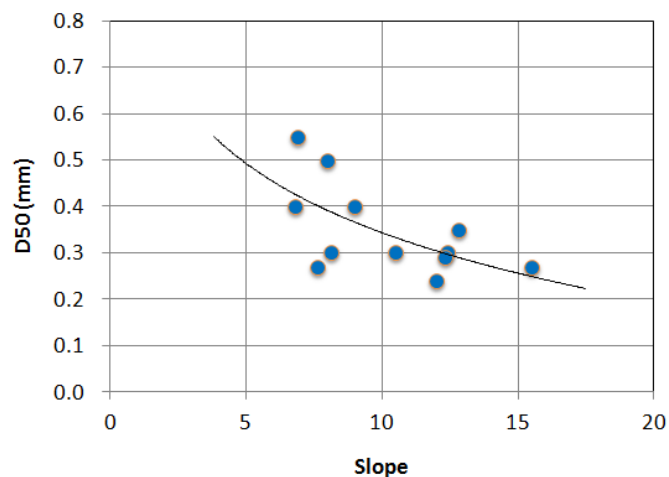


図 11.7.2 粒径（ D_{50} ）と前浜勾配との関係

（出典：JICA 調査団）

b) 養浜の断面寸法

浜幅

過去 30 年間の海岸後退量（ $15 \sim 20\text{m}$ ）を考慮し、養浜に対する目標の浜幅として、 20m と定めた。

後浜高

後浜高は、現況の海岸における後浜高と同じ $+5.5\text{m}$ とする。

前浜勾配

前浜勾配は図 11.7.2 より $S=1/10$ とした。なおこの勾配は、フェーズ 1 事業で実施されたクタの北側の養浜に対する勾配と同じである。

(4) 標準断面図

養浜の標準断面図を図 11.7.3 に示す。

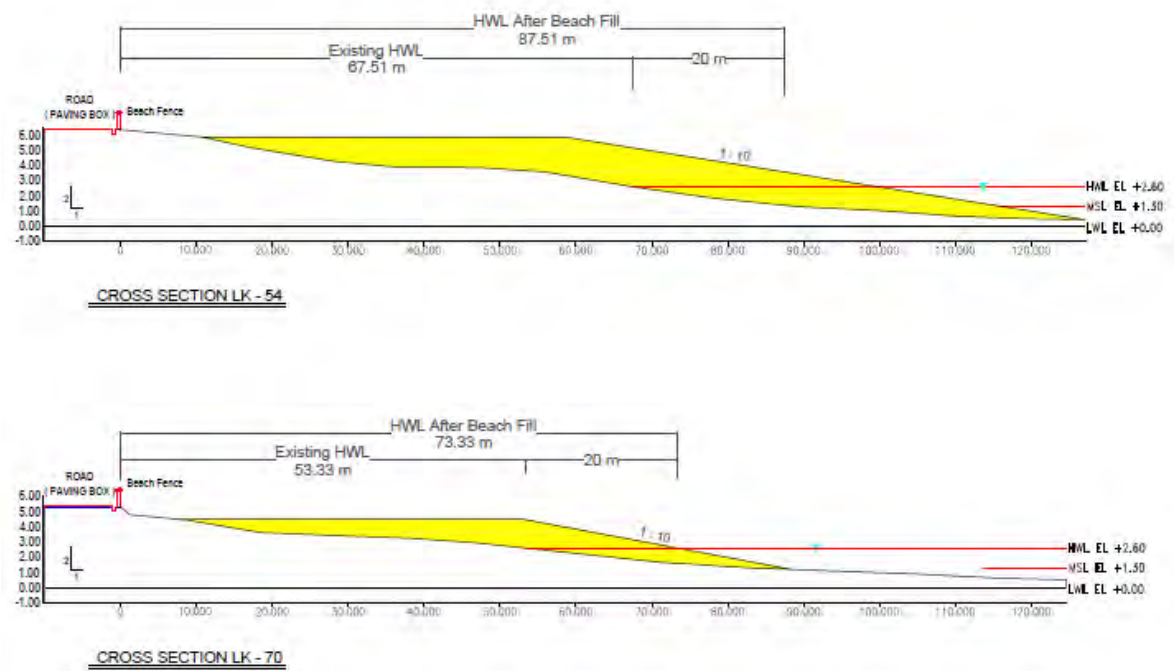


図 11.7.3 養浜の標準断面

(出典：JICA 調査チーム)

11.8 クタ改良に対する平面配置計画および基本設計

(1) 設計基本方針

クタ（フェーズ 1 事業地域）の改良目標は、次のとおりである。

- 砂止め堤の南端から BWN2 までの砂の流出を抑え、砂浜を維持すること。
- BWN3 周辺での捨石式傾斜堤護岸の先端部における地盤高のさらなる低下を防ぐこと。

BWN1 と BWN2 の間における海岸後退が生じる主な理由の 1 つは、BWN1 および BWN2 の離岸堤の、北向きの沿岸漂砂をトラップする機能が不十分であることによると考えられる。これを改善するために、当初の設計方針であったヘッドランドへの改良を行う。すなわち、BWN1 および BWN2 に対して突堤部分を追加することである。

BWN3 周辺の地盤高の低下を改善するために、図 11.8.1 に示すような BWN3 の南側に、新規の L 型突堤を設置し、その遮蔽域への砂投入を実施する。しかしながら、投入砂の流出を避けるために、投入する砂は少量（約 16000m³）程度とする。

(2) 平面配置計画および標準断面図

クタ改良の平面配置計画および標準断面図を図 11.8.1～11.8.3 に示す。

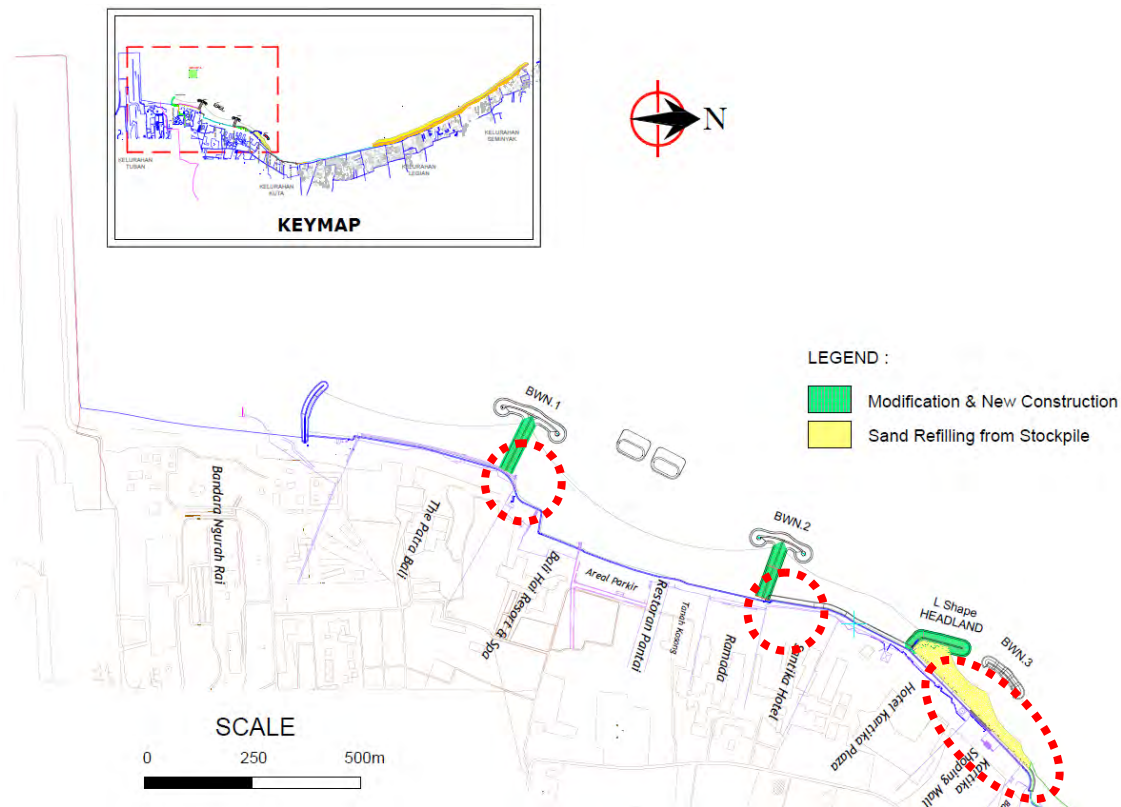


図 11.8.1 クタ改良の平面配置計画図

(出典：JICA 調査団)

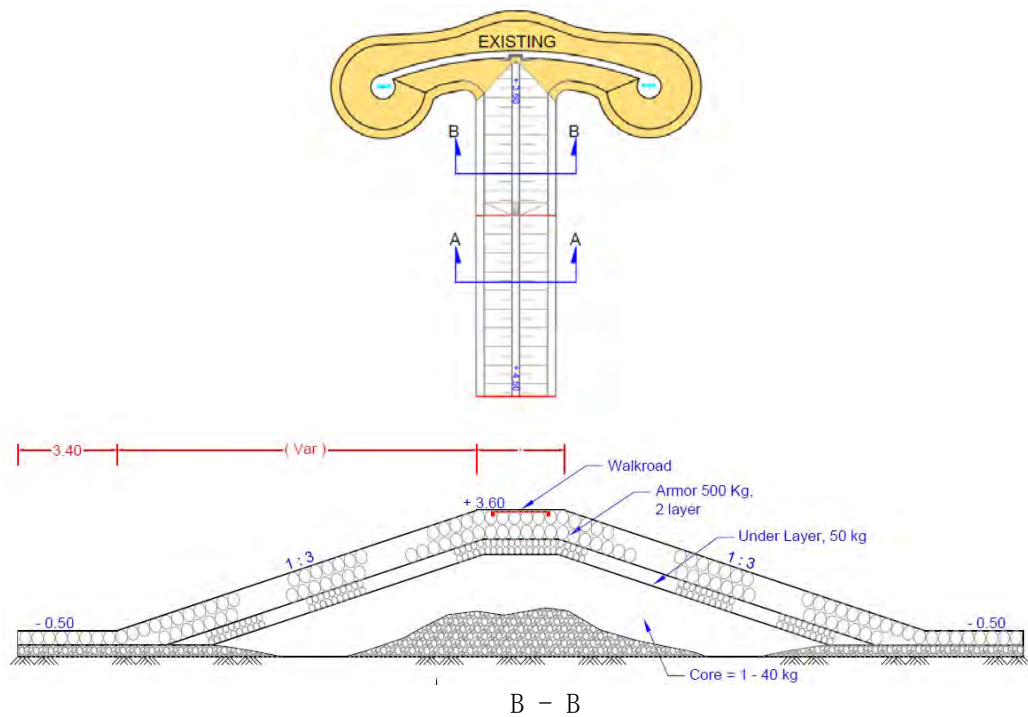


図 11.8.2 離岸堤改良の標準断面図 (BWN2)

(出典：JICA 調査団)

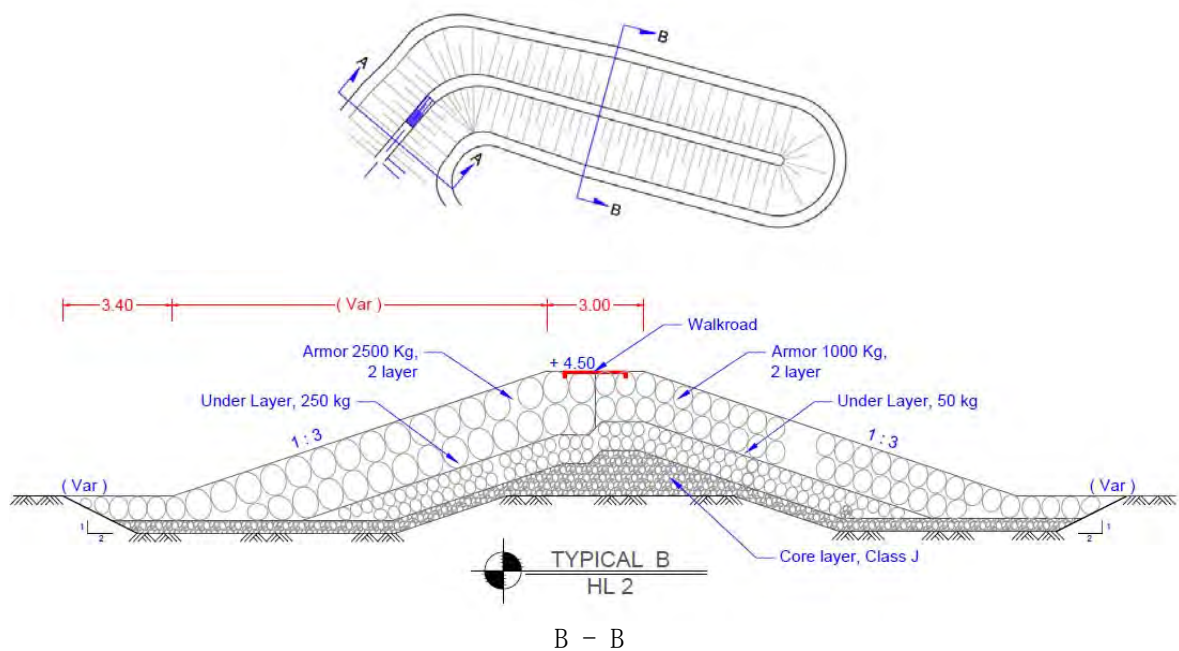


図 11.8.3 新規のL型突堤の標準断面図

(出典：JICA 調査団)

11.9 他の東海岸における海岸管理の基本的な方針

(1) 海岸侵食

東海岸の調査範囲の中より、チャンディダサのみが、海岸状況および事業効果の観点からフェーズ2事業の候補地として選定された。一方図 11.9.1 に示すように、東海岸エリアにおけるウンダ川河口からアユン側川河口かけての 25km の海岸において、バリ島の中でも深刻な海岸侵食が生じていることが本調査から示された。

9 章 9.3 節に示したとおり、この地域での最大 200m 以上の汀線後退は、主に河川からの著しい砂の土砂供給量の減少によって生じたものであり、主に河川の水および土砂管理のための堰やダム建設、および河口部での大規模な土砂・砂利採取に起因する。経済性の観点から、フェーズ2事業対象海岸からは除かれるものの、海岸保全対策の計画を立案する上での基本方針については、調査した海岸状況を踏まえて述べるものとする。

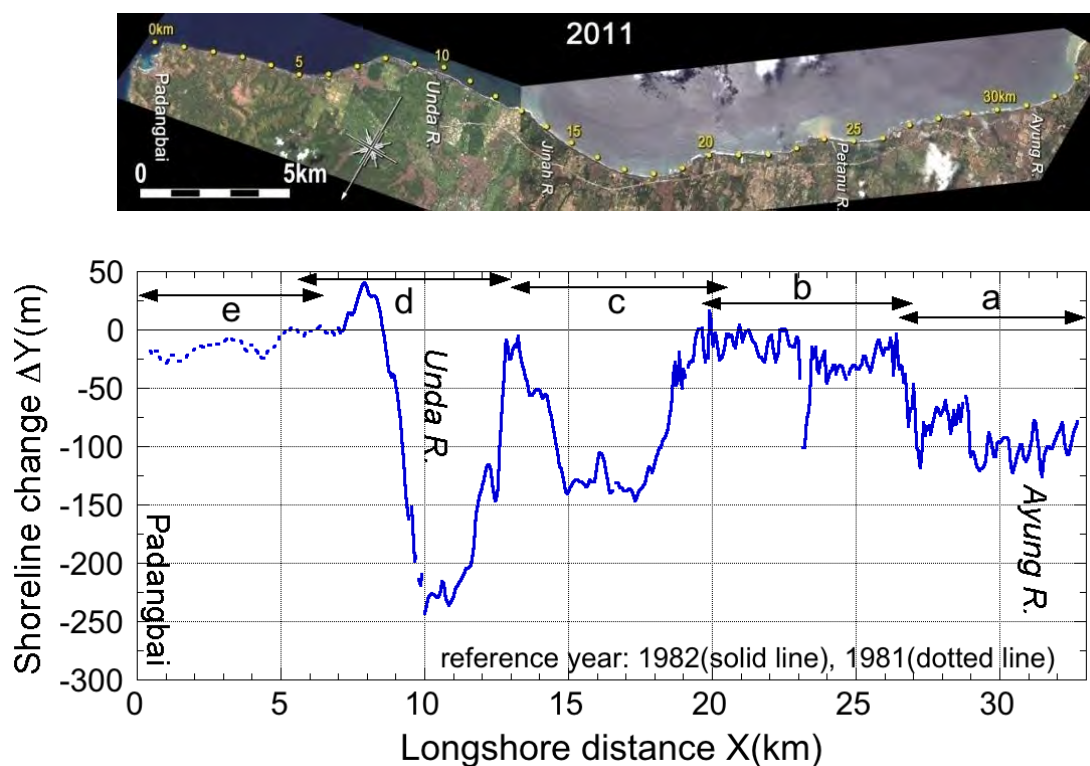


図 11.9.1 1981 年と 2011 年間の東海岸における汀線変化

(出典：JICA 調査団)

(2) 海岸保全計画の基本方針

海岸侵食が止まらず、汀線が後退し続ける場合、護岸や突堤等の人工的な海岸施設構築による対策にはその効果に限界がある。たとえこれらの海岸防護施設が建設されたとしても、侵食の基本的な要因を解決しない限り、海岸侵食を減少させることは出来ない。当海岸エリアの場合、河川からの土砂供給量の減少を如何に食い止めるかが重要となる。

一方、海岸侵食状況が比較的落ち着いた状態で、汀線後退もあまり顕著でないような状態の場合、更なる陸域の侵食を防ぐ目的で人工的な海岸施設を設置することは効果的である。しかしながら、防護する海岸が観光地として、また宗教的な儀式の場として利用される場合には、その利用面への影響を考慮した上で構造物の設置を考える必要がある。その点において、養浜は防護や利用面の両面から適切な対策の 1 つであると言える。

この地域に属するルビ海岸では、捨石傾斜護岸が侵食防止対策として現在建設が進められている。この建設された護岸は、その護岸が存在する限りにおいては、防護に対して効果があるように見える。しかしながら、海岸後退が更に継続する場合、この護岸前面での侵食(地盤高の低下)が続き、結局は護岸の損傷、崩壊を引き起こす。インドネシアにおいて海岸保全施設が設置された多くの海岸で、このような理由で構築された護岸が崩壊している事例が多く見られる。

図 11.9.1 より、1982 年と 2011 年の 30 年間では顕著な海岸後退が見られた。その一方で、河川からの大規模な砂採取は 2007 年から禁止されている。この地域におけるインタビュー調査より、海岸の後退速度は最近の数年間において落ちてきていることが報告されている。この侵食速度の変化は、砂採取の禁止によるものと思われる。本調査における汀線変化の解析は 2 時期(1982 年と 2011 年)のみであり、海岸後退の状況をより明らかにするには汀線の最近の変化を明らかにする必要がある。

海岸侵食が進行している段階での海岸保全計画の基本方針は、以下のとおりである。

- 1) 基本的に、潜在的な原因を解決しないでの海岸侵食や海岸後退を減少させる対策は無い。すなわち、河川からの土砂供給量の回復を目指すことがまずは求められる。これを可能とするための、河川の土砂管理を考えた計画、河口部や海岸域からの土砂採取を規制する管理が必要である。
- 2) もし河川における砂の規制がまだ難しい場合には、次のような 2 つの可能性を考える必要がある。(i) 1 つは、将来の海岸後退の予測に基づいてさらなる海岸後退のためのバッファゾーンを保つことである。(ii) この地域における将来の開発計画において、施設建設を行わないような計画とすることである。
- 3) 他には、漂砂を直接的に発生させるような外力(波浪)を減少させることである。これに関しては、離岸堤のような沖合側で幾つかのハードな構造物を建設する必要がある。しかしながら、このような沖合施設の建設は、さらなる海岸問題を引き起こしたり、沿岸漂砂のバランスを変える可能性もある。また、海域における海岸施設を建設するコストは陸上施設に比べて格段に高くなる。よって、事業効果(費用と便益)について、十分検討する必要がある。

第12章 事業実施計画

12.1 概要

事業計画の検討は、図 12.1.1 に示すフローに従って実施した。

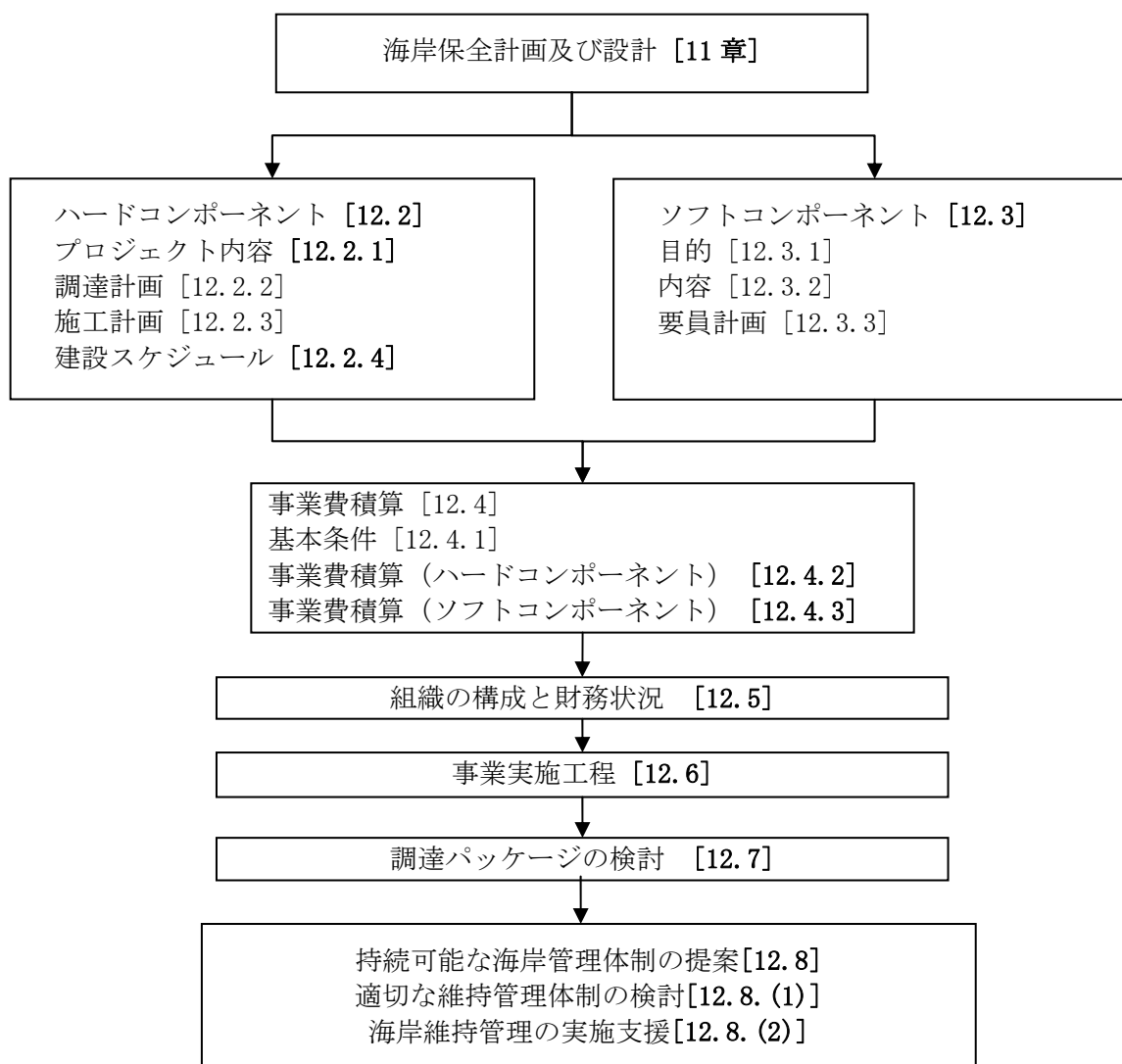


図 12.1.1 事業計画の検討フロー

（出典：JICA 調査団）

12.2 事業実施計画 (ハードコンポーネント)

(1) プロジェクト内容

プロジェクトの内容は表 12.2.1 に示すとおりプロジェクトサイトによって3つのパッケージに分かれる。

パッケージ1はチャンディダサを対象とし、プロジェクト範囲についてはケース1の3kmとケース2の5kmの検討を行った。更に水資源総局(DGWR)からの要望により、それぞれのケースに対して、養浜を含む案と含まない案の検討を行った。また、パッケージ2はクタ北～レギャン～スミニャック、パッケージ3はクタ改良計画を対象とした。

表 12.2.1 事業内容 (ハードコンポーネント)

項 目		内 容	数量
パッケージ-1: チャンディダサ	ケース-1 : 3 km (the Peninsula (Tanjung Nti) ～ 寺院 (Pura Dalem Samudra))	養浜	188,140 m ³
		捨石傾斜護岸	3,100 lin. m
		突堤の新設	3 groins
		突堤の改修	6 groins
	ケース-2 : 5 km (the Peninsula ～ Alilla Manggis Resort Hotel)	養浜	341,960 m ³
		捨石傾斜護岸	5,261 lin. m
		突堤の新設	6 groins
		突堤の改修	7 groins
パッケージ-2: クタ北～レギャン～スミニャック		養浜	280,300 m ³
パッケージ-3: クタ改良		既設離岸堤改修 (BWN-1&2)	2 BWN
		L型突堤の新設	1 Headland
		砂の追加投入	15,700 m ³

(出典: JICA 調査団)

(2) 資機材調達

a) 概要

一般的な土木工事に必要な主要材料(砂, 安山岩, 石灰岩, セメント等.)は、ほぼインドネシア国内で調達可能である。バリ島周辺では多くの建設工事が実施中であり、掘削機、運搬車両、クレーンなどほとんどの建設機械はインドネシア国内で調達可能であるが、浚渫船は実績のあるヨーロッパや日本の業者から調達することが想定される。

労働力については、インドネシア国内には多数の建設会社があり、労働力は豊富であり、一般的な土木・建築工事などでは既に国内で十分な実績を有するので、品質を確保するために海外専門技術者の部分的な指導は必要であるものの、労働力は国内調達を基本としている。

表 12.2.2 主な資機材調達

項目	海外からの調達	インドネシア国からの調達
土木資材		- 砂 - 安山岩 (Andesite) - 石灰岩 (Limestone) - セメント
建設重機	- 浚渫船 (TSHD: Trailer Suction Hopper Dredger) - 密閉型グラブバケット	- バージ - クレーン - ブルドーザー - 掘削機械 (バックホー等) - 運搬機械 (ダンプトラック等.) - パイプライン

(出典: JICA 調査団)

b) 主要資材

本プロジェクトで使用される主要な資材は、表 12.2.3 に示すとおりである。

表 12.2.3 主要資材およびその数量

エリア		工種	資材	単位	量
パッケージ-1: チャンディダサ	ケース-1 (3 km)	養浜	砂	m ³	188, 140
		捨石傾斜護岸	安山岩 (Andesite)	m ³	65, 645
			石灰岩 (Limestone)	m ³	27, 700
		突堤	安山岩 (Andesite)	m ³	17, 430
	石灰岩 (Limestone)		m ³	10, 690	
	ケース-2 (5 km)	養浜	砂	m ³	341, 960
		捨石傾斜護岸	安山岩 (Andesite)	m ³	103, 070
			石灰岩 (Limestone)	m ³	47, 100
		突堤	安山岩 (Andesite)	m ³	25, 640
			石灰岩 (Limestone)	m ³	15, 410
パッケージ-2: クタ北～レギャン～スミニャック		養浜	砂	m ³	280, 300
パッケージ-3: クタ改良	養浜	砂	m ³	15, 700	
	既設離岸堤改修(BWN-1&2)	安山岩 (Andesite)	m ³	18, 946	
		石灰岩 (Limestone)	m ³	4, 744	
	L 型突堤の新設	安山岩 (Andesite)	m ³	10, 325	
		石灰岩 (Limestone)	m ³	5, 025	

(出典: JICA 調査団)

c) 養浜砂

養浜砂は、海岸保全プロジェクトで最も重要な資材であり、建設工程及び建設費用に大きく影響するものである。フェーズ 1 事業の実績から運搬費など施工費の低減及び社会配慮の観点から海岸保全整備の対象海岸の沖合で採取する事とした。

砂取得場所については 9.4 節で記述したダイバーによる潜水調査によりチャンディダサは図 12.2.6、クタ～レギャン～スミニャックは図 12.2.7 に示す位置を設定した。なお、砂取得位置については、詳細設計段階でより詳細な検討の上設定される。

d) 安山岩 (Andesite)

安山岩 (Andesite) は、護岸や突堤、ヘッドランド等の海岸構造物のコア材及び下層材として使用される。安山岩の採石場としては、フェーズ1 事業と同じく、図 12.2.1 に示すバリ島北東部のクブ(カラガサム県)を想定する。

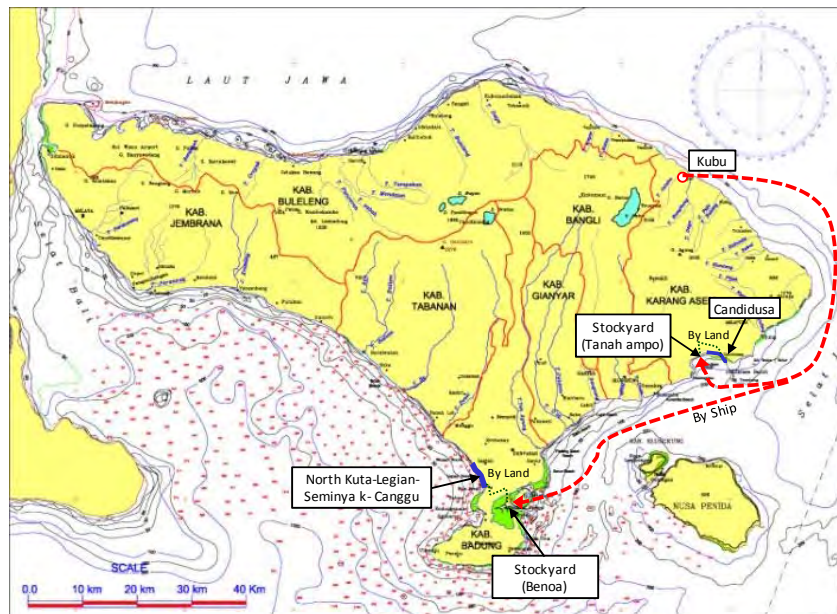


図 12.2.1 安山岩 (Andesite) の採石場

(出典：JICA 調査団)



安山岩 (Andesite) 採石プラント



安山岩 (Andesite)



安山岩 (Andesite)



輸送に使用される栈橋

写真 12.2.1 安山岩 (Andesite) の採石場

(出典：JICA 調査団)

e) 石灰岩 (Limestone)

石灰岩 (Limestone) は、明るく砂浜の白いサンゴ砂と景観上合うため、護岸、突堤等の被覆層に使用される。石灰岩の採石場としては、フェーズ1事業と同じく、図 12.2.2 に示すスンバワ島のタリワンを想定する。

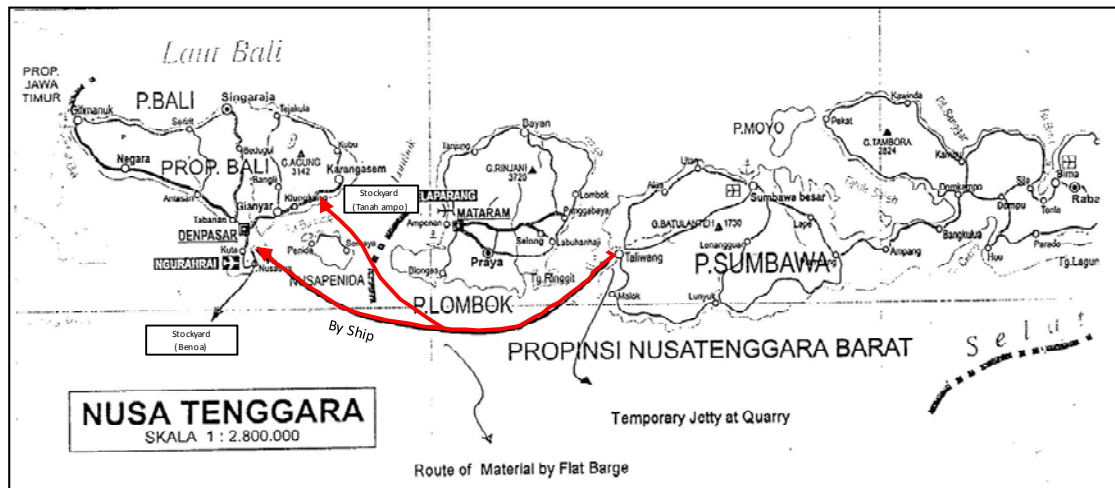


図 12.2.2 石灰岩 (Limestone) の採石場

(出典：JICA 調査団)

(3) 建設計画

a) チャンディダサ

i) 概要

チャンディダサの海岸保全事業の平面図は図 12.2.3 及び 12.2.4 に示すとおりである。

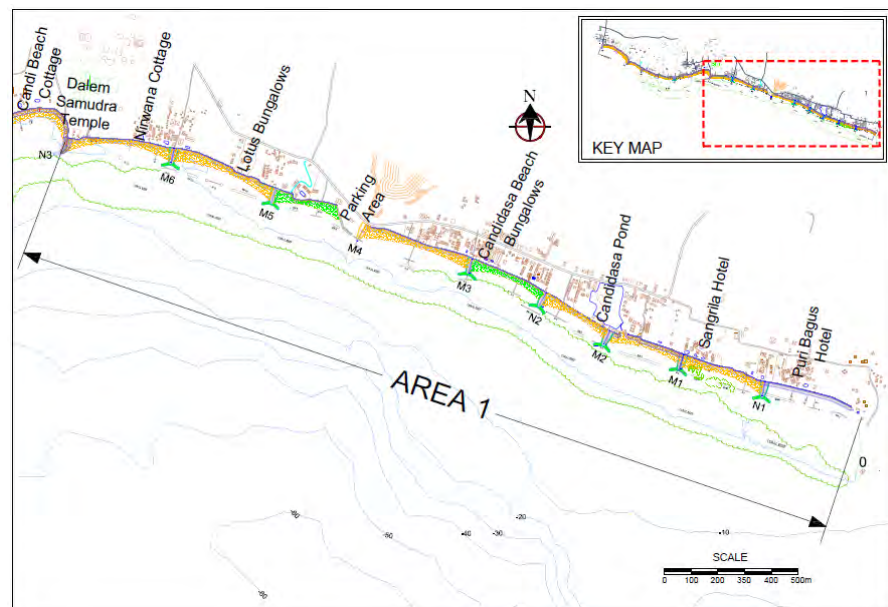


図 12.2.3 チャンディダサの海岸保全事業平面図 (Area 1, 11 章の再掲)

(出典：JICA 調査団)

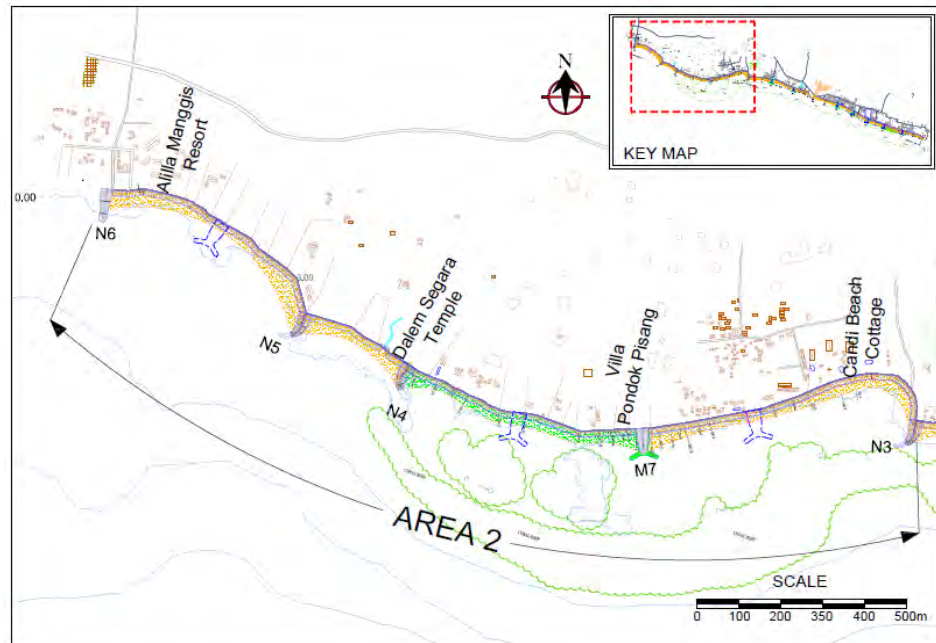


図 12.2.4 チャンディダサの海岸保全事業平面図 (Area 2, 11 章の再掲)

(出典: JICA 調査団)

工種としては、図 12.2.5 に示すように撤去工、護岸改修工、突堤改修及び養浜となる。

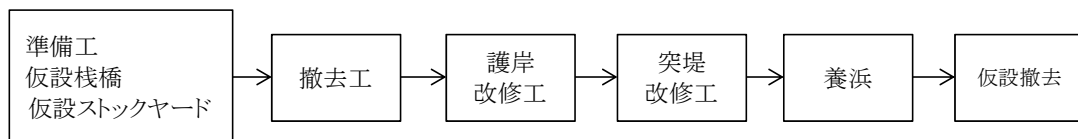


図 12.2.5 チャンディダサの概略施工手順

(出典: JICA 調査団)

ii) 仮設栈橋、仮設ストックヤード及び資材運搬計画

仮設栈橋及び仮設ストックヤードは、養浜砂、安山岩(Andesite)及び石灰岩(Limestone)のプロジェクトサイトへの資材運搬のために建設されるものである。建設位置については図 12.2.6 に示すとおりである。

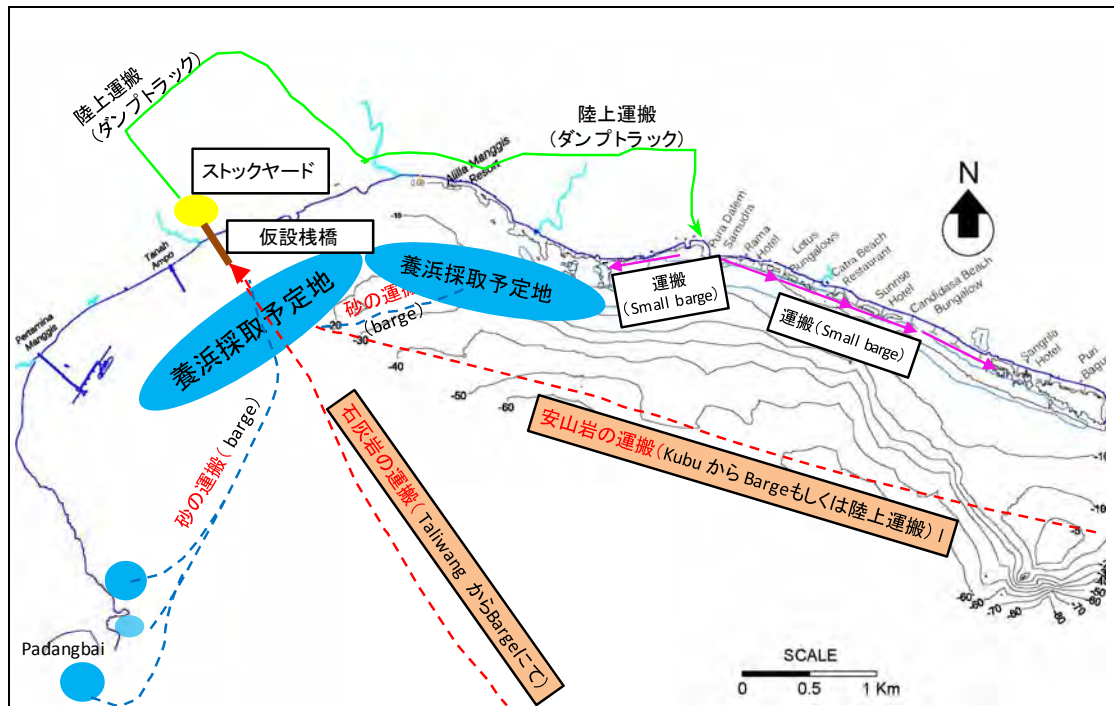


図 12.2.6 仮設棧橋、仮設ストックヤード及び資材の運搬経路

(出典：JICA 調査団)

iii) 撤去工

撤去工の施工手順のフローは 図 12.2.7 に示すとおりである。

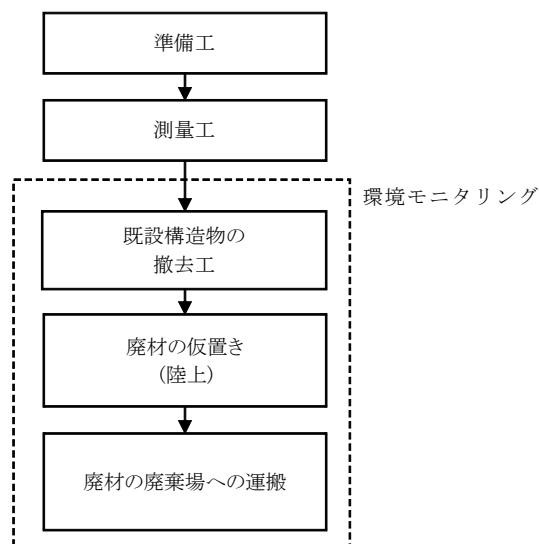


図 12.2.7 撤去工の施工フロー

(出典：JICA 調査団)

iv) 捨石傾斜護岸

チャンディダサの捨石傾斜護岸の範囲は以下に示すとおりである。

- Area 1. (Puri Bagus～Navy Parking):
1959 lin. m (ケース-1 及びケース-2 エリア)
- Area 2. (Navy Parking ～Temple):
1141 lin. m (ケース-1 及びケース-2 エリア)
- Area 3. (Temple～Alila):
2161 lin. m (ケース-2 エリア)

護岸構造は、コア部、下層部及び被覆層の3層から構成され、コア層の下に吸い出し防止用のジオテキスタイルを敷設する。

護岸工の施工手順のフローは 図 12.2.8 に示すとおりである。

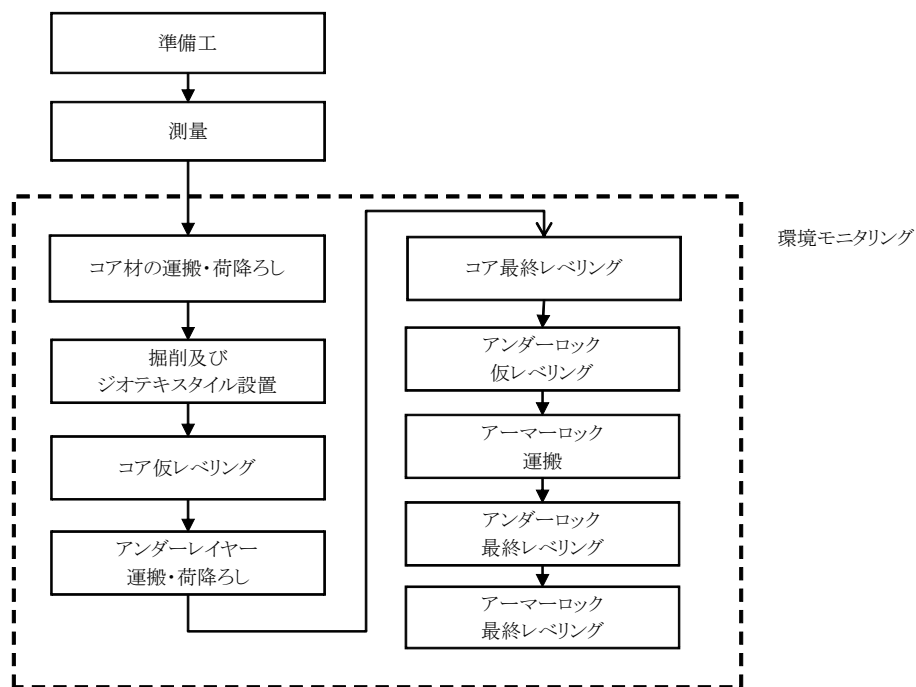


図 12.2.8 捨石傾斜護岸工に対する施工フロー

(出典：JICA 調査団)

v) 突堤

突堤は、捨石傾斜護岸と同様、コア層、下層部及び被覆層の3層から構成され、突堤基部は海底を掘削して設置される。施工は陸上施工を基本とする。

突堤工の施工手順のフローは 図 12.2.9 に示すとおりである。

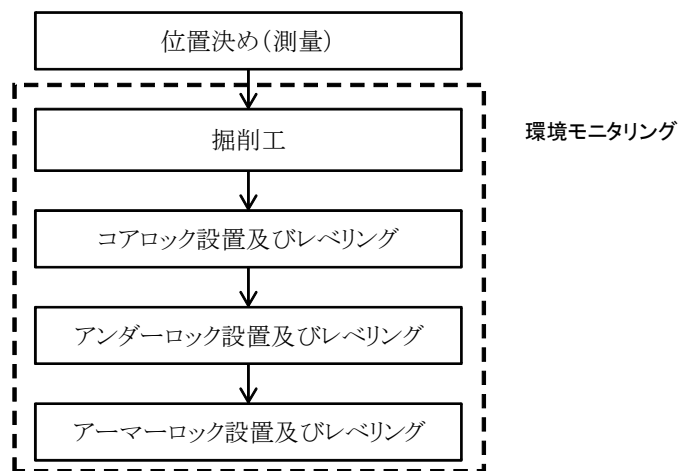


図 12.2.9 突堤の施工フロー

(出典：JICA 調査団)

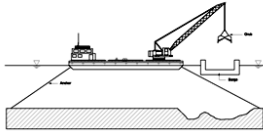
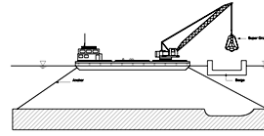
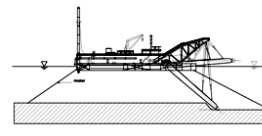
vi) 養浜砂の取得

養浜は、護岸や突堤等、海岸構造物の工事が完了した後に、養浜砂の海底からの取得、運搬、巻き出し・整形の順序で実施される。海底からの砂の取得の際、環境対策問題に配慮する事が必要となるため、水の濁りや既存のサンゴに与える影響を最小とする事を考慮し、浚渫工法について表 12.2.4 に示す 3 案の工法を比較検討した。

チャンディダサで養浜砂取得に使用することが可能な現実的な方法については、グラブ浚渫船及びトレラーサクショホッパー浚渫船 (TSHD) の 2 つのタイプの浚渫船での施工が考えられる。一般的に TSHD に比べてグラブ浚渫船の場合は、施工能力の関係から工事期間が長くなるが、海水の濁度に与える影響を少なくすることが可能である。

さらに、濁度およびサンゴへの影響を最小限とすることを目的に、環境配慮を目的とした特殊グラブタイプを使用する事が有効である。このグラブは日本国内のみからの調達が想定される。しかし、適用に当たっては、詳細設計時に濁度の影響分析等を実施の上検討が必要である。

表 12.2.4 海底砂取得工法に関する工法比較

浚渫工法		ケースA	ケースB	ケースB
項目		グラブバケット+バージ	スーパーグラブバケット+バージ	トレーラーサクシオン ホッパー浚渫船
施工イメージ				
条件				
深さ	~25 m	Good	Good	Good
浚渫能力		SD 5m3	SD 5m3	SD 6000PS
浚渫厚	0.8 ~1.0 m	○	Good	Good
土質	砂	○	Good	Good
阻害物	コーラル	○	Good	Bad
水質	Light→Good○	Fair	Good	Bad
濁り	Light→Good○	Bad	Good	Fair
能力	m3/Hour	120	82.8	2,000
コスト*	m3/IDR	95,800	101,400	685,715
施工期間 (340,000m3, 1バークター)		10 カ月	14 カ月	1 カ月
評価		Bad	Good	Bad

*) 浚渫及びストックヤードまでの運搬を含む

(出典：JICA 調査団)

養浜工の施工手順のフローは 図 12.2.10 に示すとおりである。

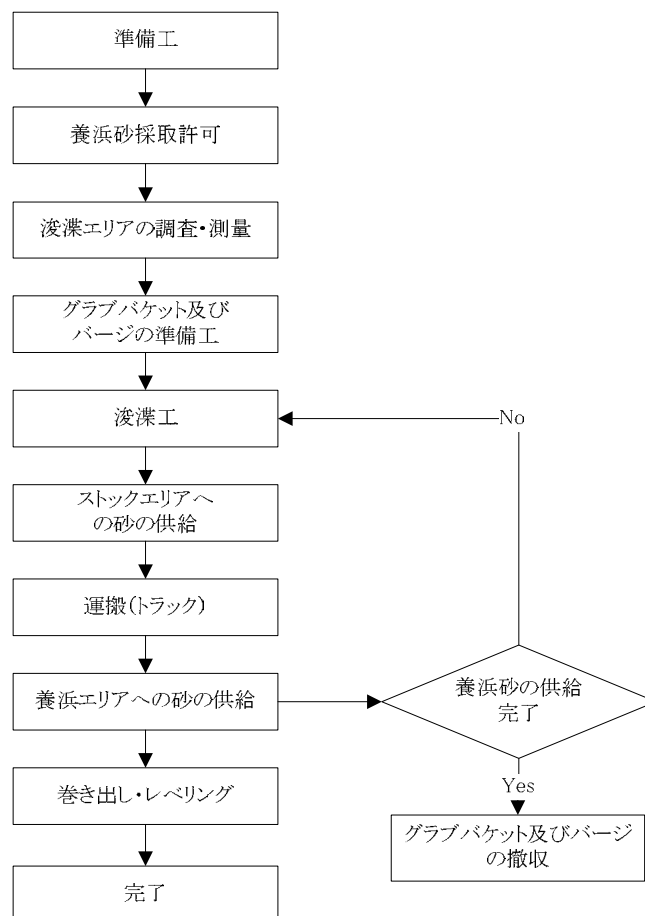


図 12.2.10 養浜の施工フロー

(出典：JICA 調査団)

b) クタ北～レギャン～スミニャック

クタ北～レギャン～スミニャックの海岸保全事業の平面図は図 12.2.11 に示すとおりである。

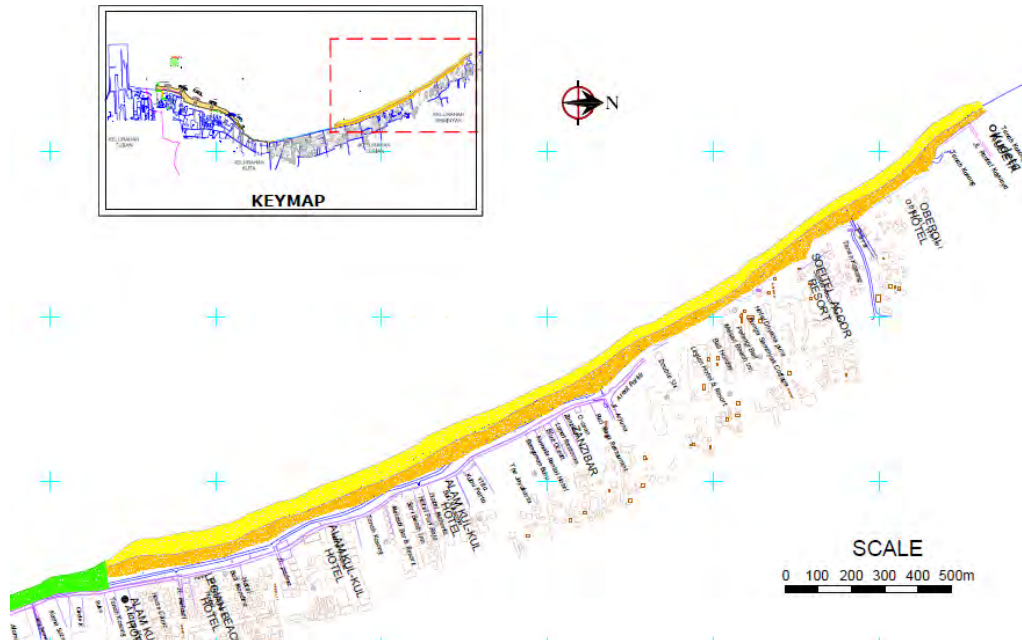


図 12.2.11 クタ北～レギャン～スミニャックの海岸保全事業平面図(11章の再掲)

(出典: JICA 調査団)

ここでは養浜が主な対策工となる。養浜工の施工手順のフローは図 12.2.12 に示すとおりであり、施工イメージを図 12.2.13 及び 12.2.14 に示す。

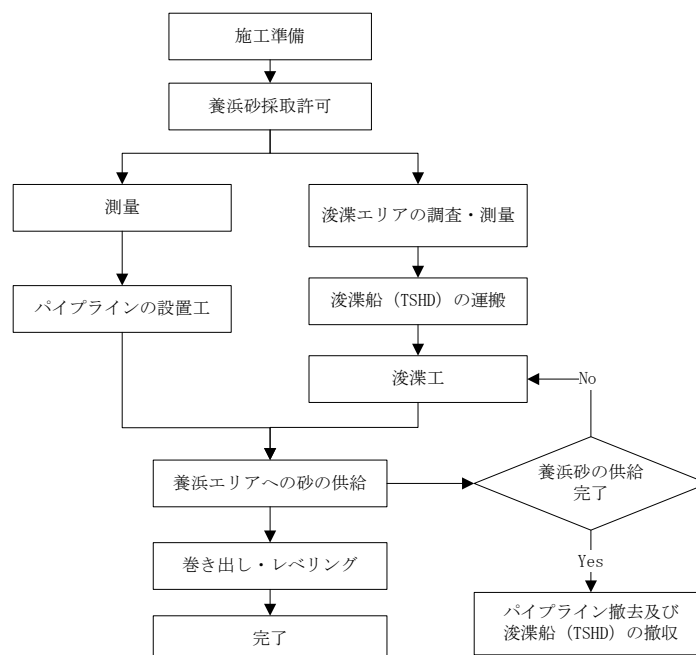


図 12.2.12 クタ北～レギャン～スミニャックの養浜施工フロー

(出典: JICA 調査団)

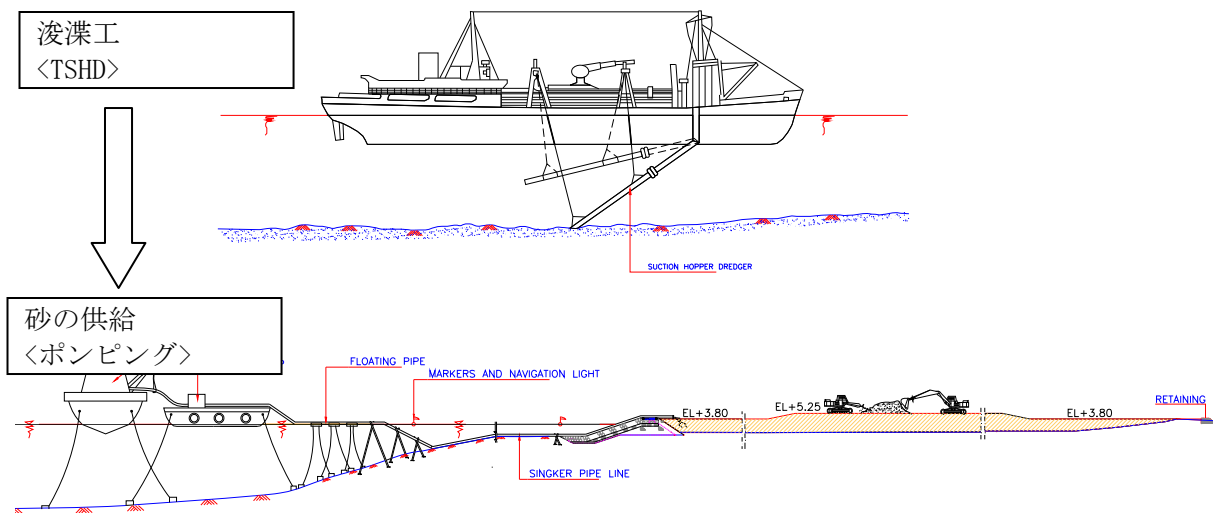


図 12.2.13 養浜の施エイメージ

(出典：JICA 調査団)

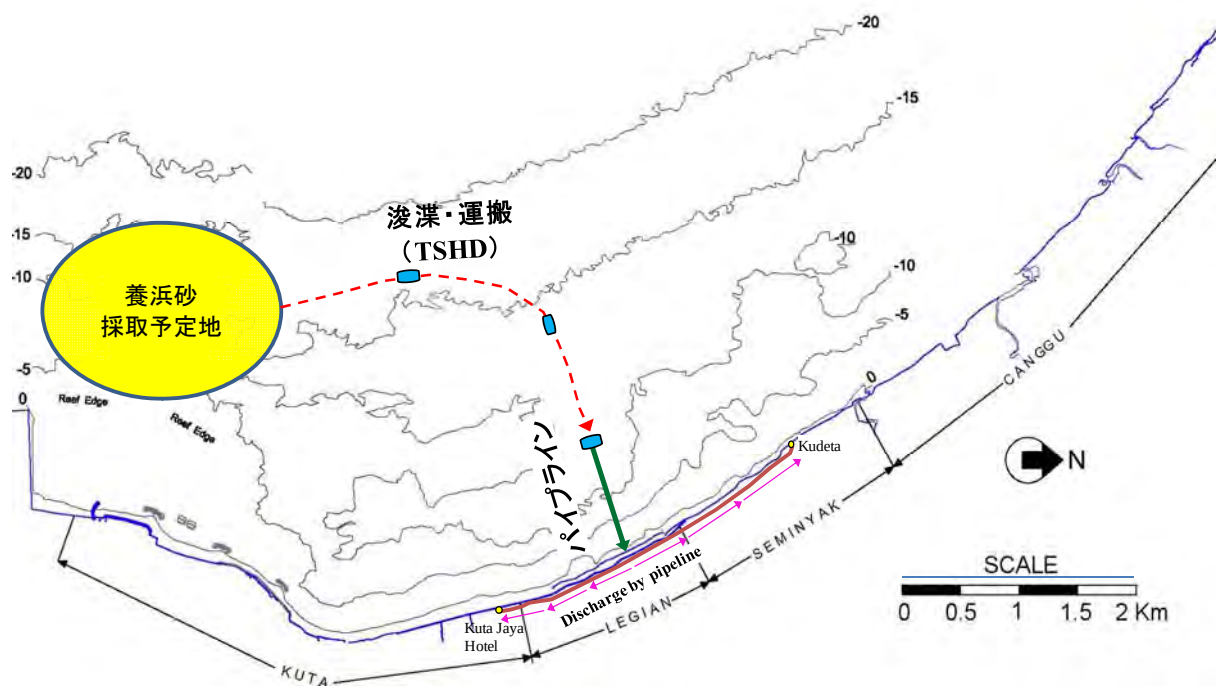


図 12.2.14 養浜の施エイメージ平面図

(出典：JICA 調査団)

c) クタ改良

クタ改良事業の平面図は図 12.2.15 に示すとおりである。

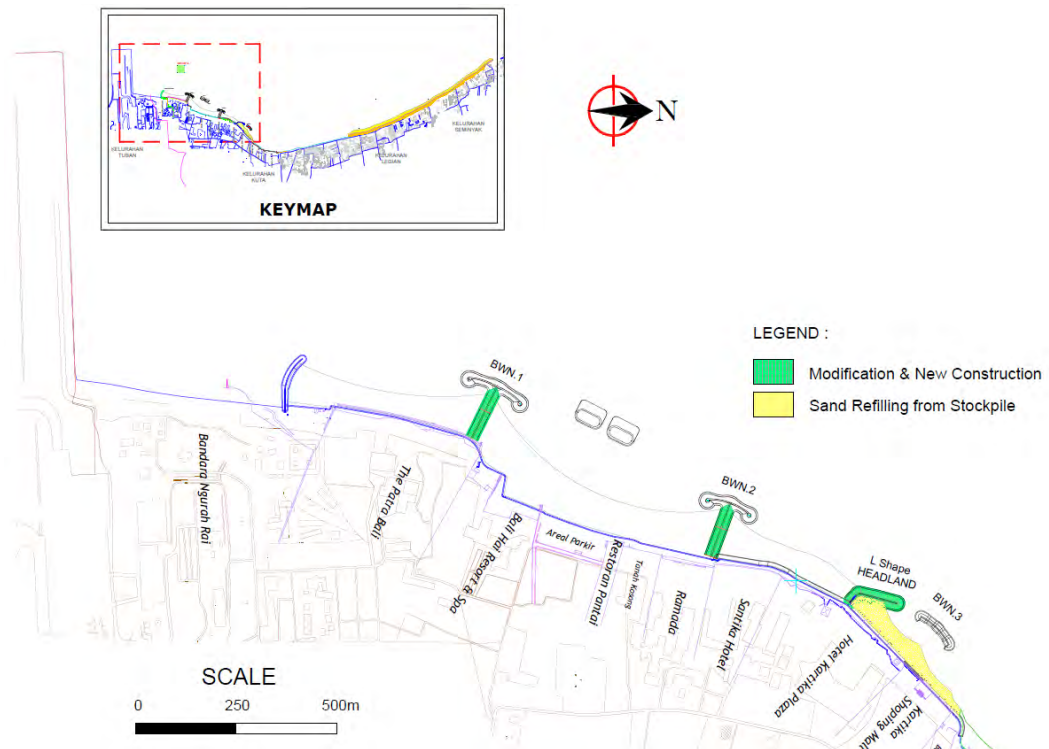


図 12.2.15 クタ改良事業平面図 (11章の再掲)

(出典：JICA 調査団)

クタ改良事業では、既設離岸堤の改修、L型突堤の新設および砂の一部追加投入が主な工種である。

砂の追加投入は数量が限られることから、サヌール南の貯砂池より、トラックで陸上運搬される。また、安山岩 (Andesite) 及び石灰岩 (Limestone) は、フェーズ1事業と同じく、それぞれバリ北東部のクブおよびスンバワ島のタリワンから、バージによる海上運搬によりベノア港に仮置きされた後、再びバージで対象海岸へ運搬される。

d) 施工期間中の配慮する事項について

施工期間中は環境に配慮して実施する必要がある特に関心する項目について以下に列挙した。なお、環境軽減対策については14章で詳述する。

- 3つのプロジェクトサイトは、観光エリアに属しており、施工はビーチで観光活動と並行して実施される。そのため、観光客の安全確保に配慮した施工計画とし、工事中の安全管理を徹底する必要がある。
- プロジェクトエリアには利害関係者のあるいくつかのグループ(コミュニティとホテル)が存在する。そのため、計画段階で合意形成が行われ、関連する利害関係者からの一般的なコンセンサスが得られた場合であっても、プロジェクト実施段階において、さまざまな意見が原因で社会的な問題が発生する可能性がある。よって、社会配慮についての検討結果については証明となる合意文書を残す事が必要であり、かつプロジェクトを通じて利害関係者との良好な関係を築く事が重要となる。

(4) 建設工程計画

建設期間の検討結果を表 12.2.5 に示すとおりであり、パッケージ 1（チャンディダサ）の建設期間は 36 カ月、パッケージ 2 の建設期間は 10 カ月、パッケージ 3 の建設期間は 18 カ月と設定した。なお、パッケージ 1（チャンディダサ）の建設期間 36 カ月は、提案した養浜を含めたケースの建設期間を示しており、養浜を含まないケースでは、建設期間は 28 カ月に短縮される。また、パッケージ 1 は整備対象範囲を 3km と 5km で設定しているが、5km のケースではスペースの施工性検討から施工を 2 パーティーで実施可能なため、建設期間としては 3km のケースと同様の 36 カ月と設定した。

表 12.2.5 建設工程計画（パッケージ-1 養浜含む）

項 目		建設期間(月)																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. パッケージ1(チャンディダサ)																																						
1	準備工																																					
1.1	準備工・仮設工・仮設撤去工																																					
1.2	準備工																																					
1.3	測量及びモニタリング																																					
2	既設構造物撤去																																					
2.1	陸上作業																																					
2.2	海上作業																																					
3	養浜																																					
3.1	砂取得工																																					
3.2	運搬工																																					
3.3	巻きだし・レベリング																																					
4	護岸工																																					
4.1	護岸(Area 1. Puri Bagus - Navy Parking Area) Case-1&2																																					
4.2	護岸(Area 2. Navy Parking Area - Temple) Case-1&2																																					
4.3	護岸(Area 3. (Temple - Alila)) Case-2																																					
5	突堤工																																					
5.1	突堤改修工																																					
5.2	突堤新設工																																					
6	歩道 (B = 1.5m)																																					
7	公共施設及び景観工																																					
8	環境モニタリング																																					
B. パッケージ2 (クタ北ヘレンギヤシヘスミニヤック)																																						
1	準備工・仮設工・仮設撤去工																																					
1.1	準備工																																					
1.2	仮設工・仮設撤去工																																					
2	養浜																																					
2.1	準備工																																					
2.2	浚渫、運搬、砂の供給																																					
2.3	排砂管敷設																																					
3	遊歩道																																					
4	公共施設																																					
5	環境モニタリング																																					
C. パッケージ3(クタ改良)																																						
1	仮設工・仮設撤去工																																					
2	準備工																																					
3	改良工																																					
3.1	砂の運搬(貯砂池)・巻き出し・レベリング																																					
3.2	新設 L型突堤																																					
3.2	離岸堤改良工 (BWN 1)																																					
3.4	離岸堤改良工 (BWN 2)																																					
4	環境モニタリング																																					

(出典：JICA 調査団)

12.3 ソフトコンポーネントの実施計画

(1) ソフトコンポーネントの目的

フェーズ2におけるソフトコンポーネントは、実施済のフェーズ1の海岸管理の状況および5章の5.6に示すロードマップに基づくTKMPP設立後の実施状況を勘案し、フェーズ2における適切かつ持続可能な海岸維持管理体制を構築することを目的としている。さらに、本ソフトコンポーネントは、上記フェーズ1の維持管理体制における課題およびその成果に基づき、フェーズ2プロジェクトの実施後およびバリ島内の海岸管理で問題となっている箇所においてそれぞれの特性に合わせて水平展開し、バリ島全体の海岸維持管理に対する理念および手法の統一を図ることを目的としている。

バリ島での海岸管理体制の構築の様々な取り組みが、インドネシアにおける統合型海岸管理のモデルケースとして、バリ島のみならずインドネシア全国の維持管理システムの構築を推進することが重要である。

(2) ソフトコンポーネントの内容

ソフトコンポーネントとしては、大きく以下の3つから構成される。

- フェーズ1の海岸維持管理体制の構築
- フェーズ2の海岸維持管理体制の構築
- バリ島内の侵食域における海岸保全計画の策定

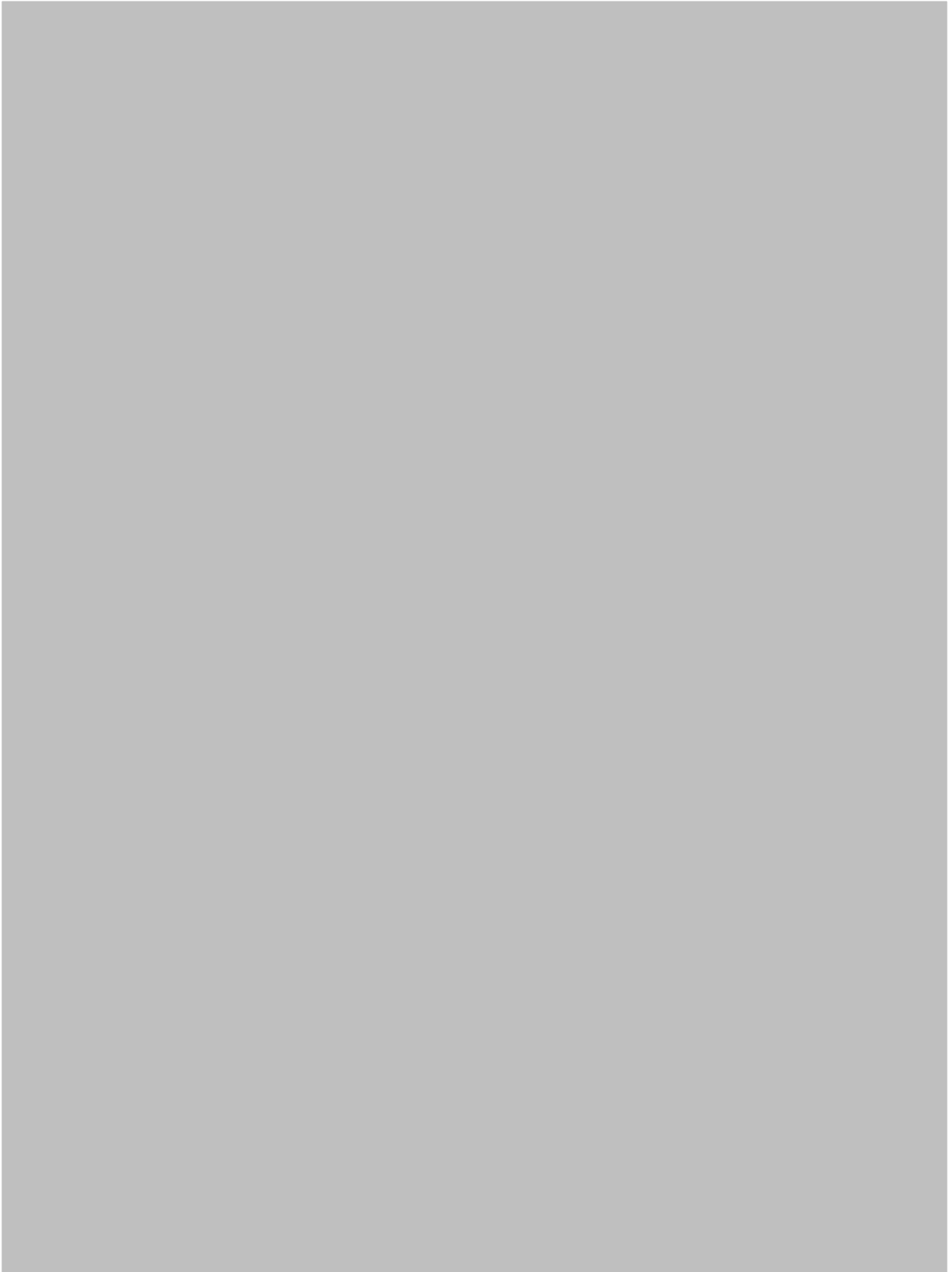
TKMPPの海岸管理の能力向上支援として、フェーズ1およびフェーズ2の関係者をそれぞれ5名程度、10日間の本邦研修を計画する。日本国における養浜事例、海岸管理、海岸施設の使用状況、里親制度の管理など官民連携の取り組みなど、バリ島における持続可能な海岸管理に寄与するプログラムを計画する。上記の主要3つのコンポーネントの内容を以下に取り纏める。

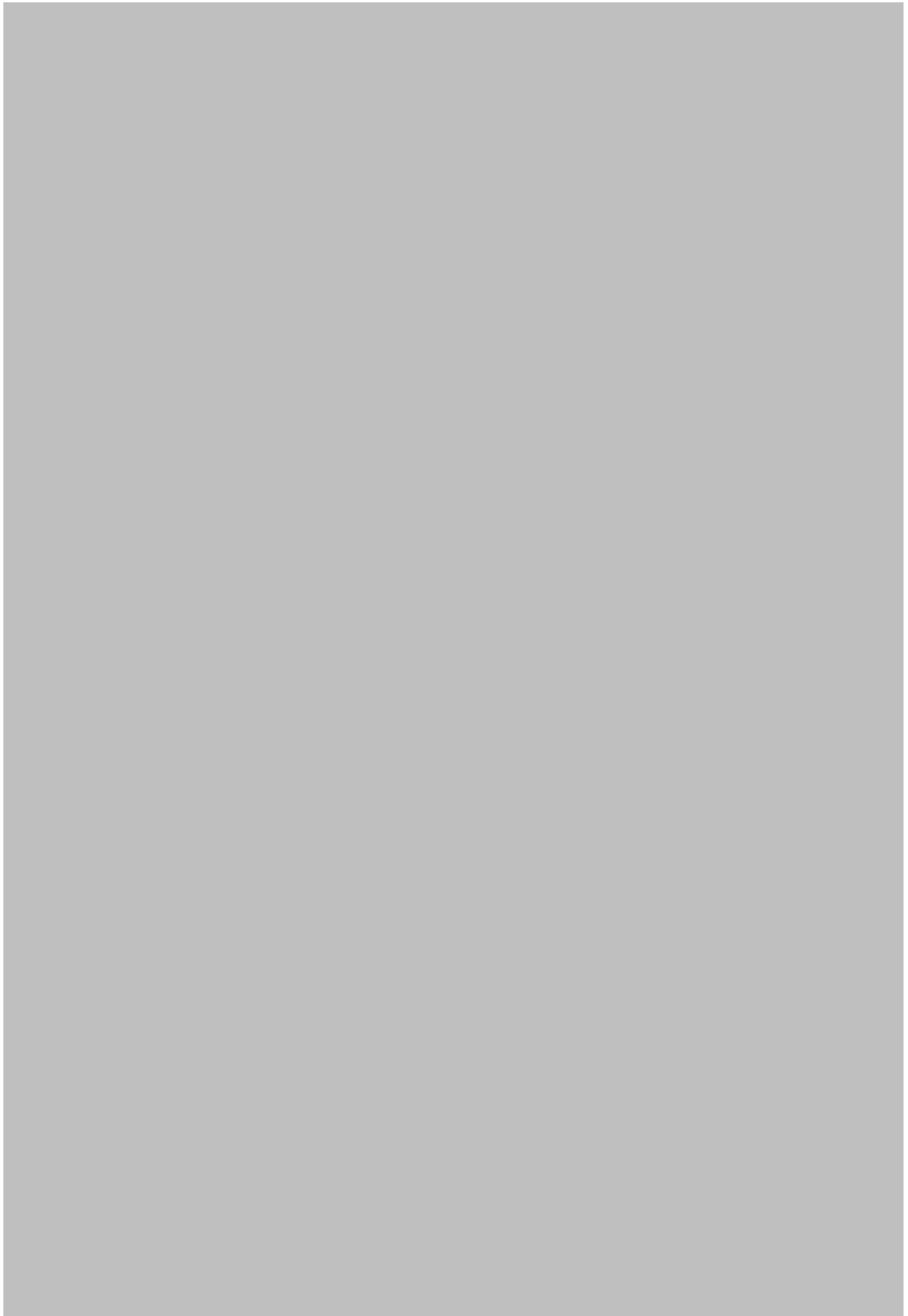
表 12.3.1 ソフトコンポーネントの内容

コンポーネント1：フェーズ1の海岸管理システム		
1	中期アクションの実施状況のレビュー	➤ ロードマップで示した Step-2 の中期アクションにおいて計画内容に対する実施状況、実施によっての問題、課題を抽出し、各々について改善策を検討する。
2	中期アクションの結果に基づき、海岸管理システムの組織および役割分担等のレビュー	➤ 上記の課題を受けて、最適な役割分担を検討し、当初の組織構成の内容を見直す。
3	Sanur、Nusa Dua および Kut における海岸および施設の維持管理の計画・設計の技術的サポート (TKMPP に対する)	➤ 継続して実施中のモニタリング結果を受けて、海岸侵食、海岸施設・公共施設の破損個所を確認し、最適な維持補修計画を立案する。なお、問題個所のレビュー、評価、計画、設計など一連の作業を関係する中央・地方職員と共に実施し、キャパシティ・ビルディングの機会とする。
4	民間セクターによる“里親制度”の確立および促進	➤ Step-2 の中期アクションでの里親制度の活動をレビューした上で、民間主体の継続的な維持管理の推進に向け、具体的な手法を立案し、その制度化・実施に向けてのフォローアップを行う。
5	教育・行政機関への美化活動の啓蒙(絵本、紙芝居など)	➤ 美化に対する意識の高揚を図るために、サヌールにおける教育機関および行政機関において、ビジュアルに分かり易い絵本などを作成し、幅広い啓蒙活動を行う。 ➤ この活動については、NGO やステークホルダーと連携し、継続的な教育啓蒙に繋がる計画を立案する。
6	維持管理マニュアルのレビュー	➤ 上記のモニタリングおよび対策の効果に基づき、既存の維持管理マニュアルの見直しを行う。
コンポーネント2：フェーズ2の海岸管理システム		
1	フェーズ2のための海岸評議会 (TKMPP) の設立	➤ フェーズ1の TKMPP の設立の経過および課題を整理し、フェーズ2の現状を踏まえた TKMPP を設定する。
2	TKMPP の準備およびキャパシティ・ビルディング	➤ 特に、チャンディダサに關係する政府機関およびステークホルダーに対して、OJT やセミナーを通じて海岸管理に関するキャパシティ・ビルディングを行う。
3	民間セクターによる“里親制度”の確立および促進	➤ フェーズ1での里親制度の経過および課題を整理し、フェーズ2の現状を踏まえた里親制度を設定する。
4	教育・行政機関への美化活動の啓蒙(絵本、紙芝居など)	➤ フェーズ1での海岸美化の啓蒙活動の経過および課題を整理し、フェーズ2の現状を踏まえた海岸美化プログラムを設定する。
5	維持管理マニュアルの作成	➤ 施工後のモニタリング結果を踏まえ、フェーズ1での O&M マニュアルの内容を参考に、フェーズ2用の O&M マニュアルを作成する。
コンポーネント3：海岸保全計画		
1	現地踏査および資料収集	➤ バリ島内の海岸侵食の著しい箇所について現地踏査および既往データの収集を行う。
2	現地調査および航空写真撮影	➤ 侵食が著しく緊急性および優先度の高い海岸において必要な現地調査および航空写真撮影を行う。
3	過去の調査および海岸侵食対策のレビュー	➤ 海岸侵食域における過去の調査および海岸侵食対策に関するレビューを行い、侵食の要因および対策の妥当性について評価を行う。
4	海岸保全対策の計画	➤ 上記の調査およびレビューの結果に基づき、適切な海岸保全計画を策定する。
5	維持管理マニュアルの作成	➤ 持続可能な海岸管理を構築するために、侵食要因および対策計画に基づき、各海岸における O&M マニュアルを策定する。

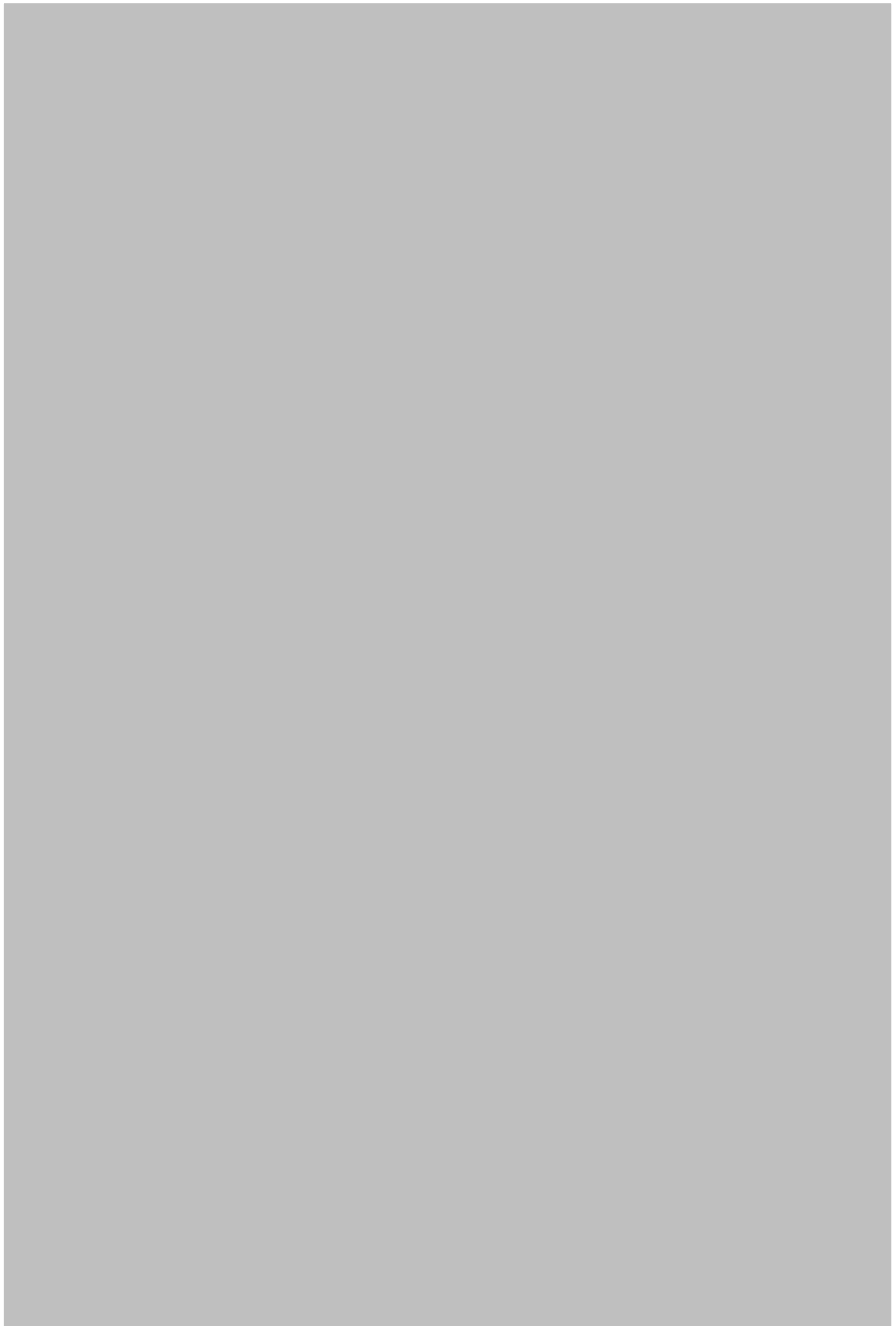
(出典：JICA 調査団)

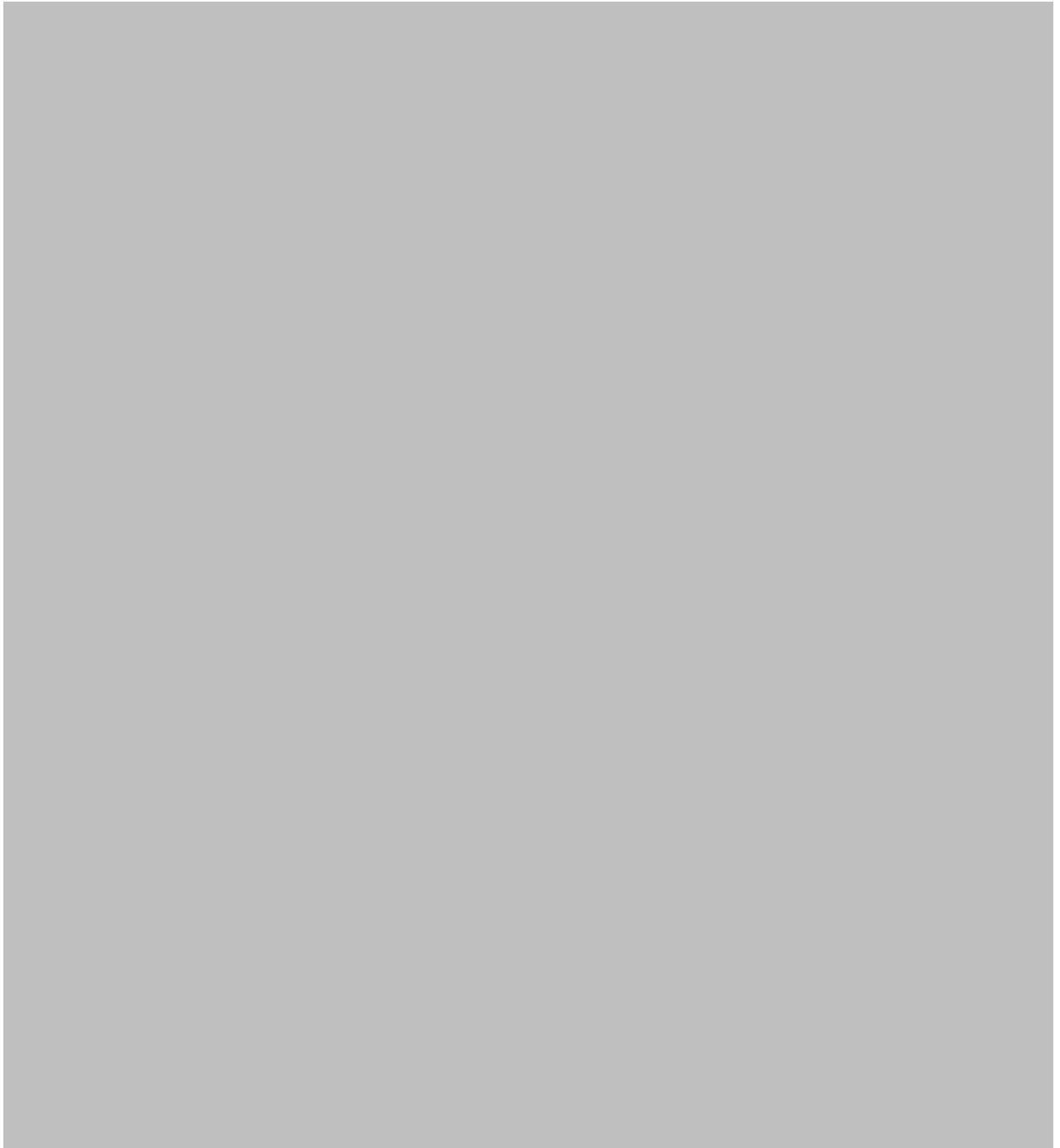


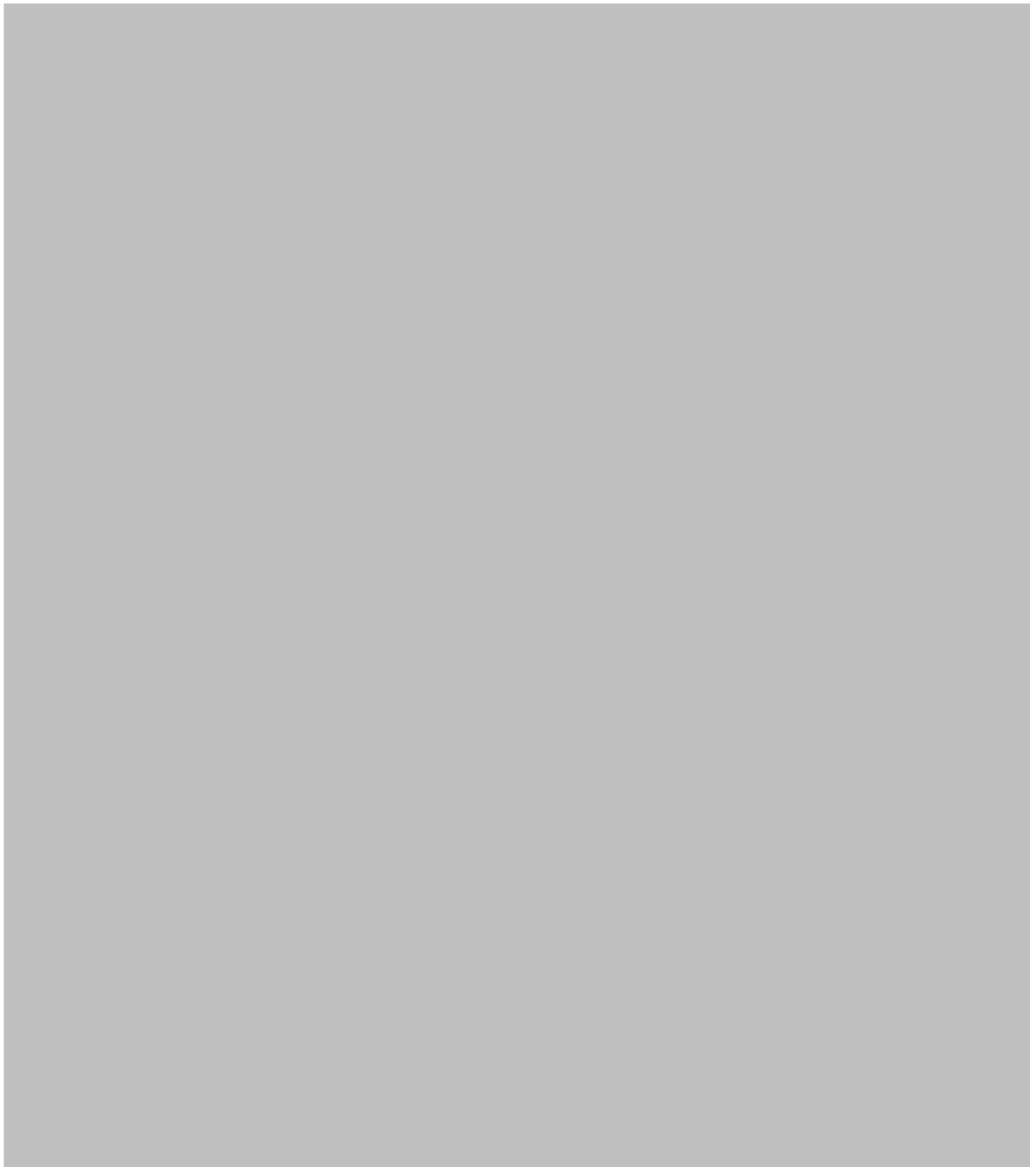


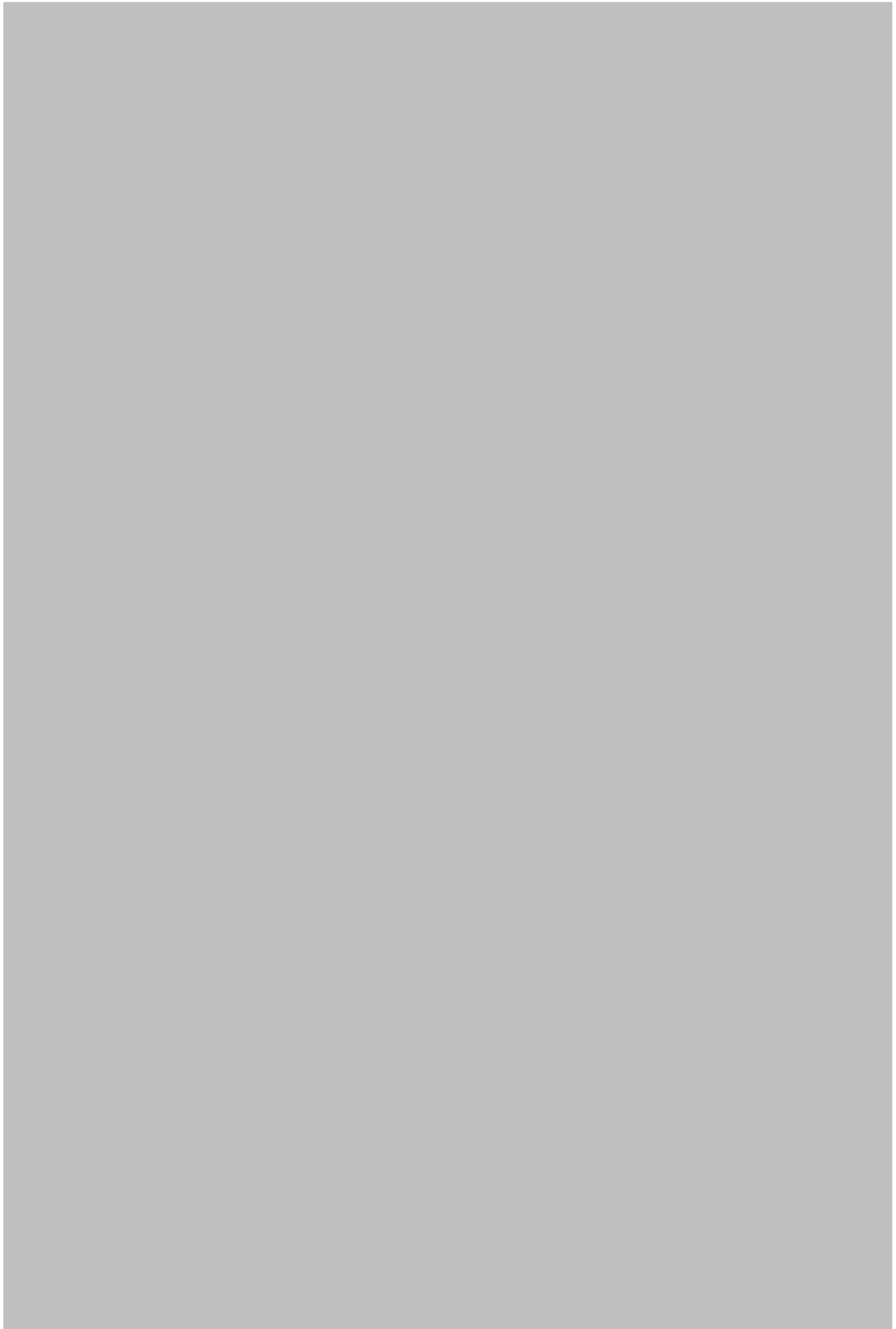


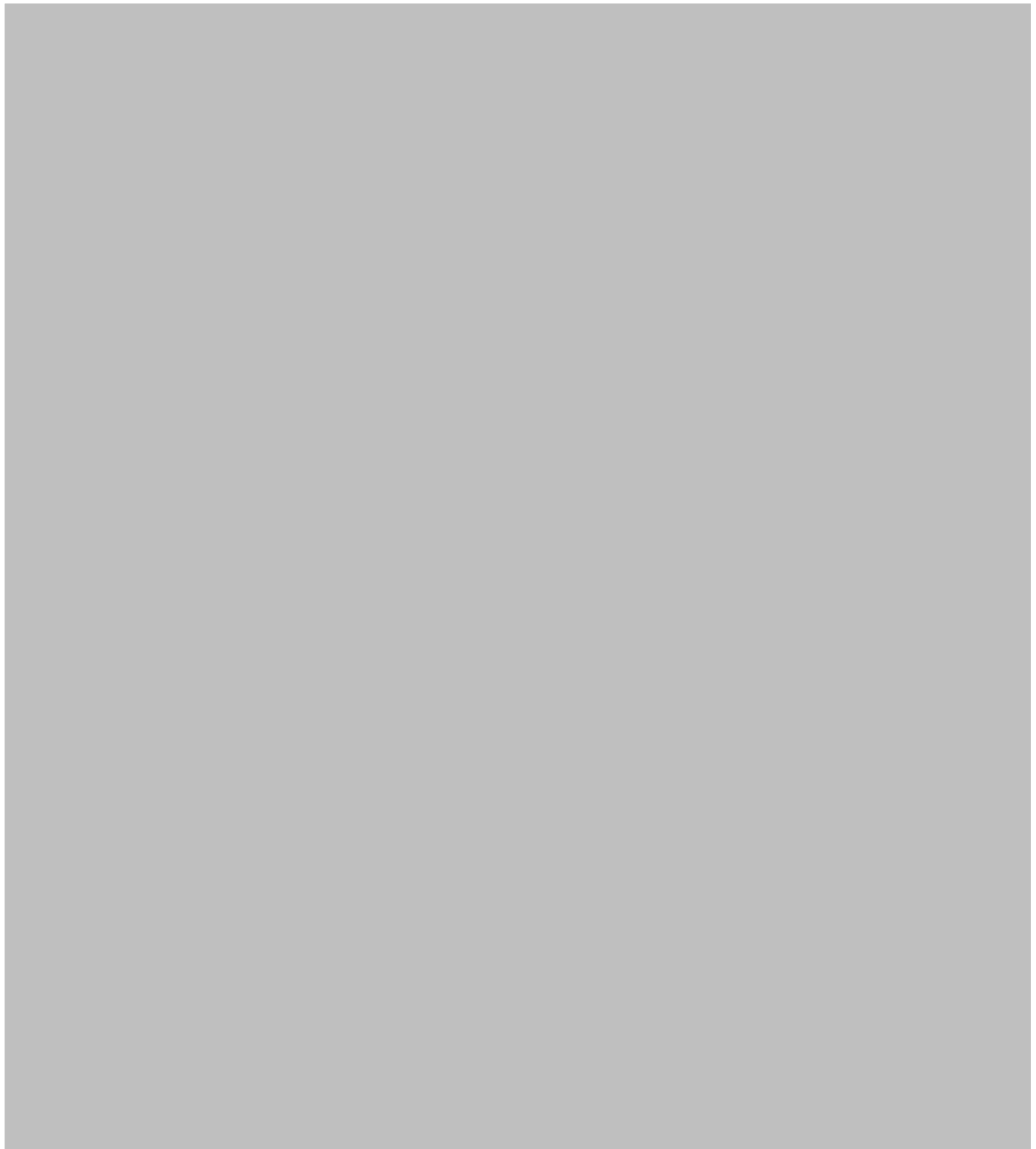












12.6 組織の構成と財務状況

(1) 事業実施機関の能力のレビュー

a) 実施機関の組織体制

提案するプロジェクトの実施機関は MPW 傘下の DGWR となり、インドネシアのジャカルタに本部を置く。事業実施期間中はバリに設けた DGWR の事務所により運営される。DGWR の代表は BWS-BP (Balai Wilayah Sungai Bali-Penida) と呼ばれる。BWS-BP は事業実施と共にエンジニアリングサービスを実施するコンサルタントのサポートも行う。DGWR の組織図を図 12.6.1 に示す。

DGWR にはいくつかの技術部署がある。BWS-BP のヘッドアシスタント実施機関-1 は機能的には構造部門に属し、一方、バリ公共事業局のチーフは同時に構造部門にも属し、BWS-BP のヘッドアシスタント-2 でもある。

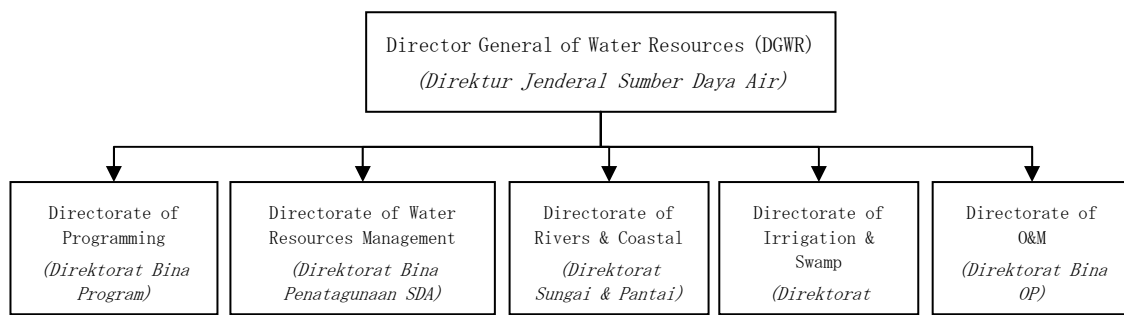


図 12.6.1 DGWR の組織図

(出典: BWS-BP, 2012)

DGWR とその内部の組織との関係、BWS-BP と地方政府との関係は図 12.6.2 のとおりである。

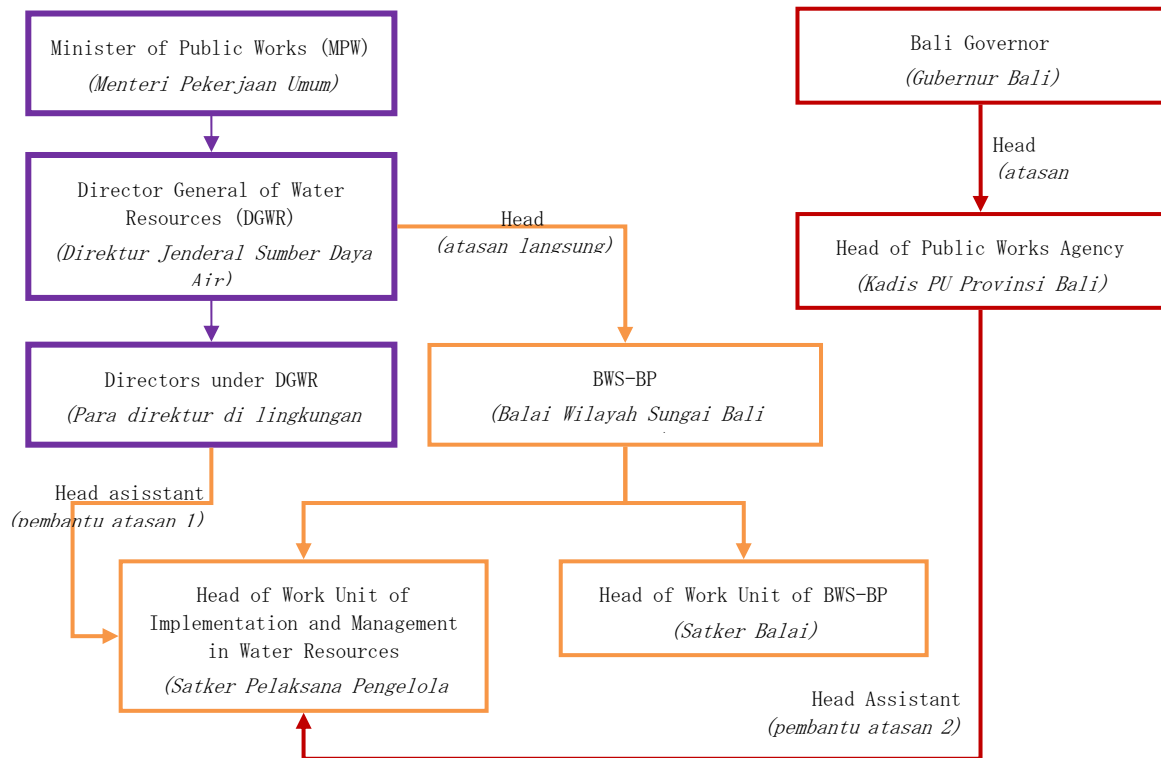


図 12.6.2 BWS-BP, DGWR, 地方政府との関係

(出典: BWS-BP, 2012)

バリの公共事業省のチーフの業務内容として、中央政府と地方政府とのコーディネーションとなる。

b) 実施機関と職員の権限

中央本省と出先機関との権限については、次のとおりとなる。

- (1). DGWR は水資源開発や保護についての政策策定や必要なアクションを決定する。
- (2). BWS-BP はプロジェクトの実施を運営する (PMU)。

DGWR は 2025 年に向けた将来のビジョンならびに目標を設定する。ビジョンは”人々の繁栄のための持続可能な水資源活用の達成”を掲げている。

2025 年に向けた DGWR の目標は以下のとおりである。

- 水資源の継続的な保全;
- 水資源の効果的な利用と人々の質と量に対する要求の達成;
- 水資源管理に対するコミュニティや政府の関与;
- 水資源管理の能力向上

2025 年における一般的な達成状況として以下のとおりである。

- 水の汚染に対する人々の安全や保護の向上
- 環境を考慮した河川管理や持続可能性の達成

- 必要最低限の生活の実現や農業ための十分な水供給の達成
- Dewan SDA (水資源フォーラム) を通じた水資源管理に対するステークホルダーの積極的な関与。‘Dewan SDA’ (water resources forum). Dewan SDA は関連するステークホルダー (政府、コミュニティ、地元住民など) のコーディネートを担当する。
- 水資源管理のための資金援助によるインセンティブの向上と他資源とのシナジー効果の達成

DGWR と BWS-BP の職員数については表 12.6.1 のとおりである。これらの数字は中央 (ジャカルタ) と各州の BWS-BP 事務所の職員も含めている。

表 12.6.1 DGWR と BWS-BP の職員数 (2012 年)
(Employment status : Central Government)

No.	Place of Duty	Engineer Staff	Non Engineer
1.	DGWR (Central and all BWS-BP)	4,044	4,672
2.	BWS-BP (part from above, with employment status “A”)	59	120

Remarks : (Status of Employment : A=Central Government Employee; B= Bali Provincial Government Employee)

(出典: DGWR and BWS-BP, processed)

表 12.6.2 は BWS-BP 職員数 (2009-2012 年) を示している。

表 12.6.2 BWS-BP 職員数 (2009-2012 年)

No	Year	Employment Status								Total
		Government Employee				Outsourcing Employee		Daily Worker		
		Status 'A'		Status 'B'						
		Engineer	Non-Engineer	Engineer	Non-Engineer	Engineer	Non-Engineer	Engineer	Non-Engineer	
1	2009	24	91	40	67	10	26	7	36	301
2	2010	33	119	49	30	9	12	3	16	271
3	2011	43	129	43	26	39	36	1	5	322
4	2012	59	120	28	20	50	142	1	5	425
Total		159	459	160	143	108	216	12	62	

Remarks : (Status of Employment : A=Central Government Employee; B= Bali Provincial Government Employee)

(出典: BWS-BP, processed)

c) 財務ならびに予算状況

DGWR と BWS-BP の財務状況については毎年変化があり、過去 4 年の実績を見ると毎年上昇している。DGWR と BWS-BP の年間支出は投資の約 80% となっている。過去 4 年間の DGWR と BWS-BP の財務指標は以下のとおりである。

表 12. 6. 3 DGWR と BWS-BP の過去 4 年間の財務データ

(in US\$ x 1,000. Assuming US\$1= Rp. 9,300)

DGWR Annual Expenses	2009	2010	2011	2012
Expense for personnel	12,945	34,106	46,847	50,164
Portion	1.6%	3.7%	8.1%	4.5%
Expense for goods	58,143	148,964	124,176	156,974
Portion	7.3%	15.9%	21.6%	14.0%
Expense for investment	724,515	751,140	404,116	916,718
Portion	91.1%	80.4%	70.3%	81.6%
Total Expenses	795,603	934,211	575,139	1,123,855
Portion	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(出典：DGWR, 2012 processed)

DGWR の年間支出をベースに BWS-BP の支出を計算すると以下のとおりとなる。

表 12. 6. 4 BWS-BP の過去 4 年間の財務データ

(in US\$ x 1,000. Assuming US\$1 = Rp. 9,300)

BWS-BP Annual Expenses	2009	2010	2011	2012
Expense for personnel	453	453	199	213
Portion	1.5%	2.0%	0.7%	0.8%
Expense for good	1,088	1,198	1,570	3,031
Portion	3.7%	5.3%	5.8%	11.2%
Expense for investment	27,989	20,976	25,239	23,898
Portion	94.8%	92.7%	93.5%	88.0%
Total Expenses	29,531	22,627	27,008	27,142
Portion	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(出典：DGWR, 2012 processed)

2011 年 2 月に BAPPENAS は ‘List of Medium-Term Planned External Loans and Grants (DRPHLN-JM) 2011-2014’ を発行した。DGWR 関連で提案されているプロジェクトは以下のとおりである。

表 12. 6. 5 DGWR 関連のプロジェクト

(unit: US\$ x 1,000)

No.	Executing Agency	Kind of project		Loan	Grant	Local	Remarks
		PA	TA				
1.	Ministry of Public Works	57	35	5,215,034	417,635	765,864	Total for MPW
	- Directorate General of Water Resources	17	14	1,546,062	81,435	282,424	DGWR section

(出典：List of Medium-Term Planned External Loans and Grants (DRPHLN-JM) 2011-2014, BAPPENAS, Feb 2011)

上記の状況によると、DGWR は財政支援を得る可能性がある結論付けることができる。

d) フェーズ1の維持管理費用

フェーズ1のBWS-BPの維持管理は主に構造物の建設が含まれたが、地元住民の反対要求により却下され、変更する事になった。フェーズ1完了後、地元住民はその却下された構造物の影響を知る事になったが、政府は補修をする事になった。BWS-BPが2006年以降に負担した費用は以下のとおりである。

表 12.6.6 2006 年からの BWS-BP の維持管理費

(unit: US\$, Assuming US\$1 = Rp. 9,300)

No.	Work Item	Area	Amount (IDR)	Year
1	Additional modification groin and sand re-nourishment (Semawang area)	Sanur	679,931	2006
2	Maintenance work at Tanah Lot Temple	Tanah Lot	15,539	2006
3	Maintenance work for revetment (Pantai Karang area)	Sanur	70,968	2010
4	Additional groin and sand re-nourishment (Tanjung Benoa area; GA3-GA2)	Nusa Dua	408,602	2010
5	Additional groin and sand re-nourishment (Tanjung Benoa area; GA8-GA3)	Nusa Dua	322,581	2011
Total			1,497,621	(US\$)

(出典: BWS-BP, 2011 processed)

e) 技術レベル

実施機関であるBWS-BPはフェーズ1海岸保全プロジェクトを経験している、フェーズ1のスコープとして、海岸構造物(突堤、離岸堤)や砂による養浜に加え、潜堤やサンゴの移植も含まれた。これらのスコープは今回提案するフェーズ2プロジェクトと類似しているのも特徴である。

フェーズ1の期間、BWS-BPは海岸の状況をモニタリングした。また、プロジェクトが完了後もBWS-BPはモニタリングをサヌール、ヌサドゥア、クタにて継続おり、これらの予算もコンサルタントにより算定され、海岸の維持管理を行ってきている。適応管理により2009年から2012年の間、BWS-BPにより維持管理されてきた。過去の経緯は以下のとおりである。

1. 2006年 - サヌールにて突堤 (G. 32)の補修/延長 (地元住民に実施の際に反対された)
2. 2006年 - サヌールにて追加の突堤 (G. 37)の建設 (地元住民に実施の際に反対された)
3. 2009年 - ヌサドゥアにて追加の突堤建設 (GN. 5 and GN. 6) と適応管理として砂による養浜
4. 2011年 - ヌサドゥアにて追加の突堤 (GA. 4) の建設と適応管理として砂による養浜

上述した状況に基づくと、実施機関は海岸保全プロジェクトに対する十分な経験や知識を有していると判断され、海岸管理についても適応管理の能力を有していると言える。更に、海岸保全プロジェクトの技術移転、特に、プロジェクト工事完了後の海岸管理を通じて実施機関、地方の役所、インドネシア人エンジニア、その他ステークホルダーの管理能

力は向上したと言える。願わくば、フェーズ2の実施により、中央政府、地方政府やステークホルダーの関与を実現させ、持続可能な海岸管理を達成することを期待する。

f) 類似プロジェクトの経験

上述したように、実施期間は海岸プロジェクトに対して十分な経験を有していると言える。類似する海岸保全プロジェクト、技術的検討事項、社会的問題点への対応、環境への配慮などのキーポイントにおいても十分な知識を有しており、これらは全てフェーズ1の経験に基づくといえる。

(2) 提案する実施体制 (PMU)

プロジェクトの効率的かつ効果的な遂行のため、実施体制 (PMU) の構築を提案する。DGWR、その他機関、JICA、コンサルタント間のコーディネーションを考慮し、組織を構築する事を提案する。

既存の BWS-BP には、河川と海岸の両方を担当するプロジェクトマネージャー (PM) が存在する (a) PM- 河川と海岸 I と b) PM- 河川と海岸 II)。a) PM- 河川と海岸 I は主に上流から下流 (河口まで) を担当し、b) PM- 河川と海岸 II は河口と海岸地域を担当している。

PMU に関する提案として2つある。

案1. フェーズ2のコンサルタントがプロジェクトマネージャー (The PM of River and Coastal II) と一緒に働き、この場合、PMU はフェーズ2のみでなく、国の予算で実施中の他プロジェクトも担当する。プロジェクトマネージャー (The PM of River and Coastal II) は数名の技術職や事務職の部下を持ち、部下はそれぞれが担当の作業を受け持つ。

案2. BWS-BP は今のプロジェクトマネージャーが必要とされるスコープを遂行する能力がないと判断された場合、新しいプロジェクトマネージャーを雇用する。

このケースではプロジェクトマネージャー (The PM of River and Coastal II) の作業量が多大となるため、職員が十分でない場合にはフェーズ2の運営が困難になる可能性もある。さらに、プロジェクトは複雑さも備えているため、BWS-BP はフェーズ2の新しいプロジェクトマネージャーを雇用する事になる。

過去の経験 (フェーズ1) や他のローン案件 (2010 年以前) では、案1を採用していたが、過去2年の実績では、BWS-BP は新たに PMU を設けている。これは、フェーズ2の実施状況を想定すると PMU を採用する可能性は高いと言える。

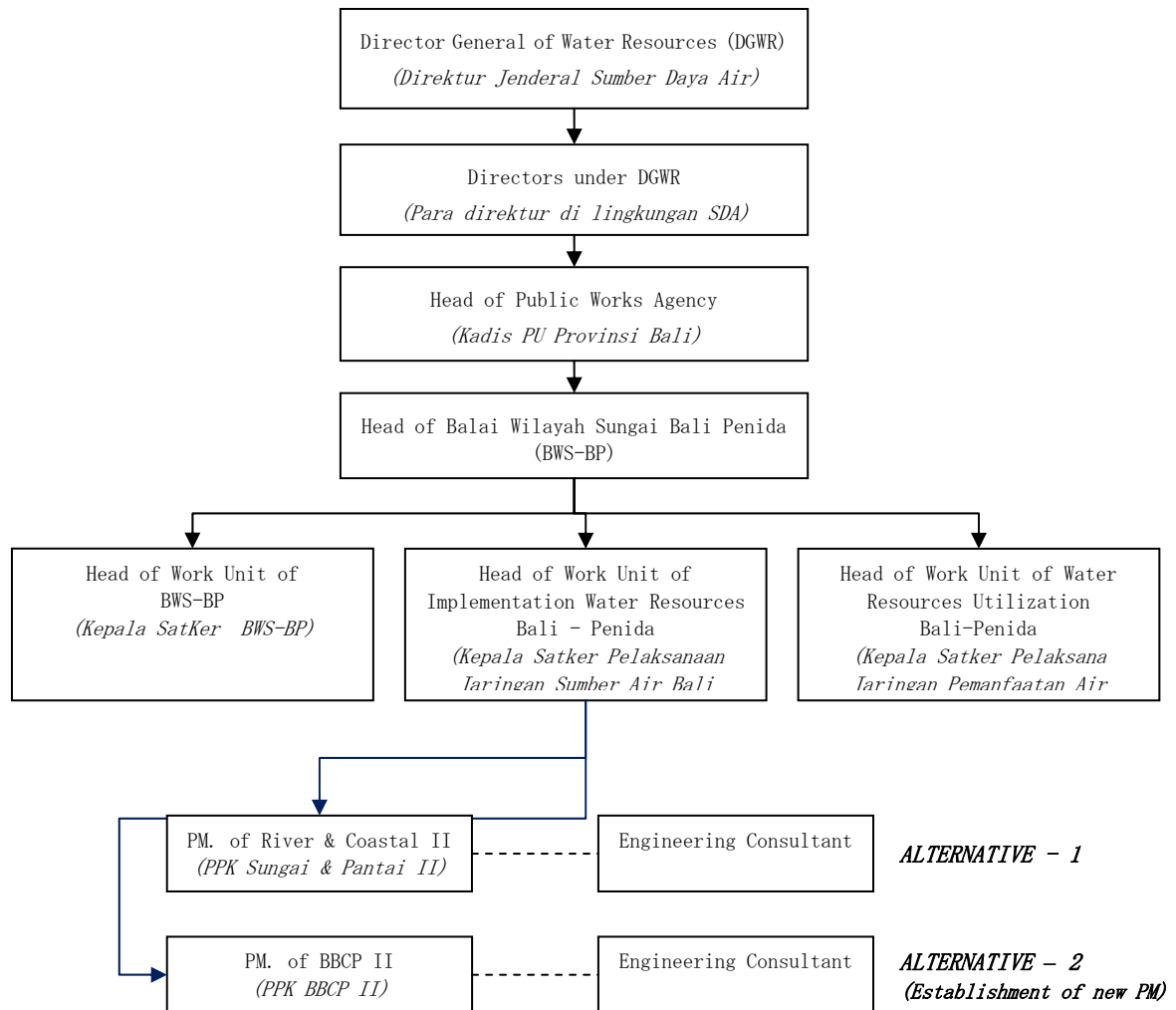


図 12.6.3 提案する PMU の組織

(出典: JICA Study Team)

インドネシアの近年の調達方法については、大統領令 No. 54/2010 (Procurement of goods and services for the government sector) と No. 70/2012 (Second Revision of Presidential Decree No. 54/2010) の下、「e-procurement」が採用され、透明性とガバナンスが確保されている。これらは MoPW の法令 No. 07/PRT/M/2011 (Standard and Guideline Procurement of Construction Works and Consultant Services) にも規定されている。これらのステップと手続きは基本的には昔の入札スタイルと類似している。ただ、唯一の違いとして、応札者はハードコピーによる提出がなくなった事がある。そのため、PDF ファイルや PW サーバーにアップデートする手続きとなっている。手続きについては以下のとおりである。

No.	ステップ	旧式調達	E-Procurement
1.	入札公示	ニューズレターと実施機関での公示	ウェブサイトとニューズレター
2.	応札業者登録	実施機関もしくは登録事務所における窓口登録	MoPW のサイトを通じたオンライン登録
3.	資格審査用ドキュメントの配布	実施機関にて書類受け取り	オンラインでドキュメントをダウンロード
4.	PQ 図書の提出	実施機関に書類を提出	スキャンされたドキュメントの提出 (ウェブサイトへのアップロード)
5.	PQ 図書の開封	各社 2 名以上の同席のもと、実施機関の事務所にて PQ 図書を開封	左に同じ
6.	PQ 評価	提出された書類をもとに評価	提出書類に対し、同席者に内容の照会・確認をおこなったうえで評価
7.	PQ 評価結果の公表	各社への結果書類の送付および実施機関での公表	ウェブサイト上で結果を公表
8.	PQ 評価結果への異議申立て	文書により申し立てをおこなう	ウェブサイト上で申し立てをおこなう
9.	入札案内	各社への書類の送付および実施機関での公表	ウェブサイト上で公表
10.	入札締切り	ステップ 4 に同じ	ステップ 4 に同じ
11.	開札 (第 1 回)	ステップ 5 に同じ	ステップ 5 に同じ
12.	入札評価 (第 1 回)	提出された書類をもとに評価をおこなう	提出された電子資料をもとに評価をおこなう
13.	入札評価公表 (第 1 回)	ステップ 7 に同じ	ステップ 7 に同じ
14.	入札結果異議申立て	ステップ 8 に同じ	ステップ 8 に同じ
15.	開札 (第 2 回)	ステップ 5 に同じ	ステップ 5 に同じ
16.	入札評価 (第 2 回)	ステップ 12 に同じ	ステップ 12 に同じ
17.	入札評価報告書の提出	ステップ 7 に同じ	ステップ 7 に同じ
18.	評価報告書の異議申立て	ステップ 8 に同じ	ステップ 8 に同じ
19.	落札者の公表	ステップ 7 に同じ	ステップ 7 に同じ

MoPW の「e-procurement」については次のウェブサイトアクセスして取得することができる。<http://www.pu.go.id/punetnew2010/subindex.asp?pid=0906> このウェブサイトについては、MoPW 予算の建設工事とコンサルタントサービスの両方の調達が可能となっている。ローン案件については、DGWR の情報がベースになるが、ドナー側と DGWR との間の契約条件によるとの事である。仮にドナー側が MoPW の調達方式に同意するようなら、既存のシステムを利用可能だと判断する。より詳細については、DGWR とドナー側との協議結果による。

入札評価については、DGWR はワーキングユニット (Pokja ULP) を設立することになっている。このワーキングユニットは、実施機関によって指名された数名の職員から構成され、職務権限については、入札公示、入札評価、落札者の選定などがある。入札の結果はプロジェクトマネージャーに報告される。

コンサルタントとコントラクターへの予算配分を提案する事はプロジェクトマネージャーの権限であり、プロジェクトマネージャーは、予算とプログラムを作成し BWS-BP に提出する必要がある。

(3) 海岸管理に関する政府側の能力のレビュー

フェーズ 2 における実施機関の海岸維持管理能力を把握するため、JICA 調査団はフェーズ 2 の区域の過去の海岸維持管理記録（活動と予算）を調べた。表 12.6.7 にその結果を示す。この調査の目的は、フェーズ 2 の快感維持管理の能力を評価するためにであり、現在の活動や予算状況の確認のためである。予算管理の点では、Balai Wilayah Sungai Bali-Penida を除く全ての関係機関はモニタリングの予算を確保していない事が判明した。しかしながら、Gianyar, Klungkung, and Buleleng Regency のビーチでは海岸のモニタリングが行われている。フェーズ 1 のエリアではモニタリングを精力的に実施し、年間予算も 9,100 万ルピアから 2 億 5 千万ルピア計上してきた。

BWS-BP、バリ州の Dinas PU、カラガサム県を除く全ての機関は、2007 年以降の海岸維持管理の予算を計上していない。BWS-BP の年間予算として 2007 年以降 800 万ルピア (2009 年) から 64.7 億ルピア (2007 年) が計上されているが、安定していないという欠点もある。バリ州の Dinas PU とカラガサム県は継続的な予算化はしていない。これは 2007 年はバリ州のみで実施した事もあり、2009 年はバリ州とカラガサム県にて実施された。バリ州の年間予算は 10.89 億ルピアで、カラガサム県では、100 億ルピアから 165 億ルピアであった。その結果、カラガサム県では他と比べて多くの予算を海岸管理に投入していると言える。

加えて、JICA 調査団はチャンディダサ地域を除くカラガサム県の関連する部署の海岸管理維持活動と予算の調査を行った。これにより表 12.6.7 に示すような結果を得た。過去の海岸維持管理の予算記録によると、カラガサム県は 2007 年で 30 億ルピア、2009 年で 45 億ルピアの年間予算を計上している。

海岸維持管理の過去 5 年間の関連する部署の予算によると、関連する実施機関の年間予算は次のとおり。

(公共事業のトップ)

- Dinas PU of カラガサム県: Rp. 19,637,403,084 (2010) to Rp. 55,113,300,000 (2009)

(海岸維持管理の関連部署)

- 道路、水資源ユニット (カラガサム県): Rp. 8,413,626,000 to Rp. 19,875,000,000

その他の JICA 調査団による調査事項として、a) 海岸モニタリングの内容 (項目は次のとおり): 1) 特記仕様と頻度, 2) 項目と機材の台数, 3) 方法, 4) エンジニア; b) スタッフと海岸維持管理の項目 1) 維持管理記録, 2) 機材の保有状況。関連する実施機関は表 12.6.7 のとおり。

BWS-BP とバリ州はトータルステーション、水準器、GPS、エコーサウンダー、潮流計などの機材は保有しており、これらは海岸モニタリングに使用されている。一方、Badung とカラガサム県については、カメラ、メジャーテープ、GPS しか保有していなかった。その結果、目視観測以外の海岸モニタリングは十分とは言えない。

海岸モニタリングを行っているエンジニアやスタッフからのヒアリングによると、海岸管理を行うスタッフは専任されており、関連する機関も同様との事だった。しかしながら、海岸工学のエンジニアはおらず、モニタリングデータの評価や対策案を提示できる要員はいない。そのため、持続的な海岸管理を目的とし、適応海岸管理をコンセプトとして海岸工学の知識を持つ専門家の雇用が肝要と言える。

BWS-BP とカラガサム県はフェーズ 2 の地域の海岸維持管理を行ってきた。カラガサム県の主要な維持管理として、いくつかの構造物の建設、チャンディダサにて突堤間の砂による養浜がある。BWS-BP、バドゥン県とカラガサム県は維持管理に使用するダンプトラックを保有している。

表 12.6.7 過去の海岸管理記録

Category	Item	Beach Management Body				
		Balai Wilayah Sungai Bali-Penida (BWS-BP)	Dinas PU of Bali Province	Environmental agency, Bali Province	Dinas PU of Badung Regency	Dinas PU of Karangasem Regency
	Object beaches	Candidasa, Padang Galak - Unda, Legian - Canggu	Candidasa, Padang Galak - Unda, Legian - Canggu	Candidasa, Padang Galak - Unda, Legian - Canggu	Legian - Canggu	Candidasa
Activities for O&M	Activities for monitoring of beaches	PPK Operational and Maintenance a. Monitoring and evaluation of beach line and Beach Protection Structure Performance in Gianyar & Klungkung regency in 2011 b. Monitoring and evaluation of Beach Protection Structure Performance in Buleleng regency in 2011	No beach monitoring activity by Bali Province's Public Works.	Environment Agency is never conduct the monitoring of Beach Shoreline, only several monitoring as follow; - Monitoring of water quality and beach utilization - Monitoring of coral and seagrass - Monitoring of Coral reef and Seagrass condition (Water quality conduct as regularly works which taken every month at Several area at Bali, all data analysis by SNI and resume some conclusion and report for further	No Activity for Beach Monitoring. If any information from the community about erosion at Legian - Canggu Area, Dinas PU will coordinate and inform to Balai Wilayah Sungai Bali Penida for further action.	Dinas PU of Karangasem never conduct the monitoring of beach. Unit for Swamp, Coastal and River just establish on 2010.
	Activities for maintenance of beaches	PPK Operational and Maintenance a. Maintenance of Beach Protection Structure of Canggu beach at Badung Regency (Renovation of Stone Masonry Seawall at Canggu) -2007 b. Maintenance of Beach Protection Structure at Buleleng Regency (renovation of stone masonry seawall at Buleleng)- 2008 c. Self-management of Maintenance of Beach Protection Structure (Purchasing Material only) - 2010 d. facilities /	• Revetment Construction of Cupel Beach Jembrana regency (2007)		No Activity for Beach Maintenance. If any information from the community about erosion at Legian - Canggu Area, Dinas PU will coordinate and inform to Balai Wilayah Sungai Bali Penida for further action.	If any retreat of construction damage, Dinas PU will analysis by their consultant for countermeasure. For construction budged, Karangasem Regent bring the document and drawing to the jakarta for funding. Ministry of Community Welfare was funded for several coastal project at Candidasa (2007-2009)
Budget for O&M	Budget for monitoring of beaches	2011	Rp 180.000.000,-			
		2010	Rp 250.000.000,-			
		2009	Rp 206.000.000,-			
		2008	Rp 91.000.000,-			
	Budget for maintenance of beaches	2007	Rp ----			
		2011	Rp 3.330.000.000,-			
		2010	Rp 4.460.000.000,-			
		2009	Rp 8.000.000,-			Rp. 16.500.000.000,-
		2008	Rp 96.000.000,-			
		2007	Rp 6.470.000.000,-	Rp 1.089.000.000,-		Rp. 10.000.000.000,-

(出典：JICA 調査団)

表 12.6.8 海岸管理に関連する政府機関の分担内容

Category	Item	Beach Management Body				
		Balai Wilayah Sungai Bali-Penida (BWS-BP)	Dinas PU of Bali Province	Environmental Agency of Bali Province	Dinas PU of Badung Regency	Dinas PU of Karangasem Regency
	Object beaches	Candidasa, Padang Galak - Unda, Legian - Canggu	Candidasa, Padang Galak - Unda, Legian - Canggu	Candidasa, Padang Galak - Unda, Legian - Canggu	Legian - Canggu	Candidasa
Contents of beach monitoring	Specific item and frequency of beach monitoring	Beach monitoring has conducted since the completion of the project twice a year (June and November). - Sanur : 2004 - 2008, 2009 and 20011 - Nusa dua : 2004 - 2008, 2009 and 2011 - Tanjung Benoa : 2004 - 2011 - Kuta : 2009 - 2011	- There is no funding allocation from the Local Budget (APBD) for coastal monitoring activities - Surveillance of the beach utilization performed by City Planning Agency with coordination by Public work of Bali Province	Environment Agency is never conduct the monitoring of Beach Shoreline, only several monitoring as follow; - Monitoring of water quality and beach utilization - Monitoring of coral and seagrass - Monitoring of Coral reef and Seagrass condition (Water quality conduct as regularly works which taken every month at Several area at Bali, all data analysis by SNI and resume some conclusion and report for further action)	No Activity for Beach Monitoring. If any information from the community about erosion at Legian - Canggu Area, Dinas PU will coordinate and inform to Balai Wilayah Sungai Bali Penida for further action.	Dinas PU of Karangasem never conduct the monitoring of beach. Unit for Swamp, Coastal and River just establish on 2010.
	Item and number of equipment for beach monitoring	The equipment of beach monitoring is listed as follows: - Total station : 2 sets (Sokkia and Topcon) - Water pass : 2 sets (Sokkia and Topcon) - Echo sounder : 1 set (Raytheon)	The equipment of beach monitoring is listed as follows: - Total station : 1 sets (Topcon) - Water pass : 1 sets (Topcon) - Measuring Tape : 1 (one) unit - Camera : 2 (two) unit - Current Meter : 1 (one) set	The Equipment own by Environmental Agency is follows; - Total Station 2(two) unit - GPS 1(one) unit - Auto Level 1 (one) unit - Camera 5(five) unit - Video Camera 1 (one) unit	GPS 2 (two) unit, Measuring Tape 2(two) unit, Camera 12(twelve) unit	The Equipment own by Environmental Agency is follows; - Camera 2(two) unit
	Method of beach monitoring	The method of monitoring is based on the Indonesian Standard for Topographic Monitoring Survey. - Level survey for structures : survey on level of top, slope and toe part of each facilities - Topographic survey : Cross section survey in order to compare shoreline change, sand lost and sedimentation/erosion process. - Terrestrial Photo : Taken photo at fix position and same angle of photo for determine beach condition.	Not knowing about the method of measurement the shoreline change.	For Coral Reef Survey identification, consultant used manta method and Sampling for Water Quality used Indonesian Standard (SNI)	Not knowing about the method of measurement the shoreline change.	Not knowing about the method of measurement the shoreline change.
	Engineer and staff for beach monitoring	The beach monitoring is carried out by PPK Operational and Maintenance (water resources) under Sub unit of Planning and operating maintenance in BALAI (PPK Operation and Maintenance) - Engineer : 2 (two) persons - Staff : 2 (two) persons	The beach monitoring and maintenance will be carried out by Sub section of Technical Planning and Supervise Water Resources Engineering and Sub section of Operation and Maintenance Water Resources Infrastructure under Section of Water Resources Engineering. This existing organization consists of the following engineer and staff. - Coastal Engineer : - persons - Civil Engineer : 5 persons (Ir. I Nyoman Sueta, ME, Ir. Si Iuh Nyoman Sukarmini, Ir. I G B Putra Budiarta, MM, I Wayan Suardana, ST, MT dan Komang Edy Indrawan Kusuma, ST) - Geologist : 1 persons (Ir. I Ketut Suharta M.Si) - Staff : 10 (ten) persons	The beach environmental monitoring is carried out by Unit of Conservation under Sub unit of Biological conservation - Engineer : 3 (three) persons - Staff : 5 (five) persons	The beach monitoring will be carried out by Operation and Maintenance Bureau, Water Resources Engineering under Highway and Water Resources Department. This existing organization consists of following engineer and staff. - Civil Engineer : 2 (two) persons (Ir. A Agung Dalem, I Wayan Ledi Utama, ST) - Staff : 12 (twelve) persons	The beach monitoring and maintenance will be carried out by Sub Section of River, Swamp and Coastal under Section of Water Resources Engineering. This existing organization consists of the following engineer and staff. - Civil Engineer : Ir. Nyoman Sutirayasa, MT, Ni Made Aryadi, ST, I Made Wiguna, ST, MT - Staff : 10 (ten) persons
Contents of beach maintenance	Maintenance records	Operational and Maintenance of PPK a. Maintenance of Protection Structure of Canggu beach at Badung Regency (Renovation of Stone Masonry Seawall at Canggu) -2007 b. Maintenance of Protection Structure at Buleleng Regency (renovation of stone masonry seawall at Buleleng)- 2008	Never conduct any construction for this area	Out of task and responsibility of this Agency, we only monitor the condition of sea water, coral reef and see grass at Candidasa Area.	Never conduct any construction for this area	Construction several structure at Candidasa Area and Black Sand Nourishment.
	Possession situation of equipment, heavy machine, etc for O&M works	The following equipment is possessed by BALAI for the maintenance of the beach. - Dump truck : 1 - Truck : 1	Dinas PU of Bali Province doesn't have any heavy equipment	Environmental Agency of Bali Province doesn't have any heavy equipment	Dump Truck 1 (one) unit and Pick Up 2 (two) unit	Dump Truck 1 (one) unit and Pick Up 2 (two) unit

(出典 : JICA 調査団)

(4) 提案するプロジェクトの維持管理計画

フェーズ2に必要となる海岸管理計画を表12.6.9のようにまとめた。海岸管理機関の主体は、中央政府よりBWS-BPとLoka Pantai、地方政府ならびにステークホルダーよりバリ州、バトゥン県、カラガサム県となる。海岸管理協議会(TKMPP-2)を設置し、フェーズ1と同様に持続的海岸管理が可能となるよう対応する必要がある。フェーズ2の詳細設計後に詳細の海岸管理計画が策定され、いくつかの懸念事項や改善計画をTKMPP設置後に検討していくことになる。また、建設工事期間中にこれらはレビューされることになる。

表 12.6.9 海岸管理計画の要約

Category of beach management	Required actions	Task	Responsibility	Frequency
Management 1 (Monitoring and maintenance of beach fill area)	Monitoring (Visual & technical/survey)	Visual checking and reporting to Coordination Team for Beach Management (TKMPP-2), if any problem	Stakeholders	Every 2 months
	Evaluation / technical study	Beach profile survey & fixed point photo	BWS-BP & Loka Pantai	Unstable area : every 6 months Stable area : every 1 year
		Data processing & analysis of shoreline change and sand lost	BWS-BP & Loka Pantai	Unstable area : every 6 months Stable area : every 1 year
	Planning & Design for required adaptations	Planning of shoreline alignment and cross section Calculation of sand volume and Construction plan and cost estimation	BWS-BP & Loka Pantai	As required
	Implementation	<i>Large Scale</i> - Supplementary beach fill to permanent stock pipe - Transportation of sand with large scale from stockpile to the beach	BWS-BP	As required
		<i>Small Scale</i> - Sand rotation (sand bypass) and - Additional beach fill with small scale that is used by sand in stock pipe under technical support by BWS-BP	Stakeholders	As required
Management 2 (Maintenance of coastal protection structure : Revetment, Groin, Breakwater)	Monitoring of coastal protection structure	Visual checking and reporting to Coordination Team for Beach Management (TKMPP-2), if any problem Level survey & fixed point photo	Stakeholders BWS-BP & Loka Pantai	Every 6 months
	Evaluation of need of maintenance and implementation	- Analysis of level change and cause of damage - Planning of repairing method - Calculation of repairing volume - Construction plan and cost estimation	BWS-BP & Loka Pantai	As required
Management 3 (Maintenance of landscape and public facilities : Walkway, gazebo, parking area, public building)	Monitoring of landscape and public facilities	Visual checking and reporting to Coordination Team for Beach Management (TKMPP-2), if any problem	Stakeholders	Every 6 months
	Evaluation on required maintenance and implementation	<i>Indirect benefit area (empty, temple, shop, etc)</i> - Planning of repairing method - Calculation of repairing method - Construction plan and cost estimate	Badung & Karangasem regency	As required
		<i>Direct benefit area (Hotel area) and Direct utilization (Public building)</i> - Planning of repairing method - Construction plan and cost estimate	Stakeholders	As required
Management 4 (Beach cleaning)	Daily beach cleaning	<i>Indirect benefit area (empty, temple, shop, etc)</i> - Financing of beach cleaning activities for stakeholders	Badung & Karangasem regency	Daily
		<i>Indirect benefit area (empty, temple, shop, etc)</i> - Daily beach cleaning - Collecting garbage to collecting point	Stakeholders	
		<i>Direct benefit area (Hotel area)</i> - Financing of beach cleaning activities - Daily beach cleaning - Collecting garbage to collecting point	Stakeholders	Daily
	Transport to disposal area	Transporting garbage from collecting point to disposal area	Badung & Karangasem regency	Daily
Management 5 (Beach utilization)	Daily monitoring of the beach utilization	Visual checking and reporting to Coordination Team for Beach Management (TKMPP-2), if any illegal activities and facilities are found	Stakeholders Badung & Karangasem regency	Daily Monthly
		Arrangement of socialization meeting for widely known, if necessary	Stakeholders	As required
	Sanction for violations of the beach utilization	Enforcement of beach utilization rules	Province & Regency	As required

(出典：JICA 調査団)

12.7 調達パッケージの検討

本業務では整備対象エリアを下表に示すように3箇所に分けて検討をおこなった。

表 12.7.1 調達パッケージ

パッケージ-1:		パッケージ-2:	パッケージ-3:
チャンディダサ ケース-1 : 3 km	チャンディダサ ケース-2 : 5 km	クタ北～レギャン ～ スミニャック	クタ改良
事業内容 - 準備工 (仮設栈橋含む) - 撤去工 - 護岸工 - 突堤新設 (3 基) - 養浜 (188,140 m ³) - 突堤改修 (6 基) - 遊歩道 - 景観工 - 環境モニタリング - サンゴ移植	事業内容 - 準備工 (仮設栈橋含む) - 撤去工 - 護岸工 - 突堤新設 (6 基) - 養浜 (341,960 m ³) - 護岸工 - 突堤改修 (7 基) - 遊歩道 - 景観工 - 環境モニタリング - サンゴ移植	事業内容 - 準備工 - 養浜 (280,300m ³) - 遊歩道工 - 環境モニタリング - 寺院の一部保護工	事業内容 - 既存離岸堤改修工 (BWN-1&2) - L型突堤の新設 - 追加砂投入 (15,700 m ³) - 環境モニタリング
建設期間 36 カ月 (養浜含む)	建設期間 36 カ月 (養浜含む)	建設期間 10 カ月	建設期間 16 カ月
28 カ月 (養浜含まず)	28 カ月 (養浜含まず)		

(出典：JICA 調査団)

12.8 持続可能な海岸管理体制の提案

(1) 適切な維持管理体制の検討

フェーズ2エリアにおける維持管理体制については、東海岸のチャンディダサおよび南西海岸のクタ北～レギャン～スミニャックについて検討する。南西海岸のクタ北～レギャン～スミニャックは、バドゥン県に位置する。したがって、この範囲については、基本的にフェーズ1で設定された維持管理体制が引き継ぐことを前提とする。一方で、チャンディダサはカラガサム県に位置し、これまで同県では本格的な管理者側および官民連携による維持管理の経験を有していない。そのため、チャンディダサにおいては、前述した維持管理能力・実績を十分に考慮し、さらに設計および施工期間中に実施予定の実施機関の能力向上、ステークホルダーとの合意形成・啓蒙活動を通じて、フェーズ1での経験および設定する際の過程をレビューした上で、適切な維持管理体制を構築する。フェーズ2における海岸管理体制の構築に関するスケジュールおよび内容については、12.3項のソフトコンポーネントの実施検討で述べる。

フェーズ2の海岸管理協議会(TKMPP)については、5章で示す今後設立されるフェーズ1の海岸維持管理体制に統合することを提案する。チャンディダサおよびクタ北～レギャン～スミニャックを含む海岸管理協議会の組織の概念図を12.8.1に示す。この維持管理体制については、施工期間中に官民の関係者の間で協議を進め、施工完了後のモニタリング期間に設置する。TKMPPのメンバーに対しては、定期的な会議および既に実施中のフェーズ1エリアにおいてOJT形式での能力向上支援を行い、モニタリング終了後にTKMPPが中心となり自立した形で持続可能な維持管理を遂行できる体制を構築する。また、TKMPPの中心メンバーに対して本邦研修を行い、海岸維持管理に対するキャパシティビルディングを行う。

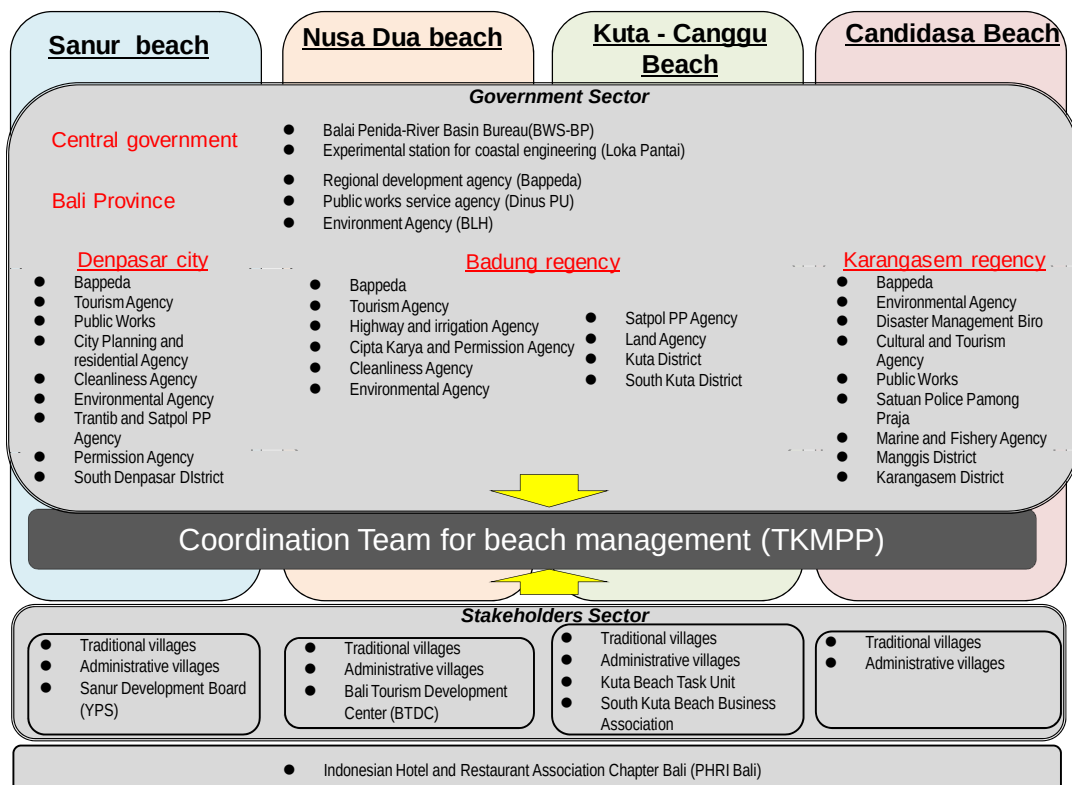


図 12.8.1 海岸管理体制の概念図

(出典: JICA Study Team)

(2) 海岸維持管理の実施支援

チャンディダサが位置するカラガサム 県では、上記の通り海岸の維持管理を組織化して取り組むのは初めてのケースとなる。そのため、フェーズ 1 において設置する TKMPP での実施体制および役割分担等を参考に、チャンディダサの実態に合った海岸管理組織が設置されることが予想される。よって、カラガサム県の維持管理体制を構築する上で今後重要な役割を担う計画局 (Bappeda) および県公共事業局 (DINAS-PU) の職員をフェーズ 1 維持管理に関する Working Group 会議 (WG-3) にオブザーバーとして参加を促し、以下に関する問題意識および情報の共有化を図った。

- 海岸管理の目的
- 継続的に海岸を管理していく上での組織および体制
- 土地利用の問題
- 新たな制度化

WG3 会議への参加を通じて、カラガサム県 (DINAS-PU) の職員の海岸管理に対する理解度および疑問等を確認するためにアンケート調査を行った。以下にアンケート調査の結果を取り纏める。その結果、持続可能な海岸管理およびプロジェクト完了後に求められる各種海岸管理の必要性について WG3 会議を通して理解を深める機会となった。一方で、TKMPP の規模および役割分担の課題について指摘しており、フェーズ 2 プロジェクト実施中にカラガサム県の状況、要望等を勘案した適切な維持管理体制の構築が重要となる。

第13章 経済分析および運用効果指標

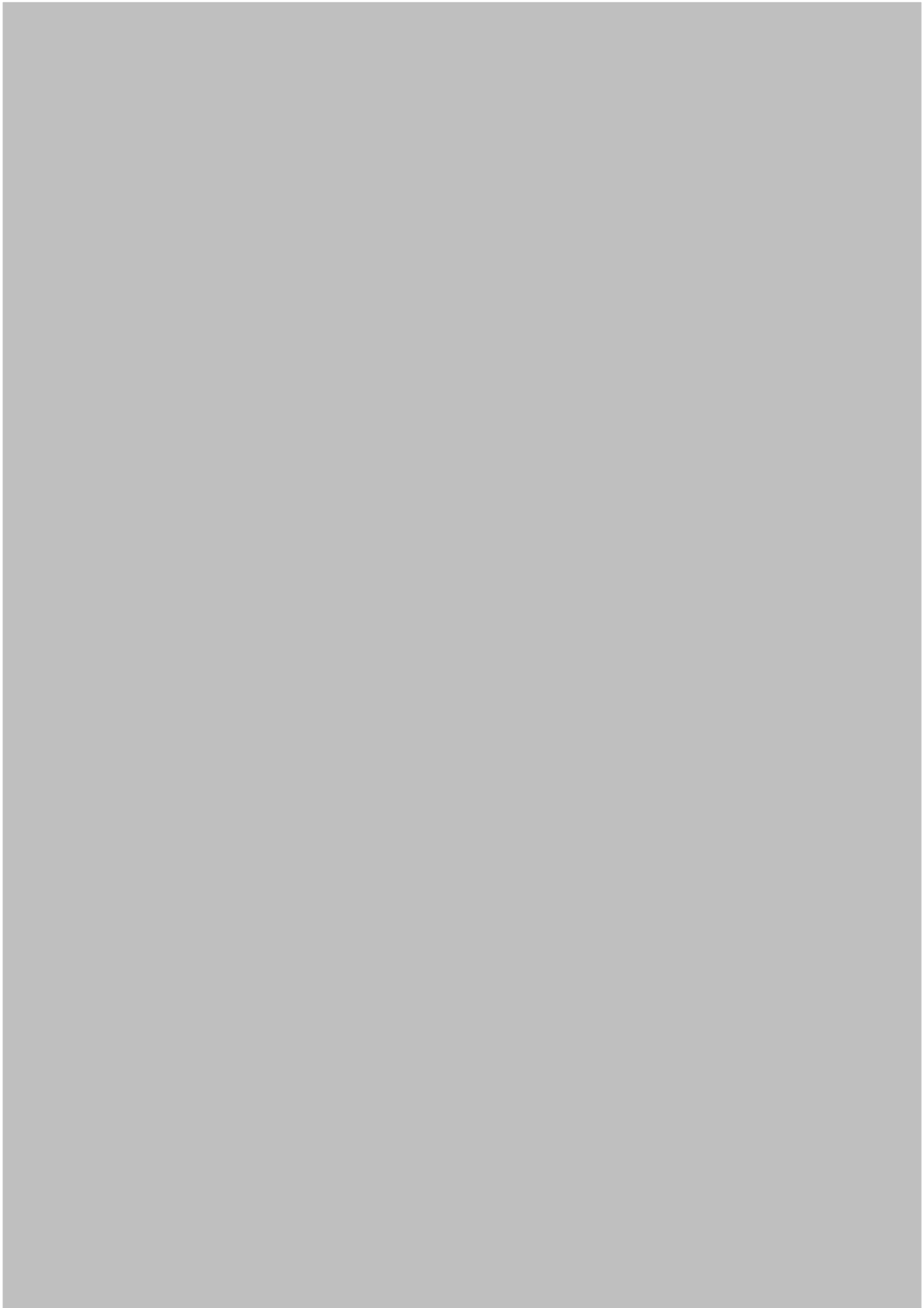
13.1 概要

(1) 経済分析の目的

一般に、事業効果を評価する分析手法として、経済分析と財務分析が挙げられる。経済分析は事業実施による効果を国民経済への利益で評価するものであり、一方財務分析はプロジェクトへの投資に対してそれに見合った十分な利益を生むことができるか確認するためにおこなうものである。前者はEIRR(Economic Inertial Rate of Return: 経済的内部収益率)、後者はFIRR(Financial Inertial rate of Return: 財務的内部収益率)で評価される。

海岸保全事業は一般に公共事業として実施され、海岸域の保全・人命の防護・観光業の発展など国民経済の向上に寄与するものである。そのため、本業務においては、海岸保全事業の特性を踏まえ国民経済への利益を評価する目的で、EIRRを用いた経済分析により事業評価をおこなうこととする。

フェーズ2事業で対象とするチャンディダサ、レギャン〜スミニャック、およびクタについては、事前評価としての位置づけで経済分析をおこなう。本章では、経済分析による評価ケースとして、各対象域における事業全体(初期事業+維持管理事業)を対象とした場合と維持管理事業のみを対象とした場合の2ケースについて評価をおこなった。後者については、維持管理事業のみが経済的に十分な収益率があるかを確認する事で、今後の官民連携(PPP: Public-Private Partnership)の可能性を検証する目的で実施することとした。なお、本業務では官民連携のあり方として、当初事業は政府により実施されるが、その後の維持管理事業については、各ステークホルダー同士が連携して実施していくことを想定している。よって、維持管理事業における経済分析上の費用と便益の評価方法として、1) 費用: 民間(ステークホルダー)からの徴収、2) 便益: 民間に直接的に生み出される便益(観光支出の増加など)を想定し、分析をおこなった。



(3) 検討便益

表 13.1.1 に海岸保全事業の事業評価における一般的な評価項目と、それに対応して本業務で評価した便益項目について整理する。

表 13.1.1 本業務で検討した便益項目

大項目	小項目	便益の概要	評価			留意事項
			チャン ディダサ	レギャン〜 スミニャック	クタ	
防護	浸水防護	高波・越波などによる浸水被害の軽減	-	-	-	実態として、深刻な浸水被害の発生している地域が確認されなかったため、検討無し。
	侵食防止	侵食による土地の消失の防止	◎	◎	◎	本業務における航空写真の汀線比較に基づく侵食量より評価。
環境	自然景観の維持・向上	自然景観に維持・向上	○	○	-	チャンディダサとレギャン〜スミニャックにおいては、他便益と一体的に CVM* ¹ により評価。
	生態系の維持・存続	生態系の維持・存続	○	○	-	同上
利用	レクリエーション効果	海岸利用によるレクリエーション効果	○	○	-	同上
	地域経済の向上・発展	観光客数、観光収入の増加	◎	◎	◎	フェーズ1事業(サヌール、ヌサドゥア)実施後の観光客の伸び率を評価し、これに基づき算定
		特定の施設への入場料、駐車場料など収入の増加	-	-	-	CVM評価の際の支払意志額に含まれると想定し、二重計上を避けるため評価対象外。
		税金収入の増加	-	-	-	同上
	漁業利用	漁業活動エリア(漁船陸揚げ場所等)、漁場等の保全	-	-	-	対象地区は観光利用が盛んな海岸であるため、地元の漁業利用に利用されているエリアはほとんど見受けられない。そのため、対象外とした。

◎：直接的に評価

○：CVM法により他便益と一体的に評価

注)：

*¹CVM(Contingent Valuation Method: 仮想市場法)

CVM法(仮想市場法)とは生態系および環境に係る事業効果を経済価値(非利用価値)として評価するための手法である。CVM法は、直接被験者に対してこれら事業に対してどれくらいお金を支払う価値があるかという支払意志額(WTP: Willingness to Pay)たずねる手法である。金額に係るアンケートであることから、仮想の質問であることなど、被験者に誤解を生じないように十分な事前説明をおこなったうえで実施する必要がある。

(出典：JICA調査団)



13.2 便益算定

(1) フェーズ1事業の実施結果に基づく観光客の伸び率の設定

上記 13.1.(3)セクションに記載したように、本業務の事業対象地区の特性を踏まえ、算定する便益項目として以下に示す3項目を設定した。

- 侵食防止便益
- 環境保全およびレクリエーション効果
- 観光収入の増加便益

これらの便益項目のうち、観光収入の増加に係る便益では、海岸保全事業による対象海岸に訪れる観光客数の増加率を設定する必要がある。この増加率を適切に設定する目的でフェーズ1の海岸保全事業の実施地区(サヌール、ヌサドゥア地区)について検証をおこなった結果を以下に示す。なお、本検証に用いたデータはそれぞれの地区において事業完了後から現在までの比較的限られた期間のデータであるため、これらより想定した観光客数の伸び率については多少の不確実性が含まれている事に留意する必要がある。(なお、検討においては、この不確実性への対応策として便益の感度分析を実施した。詳細は後述を参照のこと)。

a) サヌール海岸：海岸保全事業の効果による観光客の伸び率の検証

表 13.2.1 および図 13.2.1 に 2000 年から 2010 年におけるデンパサール市の観光宿泊客の推移を示す。サヌール海岸の海岸保全事業が完了した 2004 年以降に着目すると、サヌールエリアにおける観光宿泊客数はデンパサールの市街の客数に比べて大幅に増加していることがうかがえる。

表 13.2.1 デンパサール市における観光宿泊客数の推移(2000-2010)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
デンパサール	33,479	42,192	28,250	35,747	40,868	40,868	32,839	29,229	57,785	44,358	49,473
サヌール	174,249	189,854	169,947	129,493	164,107	169,043	192,365	186,141	238,127	331,823	368,584
合計	207,728	232,046	198,197	165,240	204,975	209,911	225,204	215,370	295,912	376,181	418,057

(出典: Denpasar Tourism Data 2010)

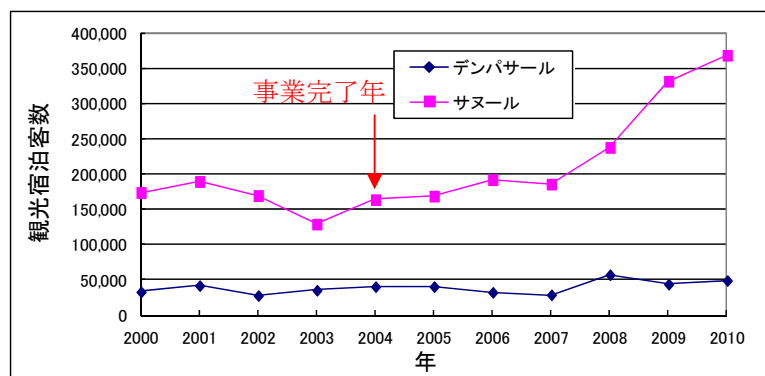


図 13.2.1 デンパサール市における観光宿泊客数の推移(2000-2010)

(出典: Denpasar Tourism Data 2010 より JICA 調査団が作成)

事業完了年である 2004 年を基準とした 2010 年までの観光宿泊客の伸び率の比較を表 13.2.2 に示す。伸び率の変化を線形近似した場合、図 13.2.2 に示すようにサヌー

ル地区における増加率は約 21%、一方で市街域における増加率は 5%程度となっており、両地区において顕著な差が確認される。本検討では、この差を海岸保全事業の有無によって生じた差であると考え、事業実施による効果を以下のように想定して検討をおこなった。

事業なし(Without)：宿泊観光客数の伸び率はデンパサールの市街地域における伸び率(5%)とほぼ同程度となる

事業あり(with)：宿泊観光客数の伸び率はサヌール地区における伸び率(21%)とほぼ同程度となる

表 13. 2. 2 2004 年を基準した観光宿泊客数の伸び率

	年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
観光宿泊客数	デンパサール	40,868	40,868	32,839	29,229	57,785	44,358	49,473
	サヌール	164,107	169,043	192,365	186,141	238,127	331,823	368,584
2004年基準の客数の割合	デンパサール	100%	100%	80%	72%	141%	109%	121%
	サヌール	100%	103%	117%	113%	145%	202%	225%

(出典：Denpasar Tourism Data 2010)

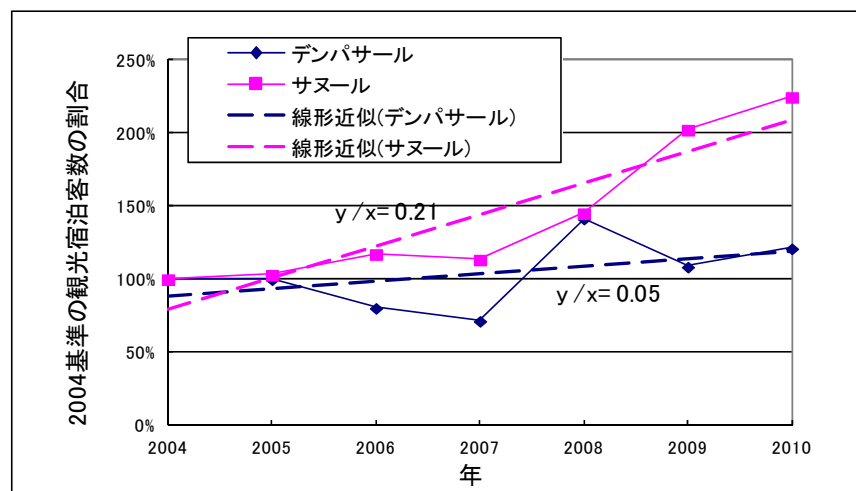


図 13. 2. 2 2004 年を基準した宿泊観光客数の伸び率の推移とその線形近似

(出典：Denpasar Tourism Data 2010 より JICA 調査団が作成)

以上のように、海岸保全事業をおこなった場合の宿泊観光客の全体の伸び率を 21%程度と設定した。次に、この伸び率の中に占める海岸保全事業の効果の割合を下式より算定し 0.76 となった。したがって、海岸保全事業による伸び率は 0.76 に全体の伸び率 21%を乗じて約 15%と設定した。

$$R_{\text{Project}} = \frac{R(w) - R(w/o)}{R(w)}$$

ここに、

$R(w)$: 事業を実施した場合の伸び率(21%)

$R(w/o)$: 事業を実施しない場合の伸び率(5%)

R_{Project} : 事業を実施した場合の伸び率のうち、事業効果の占める割合(0.76)

b) ヌサドゥア海岸：海岸保全事業の効果による観光客の伸び率の検証

ヌサドゥア海岸におけるフェーズ1事業は2004年に完了した。本項ではヌサドゥア地区における海岸保全事業による観光客数の伸び率を想定する。ヌサドゥア地区における観光客の入込客数に関するデータは無いことから、周辺のホテルにおける2004年の宿泊客数より入込客数を想定することとした。当該エリアには、約22のスターホテルがありこれらの総客室数は5,170室となる。一方、スターホテル以外のホテルとしては約11のホテルがあり、総客室数は250室となっている。これらのホテルのうち、フェーズ1事業の事業評価の際に同様に評価対象とされている事および立地条件より事業実施による効果が比較的大きいと想定されるホテルを選定し、下記式により入込客数の推定をおこなった(表13.2.3)。

$$T_{year} = N_R \times R_o \times G_{ave} \times 365days$$

ここに、

T_{year}	: 年間の入込客数
N_R	: 客室数 (出典: Direktori Hotel Bintang 2010)
R_o	: 客室の平均稼働率 (出典: 各ホテルへの聞き取り調査)
G_{ave}	: 1室あたりの平均宿泊客数

(出典: Report of Bali Beach Conservation Project Phase I)

表 13.2.3 ホテルの宿泊客数より推定したヌサドゥア地区における入込客数

名称	等級	部屋数	1部屋あたりの宿泊客数	2004年(基準年)における値		
				客室稼働率(%)	1日あたりの宿泊客数	年間の宿泊客数
Bali Tropic Resort	4	150	2.1	56.67%	179	65,335
Melia Benoa	5	128	1.7	56.67%	123	44,895
Club Mediteranie	4	400	2.1	56.67%	476	173,740
Nusa Dua Beach	5	381	1.7	56.67%	367	133,955
The Westin Resort Nusa Dua	5	334	1.7	56.67%	322	117,530
Sheraton Laguna	5	276	1.7	56.67%	266	97,090
Melia Bali Villas	5	500	1.7	56.67%	482	175,930
Inna Putri Bali	5	384	1.7	56.67%	370	135,050
Total	-	2553	-	-	2,585	943,525

(出典: JICA 調査団)

フェーズ1事業の対象となったヌサドゥア海岸近傍のホテルにおいて、2004年から2010年までの客室稼働率の推移を整理した結果を表13.2.4に示し、この推移を線形近似した結果を図13.2.3に示す。事業が完了した2004年を基準として考えると、稼働率の増加率は概ね10%程度と考えられ、この増加には海岸保全事業による効果が一定量含まれていると想定される。

表 13.2.4 2004 年から 2011 年における客室稼働率の推移

年	ホテルA	ホテルB	平均	2004年基準の割合
2004	55.84%	57.50%	56.67%	100.00%
2005	59.90%	56.10%	58.00%	102.35%
2006	60.80%	50.90%	55.85%	98.55%
2007	79.76%	71.80%	75.78%	133.72%
2008	91.62%	84.80%	88.21%	155.66%
2009	95.13%	80.80%	87.97%	155.22%
2010	95.81%	82.10%	88.96%	156.97%
2011	92.50%	85.40%	88.95%	156.96%

(出典：聞き取り調査による)

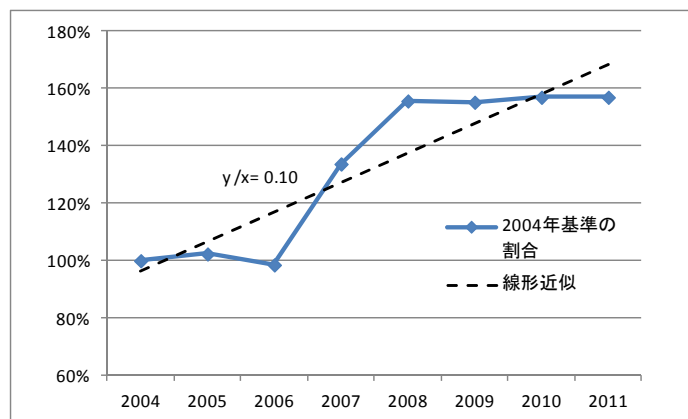


図 13.2.3 2004 年を基準とした客室稼働率の増加率の線形近似

(出典：JICA 調査団)

本検討では、全体の伸び率の中に占める海岸保全事業の実施による貢献度の割合として、サヌール地区の値(0.76)を考慮した。したがって、ヌサドゥア地区における海岸保全事業の効果による観光客数の伸び率は、全体の伸び率 10%に貢献度の割合 0.76 を乗じることにより 7.6%と算出された。

(2) チャンディダサ：便益算定

a) 便益算定

チャンディダサの海岸保全事業による便益として以下の項目及び便益額が算定をおこなった。算定の詳細については以降に記載する。

- 侵食防止便益：1,014(US\$1,000/年) [表 13.2.5 参照]
- 環境保全・レクリエーション便益：1,165(US\$1,000/年) [表 13.2.8 参照]
- 観光収入の増加便益：7,942(US\$1,000/年) [表 13.2.11 参照]

※これら便益額は、整備延長を 3km と設定した場合の数値である

i) 侵食防止便益

チャンディダサでは過去に建築資材の確保のため大規模なサンゴ採取が実施されてきた。このため、沿岸に來襲する波力が増大し、沿岸におけるサンゴ起源の砂が流出する事により海岸侵食が進行してきた。砂浜の侵食量は過去 20 年間で 20m から最大で 60m の範囲にある。本検討では海岸保全事業による効果の一つとして海岸侵食の防止を便益評価項目として設定した。当該便益の算定概要を表 13. 2. 5 に示す。

表 13. 2. 5 海岸侵食防止便益の算定

項目	算出値		備考
(1)期間	20	(years)	1981年~2011年
(2)平均侵食量	40	(m)	侵食量は20mから60mの範囲にある
(3)年間平均侵食量	2.0	(m/year)	(1)/(2)
(4)整備延長	3.0	5.0 (km)	整備延長 1 :3km 整備延長 2 :5km
(5)想定侵食面積	6,000	10,000 (m ² /year)	(3)x(4)x1000
(6)平均土地価額			
(7)土地の想定侵食被害額			

(出典: JICA 調査団)

ii) 環境保全およびレクリエーション効果

環境保全およびレクリエーション効果は CVM(仮想市場法、Contingent Valuation Method)法を用いて算定した。CVM 法とは生態系および環境に係る事業効果を経済価値(非利用価値)として評価するための手法である。CVM 法は、直接被験者に対してこれら事業に対してどれくらいお金を支払う価値があるかという支払意志額(WTP: Willingness to Pay)たずねる手法である。本検討では、チャンディダサ海岸およびその周辺の利用者を対象として当該地区の海岸保全事業に対する支払意志額についてアンケート調査をおこなった。アンケート票およびアンケート結果の概要についてはAppendix 13. 2. 1に整理した。アンケート調査結果の概要について次頁以降に示す。

<アンケート調査の概要>

- 対象者：チャンディダサ海岸およびその周辺で余暇を過ごしている外国人観光客
- 調査手法：JICA 調査団による対面式アンケート



写真 13.2.1 チャンディダサにおける対面式アンケートの様子

(出典: JICA 調査団)

- 海岸利用者数(推定)：チャンディダサの海岸近傍(概ね海岸から陸域に 500m 以内の範囲)に位置するホテルの宿泊客数より海岸の利用客数を推定した(表 13.2.6)。
- アンケートのサンプル数：統計的信頼性を考慮し、所要のサンプル数として 96 票以上を設定した。サンプル数は一般に下式によって算出される。母数については、上記の海岸利用者数を準用した。

$$n \geq \frac{N}{\left(\frac{e}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1}$$

N	(母数)	: 132,976 (人/滞在期間・年)
e	(要求精度)	: 0.10 (一般値として 0.05~0.10)
A	(信頼区間)	: 0.95 (一般値)
P	(母比率)	: 0.5 (一般値)
k	(要求精度に対応した係数)	: 1.96 (一般値)
n	(所要のサンプル数)	: 96 (算出値)

(出典: JICA 調査団)

表 13.2.6 海岸の利用者数(ホテルの宿泊客数より推定)

整備 延長	ホテル名称	等級	部屋数	1部屋あ たりの宿 泊客数	2010年				
					客室稼働 率(%)	1日あたりの宿 泊客数	年間の宿泊客 数	滞在日数 (日/人)	宿泊客数 (人/滞在期間・年)
5km	Candi Beach Cottages	4	64	2.3	69.7%	103	37,595	4.4	8,544
3km	Rama Candi Das	2	52	2.3	69.7%	83	30,295	4.4	6,885
5km	Alila	3	58	2.3	69.7%	93	33,945	4.4	7,715
3km	Taman Air	2	14	2.3	69.7%	22	8,030	4.4	1,825
3km	Lotus Bungalow	1	20	2.3	69.7%	32	11,680	4.4	2,655
3km	Othe Hotels (39 Hotels with less than 2stars)	-	676	2.3	69.7%	1,084	395,660	4.4	89,923
5km	(43 Hotels with less than 2stars)	-	792	2.3	69.7%	1,270	463,550	4.4	105,352
3km	Total (3km area)	-	884	-	-	1,221	445,665	-	101,288
5km	Total (5km area)	-	1,612	-	-	1,603	585,095	-	132,976

(出典：稼働率についてホテルより聞き取り調査をおこない JICA 調査団により算定)

- 支払意志額の調査結果：支払意志額の調査は、その額を各対象者に対し 2 回提示する手法を用いた(ダブルバウンド方式)。最初の質問では、10\$を提示しこれに対する支払意志を確認した。次の質問では、最初の質問に対し賛成した被験者に対しては 20\$を、賛成しなかった被験者に対しては 5\$を提示し支払意志を確認した。各金額における回答結果を下表に示す。

表 13.2.7 チャンディダサの海岸保全事業に対する支払意志のアンケート結果

支払い意志額の設定 (US\$)			調査結果				
T	TU	TL	YY	YN	NY	NN	Total
10	20	5	32	30	5	32	99

T : 1回目の提示額(Q4)

TU: 1回目の提示額の支払いに同意した場合の2回目の提示額(Q5-1).

TL: 1回目の提示額の支払いに同意しなかった場合の2回目の提示額(Q5-2).

YY: TおよびTUともに同意した人数

YN: Tに同意し、TUに同意しなかった人数

NY: Tに同意せず、TLに同意した人数

NN: TおよびTLどちらにも同意しなかった人数

(出典：JICA 調査団)

- 支払意志額(WTP)の統計解析：支払意志額の統計解析には、当該解析に一般的によく用いられるワイブル分布(Weibull distribution)を用いて算定された。支払意志額の平均値は、図 13.2.4 の赤塗り部分の積分値(面積)として算出され、約 11.5 (US\$/人・滞在期間)と算定された。

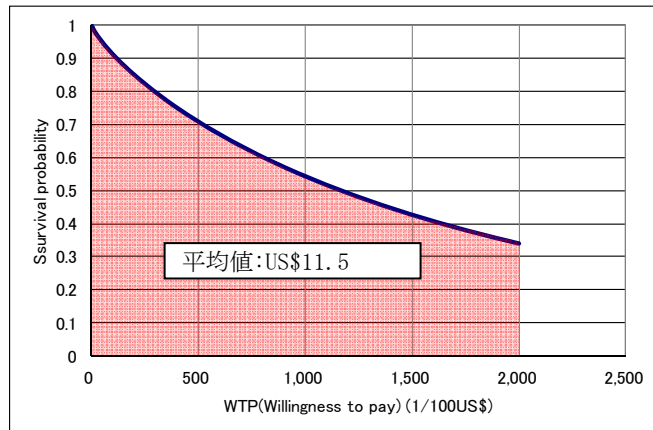


図 13.2.4 WTP の算定結果

(出典：JICA 調査団)

- 支払意志額の総計：チャンディダサにおける支払意志額の総計の算出結果を表 13.2.8 に示す。

表 13.2.8 支払意志額の総計

項目	算出値		備考
	整備延長 3km	整備延長 5km	
(1)チャンディダサ海岸への 入込客数	101,288	132,976 (人/滞在期間・年)	表13.2.6より
(2)支払意志額(WTP)	11.5 (US\$/滞在期間)		図13.2.4より
(3)支払意志額の総計	1,165	1,529 (1,000US\$/年)	(1)x(2)/1,000

(出典：JICA 調査団)

iii) 観光収入の増加便益

海岸保全事業は対象海岸の環境・利用上の魅力・機能の向上に寄与する。したがって、チャンディダサでの海岸保全事業の実施により、本地区を訪れる観光客数の増加が期待される。また、フェーズ1事業の対象地区であったサヌールやヌサドゥアでも同様の効果が確認されている。本検討では、観光客の増加に伴う観光収入の増加を海岸保全事業による効果の一つと評価し、便益額を算定する。

バリ島における外国人とインドネシア人観光客数の占める割合と一日当たりの支出額について、表 13.2.9 に示す。また、表 13.2.6 で算出した観光客数より、事業の有無における観光客数を表 13.2.10 に示すように算出した。ここで、観光客数の伸び率は、現状のチャンディダサはホテル稼働率が比較的高くなく、今後事業効果により十分な伸び率が期待できると考え、サヌール地区の実績と同じ値を採用した。最終的に、観光客数の増加による観光収入の増加便益は表 13.2.11 に示すように算出された。

表 13.2.9 外国人とインドネシア人観光客の占める割合と一日当たりの支出額

	観光客1人あたりの支出額 (US\$/日)		外国人		インドネシア人		小計	
			人数	割合	人数	割合		
	外国人	インドネシア人	2005	1,312,294	71%	540,825		29%
2008	148.4	40.63	2006	1,391,449	67%	675,266	33%	2,066,715
2009	137.9	59.23	2007	1,902,542	70%	820,840	30%	2,723,382
2010	147.46	57.74	2008	1,942,046	74%	696,305	26%	2,638,351
平均	144.59	52.53	2009	1,966,833	76%	629,538	24%	2,596,371
			合計	8,515,164	72%	3,362,774	28%	11,877,938

(出典：Bali Tourism Statistic 2010, Bali in Figure 2010)

表 13.2.10 事業実施の有無によるチャンディダサ海岸への入込客数の推定

	チャンディダサ海岸への 年間の想定入込客数(人/年)		備考
	整備延長 3km	整備延長 5km	
(1)事業を実施しない場合 (Withoutケース)	445,665	585,095	表13.2.6より入込客数の延べ数
(2)事業を実施した場合 (Withケース)	512,515	672,859	増加率15%を想定 (サヌールと同程度を想定) (1)x1.15
事業効果による増加分	66,850	87,764	(2)-(1)

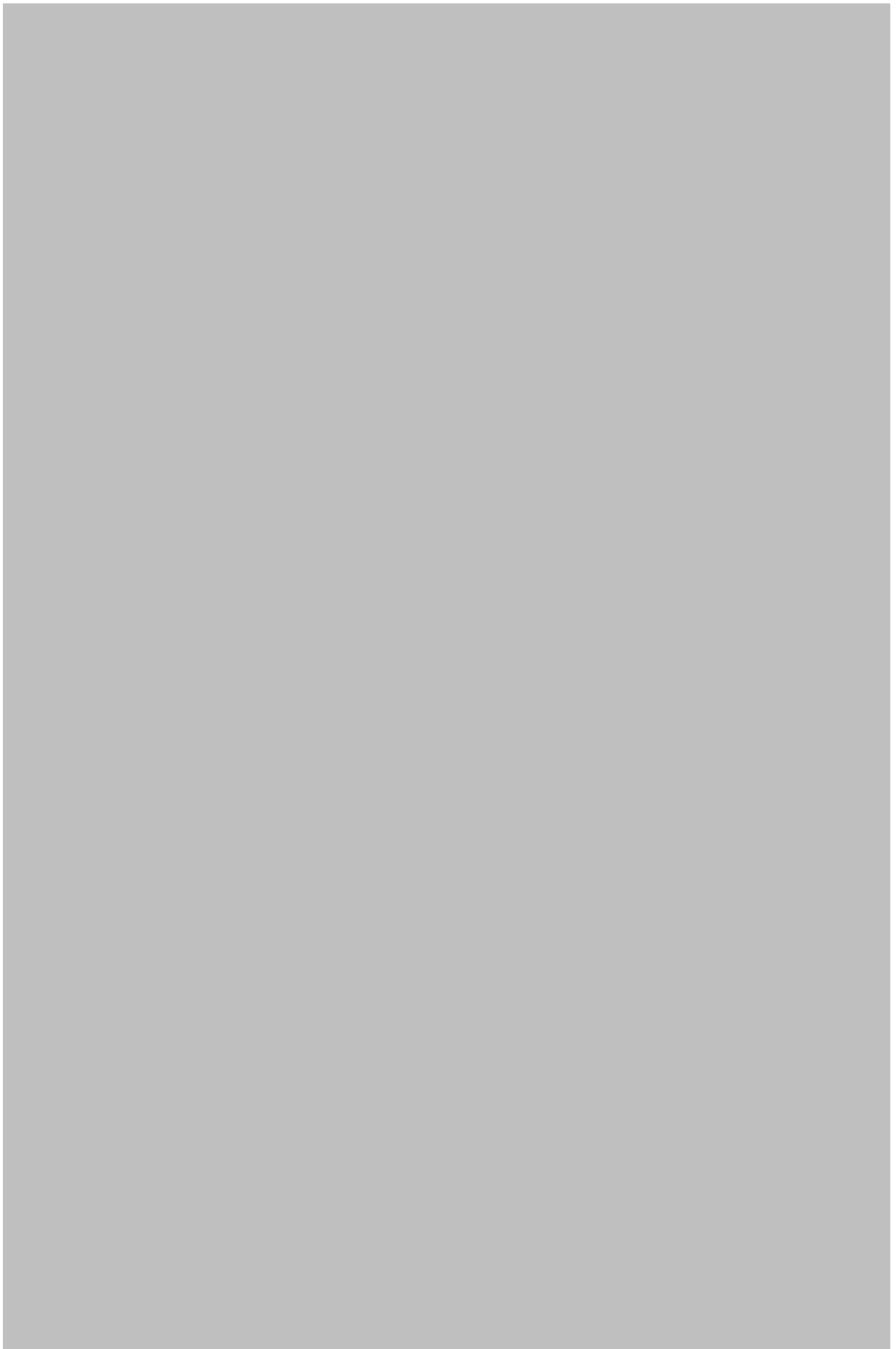
※人数は宿泊日数に対応した述べ人数で標記

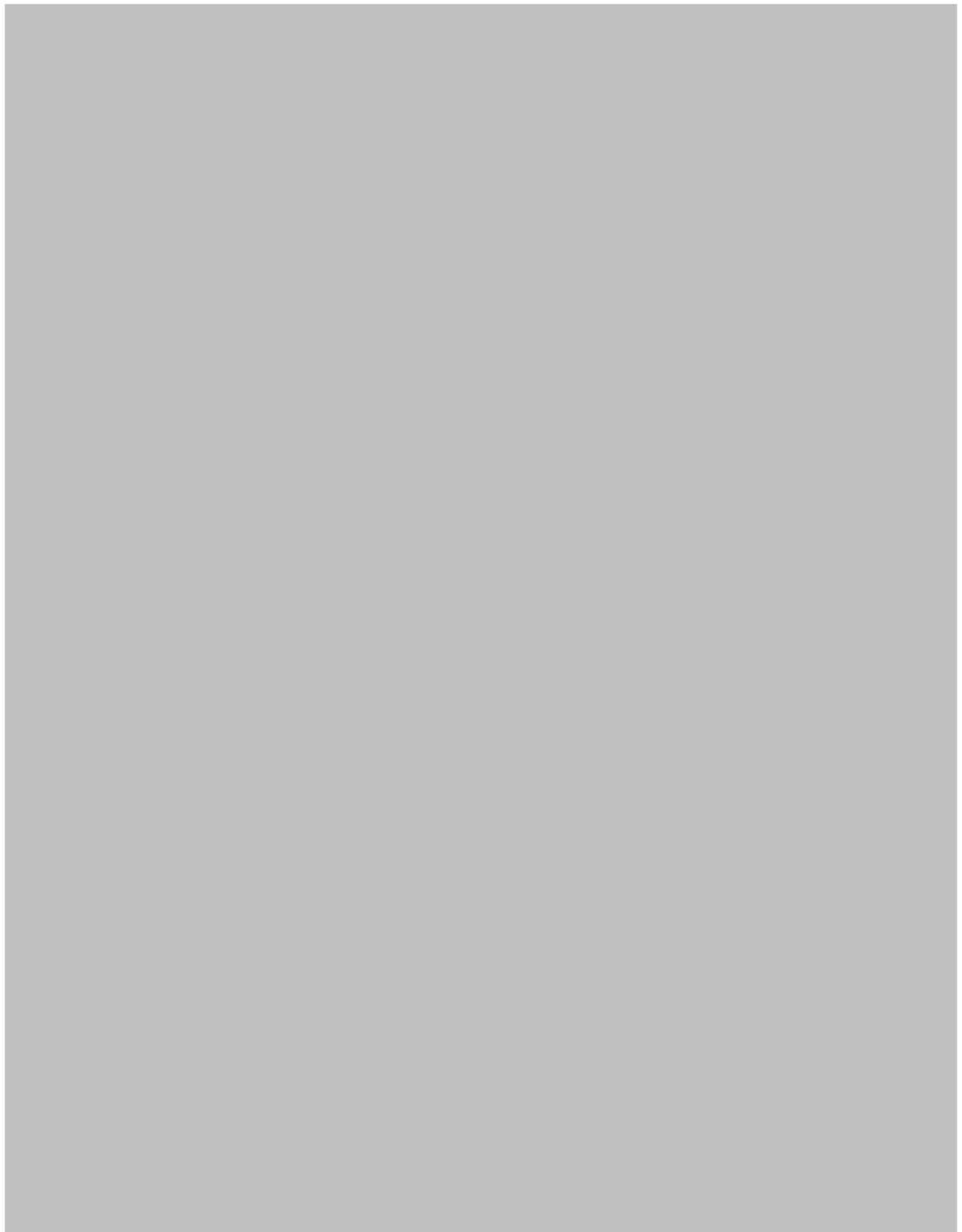
(出典: JICA 調査団)

表 13.2.11 観光収入の増加額

整備 延長	事業効果により想定される 観光客の年間の増加数 (2010年基準)			観光客1人あたりの支出額 (US\$/日)		支出の増加額 (1,000US\$/年)		
	全体	外国人	インドネシア人	外国人	インドネシア人	外国人	インドネシア人	全体
3km	66,850	48,132	18,718	144.59	52.53	6,959	983	7,942
5km	87,764	63,190	24,574	144.59	52.53	9,136	1,291	10,427

(出典: JICA 調査団)





(3) レギャン〜スミニャック; 便益額の算定

a) 便益算定

レギャン〜スミニャックの海岸保全事業による便益として以下の項目及び便益額の算定をおこなった。環境保全・レクリエーション便益としては、自然海浜の保全の重要性を検証する目的で海岸保全対策施設として離岸堤を採用した場合と養浜の場合の 2 ケースについて算定をおこなった。算定の詳細については以降に記載する。

- 侵食防止便益 : 2,298 (US\$1,000/年) [表 13.2.15 参照]
- 環境保全・レクリエーション便益 : 1,225 (US\$1,000/年) [表 13.2.18 参照]
- 観光収入の増加便益 : 7,432 (US\$1,000/年) [表 13.2.21 参照]

※環境保全・レクリエーション便益は養浜に対する算出額を示す

i) 侵食防止便益

クタの海岸の北側に位置するレギャン〜スミニャック海岸はバリで最も有名なリゾート海岸エリアの一つである。観光客はサーフィン、水泳、日光浴、散歩、風景観賞など様々な目的で本海岸を訪れる。また、本エリアは夕暮れ時の景観が非常に美しいことでも有名な地域である。本海岸の砂浜幅はもともとそれほど広くはなく、過去 28 年間で約 5m から 15m ほど侵食されている。本検討では海岸保全事業による効果の一つとして海岸侵食の防止を便益評価項目として設定した。当該便益の算定概要を表 13.2.15 に示す。

表 13. 2. 15 海岸侵食防止便益の算定

項目	算出値	備考
(1)期間	28 (years)	1982年~2010年
(2)平均侵食量	10 (m)	侵食量は5mから15mの範囲にある
(3)年間平均侵食量	0.4 (m/year)	(1)/(2)
(4)整備延長	3.85 (km)	-
(5)想定侵食面積	1,540 (m ² /year)	(3)x(4)x1000
(6)平均土地価額		
(7)土地の想定侵食被害額		

(出典: JICA 調査団)

ii) 環境保全およびレクリエーション効果

環境保全およびレクリエーション効果は CVM(仮想市場法、Contingent Valuation Method)法を用いて算定した。CVM 法とは生態系および環境に係る事業効果を経済価値(非利用価値)として評価するための手法である。CVM 法は、直接被験者に対してこれら事業に対してどれくらいお金を支払う価値があるかという支払意志額(WTP: Willingness to Pay)たずねる手法である。本検討では、レギャン〜スミニャック海岸の利用者を対象として当該地区の海岸保全事業に対する支払意志額についてアンケート調査をおこなった。アンケート票およびアンケート結果の概要については Appendix 13. 2. 1 に整理した。アンケート調査結果の概要については次頁以降に示す。

<アンケート調査の概要>

- 対象者：レギャン～スミニャック海岸で余暇を過ごしている外国人観光客
- 調査手法：JICA 調査団による対面式アンケート



写真 13.2.2 レギャン～スミニャックにおける対面式アンケートの様子

(出典：JICA 調査団)

- 海岸利用者数(推定)：レギャン～スミニャックの海岸近傍(概ね海岸から陸域に2km 以内の範囲)に位置するホテルの宿泊客数より海岸の利用客数を推定した(表 13.2.16)。
- アンケートのサンプル数：統計的信頼性を考慮し、所要のサンプル数として 96 票以上を設定した。サンプル数は一般に下式によって算出される。母数については、上記の海岸利用者数を準用した。

$$n \geq \frac{N}{\left(\frac{e}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1}$$

N	(母数)	: 114,315(人/滞在期間、年)
e	(要求精度)	: 0.10 (一般値として 0.05~0.10)
A	(信頼区間)	: 0.95 (一般値)
P	(母比率)	: 0.5 (一般値)
k	(要求精度に対応した係数)	: 1.96 (一般値)
n	(所要のサンプル数)	: 96 (算出値)

(出典：JICA 調査団)

表 13.2.16 海岸の利用者数(ホテルの宿泊客数より推定)

ホテル名称	等級	部屋数	1部屋あたりの宿泊客数	2010年				
				客室稼働率(%)	1日あたりの宿泊客数	年間の宿泊客数	滞在日数(日/人)	宿泊客数(人/滞在期間・年)
ALAM KUL-KUL HOTEL	4	80	2.1	81%	136	49,640	7.2	6,894
LEGIAN BEACH HOTEL	4	218	2.1	81%	371	135,415	7.2	18,808
HOTEL BALI MANDIRA	3	100	2.1	81%	170	62,050	7.2	8,618
HOTEL PADMA	5	406	2.1	81%	691	252,215	7.2	35,030
HOTEL JAYAKARTA	4	278	2.1	81%	473	172,645	7.2	23,978
HOTEL OBEROI	5B	75	2.1	81%	128	46,720	7.2	6,489
RESOR SEMINYAK	4	90	2.1	81%	153	55,845	7.2	7,756
THE LEGIAN	5	78	2.1	81%	133	48,545	7.2	6,742
Total	-	1,325	-	-	2,255	823,075	-	114,315

(出典：稼働率についてホテルより聞き取り調査をおこない JICA 調査団により算定)

- 支払意志額の調査結果：支払意志額の調査は、その額を各対象者に対し 2 回提示する手法を用いた(ダブルバウンド方式)。最初の質問では、10\$を提示しこれに対する支払意志を確認した。次の質問では、最初の質問に対し賛成した被験者に対しては 20\$を、賛成しなかった被験者に対しては 5\$を提示し支払意志を確認した。各金額における回答結果を下表に示す。

表 13. 2. 17 チャンディダサの海岸保全事業に対する支払意志のアンケート結果

意払い意志額の設定 (US\$)			調査結果				
T	TU	TL	YY	YN	NY	NN	Total
10	20	5	36	43	7	33	119

T: 1回目の提示額(Q4)

TU: 1回目の提示額の支払いに同意した場合の2回目の提示額(Q5-1).

TL: 1回目の提示額の支払いに同意しなかった場合の2回目の提示額(Q5-2).

YY: TおよびTUともに同意した人数

YN: Tに同意し、TUに同意しなかった人数

NY: Tに同意せず、TLに同意した人数

NN: TおよびTLどちらにも同意しなかった人数

(出典：JICA 調査団)

- 支払い意志額(WTP)の統計解析：支払意志額の統計解析には、当該解析に一般的によく用いられるワイブル分布(Weibull distribution)を用いて算定された。支払意志額の平均値は、図 13. 2. 5 の赤塗り部分の積分値(面積)として算出され、約 12 (US\$/人・滞在期間)と算定された。

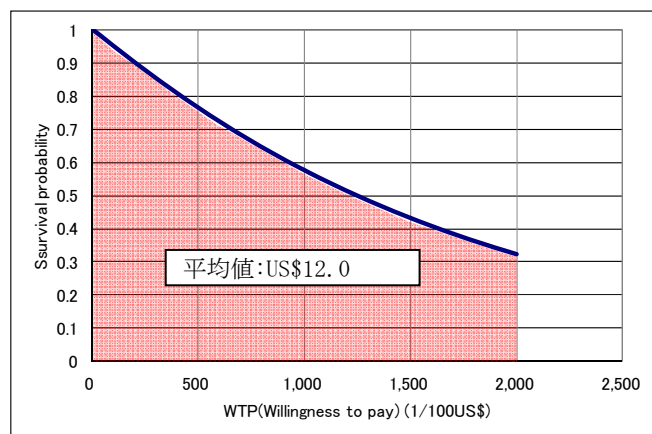


図 13. 2. 5 WTP の算定結果

(出典：JICA 調査団)

- 支払意志額の総計：レギャン～スミニャックにおける支払意志額の総計の算出結果を表 13. 2. 18 に示す。

表 13. 2. 18 支払意志額の総計

項目	算出値		備考
	離岸堤	養浜	
(1)レギャン～スミニャック海岸への入込客数	114,315 (人/滞在期間・年)	114,315 (人/滞在期間・年)	表13.2.16より
(2)海岸保全施設として離岸堤もしくは養浜を望む人の割合	8.5 (%)	91.5 (%)	アンケート結果より、 離岸堤が望ましい：8.5% 養浜が望ましい：91.5%
(3)支払意志額	12.0 (US\$/滞在期間)	12.0 (US\$/滞在期間)	図 13.2.5より
(4)支払意志額の総計	117 (1,000US\$/年)	1,255 (1,000US\$/年)	(1)x(2)/100x(3)/1,000

(出典：JICA 調査団)

iii) 観光収入の増加便益

海岸保全事業は対象海岸の環境・利用上の魅力・機能の向上に寄与する。したがって、レギャン～スミニャックでの海岸保全事業の実施により、本地区を訪れる観光客数の増加が期待される。また、これはフェーズ 1 事業の対象地区であった、サヌールやヌサドゥアでも同様の効果が確認されている。ここでは、観光客の増加に伴う観光収入の増加を海岸保全事業による効果の一つと評価し、便益額を算定する。

バリ島における外国人とインドネシア人観光客の占める割合と一日当たりの支出額について、表 13. 2. 19 に示す。また、表 13. 2. 15 で算出した観光客数より、事業の有無における観光客数を表 13. 2. 20 に示すように算出した。ここで、観光客数の伸び率は、現状のレギャン～スミニャック地区のホテル稼働率が比較的高水準で維持されている事を勘案し、フェーズ 1 の事業実施前段階ですでに有名な観光地であったヌサドゥア地区の実績と同じ値を採用した。最終的に、観光客数の増加による観光収入の増加便益は表 13. 2. 21 に示すように算出された。

表 13. 2. 19 外国人とインドネシア人観光客の占める割合と一日当たりの支出額

	観光客1人あたりの支出額 (US\$/日)		外国人		インドネシア人		小計
			人数	割合	人数	割合	
	外国人	インドネシア人					
2005			1,312,294	71%	540,825	29%	1,853,119
2006			1,391,449	67%	675,266	33%	2,066,715
2007			1,902,542	70%	820,840	30%	2,723,382
2008			1,942,046	74%	696,305	26%	2,638,351
2009			1,966,833	76%	629,538	24%	2,596,371
平均	148.4	40.63	8,515,164	72%	3,362,774	28%	11,877,938

(出典: Bali Tourism Statistic 2010, Bali in Figure 2010)

表 13. 2. 20 事業実施の有無によるレギャン～スミナック海岸への入込客数の推定

	レギャン～スミナック海岸への 年間の想定入込客数(人/年)	備考
(1)事業を実施しない場合 (Withoutケース)	823,075	表13.2.16より入込客数の延べ数
(2)事業を実施した場合 (Withケース)	885,629	増加率7.6%を想定 (ヌサドゥアと同程度を想定) (1)×1.076
事業効果による増加分	62,554	(2)-(1)

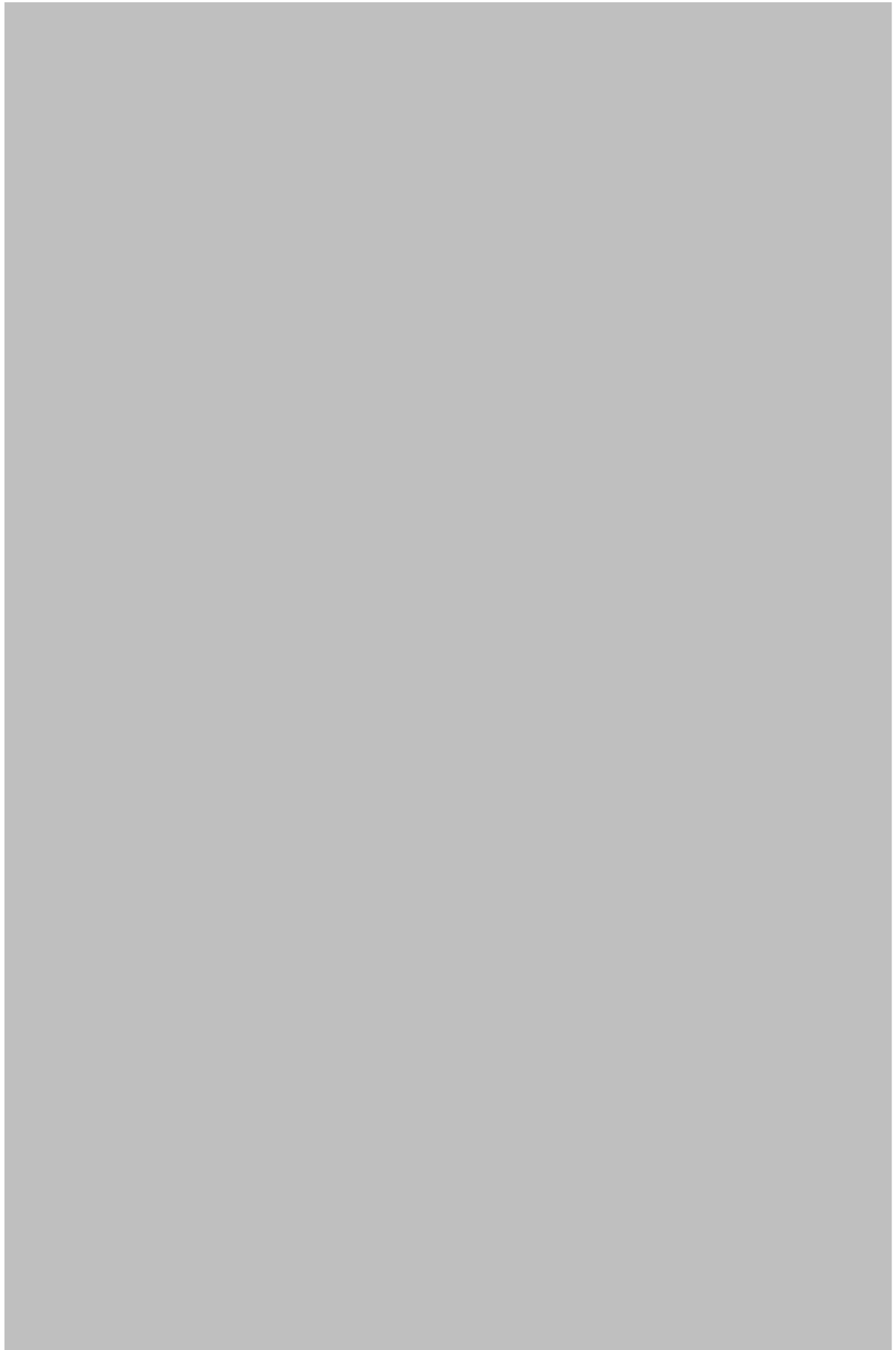
※人数は宿泊日数に対応した述べ人数で標記(出典:

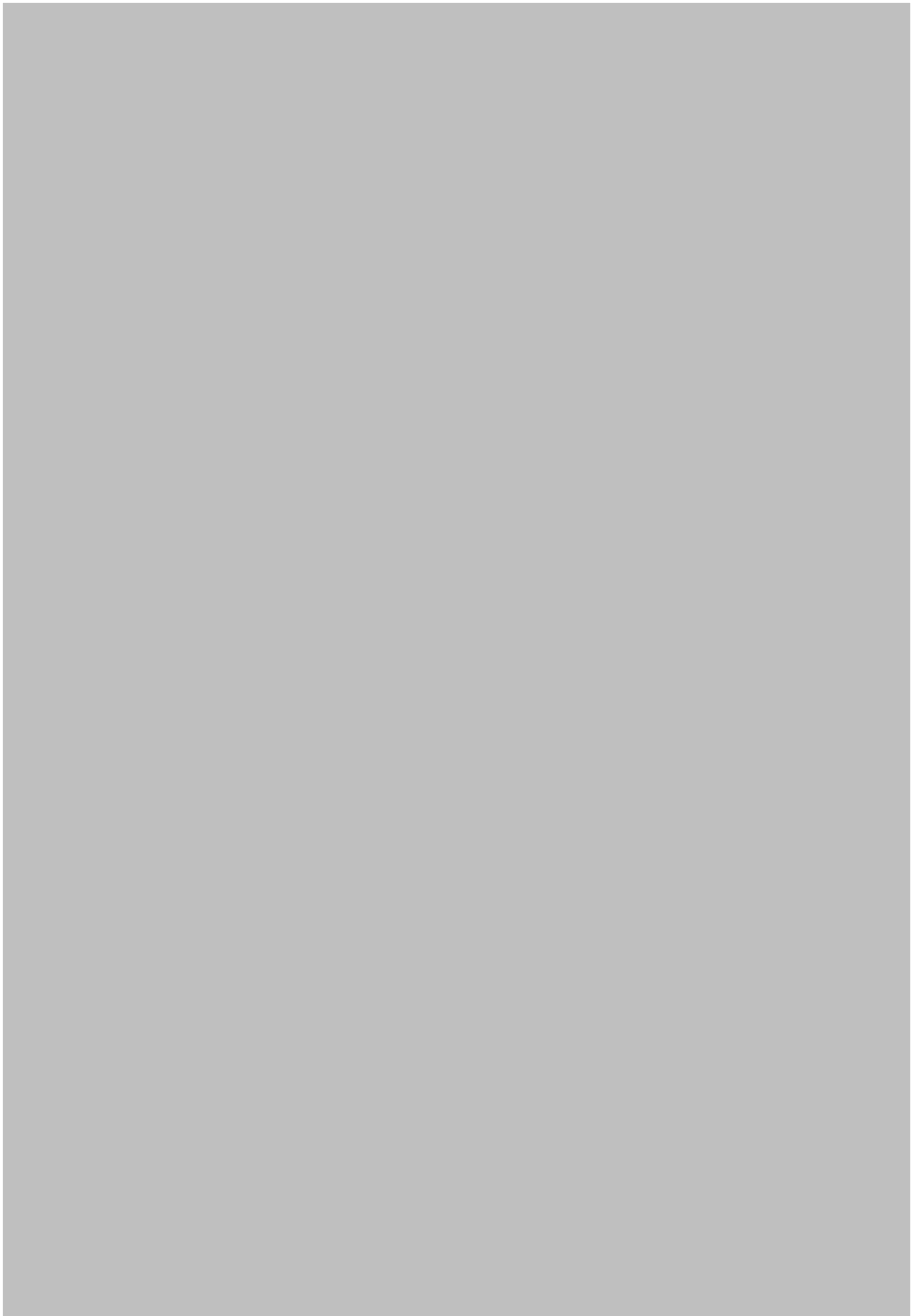
JICA 調査団)

表 13. 2. 21 観光収入の増加額

事業効果により想定される 観光客の年間の増加数 (2010年基準)			観光客1人あたりの支出額 (US\$/日)		支出の増加額 (1,000US\$/年)		
全体	外国人	インドネシア人	外国人	インドネシア人	外国人	インドネシア人	全体
62,554	45,039	17,515	144.59	52.53	6,512	920	7,432

(出典: JICA 調査団)





(4) クタ：便益額の算定

a) 便益算定

クタの海岸保全事業による便益として以下の項目及び便益額を算定した。クタにおける本事業はフェーズ1実施事業の改良事業としておこなわれる計画である。そのため、便益を計上する対象範囲として、現在侵食区被害が発生しているエリアに限定し、当初のフェーズ1との便益の2重計上とならないよう検討をおこなった。また、環境保全・レクリエーション便益については、フェーズ1事業と本事業の効果を区別して計上する事が困難であると考えられるため、算定の対象外とした。

- 侵食防止便益：4,964(US\$1,000/年) [表 13.2.25 参照]
- 観光収入の減少の防止効果：368(US\$1,000/年) [表 13.2.29 参照]

i) 侵食防止便益

フェーズ1事業におけるクタ海岸の整備は2008年に完了した。図13.2.6に事業(養浜)完了後の汀線変化を示す。事業実施後は全体的に汀線の後退が抑えられているものの、局所的に大幅な侵食が進行しているエリアもあることが確認できる。本検討では、この侵食が進行しているエリアに対してフェーズ2事業による侵食防止便益を算定した。算定概要を表13.2.25に示す。

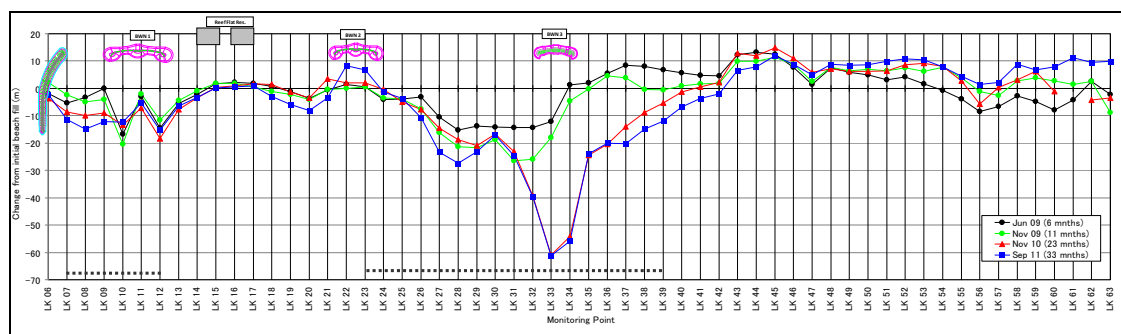


図 13.2.6 クタ海岸における 2008 年から 2011 年にかけての汀線変化

(出典：JICA 調査団)

表 13.2.25 侵食防止便益の算定

項目	算出値	備考
(1)期間	2.75 (years)	2008年12月～2011年9月(33ヵ月間)
(2)対象域の海岸面積の変化量 (侵食を正とする)	15,600 (m ²)	砂止め堤からAlam Kul-Kul(K1~K5)まで 堆積面積: 9,200m ² 侵食面積: 24,800m ²
(3)年間平均侵食量		
(4)平均土地価額		
(5)土地の想定侵食被害額		

(出典：JICA 調査団)

ii) 観光収入の減少の防止効果

図 13.2.7 にクタ海岸域におけるホテルの位置と稼働率の変化を示す。なお、ホテルについてはヒアリングにより近年の客室稼働率の変化が分かったもののみ掲載している。本図より、フェーズ 1 事業により汀線が安定傾向にあるエリアに位置するホテル(水色枠)の客室稼働率は事業が完了した 2008 年以降増加もしくは安定傾向にあるものの、前面の砂浜で大幅な侵食が発生しているエリアに位置するホテルでは稼働率がやや減少している事が分かる。本検討では、この侵食域においては、今後海岸保全対策をおこなわなかった場合、前面の砂浜が侵食され砂浜の魅力が失われることで、背後に位置するホテルの客室稼働率も現在の傾向のまま減少すると想定する。一方、事業を実施した場合には、海岸侵食が防止されることから、現状以上の客室稼働率の減少は防止できると想定した。これらの想定のもと、観光客数の減少の防止効果を算出した。

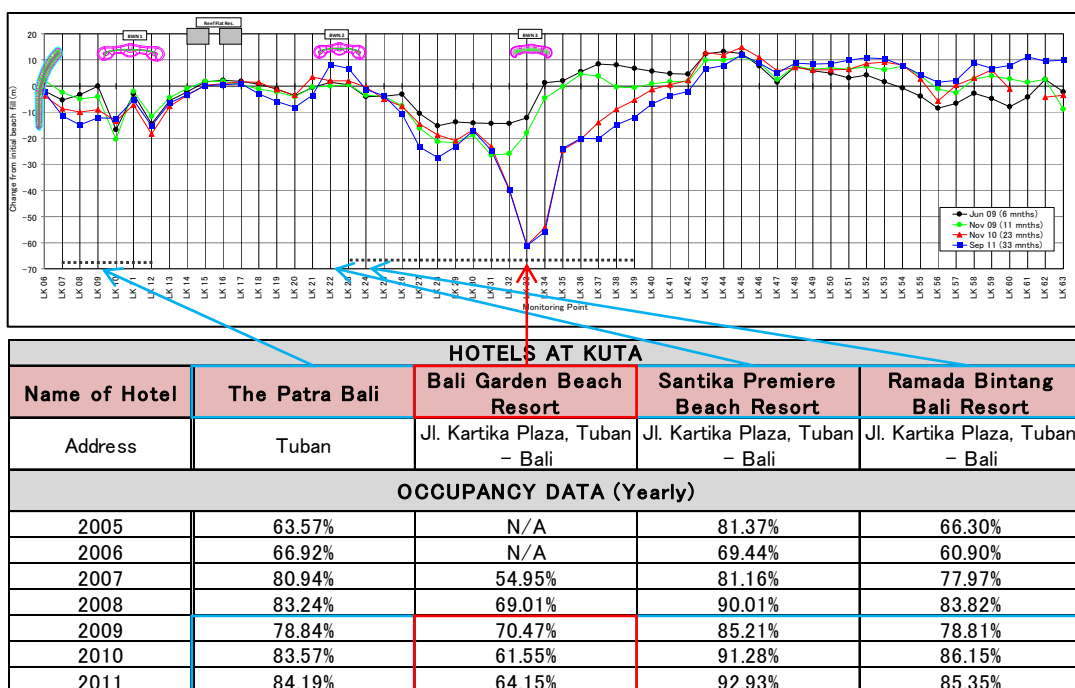


図 13.2.7 クタにおけるホテル位置および稼働率の変化

(出典：JICA 調査団)

バリ島における外国人とインドネシア人観光客の占める割合と一日当たりの支出額について、表 13.2.26 に示す。また、表 13.2.27 で算出した観光客数より、事業の有無における観光客数を表 13.2.28 に示すように算出した。最終的に、観光収入の減少の防止額を 13.2.29 に示すように算出した。

表 13.2.26 外国人とインドネシア人観光客の占める割合と一日当たりの支出額

	観光客1人あたりの支出額 (US\$/日)		外国人		インドネシア人		小計	
			人数	割合	人数	割合		
	外国人	インドネシア人						
2008	148.4	40.63	2005	1,312,294	71%	540,825	29%	1,853,119
2009	137.9	59.23	2006	1,391,449	67%	675,266	33%	2,066,715
2010	147.46	57.74	2007	1,902,542	70%	820,840	30%	2,723,382
平均	144.59	52.53	2008	1,942,046	74%	696,305	26%	2,638,351
			2009	1,966,833	76%	629,538	24%	2,596,371
			合計	8,515,164	72%	3,362,774	28%	11,877,938

(出典: Bali Tourism Statistic 2010, Bali in Figure 2010)

表 13.2.27 クタ海岸の侵食域における入込客数の推定

ホテル名称	等級	部屋数	1部屋あたりの宿泊客数	2010年				
				客室稼働率(%)	1日あたりの宿泊客数	年間の宿泊客数	滞在日数(日/人)	宿泊客数(人/滞在期間・年)
BALI GARDEN	4	143	2.0	64%	183	66,795	3.8	17,578
Total	-	143	-	-	183	66,795	-	17,578

(出典: JICA 調査団)

表 13.2.28 事業実施の有無によるクタ海岸侵食域への入込客数の推定

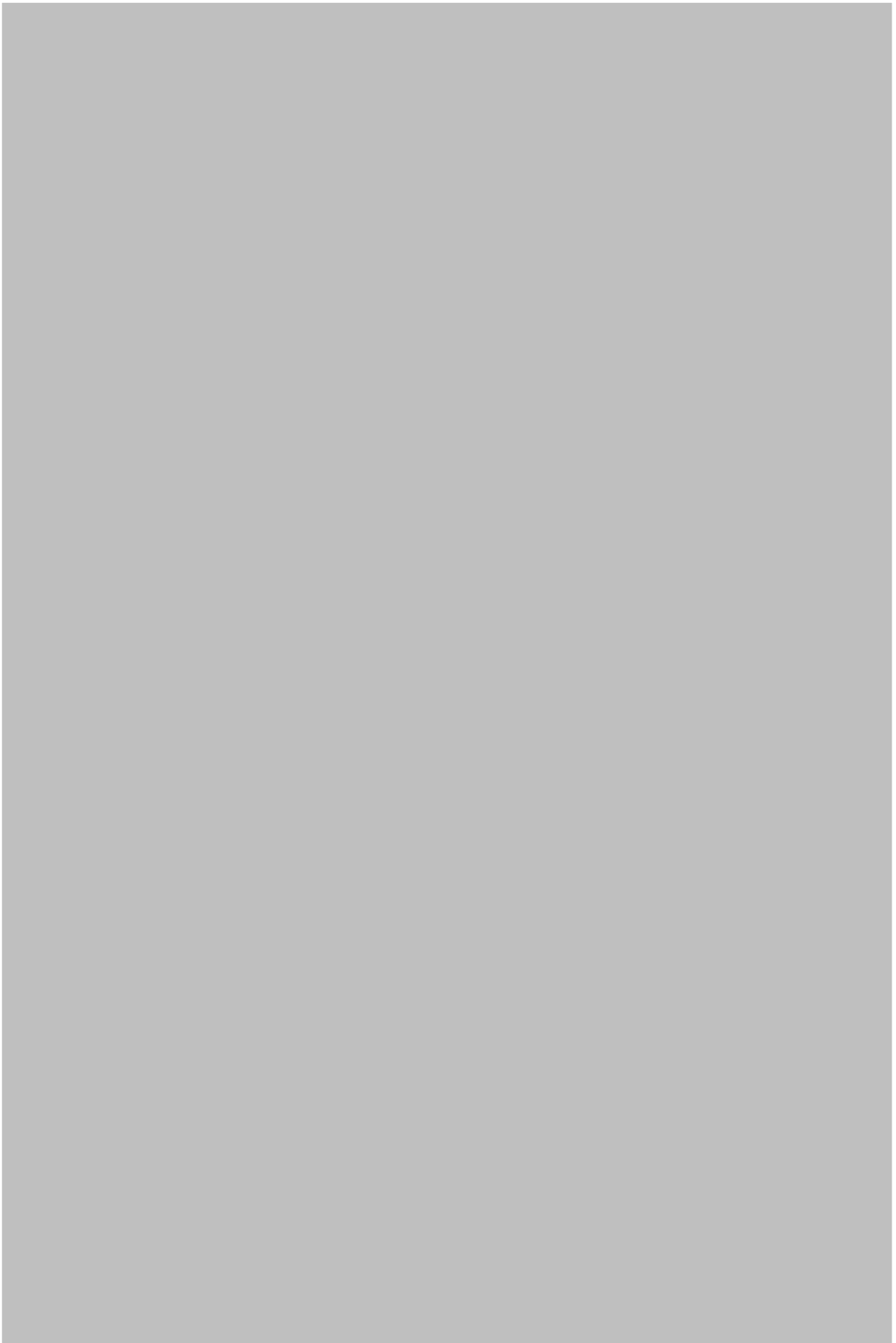
	クタ海岸の侵食域近傍の 年間の想定入込客数(人/年)	備考
(1)事業を実施しない場合 (Withoutケース)	63,789	減少率4.5%を想定 (Bali Gardenホテルにおける2009年から2011 年の稼働率の減少傾向より) (2)×(1-0.045)
(2)事業を実施した場合 (Withケース)	66,795	表13.2.27より入込客数の延べ数
事業効果による増加分	3,006	(2)-(1)

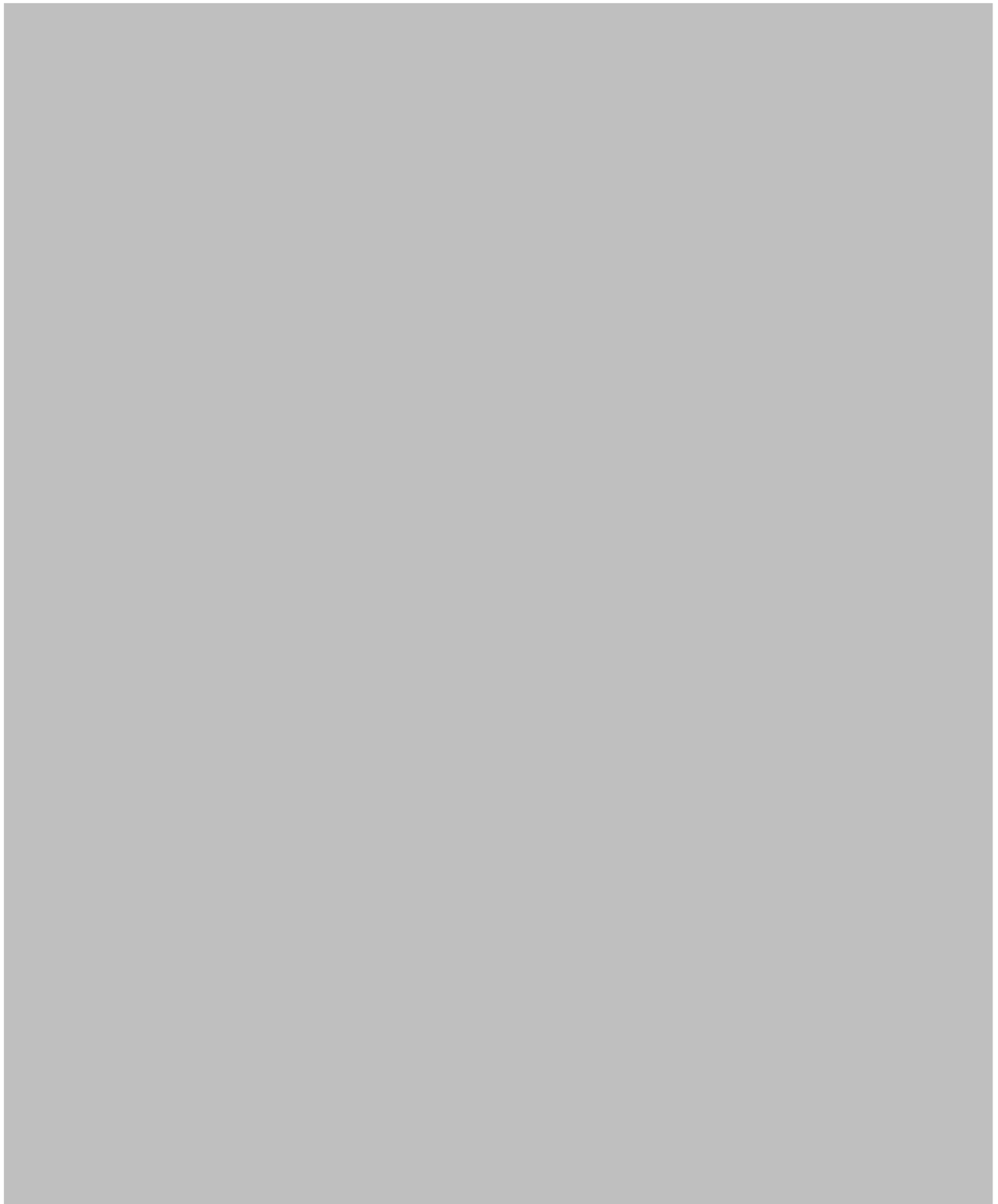
(出典: JICA 調査団)

表 13.2.29 観光収入の減少の抑止額

事業効果による観光客数の 減少の防止 (2010年基準)			観光客1人あたりの支出額 (US\$/日)		支出の減少の防止額 (1,000US\$/年)		
全体	外国人	インドネシア人	外国人	インドネシア人	外国人	インドネシア人	全体
3,006	2,164	842	147.46	57.74	319	49	368

(出典: JICA 調査団)







13.3 運用効果指標の設定

一般に、運用効果指標は事業の実施状況を図る指標であり、一方効果指標は事業によりもたらされた結果を評価するために用いられる指標である。言い換えると、両指標とも、事業効果を図る指標であると考えられる。本検討では、事業効果は便益額として定量的に評価されていることから、これら便益算定に用いられた検討条件そのものを運用効果指標として捉える事ができると考えられる。さらに、本検討では定量的評価が困難であるため評価対象としていないが、本事業の公共海岸に与える効果も運用効果指標として設定することも可能であると考えられる。以上を踏まえ本検討では、各対象海岸において表 13.3.1 に示すような運用効果指標を設定した。

表 13.3.1 運用効果指標

指標の種類		対象地区	現在 (2012 年)	事業完了の 3 年後 (2021 年)	モニタリング ・確認方法
運用指標 1	養浜砂の歩留り	チャンディダサ	-	5～10%*	航空写真等による汀線比較の実施
		レギャン～スミニャック	-	10～15%*	
		クタ	-	5～10%*	
運用指標 2	護岸による侵食防止	チャンディダサ	一部地域において侵食が陸域まで進行している	護岸により侵食が完全に防止される	定期的な現地状況確認の実施
運用指標 3	護岸による局所的な越波の防護	チャンディダサ	月 4～5 回の頻度で越波が発生	ほぼ越波が発生しなくなる	プロジェクトエリアのホテルに対し定期的なヒアリングを実施
効果指標 1 (プライベートビーチエリア)	プロジェクトエリア近傍のホテルの客室稼働率の上昇	チャンディダサ	70%以下	80%以上	プロジェクトエリアのホテルに対し定期的なヒアリングを実施
		レギャン～スミニャック	80%以下	85%以上	
	プロジェクトエリア(現状の侵食域)におけるホテルの客室稼働率の減少の防止(現状維持)	クタ	65%以下	70%以上	
効果指標 2 (パブリックビーチエリア)	プロジェクトエリア周辺における駐車場料金の収入の増加	チャンディダサ	-	現状より 10%* 程度増加	各県に対し定期的なヒアリングの実施
		レギャン～スミニャック	-	現状より 10%* 程度増加	
	プロジェクトエリア(現状の侵食域)における、駐車場料金の収入の減少の防止	クタ	-	現状より減少しない	

* フェーズ 1 事業で実際に確認された増加量より設定

(出典: JICA 調査団)

第14章 環境社会配慮

14.1 環境社会配慮の概要

(1) 目的

環境社会配慮の目的は、計画されている事業を実施するにあたり事業対象地区とその周辺への事業影響を予測し、可能であればその回避策を提言し、回避できない場合は影響の低減対策を提言する。本件調査において対象となる事業は次の通りである。1) 南西海岸における養浜事業；2) チャンディダサにおける養浜、遊歩道、および可能な箇所における護岸後退（セットバック）と上記2海岸沖における砂の浚渫工事。

(2) 実施要領

本項は、以下の細項目に別けて検討した。

- 関連する法令、行政組織
- 対象となる事業の概要と地域特性
- 対象となる2地域の事業の影響の予測
- 上記を踏まえた緩和策の提案、モニタリング計画の提案

(3) 調査結果

上記環境社会配慮の検討結果は以下の通りである。

- チャンディダサと南西海岸を対象とした双方の現海岸保全計画事業に対し、環境影響評価（AMDAL）の実施が、バリ州政府から求められている。
- 双方の対象海岸及びその周辺に生物環境の保護地域は存在しない。
- 双方の事業計画は地域住民等ステークホルダーの大きな期待と賛同を得ている。
- 非自発的住民移転と付随する土地取得は双方の海岸において発生せず、実施の必要性はない。民間の観光事業者（ホテルやヴィラの経営者）と本件事業者の間で護岸後退（セットバック）の合意が得られた場合の土地の補償は、他のフェーズ1海岸背後の土地所有者の護岸後退時の合意と同様に、公平を期すという観点からなされるべきではない。
- 主要な環境影響は、浚渫と養浜に伴う周辺海水の濁度の上昇である。特にチャンディダサにおいては、部分的にサンゴが付着している人工構造物があるため、養浜の実施にあたっては適正な対処方法を検討する必要がある。

14.2 環境影響評価に関する法令と実施体制

(1) インドネシアのEIA 実施手順

インドネシアの環境影響評価のフローは 2012 年の法律第 27 号環境許可証 (Environmental Permit) によれば図 14.2.1. に示す通りである。

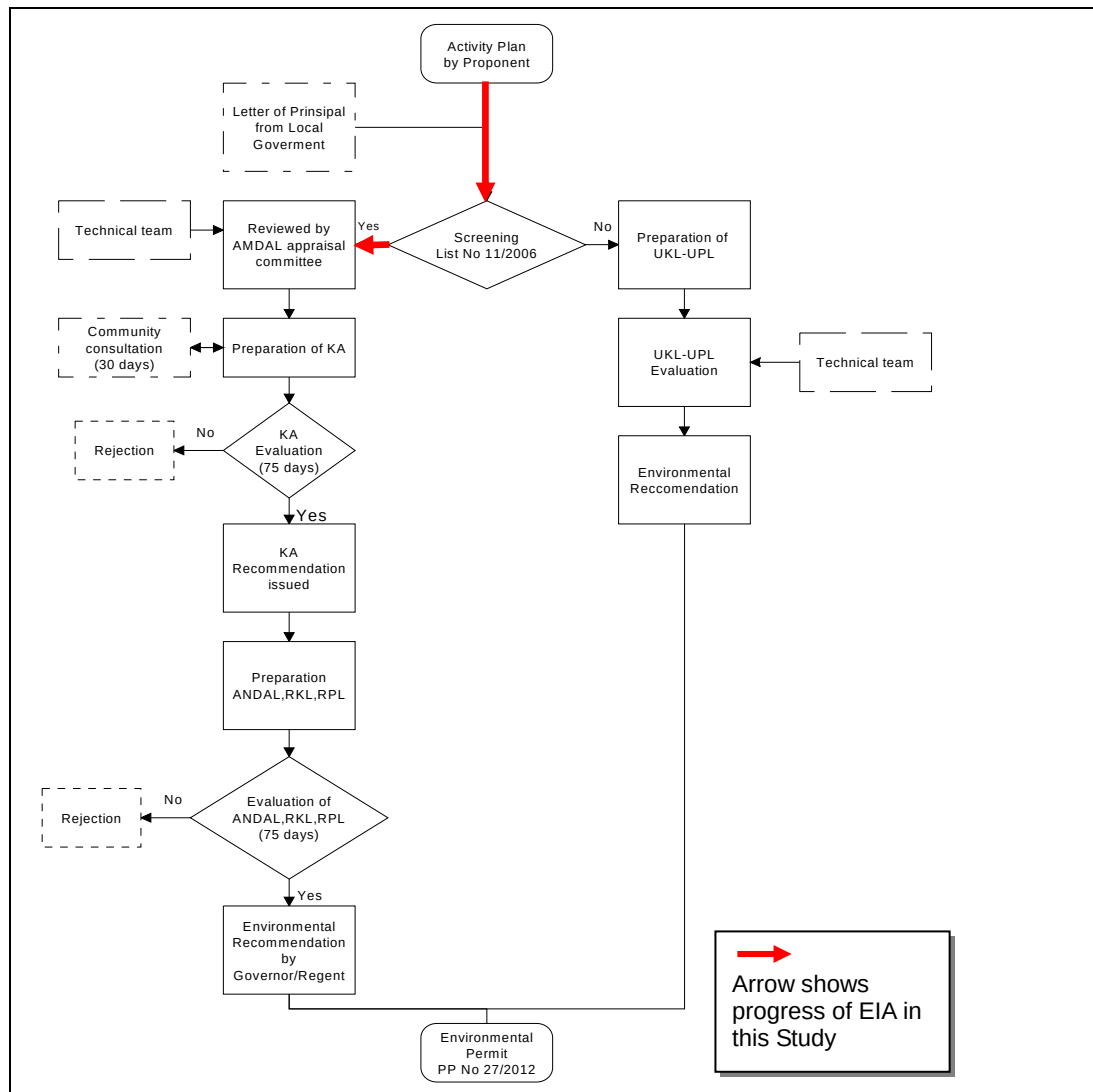


図 14.2.1 インドネシアのEIA 実施手順

(出典: Environment Permit No. 27/2012)

法律 2006 年第 11 号(表 14.2.1) およびバリ州環境局(BLH) 責任者によれば、JICA 調査団の提案しているチャンディダサと南西海岸の双方における海岸保全事業について、インドネシア政府の環境影響評価プロセス(EIA/AMDAL)を実施する必要がある。

なお関連する法令は、EIAの認可が政府間の借款協定策定(L/A)以前に必要なかどうかについて明確な言及がない。関連する法令の名称は以下の通りである。国家開発庁令 No. 4/2011(借款事業と無償事業の計画、提出、提案、承認、モニタリング、評価)、政令 No. 27/2012(環境許可証)。調査団のヒアリングによる国家開発庁の上記についての認識は「環境影響評価はL/A時には実施されている必要がある」ということであった。

表 14.2.1 環境省令 2006 年第 11 号(付表 I)

環境影響評価を実施する必要性のある工種と行為(抜粋)

NO.	工種	規模	特記事項
4.	a. 当初の浚渫 - 体積	$\geq 500,000 \text{ m}^3$	流況の変化、生態への影響、水深の変更、 (河川と海洋の)自然環境の機能、生産量 の変化、水運等に対して影響を及ぼす行為
	b. 河川または海洋の水路 を標記の分量浚渫する とき、またはサンゴ、岩盤を 開削するとき	すべての堆積	
5.	港の建設 c. 護岸と/または消波工 - 延長	$\geq 200 \text{ m}$	排出による影響、交通障害、アクセス不良、 騒音、振動、景観の阻害、生態、社会への 影響、安全性への影響等も含む
6.	干拓 - 幅 - 体積	$\geq 25 \text{ ha}$ $\geq 500,000 \text{ m}^3$	流況の変化、海流の変化、社会への影響、 生態への影響、汀線の変化、地盤の不安定 化、交通への影響、自然の物理的な機能の 阻害
7.	海岸への投入 - 体積 - 範囲	$\geq 500,000 \text{ m}^3$ $\geq 5 \text{ ha}$	生態系および流況、景観への影響

(出典：環境省令 2006 年第 11 号)

付表 II
保護区域一覧

法律第 24 号/1992 年、第 7 項 (1)空間管理、政令第 47 号/1997 年；政令第 47 号、1997 年 国家空間計画；および大統領令第 32 号/1990 年 第 37 条 保護地区管理に示す保護地区は下記の通りである。

1. 保護指定された森林区域
2. マングローブ林
3. 水源涵養地区
4. 海岸周辺
5. 河川周辺
6. 湖／貯水池周辺
7. オアシス周辺
8. 自然保護地域（野生生物、保護動物、観光林地、生物多様性保護地域、生物退避区域）
9. 海洋保全区域その他（海洋航路、陸上交通、海岸区域、河口、サンゴ礁、特殊性のある生物を擁する島嶼地域）
10. マングローブ林周辺
11. 国立公園
12. 大規模森林公園
13. グリーンツーリズム地区

(出典：環境省令 2006 年第 11 号)

本調査で提案された事業の環境影響評価を実施する関係機関および実施要領の概要は以下の通りである。

事業実施者：公共事業省/ バリ流域管理事務所 (Bali-Penida River Regional Bureau : BWS-BP)

環境影響評価書評価者：バリ州環境局 (Environmental Agency of Bali Province : BLH) が担当する、とのコメントを州政府責任者から得ている。県レベル (チャンディダサの場合はカラガサム県、南西海岸の場合はバドゥン県) にも環境影響評価審査担当部署があり、法的には審査が可能である。

住民との協議：法的には、ステークホルダー会議は環境影響評価準備書 (TOR for EIA/KA-ANDAL) を作成する段階で一回開催する必要がある。このとき 30 日間の縦覧期間が必要である。実際にはセットバックを行う際は、AMDAL の準備プロセスとは別に、地権者や漁業者等ステークホルダーと十分な協議を行う必要がある。

全体の必要期間：バリ州が審査をする場合は、環境影響評価の必要期間 (審査請求開始から環境許可証の発給まで) として、内容の複雑さに応じて 3～6 ヶ月が必要である。県が審査する場合は若干審査期間が短縮できることが知られている。

環境影響評価書作成者：環境影響評価書は「イ」国環境省が認定した環境影響評価者としての法的資格を持つ技術者が作成する必要がある。

また本計画の事業者ならびに関係者はインドネシア国と JICA 環境社会配慮ガイドラインには表 14.2.2 に示した通り、多くの相違点があることを認識しておく必要がある。

インドネシア政府は円借款ベースで本事業を実施しようとする場合には JICA ガイドラインに則り事業を実施する必要がある。

表 14.2.2 インドネシアの EIA 実施要領と JICA ガイドラインの乖離

項 目	インドネシアの法制度	JICA ガイドライン
EIA 認可の有効期間	3 年間	言及なし(ガイドラインは当該国における有効な認可を要求する)
EIA が必要な事業/カテゴリ分類	対象となる事業は環境省令第 11 号/2006 年の Appendix 1 と Appendix 2 に示されている。 ※上記によれば本調査において提案されている事業内容はチャンディダサ、南西海岸ともに、EIA が必要である。	カテゴリ分類に関する明確な区分けはなく、各対象事業について総合的に判断される。カテゴリ A 事業は EIA レベルの環境社会配慮が実施される。
事業実施前及び実施後の条件等	法律第 27 号 2012 年によれば環境許可書(Environmental Permit)の取得が AMDAL の承認とともに必要となった。環境許可書維持のためには事業者が環境管理計画(RKL)及び環境モニタリング計画(RPL)に記載してある事項の実施を求められる。不履行は同許可書の喪失、ひいては操業許可の停止につながる。	円借款事業の場合、事業者はカテゴリ A 事業の場合は EIA 報告書を作成する必要がある。大規模な非自発的住民移転を伴う場合は住民移転計画(RAP)を策定する必要がある。また先住民への配慮が必要な場合は先住民計画(IPP)の策定も必要となり、モニタリング報告書の JICA への提出が求められる。
公聴会の実施	法律第 27 号 2012 年によれば公聴会の開催は必須である。時期と回数は EIA 準備書(KA-ANDAL)の策定時に 1 回である。	カテゴリ A 事業に関しては公聴会の開催は必須である。開催時期は、可能な限り早い段階から実施するよう奨励される。 地元住民等のステークホルダーは事業実施前や実施中の協議への参画が求められる。特に、事業実施前の下記段階。 ➤ EIA 準備書策定時 ➤ 最終報告書案策定時
住民移転	国土庁令第 3 号/2007 年(大統領令第 36 号/2005 年(土地取得プロセス)の施行令)に住民移転の実施要領が示されている。しかし、住民移転についての記述はなく、詳細についての定めはない。	JICA ガイドラインは世銀の OP4.12 を参照するよう、記載がある。 ➤ 事業によって影響を受ける住民(PAP)は金銭補償もしくは事業者が策定する移転計画等の選択の権利が与えられる必要がある。 ➤ PAP は土地、建物、その他不動産の他、新たな収入源の確保、移転費用の提供、職業訓練等の支援を受け、事業前の水準と同等かそれ以上の生活が確保されなければならない。 ただし、世銀の OP4.12 は「担当者の業務実施上の参考(ガイドライン)」として整理されており、上記を必ずしも完遂を担保するものではない。
土地取得	PAP のうち、正規の土地・建物の所有者に対してはその不動産に対し、再取得価格に基づく補償が支払われる。	補償金の支払い対象者には以下も含まれる。非正規の土地所有者に対しても、正当な理由がある場合の申し入れに対しては当該国の法律により補償を受けられるように配慮するか、その権利は移転計画策定時に認められるようにする。

(出典：JICA 調査団)

(2) 空間計画

空間計画は「イ」国の土地利用に関する法定計画であり、空間計画に定められた土地利用（法律 No. 24/1992 第 7 条、空間管理、および政令 No. 47/1997 国家空間計画）以外の土地利用は違法となるため、調査団の提案する事業内容が上記空間計画に合致していることが求められる。

a) バリ州空間計画（2009-2029）

本フェーズ-II の調査で新規に選択された海岸はチャンディダサと南西海岸の二か所であるが、これらの地区はバリ州の空間計画において以下の通りの指定がある。「海岸および島嶼保全区域」、「観光区域」、「戦略的観光区域」。先に実施されたフェーズ-I で対象となったサヌール、クタ、ヌサドゥア海岸もほぼ同様の指定状況下にある（表 14.2.3、図 14.2.2）。

表 14.2.3 バリ州空間計画（2009-2029）

フェーズ区分	事業対象地域	バリ州の空間計画による指定の有無		
		海岸と小規模の島嶼保全区域	観光区域	戦略的観光区域
BBCP-II (フェーズ II)	チャンディダサ	✓	✓	✓
	クタ-レギャン-スミニャック	✓	✓	✓
BBCP-I (フェーズ I)	クタ	✓	✓	✓
	サヌール	✓	✓	✓
	ヌサドゥア	-	✓	✓

(出典：バリ州空間計画から作成)

上記「海岸および島嶼保全区域」の意味するところは、生物生息環境の保全区域ではなく、「海岸保全」であり、観光資源としての海岸特性を積極的に維持することによる持続的な観光利用を意味している。したがって養浜事業等を排除するような性格の指定とはなっていない。

バリ州環境局（Ir Komang Ardana 環境委員会委員長）は、現在 JICA 調査団が提案している事業は公共の海岸保全が目的であり、バリ州空間計画と何ら齟齬はない、との見解を示している（JICA 調査団ヒアリング）。

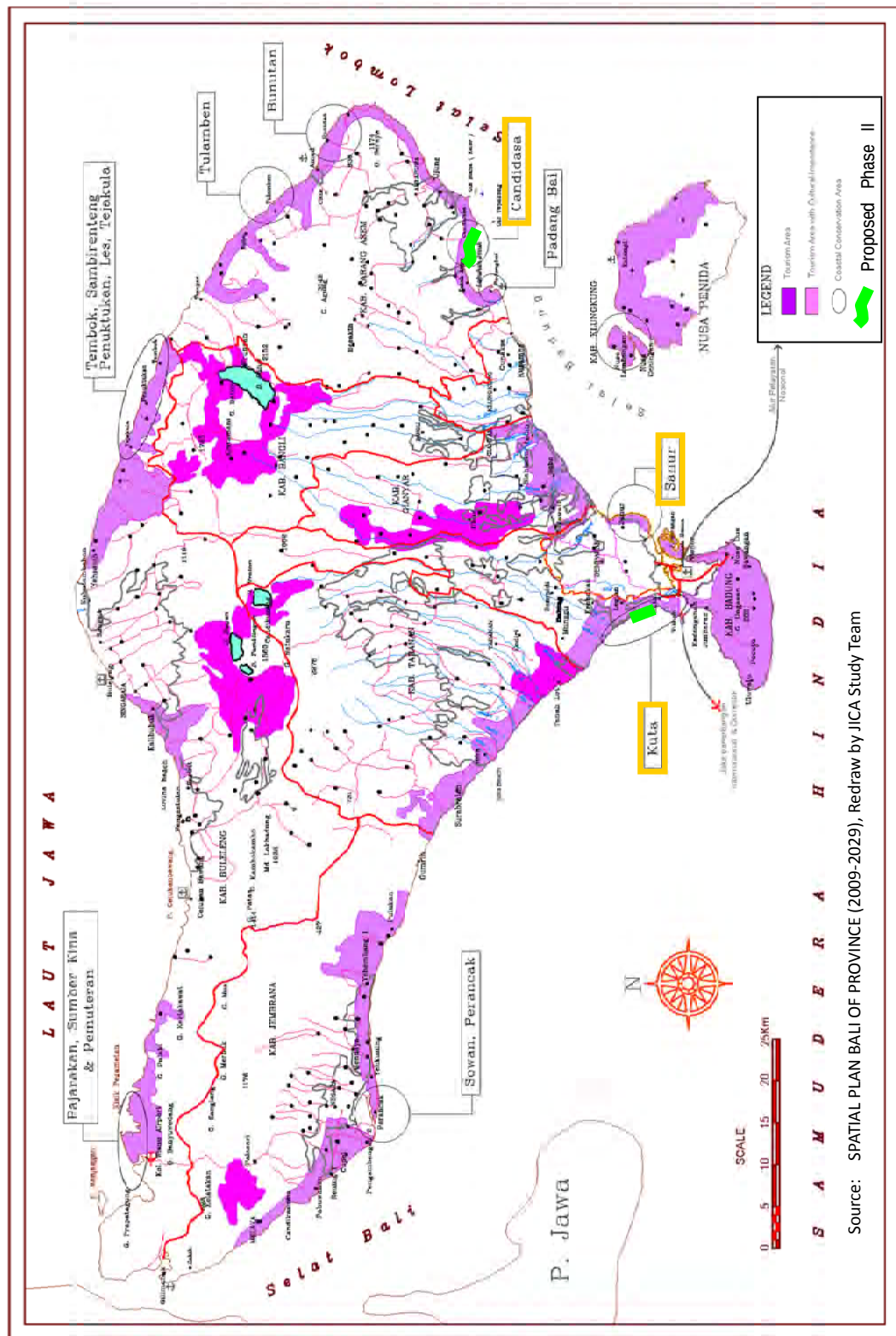


図 14.2.2 バリ州の空間計画(観光および海岸保全区域)

(出典: バリ州空間計画 2009-2029、JICA 調査団により編集)

b) カラガサム県空間計画

[対象海岸域の指定状況]

カラガサム県の空間計画はバリ州空間計画を踏まえ、より詳細な空間計画を策定したものである。チャンディダサ地域の計画を同県の空間計画から抜粋したものが図 14.2.3 (対象海岸東側) および 図 14.2.4 (同西側) である。

計画対象地域の空間計画を列举すると以下の通りである。

- 観光施設
- 漁船係留
- 海浜の創出と海岸に沿った遊歩道
- 公共エリア

[土地利用]

調査団が提案しているチャンディダサにおける海岸保全計画は、カラガサム県の法定計画とほぼ一致している。カラガサム県開発計画部 Mr Budiayasa 部長によれば、同県の空間計画はその策定時にバリ州の空間計画担当部署と調整の下で策定されており、同州の空間計画も整合が取れているという。

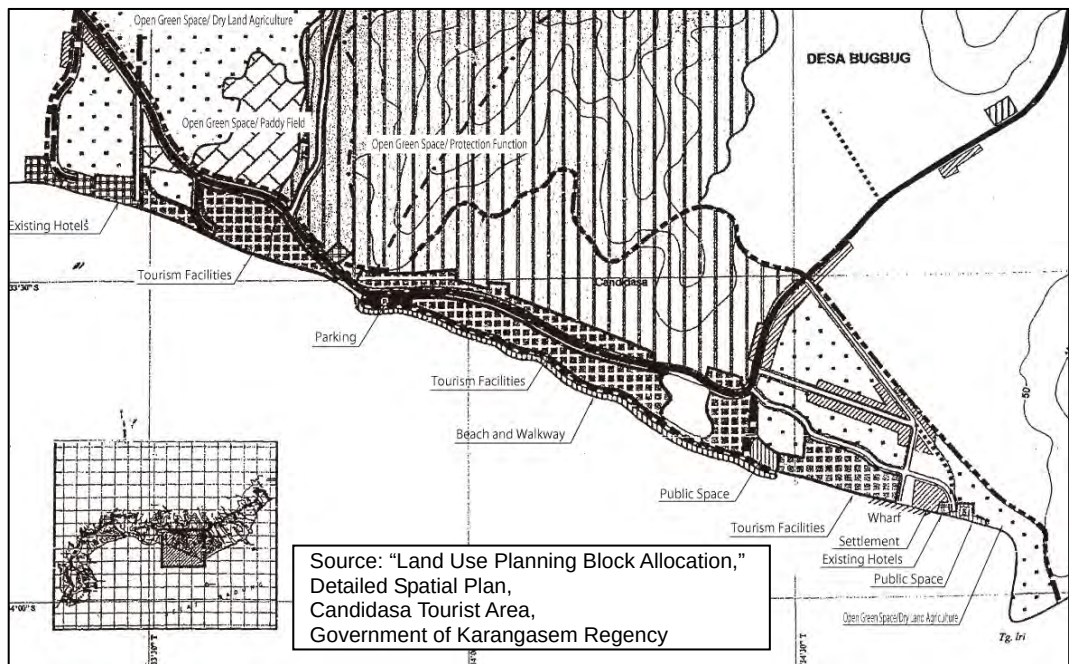


図 14.2.3 カラガサム県 チャンディダサ（東部）付近の空間計画

(出典: "Land Use Planning Block Allocation," Detailed Spatial Plan, チャンディダサ Tourist Area, Government of Karangasem Regency)

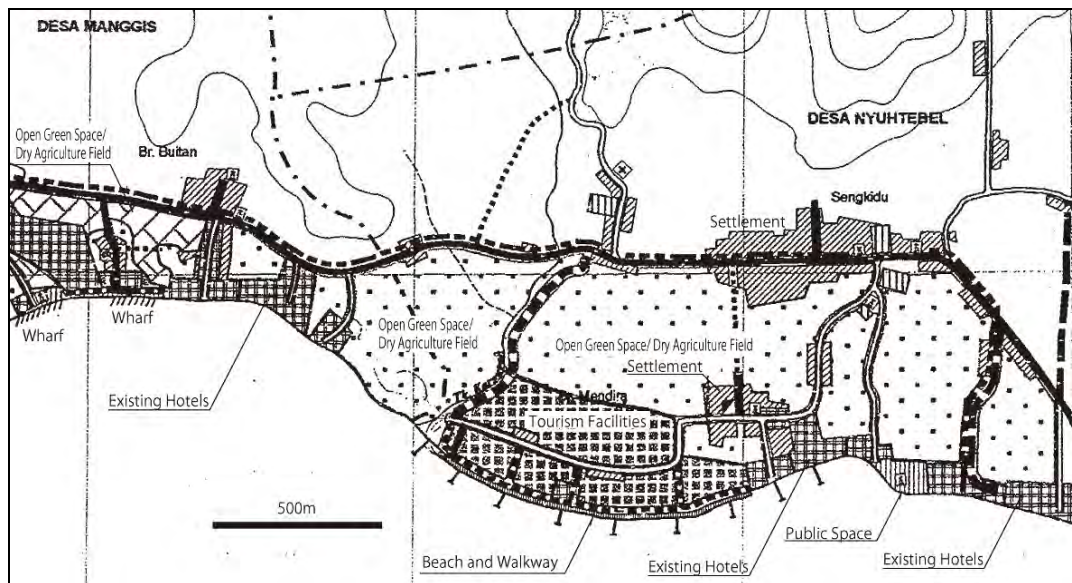


図 14.2.4 カラガサム県 チャンディダサ(西部) 付近の空間計画

(出典: “Land Use Planning Block Allocation,” Detailed Spatial Plan,
チャンディダサ Tourist Area, Government of Karangasem Regency)

[結論]

カラガサム県の空間計画によればチャンディダサ地区の海岸は観光資源として今後重点的に整備予定である。したがって、本調査で提案している海岸保全施策はバリ州およびカラガサム県の空間計画と合致しており、これらを更に推進するものである。

(3) 浚渫関連の法規と実施要領

本計画では養浜砂を沖合海底に求めるため、管轄する行政機関から砂の採掘権の取得が以下の通り必要となるが、特に問題は生じないと考えられる(調査団ヒアリング: バリ州政府 評価許可局 2011年12月14日)。

a) 沖砂の浚渫権取得要領

- 1) 浚渫工事の概要説明書をバリ州政府に提出する(浚渫が沖合 4~12 マイルの範囲で行われる場合)。
- 2) 関係する以下の行政機関が出席する合同会議で浚渫工事の概要を説明する。

*バリ州公共事業局 (Dinas PU, Department of Public Works)

*エネルギー・鉱業資源省/ バリ鉱業・エネルギー事務所

*公共事業省/ バリ流域管理事務所 (BWS-BP)

b) 管轄部署

海底砂の浚渫を監督する行政機関は、海岸からの距離によって以下の通り異なる（表 14.2.4）ため、注意が必要である。

表 14.2.4 海砂浚渫権管轄部署

汀線からの 距離（マイル）	浚渫権の管轄部署		所在地
< 4	チャンディダサ	カラガサム 県	カラガサム
	南西海岸	バドゥン 県	Mangupura
4 - 12	Bali 州（評価・許可局: Assessment and Licensing Department）		デンパサール市
12 <	エネルギー・鉱業資源省（ESDM）		ジャカルタ

（出典：バリ州政府へのヒアリング 2012 年 12 月 14 日）

c) 海砂浚渫権取得に要する期間

3 ヶ月（特に問題がない場合）

d) 浚渫権取得費用

浚渫権取得にかかる費用については決定された金額はなく、上記関係行政機関の合同会議にて決定される。

e) 必要となる浚渫権の種類

- 1) バリ州が単一の管轄機関である場合（沖合 4 ～ 12 マイル）、複数地点は一括許可可能である。
- 2) 管轄機関が異なる場合、その機関数だけ浚渫権を取得する必要がある。

f) 申請者

浚渫工事の請負業者が申請、取得する。申請者は以下の通り、浚渫工事の概要を把握できるように標記して該当する行政機関に申請する。

浚渫工事概要の記入項目例

[浚渫位置]

- 1) Candidasa（水深 20 m - 40 m）
- 2) Kuta（水深 20 m - 40 m, 海岸からの距離：5 km - 10 km）

[浚渫量]

- 1) 100,000 m³ (Candidasa)
- 2) 100,000 m³ (Canggu, Sminyak-Kuroboka, Legian)

[浚渫形状]

海底表面からの深さ = 1.5 m,
幅 = 50 m,
長さ = 2000 m (概要)

g) 海岸保全区域内の許認可

海底砂の浚渫は、バリ州空間計画に指定されている海岸保全区域の沖合においても公共工事の目的である場合は、空間計画に触れるものではない(バリ州環境局 Ir Komang Ardana 環境委員会委員長)。

h) 住民移転

非自発的住民移転は、本調査によって提案されるすべての事業において発生しない。

14.3 チャンディダサ海岸保全事業の概要

(1) 事業の対象範囲

本件の調査では JICA 調査団によって 2 通りの対象範囲が提案されているが、地形的な特殊性から、他の海岸域の保全事業よりもコストが高くなる傾向にある。最も好ましい事業範囲は費用便益計算等を参考にして近く決定することになる。現在検討されている二通りの対象範囲を図 14.3.1 に示す。

案 1: Niti 岬 - Mendira Beach

案 2: Niti 岬 - Alila Mangis Hotel



図 14.3.1 事業対象海岸区間

(出典: JICA 調査団)

(2) 標準縦断面

現在のチャンディダサにおける主要な海岸侵食の原因のひとつとして護岸の張り出しが挙げられている。背後地から狭められた砂浜は、高波浪時の引き波によって砂の流出がさらに加速する。この現象を抑制するため、護岸もとの位置に近い後退(セットバック)が提案されている。しかし、現在の海側に張り出したホテル等の土地を後退させるためには、プールやレストラン等の建造物を移築する必要が生じる場合があり、簡単にはセットバックは実施できない(図 14.3.2)。したがって、フェーズⅠ海岸の時と同じように、地権者との十分な協議を通して関係者が防御ライン(護岸頂部:遊歩道)の位置を理解、合意することが事業実施の大前提となっている。

現在のチャンディダサ護岸から背後12m区域には住居はなく、居住する住民はいないため住民移転は発生しない。またフェーズⅠ海岸の場合と同様に、セットバック用の土地については金銭による取得(補償)は行わない。金銭的な補償を行った場合はフェーズⅠの地権者と今回の地権者の間で著しい不公平が生じるため、地権者と公共域の境界を従前の手法と同様に協議により地権者と合意の上、護岸位置を確定する。

チャンディダサの海岸特性および背後地の利用状況は多種にわたるため、一様な護岸線を机上で決定することは困難である。詳細設計段階ではさらに詳細な検討と測量を行ったうえで、個々の護岸線の決定および移設が必要となる施設等の確定を地権者とともに決定していく必要がある。

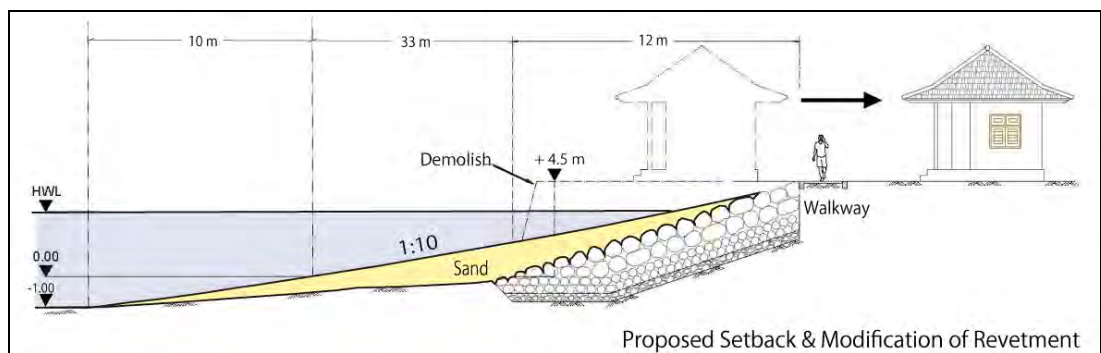


図 14.3.2 標準縦断面図(案3)

(出典: JICA 調査団)

養浜の傾斜は10分の1勾配(高さ1:幅10)として計画されている。この場合、養浜幅は現在の護岸位置から40m以上沖合となる。標準断面の主たる比較案は表14.3.1の通り検討された。

表 14.3.1 標準断面の比較

	セットバック 0 m	セットバック 6 m	セットバック 12 m	岩石張り緩 傾斜護岸	養浜
比較案 1	✓			✓	—
比較案 2		✓		✓	✓
比較案 3			✓	✓	✓

(出典: JICA 調査団)

人家はないものの、観光事業者の施設は図 14.3.3 や図 14.3.4 に示した通り、比較案-3 (12m後退案) のセットバック予定地の範囲内にプール、ベンチ、芝生、歩道、植栽、納屋等が多数存在する。

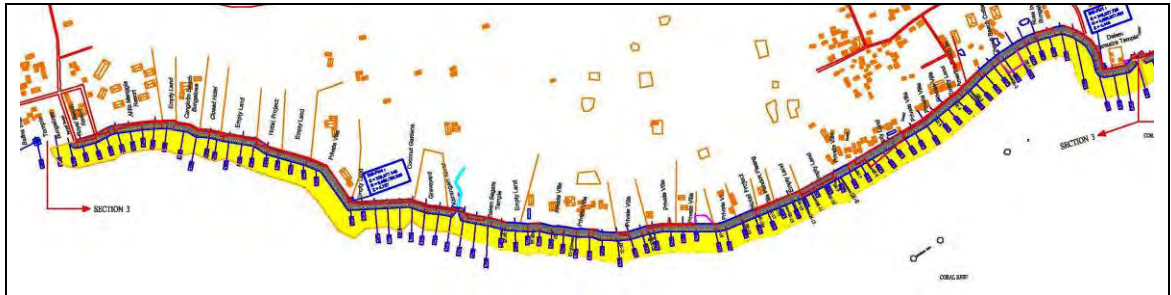


図 14.3.3 チャンディダサ西部の背後地

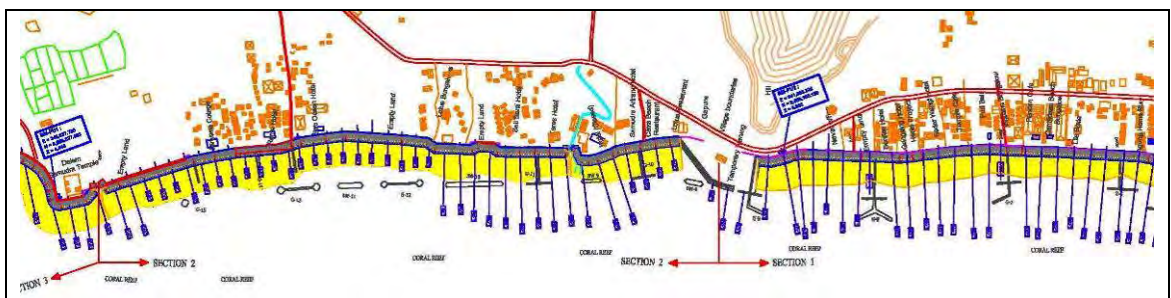


図 14.3.4 チャンディダサ中部の背後地

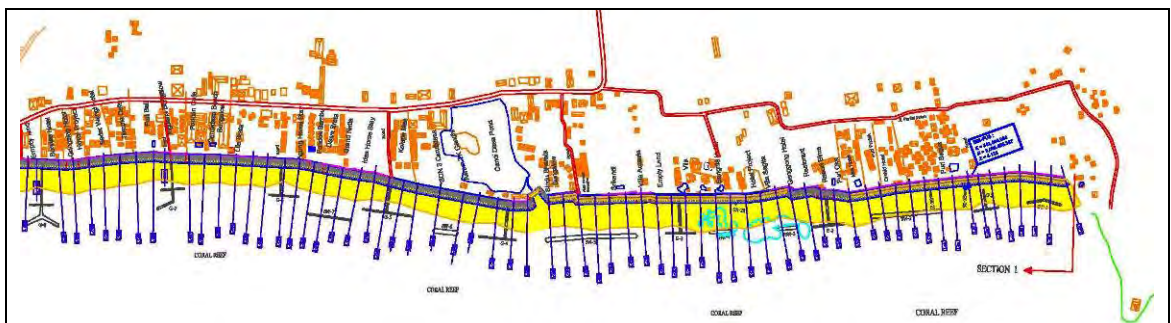


図 14.3.5 チャンディダサ東部の背後地

(出典：JICA 調査団)

(3) 各案の影響の比較

上記の比較案に「事業なし」も加えて環境社会面への影響の比較を行った(表 14.3.2)。セットバックと養浜案(比較案-3)は礁池内の海水濁度が上昇するため環境影響が大きいと判断される反面、観光利用面からみた場合、現況の劣化した観光資源(海浜)を好ましい方向に改善する効果が最も大きい。ただし工事後に養浜砂の歩留まりが極端に小さいときには、当初計画した観光面への効果は著しく減少する。

表 14.3.2 チャンディダサ事業の各形式の自然環境・社会環境への影響の比較

		比較案 1	比較案 2	比較案 3	比較案 4
施設概要		*セツバック： 0 m *自然石張り緩傾斜護岸 (養浜なし)	*セツバック： 0 m *自然石貼り緩傾斜護岸 *近自然工法による離岸堤	*セツバック： 6-12 m *自然石貼り緩傾斜護岸 *養浜 *砂留め突堤	*実施無し(現状維持)
影響	生物環境	*建設中のリーフフラット内の海水濁度が上昇し、リーフフラット内のサンゴと海草に影響を与える可能性がある。	*建設中のリーフフラット内の海水濁度が上昇し、リーフフラット内のサンゴと海草に影響を与える可能性がある。	*建設中のリーフフラット内の海水濁度が上昇および、砂の被覆によって、リーフフラット内のサンゴと海草に影響を与える可能性がある。現在の消波工等の構造物に部分的に活着しているサンゴは基盤を失う。 *沖合における砂の海砂の浚渫は濁度の上昇を伴うため底生成物や周辺の魚類の生活環境に影響がある。	*現在の離岸堤等の人工構造物に部分的に付着しているサンゴに影響はない。

		比較案 1	比較案 2	比較案 3	比較案 4
	社会環境	*観光産業は砂がないことによる経済的な損失を継続して受ける(劣化した海岸の継続) *観光客は海辺で日光浴等をするスペースがない。 *砂浜が消失したままとなるため、漁船を陸揚げするスペースが創出されない。 *砂浜が消失したままとなるため、地元の行事が砂浜で開催できず、このまま駐車場で行うことになる。 *工事中の騒音と振動が観光事業へ影響を与える可能性がある。 *遊歩道は高波浪時には危険な状態となることから、進入規制等を実施する必要がある。	*砂は人工的に投入されず、自然の堆積を待つことになるため、住民は事業の終了時の成果について不満を持つことが考えられる。 *近自然型護岸は漁船の航路障害になる可能性がある。 *工事中の騒音と振動が観光事業へ影響を与える可能性がある。 *遊歩道は高波浪時には危険な状態となることから、進入規制等を実施する必要がある。	*漁業者は建設中に係留位置を変更する必要がある。 *観光事業者(ホテルやヴィラ)は砂浜と海岸に隣接した施設や土地を交換する必要がある。 *セットバックを実施することにより同意した事業者は施設を移動させる必要がある。 *養浜した砂が高波浪によって流出する可能性も十分あり、そのような場合に行政は信用を低下させる可能性がある。 *海岸管理者は養浜を定期的に行わなければならない。 *工事中の騒音と振動が観光事業へ影響を与える可能性がある。 *遊歩道は高波浪時には危険な状態となることから、進入規制等を実施する必要がある。	*観光産業は砂がないことによる経済的な損失を継続して受ける(劣化した海岸の継続) *観光客は海辺で日光浴等をするスペースがない。 *砂浜が消失したままとなるため、漁船を陸揚げするスペースが創出されない。 *砂浜が消失したままとなるため、地元の行事が砂浜で開催できず、このまま駐車場で行うことになる。
	公害	*工事中・工事後のリーフフラットの海水の濁度が上昇し、サンゴ・海草の生育環境に影響を与える。	*工事中・工事後のリーフフラットの海水の濁度が上昇し、サンゴ・海草の生育環境に影響を与える。	*工事中・工事後のリーフフラットの海水の濁度が上昇し、サンゴ・海草の生育環境に影響を与える。	*現況の状況が継続する。

		比較案 1	比較案 2	比較案 3	比較案 4
	物理的な影響	*工事中の騒音と振動が大きくなる。 *緩傾斜護岸は垂直護岸に比して越波が生じやすくなる。	*工事中の騒音と振動が大きくなる。 *緩傾斜護岸は垂直護岸に比して越波が生じやすくなる。	*工事中の騒音と振動が大きくなる。 *緩傾斜護岸は垂直護岸に比して越波が生じやすくなる。	*現況の状況が継続する。
	便益	*遊歩道を利用して海岸全域を横断的に利用できるようになる。	*遊歩道を利用して海岸全域を横断的に利用できるようになる。* 消波工によって波の外力は低減する。 *サンゴが自然石に自然活着する可能性がある。 *背後に砂が堆積すれば 漁業者は係留に利用できるようになる。 *地元の海浜行事が復活する。 *砂浜と岩礁海岸の良好な景観が創出される。 *砂浜を利用して海岸を移動できるようになる。	*背後に砂が堆積すれば 漁業者は係留に利用できるようになる。 *地元の海浜行事が復活する。 *砂浜と岩礁海岸の良好な景観が創出される。 *砂浜を利用して海岸を移動できるようになる。 *養浜砂は波浪の低減機能を持っており、越波は生じにくくなる。	-

(4) 海砂の浚渫計画概要

砂の浚渫はチャンディダサ沖合で実施する。現時点での砂の仮搬入路は図 14.3.3 の通り計画されている。

- 浚渫量(事業範囲案 1(海岸延長 3 km)の場合: 190,000 m³
- (事業範囲案 2(海岸延長 5 km)の場合: 350,000 m³
- 浚渫期間: 約 3 ヶ月間
- 詳細な浚渫位置は現時点で未定である。必要浚渫量および砂の浚渫可能量は、砂質および賦存量の両面から本調査のなかで概略検討されるが、詳細な必要量の確定、正確な浚渫位置の特定、及び浚渫権の取得は詳細設計時に行われる。

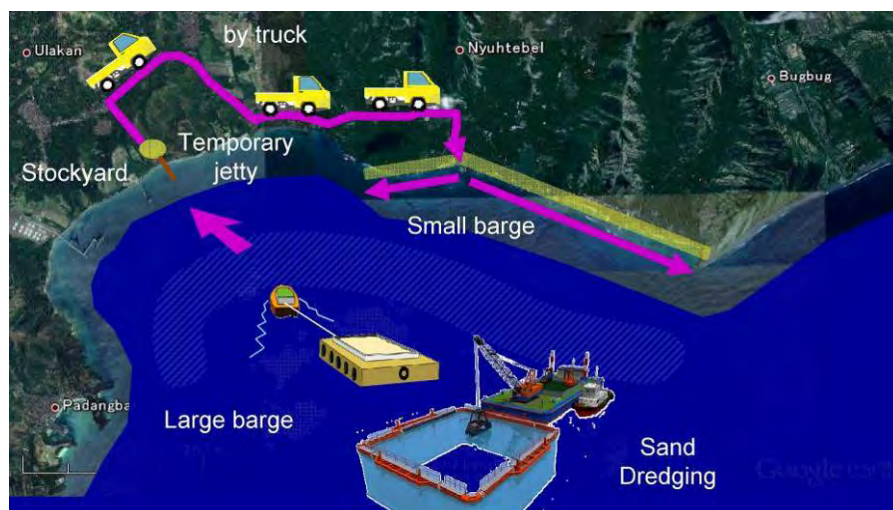


図 14.3.6 砂の浚渫、運搬、養浜

(出典：JICA 調査団)

(5) 事業対象地域の把握

a) 土地利用／産業

チャンディダサ地区の主たる土地利用は観光産業に特化している。東端の Niti 岬から西に向かって 5 km の海岸背後地はバリ島有数の観光地であるため、土地が小区画に細分化され、ホテルやヴィラが立ち並んでいる。背後地の土地利用を図 14.2.2 と図 14.2.3 にとりまとめた。漁業者も観光客のために船を出しており、船溜まりは大きく分けて 3 か所存在する。漁業は沖合 5 km までの範囲で漁網によって漁を行っているが、底生魚は水産対象魚種にはなっていない (表 14.3.3)。

b) 海浜侵食状況

チャンディダサ地区では、かつて貴重な観光資源であった砂浜が全体的に失われてしまっている。その大きな原因の一つとして考えられているのが、1970 年代に盛んに行われた建材としてのサンゴの掘削である。JICA 調査団のヒアリングによれば、チャンディダサ前面のサンゴは頂部から 1~1.5m の深さまで掘削されたようである。このため、現在では外洋から入射してくる波浪はサンゴ礁で十分に低減されずに、海岸まで到達し、浜に張り出したホテル等の護岸からの高波浪時の反射波によって残っていた砂も攪乱され、沖に流出してしまったものと考えられる。

表 14.3.3 浚渫海域における漁業

漁業海域	漁協名称	主要な対象魚種	組合員数	海岸からの距離	対象水深	繁忙期	漁具
チャンディダサ 東部	Samuh	サバ、フェダイ、ハタ、ビンチョウマグロ等	130 名	5-25 km	多様	一年中	漁網
チャンディダサ 西部	Sengkidu	サバ、フェダイ、ハタ、ビンチョウマグロ等	26 名	5 km 以上	多様	一年中	漁網

(出典：JICA 調査団)

14.4 南西海岸の海岸保全事業概要

(1) 事業対象区間

フェーズIIの対象となる南西海岸の保全区域は、レギャン Administrative Village とスミニャック Administrative Village の海岸で、フェーズIの対象海岸であったクタ海岸の北側に隣接している。対象となる延長は2.9kmであり、クタ海岸から隣接する一連の観光海岸となっている(図14.4.1)。この対象となっている海岸の他にもスポット的に海岸に張り出している施設があり、これらの施設の防護も防護の検討対象となっている。なお、このサイトは完全な公共海岸区域の中にあり、民間施設はないことから、新たな土地取得の必要はない。



図 14.4.1 南西海岸の事業対象範囲

(出典：JICA 調査団)

(2) 南西海岸における養浜計画の概要

本対象地域には主として養浜を実施し、砂浜の拡幅による観光資源の回復、およびその減勢効果による背後地の防護が計画されている。養浜計画の概要は以下の通りである。養浜断面は図14.4.2に示した。

- 背後地の標高：約+5.5m ASL
- 養浜表面勾配：1/10
- 大潮時の計画最少浜幅：20m
- 海浜の保全手法：構造物を用いない養浜
- 初期養浜総量：280,000 m³

- ▶ 浚渫に要する期間：1ヶ月以内
- ▶ 海底表面からの掘削深さ：1.0 m
- ▶ 浚渫実施要領：真空吸引圧送浚渫→ 舢でクタ沖合の中継地点まで運搬→ 砂を圧送管で直接養浜

本調査において南西海岸の観光振興と海浜の保全を目的として検討した結果として、養浜工法が最も適している、と結論付けられている。比較案として検討された「構造物」による護岸対策が当該地に適していない理由は次の通りである。先ず南西海岸の前面にはサンゴ礁がないため、周期の長い外洋波が直接入射する海岸であるため、構造物は頻繁に沈降、破損することが予測され、定期的で技術力が必要な補修作業が必要になること、次にサーフィン等の現在の地域で重要な浅海利用が著しく制限されること、さらに人工構造物によって自然の海浜景観を阻害してしまうこと等が挙げられる(表 14. 4. 1)。

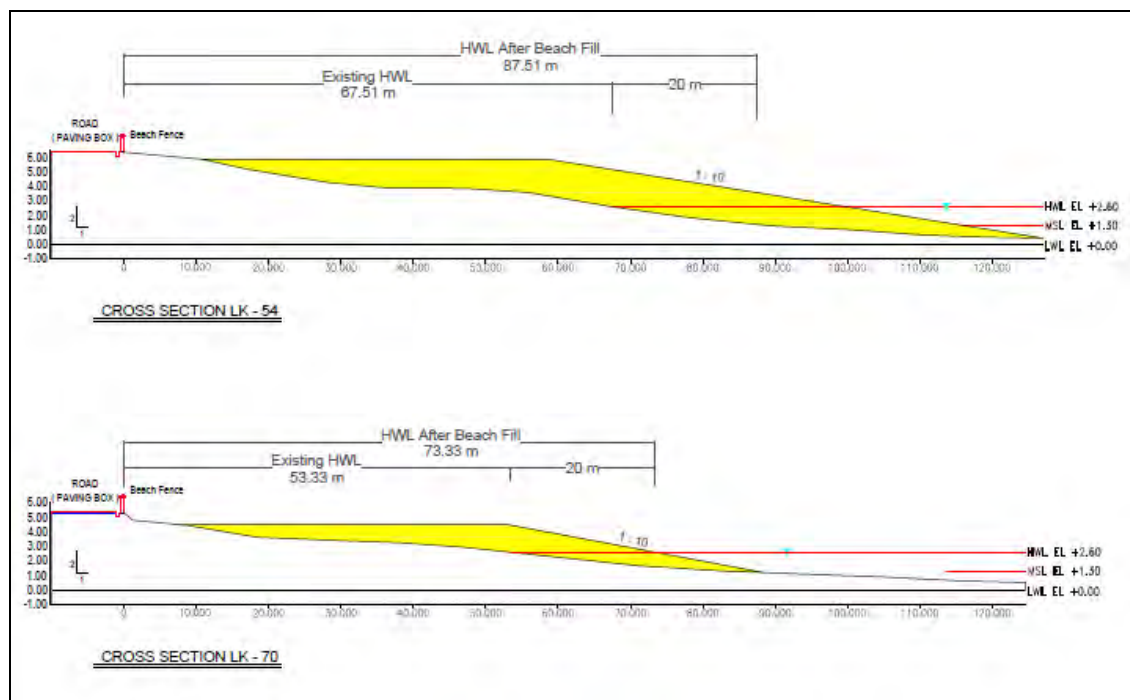


図 14. 4. 2 南西海岸の標準縦断面比較案

表 14. 4. 1 海岸保全関連施設の比較

比較案	長 所	短 所
案-1 固定施設 * 護岸 * 消波工 * 自然石護岸	良好な消波機能	サーフィン等の利用を阻害 人工的な景観、遠景の阻害 海岸移動の阻害 定期的な補修が必要
案-2 養浜	自然な海浜景観の復活 砂浜の利用に適している	砂の浚渫が必要となる。 砂の投入を含む適切な維持管理が継続的に必要となる。

(出典：JICA 調査団)

必要となる養浜総量及び、適正な性状の養浜砂の賦存量の所在の検討は本調査において行われるが、必要な養浜量と、採砂の地点、その範囲については、今後実施される詳細な測量が必要である。

浚渫権の許可は詳細設計実施時に浚渫工事の請負業者が認可を申請・取得することになる。砂の運搬図を図 14. 4. 3 に示す。

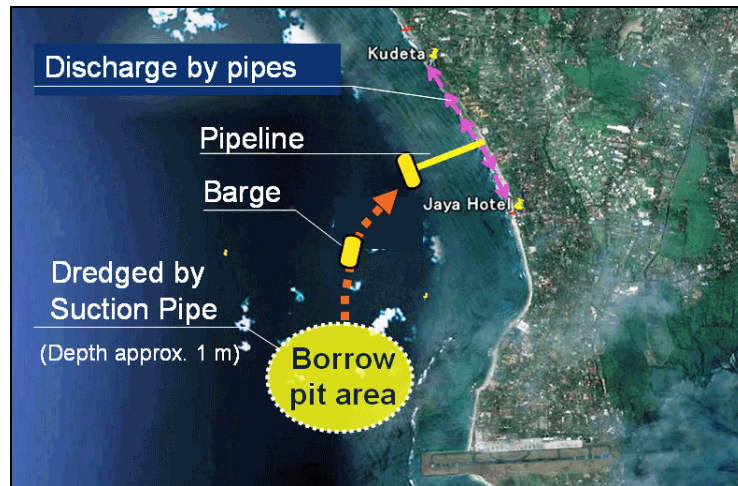


図 14. 4. 3 浚渫、運搬、養浜の位置関係

(出典：JICA 調査団)

(3) 代替案の比較

南西海岸における「事業なし」を含む海岸保全手法の4種類の代替案について環境社会面からの比較を行った。結果として比較案2と比較案3の環境への影響は甚大であり、南西海岸の海岸保全施策としては適さないものと考えられる(表 14. 4. 2)。比較案1の養浜のみの案が最も本海岸に適しているが、もし中央政府が当地区の砂浜の拡幅による観光振興に投資の意義を見出さない場合は、現状のままの侵食が徐々に進む砂浜を当面許容するという選択(比較案4)となる。

表 14.4.2 南西海岸各案の自然社会環境への影響比較

		比較案 1	比較案 2	比較案 3	比較案 4
施設の概要		* 養浜	* 離岸堤	* 防波堤	* 事業なし(現状)
事業の 悪影響	生物環境	* 浚渫地点及び周辺において底生生物の生息環境が変化する。 * 養浜により事業対象となる海岸の生物生息環境が影響を受ける。	* 施設設置工事のため、事業対象海岸付近の海水濁度が若干上昇するが無視できる程度に留まるものと予測される。	* 施設設置工事のため、事業対象海岸付近の海水濁度が若干上昇するが無視できる程度に留まるものと予測される。	* 影響なし。
	社会環境	* 工事中の騒音と振動および、が海岸の観光産業に影響を与える。 * 直接砂を投入する箇所は使用が制限される。 * 海岸の濁度が上昇し、観光産業に影響を与える。 * 海岸管理者である行政機関は継続的に養浜を行う必要があり、予算を継続的に用意する必要がある。	* 工事中の騒音が海岸の観光産業に影響を与える。 * 観光産業は砂浜減少の経済的損失を継続して受けることになる。 * 現在の海岸景観が著しく阻害される。 * 漁船の航行障害となる。特に夜間には危険性が高い。 * 特に近傍で盛んなサーフィンができなくなる。	* 工事中の騒音が海岸の観光産業に影響を与える。 * 観光産業は砂浜減少の経済的損失を継続して受けることになる。 * 現在の海岸景観が著しく阻害される。	* 観光産業は砂浜減少の経済的損失を継続して受けることになる。
	公害	* 砂を投入する箇所は海岸利用を制限される。 * 騒音と振動が発生するが、観光施設から施工地点が離れているため、大きな問題とはならない。	* 濁度が施工海域で若干高くなるが、汀線から離れている沖合で施工されるため、影響は小さい。 * 騒音と振動が発生するが、観光施設から施工地点が離れているため、大きな問題とはならない。	* 濁度が施工海域で若干高くなるが、汀線から離れている沖合で施工されるため、影響は小さい。 * 騒音と振動が発生するが、観光施設から施工地点が離れているため、大きな問題とはならない。	(看過できないほどの劣悪な海岸域の水質問題が現在生じている)
	物理的な影響	* 悪影響は予測されない。	* 離岸堤の海側が深掘れする。また離岸堤間の背後の砂浜が侵食される可能性がある。	* 防波堤の端部付近の砂浜が侵食される可能性がある。	* 悪影響は予測されない。
便益		* 従来の砂浜景観が回復する。 * 砂浜が拡張される。	* 離岸堤背後の砂浜が堆積する。	* 防波堤背後の地区は高波浪による被害が低減される。	-

(出典：JICA 調査団)

(4) 事業実施地域の概要

a) 土地利用と社会環境

南西海岸の一連の背後地は、観光産業に特化した土地利用および社会の構造になっている。多くのホテル、ヴィラ、レストランが砂浜背後の道路を挟んで林立しており、クタ同様に多くの観光客が訪れる空間となっている(図 14.4.4、写真 14.4.1~14.4.4)。

海浜上では、日光浴、海水浴、サーフィンが行われている。しかしこの区間はサンゴ礁がなく、波が高いため、海水浴は基本的に禁止されており、監視員の下でのその時々で限られた時間の部分的な海浜区間が海水浴場として観光客に開放されている。

b) 海水の水質問題

このレギャン-スミニャック地区で最も大きな環境問題は現況の浅海域の水質である。植物性プランクトンが海水域で頻繁に異常増殖し、観光地として全く適さない状況を呈するときがある(写真 14.4.5~14.4.8)。海水の汚濁状況の位置関係から、レギャンとスミニャックの村境を流れる小河川からの高濃度の栄養塩の供給がプランクトンの異常発生の原因であると考えられている。悪臭、海水の変色および打ち上げられるプランクトンは、養浜工事を実施した後も大きな環境問題として残ることが予想されるため、別途流入河川の水質対策も合わせて実施することが望まれる。

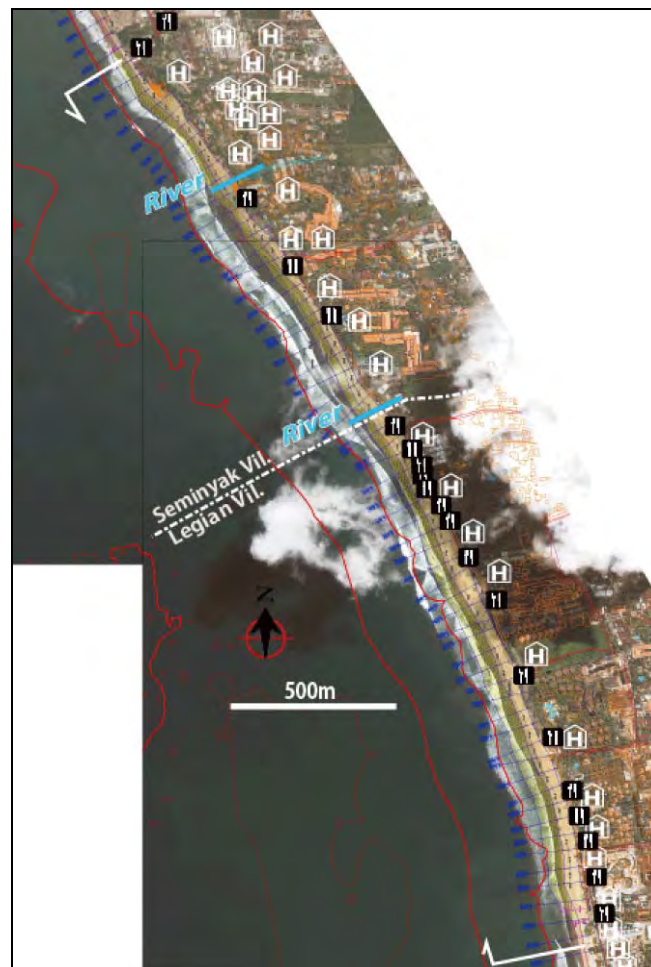


図 14.4.4 対象区間背後地のホテルとレストラン位置

(出典：JICA 調査団)



写真 14.4.1 対象海岸北端部の背後地の状況



写真 14.4.2 北部スミニャック村の干潮時



写真 14.4.3 レギャンの背後地



写真 14.4.4 レギャンの砂浜と道路の隔壁



写真 14.4.5 レギャン-スミニャックの村境
付近における植物プランクトンの異常発生



写真 14.4.6 村境の小河川により栄養塩が供
給されているものと疑われている



写真 14.4.7 打ち上げられる植物性プランク
トン



写真 14.4.8 海浜に残留する植物性プランク
トン

(出典：JICA 調査団)

c) 漁業

南西海岸周辺の海域で操業する漁業者は2グループに分けられる(表14.4.3)。現時点においてはクタ沖における砂の性状が養浜に最も適しており、その賦存量も多いことが判明しているため、クタ沖での浚渫が計画されており、特に配慮すべき漁業者はクタの漁協関係者ということになる。

クタの漁業拠点是一大観光地の中にあるため、漁業者は本業の漁業よりもボート・遊具・ロッカー貸し業、釣船出し等のクリエーション産業にシフトしている従事者が多い。ロブスター漁はクタより北方のチャングーで盛んであるが、クタの浚渫予定海域とは十分離れていることから浚渫工事はロブスター漁に殆ど影響はないものと考えられる。

表 14.4.3 浚渫予定地区における漁業の実施状況

操業範囲	漁業組合名	対象魚種	漁業者数	操業区域 (岸からの距離)	漁業対象水深	操業期間	漁具
スミニャック -タナロット (最終的に浚渫地区とはならない)	*チャングー *Brawa	ロブスター、エビ、 その他特定の魚種はない	86名	1km-10km (スミニャック以北)	0m-40m	一年中 (繁忙期: 3月~5月)	ロブスター用の籠、 漁網
クタ~ タナロット	*Samudera Jaya I *Samudera Jaya II *Samudera Jaya III *Samudera Jaya IV	特定の魚種はない	約 100名	1km-50km	0m-70m	5月~12月 (繁忙期: 11月~12月)	漁網、 釣り具

(出典: JICA 調査団)

チャングーにおけるロブスター漁の概要は以下の通りである。

- 仕掛けるロブスター籠の数量: 20 籠/人/日
- 平均漁獲量 0.5 kg/籠 (2-3 匹)
- 卸値 Rp. 35,000/ 100g
- 閑散期: 1月~6月



写真 14.4.4 クタ 漁業基地



写真 14.4.5 クタ近傍の魚市場



写真 14.4.6 ロブスター漁に使用する籠。
クタではチャングーと比較してロブスター
漁は盛んではない。



写真 14.4.7 チャングー漁協にて量り売り
されるロブスター (Rp. 35,000/100 g)

(出典：JICA 調査団)

14.5 環境影響とその緩和措置

(1) スコーピング

「イ」国の環境省令(No.11/2006)によれば、環境影響評価(EIA/AMDAL)は現在調査団が提案しているチャンディダサおよび南西海岸の双方に対して必要である。本項においては、双方の事業の影響について表14.5.1の通りスコーピングを行った。

表 14.5.1 チャンディダサと南西海岸事業のスコーピング(1/3)

分野	No.	項目	評価		備考
			工事前 ／工事中	供用中	
公害	1.	大気質	d	d	建設中：浚渫船、はしけ、トラック等からの排気はあるものの、工事箇所が沖合もしくは汀線付近であるため、住民や観光客への影響は軽微である。 供用中：工事後における排出活動は行われない。
	2.	水質	b-	b-	建設中：浚渫地点と養浜施工箇所においては海水の濁度が上昇する。 供用中：砂に付着した細粒分が、波の吸出しを受けて長年にわたり、周辺海域に流出する。
	3.	廃棄物	d	d	建設中：浚渫、養浜工事、護岸造成は廃棄物を発生させない。 供用中：工事後に稼働する施設はない。
	4.	土壌	d	d	建設中：養浜作業中に土壌汚染を引き起こす作業はない。重機からの油漏れも予測されるが、無視できるほど軽微である。 供用中：工事後に土壌汚染を引き起こす施設はない。
	5.	騒音／振動	b-	d	建設中：チャンディダサでは砂運搬用トラックが道路直近の住民等へ影響を及ぼす。砂を撒出すブルドーザーの騒音が周辺に影響を与える。 供用中：工事後には騒音／振動を発生する活動は行われない。
	6.	地盤沈下	d	d	建設中及び供用中：地盤沈下の原因となる工事や工事後の活動は行われない。
	7.	悪臭	d	d	建設中及び供用中：悪臭の原因となる工事や工事後の活動は行われない。
	8.	堆積	d	c	供用中：南西海岸においては計画しない箇所に堆積が発生することは予測されない。一方、チャンディダサにおいては養浜砂が礁池に流出し、一部に付着しているサンゴに影響を与える可能性もある。現在では詳細な構造物の位置が不明であるため、影響の予測は不能である。

(出典：JICA 調査団)

表 14.5.1 チャンディダサと南西海岸事業のスコーピング(2/3)

分野	No.	項目	評価		備考
			工事前 ／工事中	供用中	
自然環境	9.	保護地区	d	b+	建設中及び供用中: 南西海岸とチャンディダサの双方はフェーズ1の海岸と同じく、バリ州の法定計画である空間計画 2009-2029 において「海岸保全地区」及び「戦略的観光地区」に指定されている。この指定は自然保護のために利用を制限する計画ではなく、海岸地域の利用のために保全を義務付けているものである。
	10.	生物多様性	b-	b-	建設中: チャンディダサの礁池内の一部にはサンゴの活着が認められる。浚渫工事と養浜は底生生物の生息環境を変化させる可能性がある。 供用中: 上記 No. 8 と同じ。
	11.	流況	d	d	建設中及び供用中: 沿岸流は変化しないが、養浜によって外力が変更される。チャンディダサでは今後突堤等の人工構造物が設置される場合、掘削される前のサンゴがあった状態に近くなるといえるため、影響は無視できる。
	12.	地形・地質	d	d	建設中及び供用中: 浚渫によって海底地形が若干変化するが、砂の堆積傾向にある地区を選定することが決定しているため、ス海底地形は回復が見込まれる。
社会環境	13.	非自発的住民移転／土地取得	b-	d	建設中: 南西海岸およびチャンディダサの双方において現在提案している海岸保全対策を実施する場合、非自発的住民移転は発生しない。チャンディダサの場合、護岸を後退させ、施設を移転することに同意した事業者に対しては砂浜を造成するが、この選択は該当する事業者任せられる。 供用中: 工事後には非自発的住民移転／土地取得を必要とする活動は行われない。
	14.	低所得者層	d	d	建設中及び供用中: 南西海岸およびチャンディダサの双方における事業対象地区の背後地は、何れも重要な観光産業地区であり、土地は投機の対象となっていることから、低所得者層は存在しない。
	15.	少数民族／先住民	d	d	建設中及び供用中: 上記 No. 14 と同じ。
	16.	雇用／収入源／地域経済	c	b+	建設中: 浚渫工事を実施する地点で漁業が行われている場合は操業に影響することが予想されるため、漁業の実施状況を調査する。 供用中: 砂浜の創出は付近の重要な収入源である観光産業に重要で好ましい影響を与える。
	17.	土地利用／自然資源	c	b+	建設中: 上記 No. 16 と同じ。 供用中: 上記 No. 16 と同じ。
	18.	水利用／水利権	d	d	建設中及び供用中: 水利用を制限または影響を与える工事や施設利用は実施されない。
	19.	インフラ／社会福祉	d	d	建設中及び供用中: インフラや社会福祉に制限または影響を与える工事や施設利用は実施されない。
	20.	地域組織／住民組織	d	d	建設中及び供用中: 地域組織・住民組織に制限または影響を与える工事や施設利用は実施されない。

(出典: JICA 調査団)

表 14.5.1 チャンディダサと南西海岸事業のスコーピング (3/3)

分野	No.	項目	評価		備考
			工事前 ／工事中	供用中	
社会 環境	21.	費用と便 益の不平 等配分	c	d	建設中 ：当該地域全体が、養浜事業によって来訪者の大幅な増加が見込まれることから、大きな便益を受ける。しかしながら、南西海岸の養浜に使用する砂はクタ沖で浚渫される計画である。別の地区のために海底の砂を運び出す作業は、フェーズ1のヌサドゥア住民が不満を訴えたケースと同様に地域間の社会的な問題となる可能性がある。クタの漁業者も苦情を訴える可能性がある。住民の考えをステークホルダー会議で聞く必要がある。
	22.	社会問題・紛争	c	d	建設中及び供用中 ：上記 No. 21 と同じ。
	23.	文化・歴史 遺跡	d	d	建設中及び供用中 ：背後地の山間部に重要な文化拠点(寺)があるものの、事業対象地点の海岸域において歴史的または文化的な遺産は存在しない。
	24.	景観	d	b+	建設中 ：養浜建設中は重機の巻出し稼働(チャンディダサ)があるものの、期間は数日と短く、景観への影響は軽微である。南西海岸においては海上からの圧送管を使うことが計画されているために重機の仕様はより少なくなる。 供用中 ：南西海岸およびチャンディダサの景観は砂浜の回復により大幅に改善される。
	25.	ジェンダー	d	d	建設中及び供用中 ：特に女性に制限または影響を与える工事や施設利用は実施されない。
	26.	子供の 権利	d	d	建設中及び供用中 ：特に子供の権利に制限または影響を与える工事や施設利用は実施されない。
	27.	感染性 疾病 (HIV/ AIDS等)	d	d	建設中及び供用中 ：南西海岸及びチャンディダサは著名な観光地であり、建設に従事する労働者の数に比して、外部からの多くの人口流入が恒常的にある地域である。工事の影響としての感染症の拡大等の影響は、無視できるほどに小さい。
	28.	作業環境 ／安全性	d	d	建設中及び供用中 ：特に作業環境や安全性に制限または影響を与える工事や施設利用は実施されない。
	29.	事故	c	c	建設中 ：チャンディダサにおいては背後地の一般道を利用して砂を運搬する区間が存在する可能性がある。砂の陸揚げ地点および、運搬ルートは未定であるので、検討の進捗を待つ必要がある。 供用中 ：チャンディダサの遊歩道は観光客にとって魅力的な施設であり、集客施設として期待されているものの異常波浪の発生中は越波によって危険になる可能性もある。全体レイアウトが決定されてからの検討が必要である。
その他	30.	気候変動 ／越境問題	d	d	建設中及び供用中 ：特に気候変動や公害の越境問題に影響を与える工事や施設利用は実施されない。

a+/-： 対処すべき重大な影響が見込まれる

b+/-： 対処すべき影響が見込まれる

c： 影響の有無・程度が不明(今後の調査が必要、または調査が進行するにつれ明らかになる)

d： 対処すべき影響が見込まれない

(出典：JICA 調査団)

(2) 簡易影響評価(PIA)の実施要領

スコーピングの結果、影響が見込まれる項目として認識され、今回必要な調査が必要と考えられた項目は表 14.5.2 に示した通りである。

表 14.5.2 チャンディダサと南西海岸の現況

No.	項目	スコーピング結果	現況
2.	水質	建設中：浚渫地点と養浜施工箇所においては海水の濁度が上昇する。(b-) 潜水調査によりサンゴの被度を取りまとめ、位置図を作成する。浚渫計画の詳細が決定されれば図面に落とす。 供用中：砂に付着した細粒分が、波の吸出しを受け長期にわたり周辺海域に徐々に流出する。(b-) 上記の位置関係図は右の通りとりまとめた。これらは影響を予測するときに利用する。	外礁におけるサンゴの分布は図 14.5.2 環礁石灰岩の位置、図 14.5.3 ハードコーラルの被覆率、図 14.5.4 ソフトコーラルの被覆率、写真 14.5.1 外礁の様子、写真 14.5.2 礁池内の様子、写真 14.5.3 礁縁部の様子として取りまとめたものを示す。 全体確認調査結果は表 14.5.3 サンゴ確認調査結果一覧、及び図 14.5.6 チャンディダサ東端の空中写真に示す。
5.	騒音／振動	建設中： チャンディダサでは砂運搬用トラックが道路直近の住民等へ影響を及ぼす。砂を撤出すブルドーザーの騒音が周辺に影響を与える。(b-) 東南海岸とチャンディダサ双方の背後地の土地利用も把握して右の通り取りまとめた。	騒音／振動評価のためチャンディダサの背後地を図 14.3.3 チャンディダサ西部の背後地、図 14.3.4 チャンディダサ中部の背後地、および図 14.3.5 チャンディダサ東部の背後地 Eastern Area of チャンディダサの通り整理した。 チャンディダサにおける砂の輸送経路は図 14.3.6 砂の浚渫、運搬、養浜に、西南海岸については図 14.4.3 浚渫、運搬、養浜の位置関係に示す。 西南海岸の養浜地点と背後地の関係は図 14.3.2 標準縦断面図(案3)に示す。
8.	堆積	供用中： 養浜砂は高波浪時に沖方向に流出する可能性がある。南西海岸では何ら問題は発生しないと思われるものの、チャンディダサの礁池の一部に活着するサンゴへの影響がある可能性があったことから、潜水調査によりサンゴの詳細な生息状況を確認した。(c)	上記項目 No.2 で取りまとめた調査結果を本項目にも適用する。
10.	生物多様性	建設中： 礁池内の一部にサンゴが活着しており、希少なサンゴが存在する可能性がある。(b-) 供用中： 上記項目 No.8 と同様の理由から同じ調査が必要である。(b-)	上記項目 No.2 で取りまとめた調査結果を本項目にも適用する。

No.	項目	スコーピング結果	現況
13	土地取得	建設中： 南西海岸およびチャンディダサの双方において現在提案している海岸保全対策を実施する場合、非自発的住民移転は発生しない。チャンディダサの場合、護岸を後退させ、施設を移転することに同意した事業者に対しては砂浜を造成するが、この選択は該当する事業者委ねられる。(b-)	上記項目 No. 5 で取りまとめた調査結果を本項目にも適用する。
16.	雇用／収入源／地域経済	建設中： 浚渫工事を実施する地点で漁業が行われている場合は操業に影響することが予想されるため、漁業の実施状況を調査する。(c)	チャンディダサにおける漁業の概要は表 14. 3. 3 浚渫海域における漁業に、南西海岸における漁業の概要は、表 14. 4. 3 浚渫予定地区における漁業の実施状況として整理した。
17.	土地利用／自然資源	建設中： 上記 No. 16 と同じ。(c)	同上
21.	便益と費用の不公平な分配	建設中： 当該地域全体が、養浜事業によって来訪者の大幅な増加が見込まれることから、大きな便益を受ける。しかしながら、南西海岸の養浜に使用する砂はクタ沖で浚渫される計画である。別の地区のために海底の砂を運び出す作業は、フェーズ1のヌサドゥア住民が不満を訴えたケースと同様に地域間の社会的な問題となる可能性がある。クタの漁業者も苦情を訴える可能性がある。住民の考えをステークホルダー会議で聞く必要がある。(c)	漁業の操業状況は上記項目 No. 16 で整理した。 ステークホルダー会議は、チャンディダサおよび南西海岸の双方において開催した。 会議のなかで、海岸保全の基本的な方策、その環境影響、影響への緩和措置案を説明し、参加者によって協議した。会議の詳細は Appendix に付した。
22.	社会問題・紛争	建設中及び供用中： 上記 No. 21 と同じ。(c)	同上
29.	事故	建設中： チャンディダサにおいては背後地の一般道を利用して砂を運搬する区間が存在する可能性がある。砂の陸揚げ地点および、運搬ルートは未定であるので、検討の進捗を待つ必要がある。(c) 供用中： チャンディダサの遊歩道は観光客にとって魅力的な施設であり、集客施設として期待されているものの異常波浪の発生中は越波によって危険になる可能性もある。全体レイアウトが決定されてからの検討が必要である。(c)	アクセス道路の位置については詳細が決定されていないものの、現時点におけるチャンディダサにおけるアクセス道路の位置は図 14. 3. 6 砂の浚渫、運搬、養浜、南西海岸における砂の運搬方法は図 14. 4. 3 浚渫、運搬、養浜の位置関係に示した。

(出典：JICA 調査団)

(3) 影響調査結果

- a) サンゴへの影響 (スコーピングの表 14.5.2、[No.2 水質]、[No.8 堆積]、[No.10 生物多様性]に関連)

チャンディダサのサンゴは、外洋からの新鮮な海水の供給が顕著なリーフ外礁(図 14.5.1)に主として活着している(出典: Environmental Status in 2010 Bali Province)が、礁縁部や内礁(礁池)においてはサンゴはほとんど見られない。

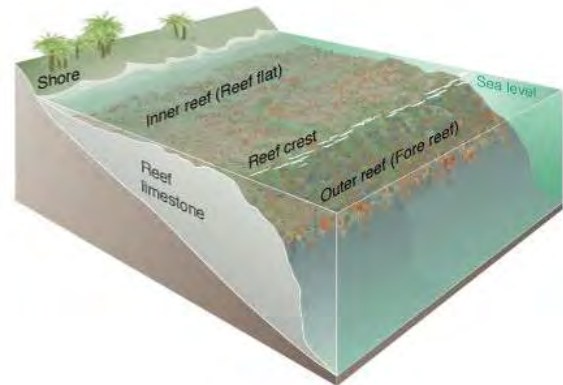


図 14.5.1 一般的な環礁の断面

(出典: BWS-BP)

- i) 礁周縁 (Reef Edge/サンゴ礁石灰岩)

サンゴ礁石灰岩の位置は図 14.5.2 に示す赤い網掛部分である。この部分は活着しているサンゴを示しているものではなく、サンゴが石灰岩化した部分である。活着しているサンゴの被度は図 14.5.3 と図 14.5.4 に示す。

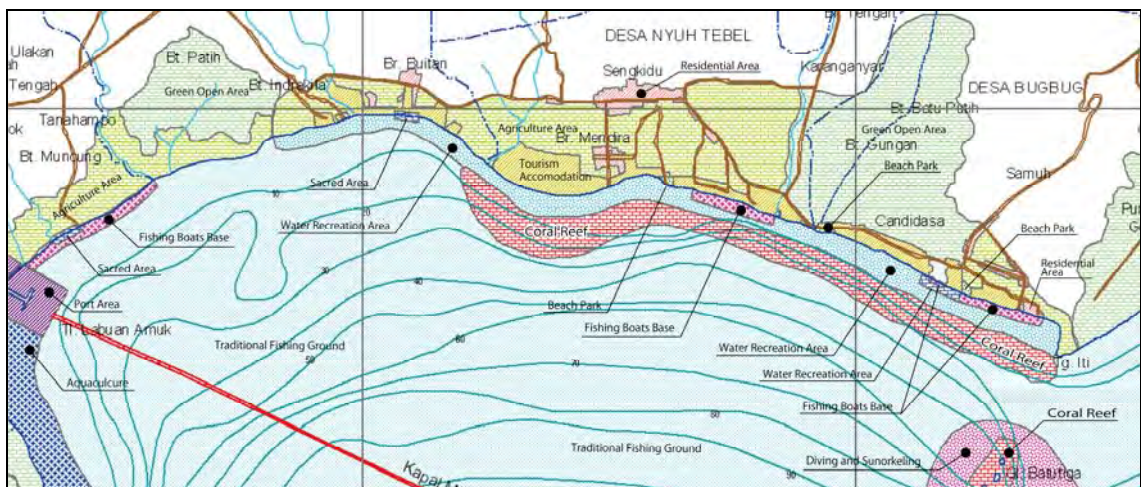


図 14.5.2 環礁石灰岩の位置

(出典: National Demonstration Project, Integrated Coastal Zone Management, Bali Southeast, Utilization Zoning Map Area, Marine and Coastal District. Karangasem, Padanbai-チャンディダサ, Bali Province)

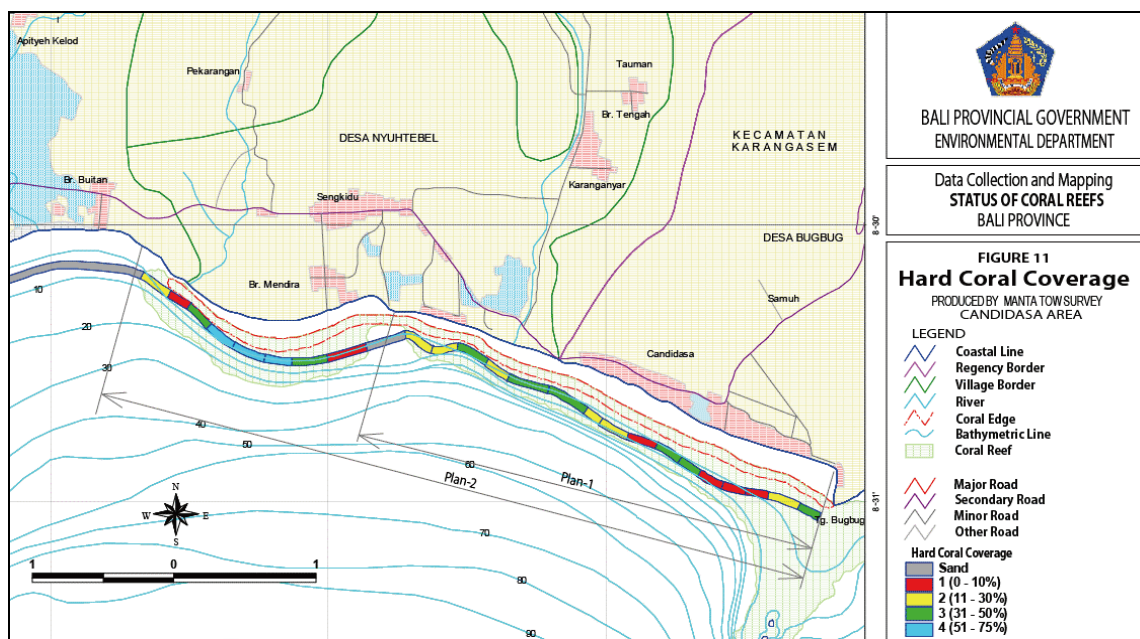


図 14.5.3 ハードコーラルの被覆率

(出典: Bali Provincial Government Environmental Department)

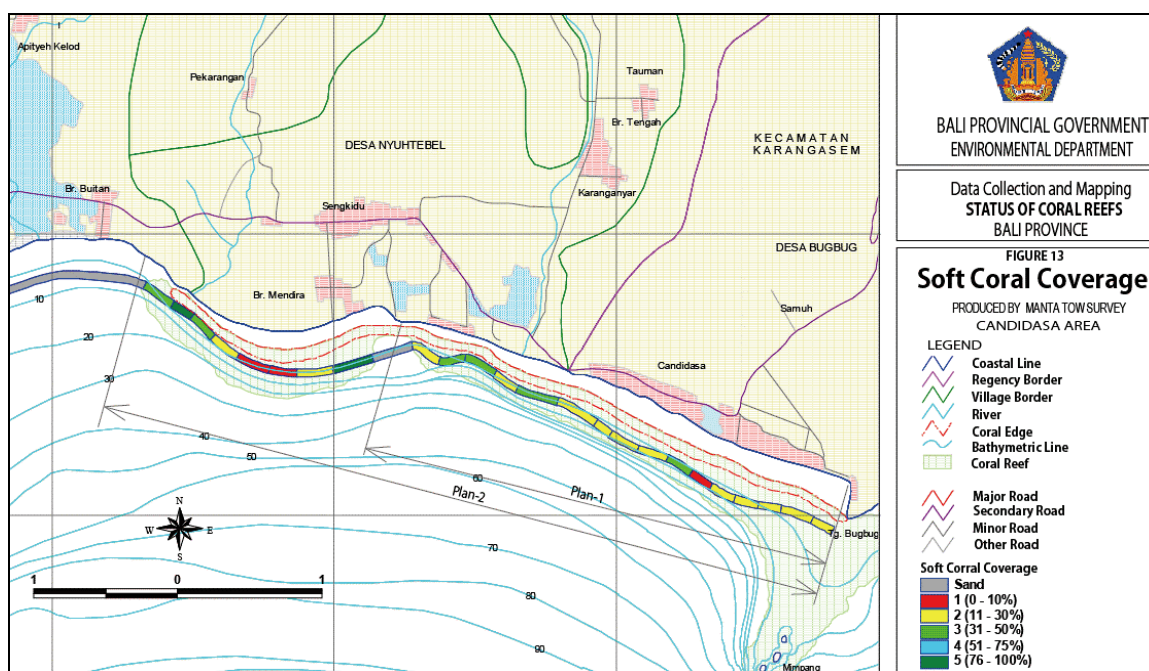


図 14.5.4 ソフトコーラルの被覆率

(出典: バリ州政府環境局)



写真 14. 5. 1 外礁の様子



写真 14. 5. 2 礁池内の様子



写真 14. 5. 3 礁縁部の様子

(出典：JICA 調査団)

[外礁のサンゴ分布状況]

- ▶ チャンディダサ海域のサンゴはサンゴ礁石灰岩の外礁部に高い密度で繁茂する。
- ▶ 礁縁部や礁池内はサンゴにとって望ましい生息環境ではないことが伺える。

ii) 礁池のサンゴの分布状況

チャンディダサのサンゴは外礁部に高密度で活着するが、一部高密度のサンゴが既存の防波堤等の人工海岸構造物に活着している。以下は礁池内のサンゴの分布状況の確認作業を取りまとめたものである。

[目的]

- 海岸構造物に活着するサンゴの分布状況・位置を詳細に確認、整理する。
- 整理したサンゴの状況はベースラインデータとして、現況構造物の撤去および新たな構造物の設計に反映する。施設のレイアウト等で回避できない影響が見込まれる場合は、その対応策を講じるための基礎情報とする。

[調査の実施]

- 調査範囲：チャンディダサ前面の 28 基の海岸構造物について調査を行った（図 14.5.5）
- 調査実施期間：2012 年 2 月下旬～3 月中旬
- 調査実施要領
 - ⇒ 上記全ての構造物を干潮時に黙示観察
 - ⇒ スノーケリングによる潜水調査を行い、水中カメラによる撮影
 - ⇒ サンゴの被度をそれぞれの人工構造物で確認、水中記録用紙に記録
 - ⇒ 確認された 4 種類のサンゴの種別を記録（写真 14.5.1）



図 14.5.5 潜水調査位置

(出典：JICA 調査団)

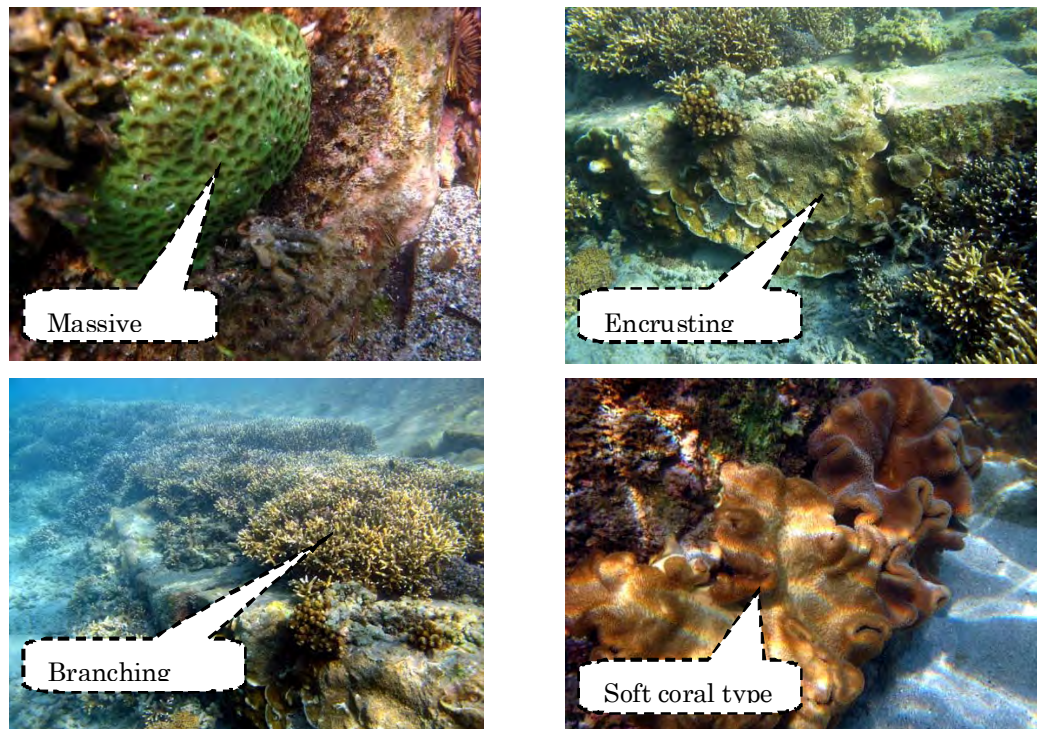


写真 14.5.1 チャンディダサにおけるサンゴの種類

(出典：JICA 調査団)

[調査結果：礁池のサンゴ]

- * 礁池のサンゴの所在は Puri Bagus Hotel からチャンディダサ池までのチャンディダサ東部の一地区に限られており、その他の海域にはサンゴは活着していない。被度は最も高い離岸堤 No. 5 付近の 85%である(表 14.5.3、図 14.5.6)。
- * 離岸堤 No. 13～No. 25 の間の海域にはサンゴの生育はみられない(図 14.5.7)。

表 14.5.3 サンゴ確認調査結果一覧

No.Groin	Types of Breakwater or Groin	Type of coral				Coverage (%)
		Massive	Encrusting	Branching	Soft coral	
1	Crooked Breakwater	√	√	√	√	< 10 %
2	T-Groin with concrete tube shape	√	√	√	√	< 10 %
3	Straight breakwater	√	√	√	√	< 5 %
4	T-Groin with concrete tube shape	√	√	√	√	< 17 %
5	Straight breakwater	√	√	√	√	< 85 %
6	Straight breakwater	√	√	√	√	< 35 %
7	T-Groin with concrete tube shape	√	√	√	√	< 44 %
8	Straight breakwater	√	√	√	√	< 46 %
9	T-Groin with concrete tube shape	-	-	-	-	0%
10	Straight Breakwater	√	-	-	-	< 1 %
11	T-Groin with concrete tube shape	√	-	-	-	< 4 %
12	Straight Breakwater	√	-	-	-	< 4 %
13	T-Groin with concrete tube shape	√	-	-	-	0%
14	F-Groin with andesit construction	-	-	-	-	0%
15	Y-Groin with andesit boulder construction	-	-	-	-	0%
16	Extension F-Breakwater with andesit construction	-	-	-	-	0%
17	T-Groin with concrete tube shape	-	-	-	-	0%
18	Straight Breakwater	-	-	-	-	0%
19	T-Groin with concrete tube shape	-	-	-	-	0%
20	Straight Breakwater	-	-	-	-	0%
21	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%
22	Straight Breakwater	-	-	-	-	0%
23	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%
24	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%
25	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%
26	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%
27	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%
28	Sphere and straight Breakwater	-	-	-	-	0%

(出典: JICA 調査団)

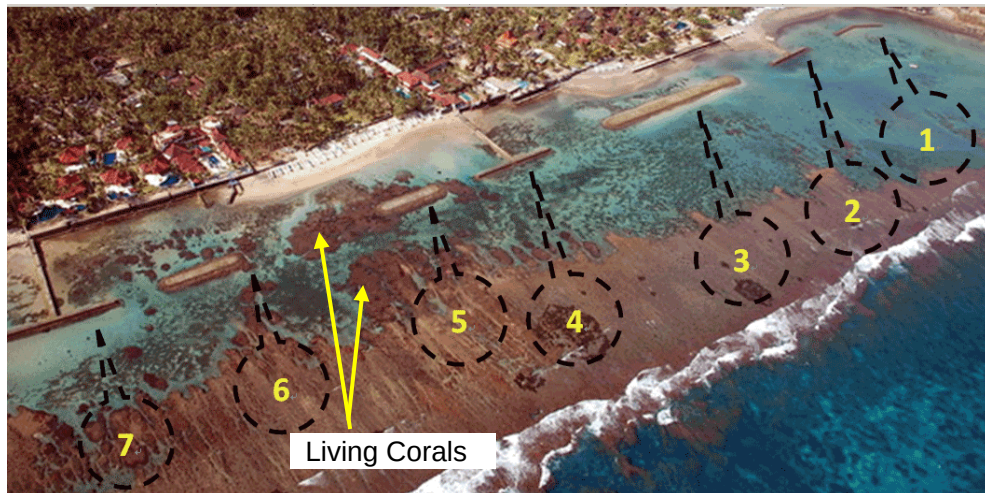


図 14.5.6 チャンディダサ東端の空中写真
離岸堤 No. 5 と No. 6 付近に活着するサンゴの群集 (矢印部分)

(出典: JICA 調査団)

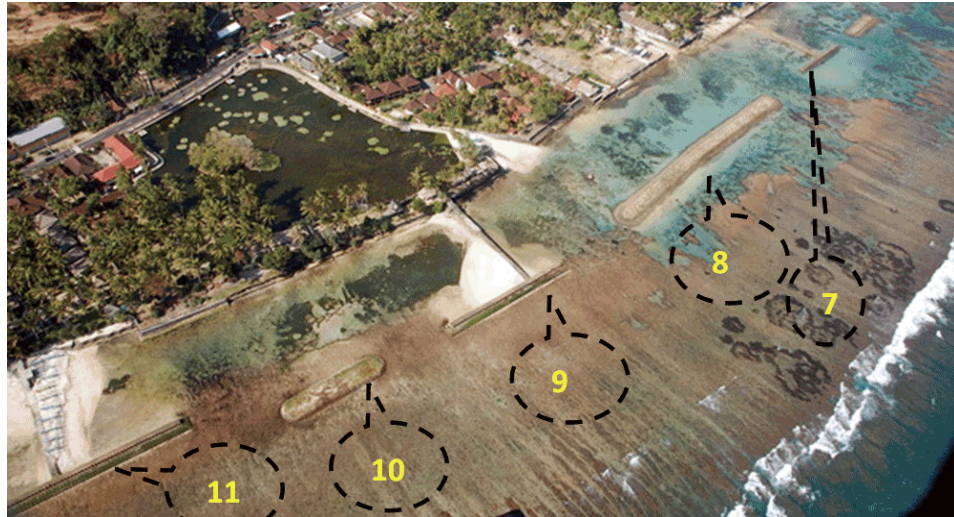


図 14.5.7 消波施設 No. 7 から No. 11 間の空中写真
サンゴは離岸堤 No. 9 以西にはみられない

(出典：JICA 調査団)

iii) 浚渫・養浜がサンゴに及ぼす影響

外礁および礁池のサンゴが浚渫または養浜によって受ける影響を表 14.5.4 にとりまとめた。

表 14.5.4 予測されるサンゴへの影響

サンゴの位置	予測される影響
外礁	➤ チャンディダサにおける波向は概ね南～東方向から進入する。したがって陸向きの外洋海水がサンゴに対し常に供給されているため、汀線付近の養浜事業は外礁に活着するサンゴに甚大な影響を与えるものではない。現在のチャンディダサ外礁部の透明度は常に 40～50m 以上である。しかし礁縁部より陸側では外洋水の供給量は制限されるため、礁池内のサンゴに対しては新鮮な外洋水の供給は少ない。 また砂の浚渫作業は Padan Bai 地区のサンゴに対し、付近で作業を行った場合にはその期間中に影響が予測される。現在 3 ヶ月の工事期間が見込まれているが、詳細な浚渫位置は未定であるが、浚渫位置によっては、周辺の外礁サンゴへの影響がある可能性も生じる。
礁池	➤ 計画されている養浜幅は 40～50m の断面を礁池に造成することになる。現在部分的に既存の護岸施設に活着しているサンゴは、養浜実施中に埋没するか、サンゴのポリプが高波浪時に攪乱される砂との擦れによって大きなダメージを受けてしまう。 礁池の濁度は養浜後に高くなるため、日射を遮り褐虫藻の活動に影響を与えてしまう。ホストのサンゴは褐虫藻の活動低下による影響を受ける。 ➤ サンゴが部分的に活着する基盤（防波堤、突堤）の撤去は、そのサンゴの死滅に直結する。

(出典：JICA 調査団)

- b) 漁業への影響(表 14.5.2:No. 16 雇用／収入／地域経済、No. 17 土地利用／自然資源、No. 21 費用と便益の不公平な分配、No. 22 社会問題 の関連事項)

本調査の保全計画対象海岸であるチャンディダサと南西海岸の沖合では漁業が行われている。漁業従事者数はチャンディダサで約 150 人、南西海岸においては約 180 名であるが、漁業拠点が観光地内にあることから、本業の漁業から観光客相手の釣りやダイビング用のチャーター船の運航やロッカー・遊具のレンタル等を行っているものも多い。

ロブスター漁は北方のチャングー付近で盛んであるが、クタ沖においてロブスターは主な対象魚種ではないことから、浚渫予定地点における海底の短期間の改変による底生魚介類への影響は軽微である。

表 14.5.5 漁業への影響とその対策案

対象魚種	影響と緩和措置
浮魚	高い濁度が浚渫工事地点クタの沖合（2～5km 範囲、図 14.5.9）で発生するが、工事期間は 1 ヶ月以内を見込んでおり、浚渫地点は限定的な範囲となる。周辺海域は同じ環境であることから、濁度が忌避環境になれば浮魚は別の海域に容易に移動できるため、影響は軽微である。 しかし、影響は限定的であるものの本事業についての漁業者との合意は不可欠である。もし汀線から 4 マイル（6.44 km）以内であれば、浚渫権の取得の法的な関係上、南西海岸の場合はバドゥン県、チャンディダサの場合はカラガサム県との合意が漁業者に加えて必要である。
底生魚介類 （南西海岸のみ）	チャンディダサにおいて底生魚は漁獲対象となっていない。南西海岸の浚渫予定区域はロブスター漁が主として行われている地域からは外れている。ロブスターの幼生はサンゴ礁周辺で発生し、成長に伴って沖合へ移動することが知られているため、ロブスターのライフサイクルに重要なサンゴ礁近辺から大きく離れている本浚渫工事計画が与える影響は軽微である。また、もし漁業者がロブスター籠を設置する場合は、他の同じ条件の地域に設置することが十分に可能である。

(出典：JICA 調査団)

- c) 住民移転と土地取得（表 14.5.2：No. 13 土地取得の関連事項）

➤ 住民移転

非自発的住民移転はチャンディダサ海岸、南西海岸の双方において発生しない。南西海岸では事業範囲は海浜上であるため、居住者は皆無である。またチャンディダサの比較案 3（護岸を 12m 後退させる案）の範囲にも居住している住民はいないことを今回の調査で確認した（図 14.5.8）。法的（No. 27/2007 沿岸域および小島域管理）には満潮時の汀線から 100m 陸側までの地点を結んだ海岸域は公共海岸用地として定められており、居住することは違法となっている。しかし実際には、特にチャンディダサ海岸のように背後に丘陵地が迫っている観光地や、昔からの海岸付近に発達した南西海岸のような地区においては、この法律は現実的ではない側面も持っている。

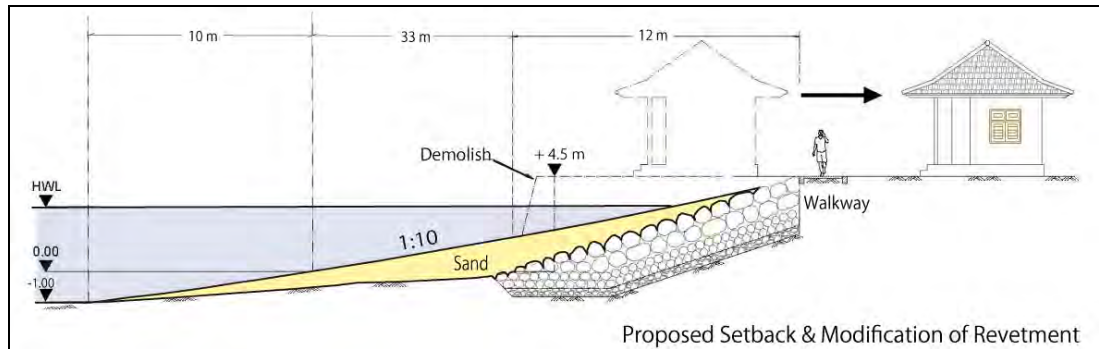


図 14.5.8 防護ラインの変更（セットバック）

（出典：JICA 調査団）

➤ 土地取得

土地取得に関しても非自発的住民移転と同様に、チャンディダサおよび南西海岸において発生しない。セットバック案はフェーズ I 海岸と同じ手法を採ることにする。即ち、海岸背後の地権者との協議によって防護ラインの位置を決めるものであるが、地域の地権者の同意が得られない場合には養浜とセットバック案は実施されず、セットバックなしの案も選択肢のひとつとされている。

チャンディダサ海岸の第 1 案（保全延長 3.1km）を実施する場合のセットバックに要する土地の面積は最大で 3.72ha であり、第 2 案（同 5.1 km）の場合は同 6.12ha である。また地権者がセットバックに同意する場合でも、フェーズ I 海岸背後の事業者との公平を期すため、海岸保全計画の事業者（公共事業省）がチャンディダサ海岸背後の地権者に対して土地の補償をすることは好ましくない。

d) 騒音と振動（表 14.5.2：No.5 騒音と振動 の関連事項）

南西海岸の養浜工事実施地区は海岸背後にある直近のホテル群から 50～70m の距離がある（図 14.4.2）。

南西海岸において養浜砂は沖合から管路によって圧送されるため、この養浜工事にかかる騒音と振動は海浜上のグレーダーから発生する程度で、影響は軽微である。しかし、チャンディダサにおいては施工箇所が直背後のホテル等に至近である（図 14.3.3～14.3.5）。また砂は濁度の発生抑制の目的で一度陸揚げした後に海岸に撒き出すことが計画されている（図 14.3.6）。したがって、養浜砂の運搬路に沿った地域と海岸護岸施工対象区域直背後の事業所には騒音と振動の影響が発生するものと考えられる（図 14.5.8）。

e) 事故（表 14.5.2：No.29 事故 の関連事項）

南西海岸においては、養浜砂は沖合から直接養浜されるため、工事区域は背後のホテルから隔離することができる。しかしチャンディダサの護岸を施工するにあたっては、背後の幹線道路を養浜砂運搬のために利用せざるを得ない。しかしこの道路はチャンディダサ北部に続く唯一の幹線道路であり、日常的にトラック等大型車の通行量が多い道路であるため、砂運搬車が与える事故の確率上昇への影響は現況の状況を大きく変えるものではないと予測される（図 14.3.6）。

(4) 影響緩和対策の検討

- a) 外礁付近の海水の濁度上昇について (表 14.5.2 : No. 2 水質、No.8 堆積、No.10 生物多様化 関連事項)

➤ 浚渫地点の注意深い選定

今後決定する砂の浚渫地点は浚渫実施時期の季節的な沿岸流とサンゴの位置を考慮して慎重に選択する。南西海岸においては特に表層流が沿岸に向きやすい12月～3月にかけては、周辺の漁業者にも周知して合意を得ておく必要がある。

➤ 浚渫工法の注意深い選定

周辺への濁度の影響が少ない浚渫工法を選択する。まだ浚渫地点は確定していないが、特に周辺にチャンディダサ海岸についてはバケットタイプの浚渫船で懸濁物質拡散防止スクリーンを備えたものも必要に応じ検討する (図 14.5.9)。バケットタイプの浚渫船は時間当たりの浚渫可能量は少ないものの、正確な浚渫地点を選択して施工が可能であるという利点がある。

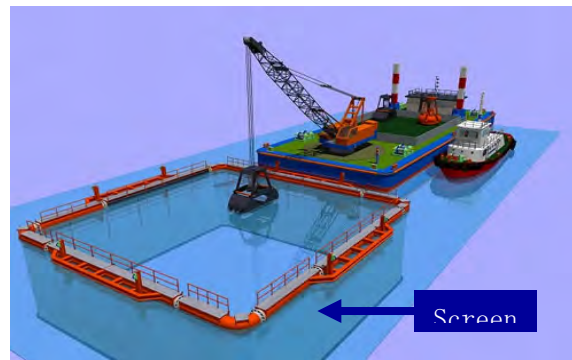


図 14.5.9 懸濁物質拡散防止スクリーン付きのバケットタイプ浚渫船

(出典: BWS-BP)

- b) チャンディダサの礁池内のサンゴの養浜砂による被覆の問題 (表 14.5.2 : No. 2 水質、No.8 堆積、No.10 生物多様化 関連事項)

チャンディダサの海岸保全施設の詳細な計画が策定され、既存の離岸堤 No.5 および No.6 が撤去されることが決まった場合は、この人工構造物付近に活着するサンゴ (1.1ha) について移植も含めて地元住民や NGO (例: Reef Check Foundation) と検討する必要がある。しかし、この背後にはすでに良好な砂浜が存在しているため、現況施設の撤去に関してはさらに詳細な検討が必要である。既存の砂浜は離岸堤やサンゴの群落が部分的に以前の波浪低減機能を発揮して生成されている可能性もある。移植を実施する場合には次の法令等を踏まえる必要がある。

- バリ州政府の条例 PPN. 10/1985: サンゴの掘削の禁止
- 「イ」国法律 No. 5/1990: 生物資源とエコシステムの保全 (サンゴの採掘禁止)
- 環境省令 No. 11/2006, Attachment-A: サンゴ礁の開削はその掘削量に関わらず、環境影響評価を実施する。

以上から、サンゴの撤去または移植の選択を行うに当たっては、より影響が少ない方策を検討するため、監督行政機関であるバリ政府の環境局と連携しつつ方向性を決める必要がある。

養浜の工法のひとつである、船からの砂の射出による直接養浜は、周辺環境への攪乱による影響が非常に大きいため(写真 14.4.8、写真 14.4.9)、避けるべきである。チャンディダサにおいては陸からの砂の撒き出しが、周辺の海水濁度の上昇を抑える工法として望ましい。



写真 14.4.8 養浜管からの直接養浜



写真 14.4.9 養浜船からの直接養浜

(出典：BWS-BP)

➤ 汚濁防止フェンスの設置

チャンディダサにおける養浜工事を実施する区域においては濁物質拡散防止スクリーン(写真 14.4.10)の設置を周辺の濁度上昇抑制のために設置することも検討するべきである。南西海岸は沿岸流と浅海域の海水交換が顕著であり、海水浴は基本的に禁止されている区域であり浅海域の濁度が早期に拡散するため、懸濁物質拡散防止スクリーンは設置しないほうがよい場合もある。



写真 14.4.10 汚濁防止スクリーンの設置による
懸濁物質の分離

(出典：BWS-BP)

➤ 全体レイアウトの検討

全体の離岸堤、突堤等の人工構造物を新設する際は、既存の離岸堤 No. 5 や No. 6 に活着するサンゴや残存する砂浜、背後地の施設の海浜への侵出状況、漁船の係留要請等を勘案して全体レイアウトを検討すべきである。

- c) 浚渫工事による漁業への影響(表 14.5.2: No. 16 雇用/収入源/地域経済、No. 17 土地利用/自然資源、No. 21 費用と便益の不公平な分布 関連事項)
- 適切な浚渫地点の選定
 - 浚渫地点を決定する前に、関係する漁協ならびにカラガサム県およびバドゥン県の漁業所轄担当部署に対し、浚渫計画(今後決定する詳細な地点、浚渫量、浚渫に要する期間、浚渫した砂の運搬の方法)を説明して、了解を得ておく必要がある。
 - 適切な浚渫手法の選定
 - サンゴ等周辺海域への影響を最小限にするための適切な浚渫工法の選択および拡散防止スクリーン、浚渫砂の洗浄等の付加的装備等のプロセスの追加が必要に応じて選択されるべきである。
 - 適切な浚渫計画の策定
 - 浚渫する総量はできる限り少量に抑えるべきであり、計画した量以上に砂を採取しないよう注意する。また浚渫と養浜のそれぞれの施工期間をできるだけ短くするよう、施工業者と調整することが望まれる。
- d) 工事中の騒音や振動によるホテル営業への影響(表 14.5.2: No. 5 騒音・振動、No. 29 事故 関連事項)
- チャンディダサにおける養浜砂運搬ルートの選定は今後行うが、このときの運搬ルートおよび陸揚げ地点、仮置き場周辺の事業者や住民に対して十分に計画および想定される騒音や振動、安全面の対策を説明して理解を得て最終的に最良案を選定する必要がある。
 - 安全教育は、施工業者との契約の際には、運転手、警備員も含め、工事に携わる全委員に対して必須事項として実施される必要がある。
- e) 土地取得(表 14.5.2: No. 13 非自発的住民移転と土地取得 関連事項)
- 南西海岸においては事業対象範囲には民間施設がないので、土地取得が何ら問題となることはない。しかしチャンディダサにおいてはフェーズ II 海岸においてもフェーズ I 海岸で実施した手法で土地の境界を決定することが、公平性の面から望ましい。
 - フェーズ I 海岸では、土地の境界が法的にも不明であり、本来公共用地である海岸区域に侵出してきている海岸背後の地権者と協議によって公共海岸区域の境界線を決定したが、チャンディダサにおいても詳細設計時に同じプロセスを入念に実施していく必要がある。
 - もしもセットバックの合意が BWS-BP と地権者の間でできない場合は、養浜は行えない場合もある。海浜の拡幅にはある程度の延長が必要であることから、隣接する事業者間でまとまった意見となるよう、事業者間の調整も必要となる。

(5) 環境モニタリング計画

環境モニタリングは環境影響の緩和措置の評価とその後の適切な対策の修正等への活用のために必須の作業である。本計画を実施するにあたり、最も注意しなければならないと考えられる環境影響のモニタリングは 1) 浚渫地点の海水濁度の上昇およびその影響、2) 養浜地点の海水濁度の上昇、3) 礁池内のサンゴの保存、撤去または移植の判断、4) 協議会で提唱した海岸維持管理に関するアドプト・システムの実施状況、5) セットバッ

クについての地権者との協議状況等が重要であると考えられるが、別途養浜の砂の安定性についてもモニタリングが必要である。

環境影響とその対策の効果をモニターするために、表 14.5.6 に示す環境モニタリング計画シート（案）を作成した。モニタリングは本計画の事業主体である公共事業省が実施する必要がある。

表 14.5.6 環境モニタリング計画（案）

実施責任機関：	公共事業省（BWS Bali-Penida: BWS-BP）
提出先機関：	*バリ州環境局 *カラガサム/ バドゥン 県、及び *JICA

1. 許認可と渉外

項目	モニタリング項目	認可条件を満足するための実施内容	結果
環境許可書 (Environmental permit)	Environmental Permit 認可時の条件	(事業者記入)	(事業者記入)
住民対応	*異議申立処理システム *申立のあった異議の内容 の記録	(事業者記入)	(事業者記入)

2. 海水の水質

検査項目	調査 結果 (平均)	調査 結果 (最大)	「イ」国基準 (MOE No. 51/2004)		国際基準		位置	報告 頻度	調査 手法
			観光	生物	観光	生物			
pH	(事業者 記入)	(事業者 記入)	7 - 8.5	7 - 8.5	7.8 - 8.5*	7.8 - 8.5*	浚 渫 地 点、養浜 地点 (位置図 を添付)	工事中 (毎日) 工事後 (毎月)	(事業者 記入)
濁 度 (NTU)	(事業者 記入)	(事業者 記入)	<5	<5	-	-			(事業者 記入)
透明度	(事業者 記入)	(事業者 記入)	-	-	0.5 m<**	-			(事業者 記入)
懸濁物質 (mg/l)	(事業者 記入)	(事業者 記入)	20	20 (サンゴ 生育 環境)	-	-			(事業者 記入)

* For recreation, Class-1 aquaculture, natural environment

**Water quality C, MOE Japan

3. 自然環境

項目	緩和対策	状況の変化 (種別、被度 %)		位置 (外礁、 礁池)	報告頻度	調査手法
		現況	工事後			
サンゴへの影響	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	5×5 m メッシュ 潜水調査
海草への影響	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	5×5 m メッシュ 潜水調査

4. 社会環境

項目		状況		地点	報告の 頻度	調査手法
		現況	工事 実施後			
収入への影響	観光産業	個別事業者の収入	←	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
	漁業者	個人漁業者の収入	←	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
騒音と振動	海岸直背後の ホテル等	(dB) 工事前 / 工事中	←	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
	道路沿いの ホテル等	(同上)	←	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
土地取得		地権者名 / 協議の記録 / 合意内容	←	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
住民同士の抗争 (クタの浚渫、クタ及び チャンディダサの漁業者)		ステークホルダー 会議の意見の記録	←	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
苦情対応の記録		(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)
アドプト・システムの導入 状況と問題点		(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)	(事業者記入)

(出典：JICA 調査団)

(6) JICA チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および 環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート) 等は作成済みか。	N	本事業は2海岸地域における海岸保全提案している。EIA を管轄するバリ州環境局によれば、2海岸ともに、正式なEIAの実施が必要とのことである。本件調査では、EIAの前段階の調査を行ったことから、EIAは未実施である。
		(b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。	-	EIA は未実施
		(c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。	-	EIA は未実施
		(d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	N	浚渫工事実施の許可証が工事の実施前に必要となる。管轄機関は次の通り。沖合4マイル以下：県、4～12マイル：州、12マイル以上：中央政府
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。	Y	現地ステークホルダー会議はチャンディダサと南西海岸の2地域の代表者の参加を得て、双方で実施され、賛同を得ている。
		(b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	Y	ステークホルダーである観光産業関係者、漁業者、住民組織、地元自治体等の参加者は、事業実施に賛同している。しかしチャンディダサの海岸保全計画については施設レイアウトを含めて詳細が決まっていない。調査団が提案しているセットバック案を実施しようとする際は、個々の海岸背後の地権者と十分な協議を行った上で最終的な形状を決定する必要がある。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	Y	チャンディダサ及び南西海岸のそれぞれについて、複数の代替案が検討・評価されている。

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
2 汚染対策	(1)水質	(a) 施設からの排水は当該国の基準に準じているか。	-	排水水が発生させる施設は検討されない。
		(b) 船および付随する船舶施設からの排水は当該国の基準に準じているか。	-	小型漁船を除いて船舶は当該海岸地区において使用されない。港湾施設も計画されない。
		(c) 周辺海域への油分および 性のある物質の拡散を抑制する対策が取られるか。	-	性のある排水水が発生させる計画のある施設は導入されない。
		(d) 沿岸流の流況を変化させることによって水温や水質に影響を及ぼさないか。	Y	チャンディダサにおける礁池の海水滞留は既存のT型突堤や離岸堤等の護岸構造物によって引き起こされている。更新される構造物はより広い間口を得ることになり、海水の滞留状況は改善される。
		(e) 浚渫による周辺海水濁度の上昇対策がとられるか。	Y	砂に付着した微細粒分は波の吸出しによって汀線付近の浅海域の濁度を上昇させる。濁度上昇の対策として、バケット浚渫船による正確な位置の浚渫および懸濁物質拡散防止フィルターの適用を本件調査で提案している。
3 自然環境	(2)廃棄物	(a) 掘削土砂の廃棄に伴う当該国の基準に準じた水質の汚濁対策は講じられるか。	-	浚渫した海底砂は投棄されない。養浜箇所においては汚濁防止スクリーン、砂の陸からの撒き出し、微粒分の除去等を本件調査で提案している。
		(b) 物の拡散対策は講じられるか。	-	性の物質は本事業で計画している施設等からは発生しない。
	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	N	チャンディダサ海岸と南西海岸は、戦略的観光地域として指定されている。この地域内の海岸は観光資源としての保全を目的としているが、生物の生息環境として保全していない。また、周辺に生物生息環境の保護地区は存在しない。
		(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ地、干 等)を含むか。	Y	リーフの外礁にはサンゴの群集が活着している。礁縁部および礁池内には一部の人工構造物に活着しているサンゴ以外に殆どサンゴの繁茂はみられない。外洋側の大部分のサンゴに養浜の影響は予測されない。
	(2)生態系	(b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。	N	保護されている生物種は本事業のサイトには生息しない。
			-	同上

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
4 社会環境		(d) 浅海域の生態系に対して影響を与える可能性はあるか。	Y	チャンディダサのNo. 5と No. 6防波堤等に付着しているサンゴは、事業対象域にあるため、養浜が実施されれば埋没または砂とのによりポリプが損傷してしまう。この影響を回避する選択肢として、局所的にプロジェクトを実施しない案、サンゴを移設する案が考えられるが、地元関係者と上記を踏まえて最終的な形状を決定する予定である。また礁池内の海草は一時的に砂に埋没するが本来は砂地に生育するため、フェーズI海岸のように復活かすることが予想される。魚類は許容できる濁度の海域まで容易に移動できるので影響は無視できる。
		(e) 海岸域の動植物に対して影響を与える可能性はあるか。ある場合、その対策は取られるか。	Y	同上
		(a) 沿岸流、波、海流へ影響を与えるか。	N	養浜の実施による沿岸流や海流への影響は構造的に生じるものではない。
		(a) 養浜事業は大規模な地形または地質の改変を伴うか。海岸侵食を発生させるか。	N	養浜事業は元来あった砂浜の回復事業であるため、正の影響がある。砂の浚渫は海底面から1mの範囲内で、堆積している砂を掘削するものであり、堆積傾向が顕著な海域における作業であることから、砂はまた回復することが予想されるため今回の浚渫の影響は軽微である。
		(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。	N	事業対象地域に居住する住民はおらず、非自発的住民移転は発生しない。
	(1) 住民移転	(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。	-	同上
		(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。	-	同上
		(d) 補償金の支払いが移転前に行われるか。	-	同上
		(e) 補償方針は文書で策定されているか。	-	同上

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
		(f) 移転住民のうち特に女性・子供・困 層・少数民族・先住民等の社会的弱者に 適切な配慮がなされた計画か。	-	同上
		(g) 移転住民について移転前の合意は得られ るか。	-	同上
		(h) 住民移転を適切に実施するための体制は 整えられるか。十分な実施能力と予算措置 が講じられるか。	-	同上
		(i) 移転による影響のモニタリングが計画さ れるか。	-	同上
		(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	N	チャンディダサ海岸においてはセットバック実施時に用地確保の ため施設の移転が必要となる場合が考えられる。住民からの苦情処 理体制は、詳細設計策定と並行して検討され、着工とともに運用が 可能な状態にしておく必要があるが、現時点ではまだ設置されてい ない。
		(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影 響が生じるか。必要な場合は影響を緩和す る配慮が行われるか。	N	住民の居住地区はプロジェクトサイトからは離れている汀線付近 であるため、事業の影響が発生するとは考えにくい。またこの事業 によってもっとも大きな便益を受けるのは砂浜という観光資源の 復活をみる直後の観光事業者、係留場所を確保できる漁業者や浜 辺での地域行事が復活できる地元住民(チャンディダサの場合)で ある。
	(2)生活・生計	(b) プロジェクトによって周辺の漁業及び水 利用に悪影響を及ぼすか。	N	砂浜の復活により小型漁船の係留が再び可能となる。施工中および 一定期間濁度が上昇する礁池においては漁業は行われていない。
		(c) 陸上または海上交通へ影響を与えるか。	N	養浜による漁船の航行障害は発生しない。漁船の他の海上交通は存 在しない。
		(d) 他の地域からの人口流入により病気の発 生(HIV等の感染症を含む)の危険はある か。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮 は行われるか。	N	本件調査の対象海岸はいずれもバリ島有数の観光地である。この地 域は工事関係者の人数をはるかに上回る外部からの人口流入(観光 客)に対して慣れており、工事関係者の流入による影響はほとんど 無視できる。

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	N	対象地区に、歴史的、文化的、宗教的に重要な施設や史跡は存在しない。
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	N	チャンディダサ海岸における景観は、砂浜の喪失、海岸背後のホテル等の砂浜上への侵出、私的護岸の建設等によって著しく劣化している。この養浜事業を中心と知る海岸保全事業はそれらの景観悪化の要因を排除することにより、本来の望ましい景観を回復させるものである。南西海岸も事業者の海浜上への侵出を除けばチャンディダサと同様である。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は重されるか。	N -	事業対象地区には少数民族や先住民は存在しない。 同上
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。	Y	法律 No. 13/2003 (建設作業者の労働環境について) は公共および民間の建設作業に適用される。また行政機関の関係者の労働環境については上記に加え、法律 No. 8/1974 (公務員について) も守られる必要がある。
		(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハート面での安全配慮が措置されるか。	N	労働災害防止対策については、現時点でまだ作成されていない。詳細設計時に実施内容および地区の特性に準じた対策を策定する。
		(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育(交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。	N	事故防止のための安全教育は事業の事業実施計画の中で策定される。
		(d) プロジェクトに係る警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	N	警備要員に対する地域社会への配慮なども上記安全教育内容の策定とともに事業実施計画のなかで策定される。

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
5 その他		(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。	Y	養浜による浅海域の濁度の上昇は海水交換率の低いサンゴ礁内のチャンディダサでより影響が大きい。この軽減対策としては砂の撤き出し、汚濁防止スクリーンの設置、微粒分の砂からの除去等が必要にに応じて適用される。これらに加え、工事期間が可能な限り短期間に抑える。また浚渫地点を操業対象区域から避けるよう、漁業者への事前の十分な情報提供と、同意を得る努力を行う。
	(1) 工事 中 の 影 響	(b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	Y	チャンディダサの礁池内の一部にサンゴ群落があり、養浜またはサンゴが活着する基盤となっている既存の防波堤の撤去によってサンゴへの影響が予測される。現時点で海岸構造物の種類、規模、位置は確定していないが、今後の対処方針として工事区域から除外することや、必要であれば他の海域へ移植を行うことも考えられている。
		(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また影響に対する緩和策が用意されるか。	Y	工事中の騒音や振動は抑制のため、工事期間の情報や工事内容について、海岸直背後の事業者に対して地元ステークホルダー会議において十分に説明、理解を得ておく必要がある。必要であれば、事業者の意見をもとに、施工期間や施工方法もに検討することになっている。チャンディダサの海浜は消失しており、現況で使用できる状態ではない。漁船の係留地は工事の間、同じ海岸内の他の箇所に移動しておく必要があるため漁業者への施工計画案についての情報提供、協議もステークホルダー会議時に合わせて行うこととしている。
	(2) モニタリ ン グ	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。	Y	事業者である公共事業省(BWS-BP)がモニタリングを行うための、モニタリングシート(案)を作成した。このモニタリングを実施し、対処が必要な事態が予見された場合は、速やかに実行することを円借款の必須事項としてBWS-BPと協議の上、了解を得る必要がある。モニタリング項目は上記(5)モニタリング計画に示した通りであるが、チャンディダサの場合は、施設の位置、規模等の詳細、浚渫位置と規模、浚渫・養浜量の詳細が現時点で決定していないことから、モニタリング項目と手法の見直しが必要だが時期調査で必須である。

分類	環境項目	主なチェック事項	Y/ N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
6 留意点	他の環境チェックリストの参照 注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外(日本における経験も含めて)の適切な基準との比較により検討を行う。 注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。	(b) 当該計画の項目、方法、頻度等はこのように定められているか。	-	同上
		(c) 事業者のモニタリング体制(組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性)は確立されるか。	Y	本件の事業者は公共事業省(BWS-BP)であり、モニタリングの実施には同省が責任を持つ。一方、海岸維持管理に関する合同作業部会では、BWS-BPとともに、州、県および地元組織や民間団体も維持管理に協力することが合意されている。したがって実際の作業は最終的なモニタリング計画が策定された後、作業部会によって決定される。
		(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	N	現時点で未定である。BWS-BPがバリ州環境局およびKarangasem県(チャンディダサのモニタリング)とBadung県(南西海岸のモニタリング)に対してモニタリング結果を報告する。報告頻度に関しては、実施計画とともに策定されるモニタリング計画検討時に策定されるが、最終的な報告頻度はバリ州環境局の合意を得ておく必要がある。
		本チェックリストは河川および港湾のチェックリストを参考として作成した。		

提言

(1) フェーズ1のモニタリング・維持管理のレビュー

a) フェーズ2事業実施中も含めての長期的視点での海岸維持管理の取り組み・運営に関する継続的支援

本調査の1つの重要な成果として、海岸管理評議会(TKMPP)の設立が挙げられる。TKMPPはフェーズ1海岸における今後の官民連携での海岸維持管理の実施に関する意思決定、およびその管理の場となることが期待されている。しかしイ国でこれまで組織的な海岸管理は行われておらず、今回の取り組みは、海岸でのイ国の維持管理として初めての試みとなる。一方、養浜を主体とするフェーズ1実施海岸での海岸維持管理において必要とされる順応的管理手法に必要な技術的知見、経験が絶対的に不足しているのが現状である。これより今後、イ国による自立した海岸維持管理の確立に向けて、長期的視点での支援は不可欠である。能力向上のための支援項目として、主に次の2項目に対する支援が必要と考えられる。すなわち、1)モニタリング、評価、計画立案といった、養浜事業における順応的管理手法に必要な技術的知見・経験の能力向上に対する支援、および2)海岸利用面、空間管理面における管理や規制等に関する能力向上支援および制度・体制確立のための支援、の2項目である。それを実現化するためにも、フェーズ2事業期間中におけるソフトコンポーネントとして能力向上プログラムを含めての、長期的視点に立った継続支援が不可欠である。

b) TKMPPがイ国で自立的に運営できるまでの技術面における側方支援

WG3における同意事項より、今後TKMPPの設立に向けた必要なアクションを、地方政府(バリ州政府)が中心となって実施していくことが確認されている。またTKMPP設立後においては、イ国政府が今後の海岸維持管理体制の確立に向けて、各管理項目の責任分担、予算分担、海岸利用規制に関する必要な法制度整備、等について継続審議していくことを約束している。しかしこれまでこのような海岸管理がイ国で行われていない中で、果たして何の支援なしに彼ら自身でこのような事項を審議し、適切な方向性を示していけるかについて懸念される。これより、TKMPPがある程度順調に進むまで、地方政府および技術的管理を担う水資源局バリ流域管理事務所(BWS-BP)への特に技術面からの速報支援が必要と考えられる。

c) 水資源局バリ流域管理事務所(BWS-BP)と公共事業省水資源総局水理研究所との連携による海岸管理の技術面におけるリーダーシップの必要性

公共事業省水資源総局水理研究所は、2013年よりその機能のほとんどをバリ島北部に現在整備中の新たな水理研究所に移転する予定である。本研究機関は、公共事業省の中の海岸工学に関する技術的専門組織として、技術の中核を担っていくべき組織である。

現在その前身組織として Loka Pantai が既にバリ島北部で業務に従事している。しかしながら、実験や小規模の現地実験等をベースとした研究が、彼らの主な業務としており、海岸事業での様々な問題や維持管理等、実際の事業上での課題にはこれまであまり取り組んでいなかったように見受けられる。再三述べてきたように、養浜事業に対する維持管理には、モニタリング、評価、計画立案、実施のサイクルを繰り返す順応的管理手法に基づく管理が必要であり、これには海岸工学の知識と経験に基づく技術的能力が求められる。この手法の習得なしには、養浜事業での適切な維持管理は不可能である。フェーズ 1 対象海岸は、まさに実務・現場でこれらを習得する絶好のフィールドである。TKMPP 設立に関する同意事項の 1 つとして、水資源局バリ流域管理事務所 (BWS-BP) が技術面でのイニシアチブを取っていくことが確認されている。しかし現状において、技術と経験の蓄積の上での適切な技術的判断・評価を彼ら自身がこなしていけるか、大きな懸念がある。このような現状より、公共事業省の技術的中枢をなす水理研究所とバリ流域管理事務所 (BWS-BP) と連携し、実務上の様々な海岸問題について取り組んで行く体制が強く求められる。

d) 遊歩道の定義の法律化および貯砂池の所有権・使用権の明確化

フェーズ 1 実施海岸における 1 つの問題として、官民境界が法的に定められていないことである。基本的に遊歩道が、養浜後の砂浜エリア (公共用地) とその背後の各所有者の土地との官民境界を識別する機能を担っている。しかしそのような機能を官民双方とも十分に理解していない。これは遊歩道の定義が法的に明らかとされていないことが大きな要因の 1 つである。そのため、勝手に遊歩道が付け替えられたり、公共用地である砂浜上があたかも私有地のように扱われ、違法な施設が設置されている。これより遊歩道の機能および定義を法的に明文化し規制していくことが必要である。

フェーズ 1 事業においては、維持管理用の砂 (14 万 m^3) を確保する貯砂池がサヌールに設けられている。事業完了後、ヌサドア北の追加対策のために、バリ流域管理事務所 (BWS-BP) により 10,000 m^3 のストック砂が使われてはいるが、そのほとんどは、事業から 4 年以上経過した現在もほとんど使われずに放置されたままである。この貯砂池の所有権、ストックしている砂の使用権等については事業実施中に実施機関とコミュニティ間で話し合われ、同意されているものの、現状は不明瞭となっている。このストックしている砂を誰がどのように使用するかについては、ステークホルダーや政府間においても、それぞれで理解が異なっている。これにより、有効なストック砂の活用、また場合によっては民レベルでのこの砂を用いた砂浜維持管理等に有効に生かされていない。これよりこのストックしている砂をどのようなルールで誰が使用できるか等についての早急な協議、および必要に応じて法制度化が求められる。

e) 海岸域のバッファーズーンの法的明文化、および海岸域での施設建設に対する許認可・規制・罰則の明確化

海岸域での好ましくない構築物の建設(護岸やフェンス、ホテル、レストラン、ビラ施設等)が、特に現在観光開発が行われつつある西部海岸(スミニャック北部やチャングー)や東部の海岸(チャンディダサ)で見られる。これら海岸域での構築物は、新たな海岸侵食問題を助長する可能性が高い。その要因として、海岸域での必要なバッファーズーン幅(セットバックライン)が明確でないとともに、これらの許認可体制や規制・罰則の整備が不十分であることが挙げられる。よってこれら海岸域のバッファーズーンの法的な明文化、および海岸域での施設建設に対する許認可・規制・罰則の明確化を早急に行うことが求められる。これは今後の海岸管理を協議・決定していく場の TKMPP の中の重要な協議事項の1つである。

(2) フェーズ2事業のF/S調査

a) チャンディダサで提案する養浜と海岸施設建設の、1つのパッケージによる一体化施工および施工管理

本調査期間中のイ国側との協議において、イ国側からの1つの考えとして、チャンディダサで提案する養浜+護岸や突堤等の海岸施設建設の組み合わせを、それぞれ別々のパッケージとして実施する案が示された。その場合、養浜については円借款事業のスコープからは切り離し、自国予算で自国の施工業者、コンサルタントによる施工および施工管理で実施する、というシナリオである。本文中で述べたように、チャンディダサの工事においては、当海岸のメリットである良好な海岸環境(水質およびサンゴ)に十分留意しながら、これらへの影響を最小限に抑えながらの施工が必要となり、そのためには十分な知識・経験を踏まえ、環境への影響を抑えることの出来る技術を有する施工および施工管理が不可欠である。例えば汚濁対策として用いられる各種対策工も、養浜工事と海岸施設構築時の双方で必要となり、1パッケージとすることで効率的かつ経済的な施工が可能となる。これより、特に環境面に対する高度な配慮が必要なチャンディダサでの施工においては1パッケージとして、これらを考慮した施工および施工管理の下での実施が求められる。

c) フェーズ2事業での追加ストック砂の確保

砂浜維持管理用の砂を陸域から探すことは、養浜に適した砂の仕様(粒径や色等)を確保する上で困難であり、基本的にはフェーズ1事業と同様、海底から取得した砂を用いることになる。一方で水深20mを超えるような海底から砂を取得する場合、フェーズ1事業で用いたと同様の、十分なポンプ容量を有する特殊な自航式サクショホッパー浚渫船が必要となる。しかしそのような十分な容量を有する浚渫船はイ国では整備されていないため、そのような海底からの砂を取得する機会は、フェーズ1や今回計画第フェーズ2のような、規模の大きい海岸事業の時のみである。一方、維持管理用の砂は今後も継続的に必要となる。現在サヌール南側にストックしている砂も、適切な海岸維持管理が行われた後には、数年程度で枯渇する可能性がある。これより、フェーズ2事業実施中に、その後の維持管理用の砂のストックも考慮し、これを確保することも合わせて考えていく必要がある。

d) フェーズ2事業実施中での有効な技術移転の実施(コンサルチームに入ることによるOJTの必要性)

フェーズ1事業実施中においても、数回におよぶワークショップやセミナー、我が国への第三国研修等のプログラムによる技術移転が図られてきた。しかしこのようなイベント的なプログラムだけでは決して有効な技術移転は図れないことも、フェーズ1事業を通じて学んだ。最も有効かつ確実な技術移転方法は、事業を遂行していく中での日々の業務を通じてのOJTによる技術移転である。その1つの方策として、C/Pの技術者をコンサルタントチームの中で一緒に業務に従事し、その中で様々な問題、解決策を議論し、また解析やレポート、プレゼン資料の作成を一緒に行っていくことである。このような日々の業務からの知識と経験の積み重ねが、結局はイ国技術者の確固たる能力習得には必要であり、そのような体制の元で詳細設計から施工管理期間中の業務を遂行していく工夫が必要である。