セントルシア国
農業・食料生産・水産・農村開発省

セントルシア国
アンス・ラ・レイ水産施設整備計画

フォローアップ協力調査報告書

平成 25 年 3 月

(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社　エコー

資金
CR(10)
13-008

序　文

独立行政法人国際協力機構は、セントルシア国のアンス･ラ･レイ水産施設整備計画に係るフォローアップ協力調査を実施することを決定し、同調査を株式会社エコーに委託しました。

調査団は、第１年次（平成23年８月下旬から平成24年３月下旬）、第２年次（平成24年６月上旬から平成25年３月下旬）で、セントルシアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における被災状況調査、短期対策の実施、アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食機構の解明、中・長期対策の必要性と課題の明確化、中期対策工事の実施及び長期対策の提言を実施し、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成25年３月

独立行政法人国際協力機構
資金協力支援部
部長　坂田章吉

要　約

セントルシア国（以下「セ」国）アンス・ラ・レイにおける漁業の操業効率及び漁獲量の向上、観光産業との相乗効果による地域経済への寄与を目的に、アンス・ラ・レイ湾のポケットビーチに位置する砂浜に桟橋、水産複合棟（製氷機、貯氷庫、一次加工台等）、漁具倉庫、ベンダーズ・アーケード等から成る漁業施設を建設することとなり、2008 年 12 月に着工、2010 年 2 月に完工を迎えた。本施設完工後は、多種類の小型浮魚類や沿岸底魚を対象とする小規模漁業を行う零細漁業者に十分に利用されており、その結果として本施設は首都カストリーズから直線距離で約 10km、車で約 30 分の距離に位置していることもあり、首都圏への水産物供給基地としての機能も発揮している。また、アーケードはフィッシュフライデー時には鮮魚・土産物販売を、同アーケード前浜は漁船陸揚げ場として、水産複合棟についても鮮魚一次加工台、製氷機及び貯氷庫が設置され、鮮魚の加工から保冷運搬までを担う水産活動の中核的な施設として十分に活用されている。

しかしながら、2010 年 10 月に来襲したハリケーン「トーマス」以降、異常気象により 2010 年 11 月までの例年を上回る（想定を上回る）高波浪が継続したことで、2011 年 5 月時点で想定以上に海浜後退が進み、海浜後退の影響を水産複合施設が最も強く受けた。

「セ」国政府は表-1 に示す供与水産施設に関する海岸侵食による被害状況を踏まえ、緊急度の高い A,B 評価事項について、フォローアップ協力を独立行政法人国際協力機構に対し要請した。

表-1 水産施設毎の被災概要と対策緊急度

施設名	現況	被災見通し	対策緊急度	評価
桟橋及び 付帯設備	・被災なし	・桟橋基部は侵食被害なし。 ・アプローチ部コンクリート基礎は倒壊等の可能性は低い。 ・長期的には被災の可能性がある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・長期的にアプローチ部コンクリード基礎が洗われる状況になれば対策が必要。	C
アーケード	・前面前浜部が１m沈下 ・前面後浜部(10m)が喪失	・海浜後退が強い部分に位置するため、被災の可能性が高い。 ・ベタ基礎構造であり、前浜侵食が進行した場合、倒壊する可能性がある。	・緊急的対応が必要。 ・中期的に前浜安定化対策が必要。 ・長期的には安定海浜化対策が必要。	A
水産複合棟	・前面海浜部が１m沈下 ・前面後浜部(10m)が喪失	・海浜後退が強い部分に位置するため、被災の可能性は高い。 ・布基礎部の支持地盤まで、後１m程度であり、前浜侵食が進んだ場合、施設が傾く可能性がある。	・緊急的洗屈防止対策が必要。 ・中期的には前浜安定化対策が必要。 ・長期的には後浜部の復元と安定海浜とする対策が必要。	C
漁具倉庫 I 及び II	・被災なし	・侵食の影響が低い個所にある。 ・浜全体の後退が顕著になれば影響を受ける可能性がある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・後浜幅の維持と安定海浜を維持する必要がある。	C
ワークショップ	・被災なし	・侵食の影響が低い個所にある。 ・後浜幅が後退すると影響を受ける可能性がある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・後浜幅の維持と安定海浜を維持する必要がある。	B
浄化槽	・被災なし	・侵食の影響が低い個所にある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・安定海浜を維持する必要がある。	C

「セ」国は同サイトを重要な観光的資源と捉えていることもあり、現状の自然海浜の形状・景観をできるだけ変更しない方法による対策を望んでいることを踏まえ、本施設で発生している海岸侵食という脅威を防護する短期対策と中・長期的に本施設の安全性が維持され、施設が継続的に利用されることを目標に、①緊急的な防護策である短期対策として、水産複合棟施設及びアーケードの前面に洗屈防止のために捨石等の設置、②中期対策として、水産複合棟等前浜の安定を図る侵食対策工事の実施、③アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食への長期的な対応策の提言、を実施した。

フォローアップ協力調査ではアンス・ラ・レイ湾の海岸侵食機構を理解した上で、中・長期対策の必要性と課題を明確にすることが重要で、以下のようなアンス・ラ・レイ湾の海浜過程の基本的理解を得ることができた。

①アンス・ラ・レイの海浜は、延長が 300m 程度のポケットビーチであり、海岸の南端と北端に流入している二つの河川から供給されている砂で維持されている。砂供給は南側の河川からのものが多い。ところが、河川からの供給量は異常気象のときの多量の降雨によって比較的強度の低い山腹が崩壊した結果として発生するので、そのイベントの発生は毎年ではなく、十年以上の間隔で気まぐれである。イベントとイベントの間は河川からの土砂供給が少なくなっているので、汀線は徐々に後退し、海浜は次のイベントで息を吹き返す。

②アンス・ラ・レイ湾の海浜の場合、前回のイベントは 1970 年代ころにあったと推察される。一時的に大量の土砂が海岸に供給されたようだが、その後はイベントがなく、約 30 年間以上に渡り汀線は約 0.6m／年のほぼ一定の速さで後退していた。このような状況のもとで、水産関連施設が海岸近くに整備された。施設整備終了後の 2010 年 10 月 30 日にハリケーン・トーマスが来襲して海浜が侵食を受け、さらにその後の約 1 ヶ月継続した高波浪によって侵食が進行し、2011 年 2 月には漁業複合棟の基礎部まで及んでいた。

③ハリケーン・トーマス来襲時と 2009 年 5 月の大洪水のときに多量の砂が河川からアンス・ラ・レイ湾に供給されていたことが分かった。つまり、イベントが発生していた。海底に堆積した砂の一部は、その後の波の作用を受けて徐々に海浜に運ばれ、少しずつ汀線が前進することになる。2011 年 9 月～2012 年 1 月の間の海浜モニターでは、汀線前進を伴う砂浜回復の兆しが明らかに現れている。

④調査の過程において汀線前進を伴う砂浜回復の兆しが明らかに現れていたため、向こう 5 年間は大きなハリケーンは来襲しないという前提で、数値シミュレーションで汀線変化を予測した結果、砂浜はほぼ全域に渡って徐々に回復することが分かった。しかし、非常に大きなハリケーンが来襲する可能性は否定できない。アンス・ラ・レイの海浜は、過去に 30 年以上にわたって継続的に侵食されてきたため、海浜の外力（波）に対する耐力は落ちている。このような状況で、非常に大きなハリケーンが来襲すると、一時的に急激な侵食が生じる。その侵食が漁業施設まで及ぶようなことになると、施設そのものが壊れることもありうる。例え壊れなくても、施設に波が届くようになると反射波が生じ浜の回復に障害となる。

したがって、高い波浪の来襲に対する対策を講じておく必要があることから、表-2 に示すような中・長期期対策上の課題を明確にした

表-2 施設に対する中・長期対策上の課題

施設名	中期対策上の課題	長期対策上の課題
桟橋及び 付帯設備	①排水溝出口対策	①ベンダーズ・アーケード前面砂浜を保持するための桟橋基部捨石の位置
アーケード	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減 ②漁船引き揚げ機能のための後浜幅の確保 ③30 年確率波遡上時のアーケード基礎洗掘の防止 ④砂浜環境の回復	①後浜幅の保持 ②前浜の安定化 ③30 年確率波による遡上高の軽減
水産複合棟	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減 ②30 年確率波遡上時の水産複合棟基礎洗掘の防止 ③砂浜環境の回復 ④南北移動の確保	①後浜幅の保持 ②前浜の安定化 ③30 年確率波による遡上高の軽減
漁具倉庫 I 及び II	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減	①後浜幅の保持 ②前浜の安定化 ③30 年確率波による遡上高の軽減
ワークショップ	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減	①後浜幅の保持 ②前浜の安定化 ③30 年確率波による遡上高の軽減
浄化槽	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減	①後浜幅の保持 ②前浜の安定化 ③30 年確率波による遡上高の軽減

本フォローアップ協力で実施した中期対策工事は、「セ」国内業者を対象とした指名競争入札により業者を選定し 2012 年 12 月 20 日～2013 年 3 月 21 日の期間で施工が完了した。表-3 は中期対策検討上の課題と対応結果を示している。フォローアップ協力の調査期間中に実施された短期対策では水産施設の洗掘・不等沈下防止対策が図られたが、漁民の南北移動阻害や砂浜景観の阻害が生じた。中期対策では「短期対策を補修・補強し建物基礎の洗掘・不等沈下などを防護するとともに、砂浜環境の一部回復を図る」ことが可能となった。

しかしながら、中期対策だけではアンス・ラ・レイ湾海浜の本来的な性質である侵食海岸に回帰した場合には 30 年確率波等の異常気象による脅威は解消できない。また、中期対策では防護機能の達成と砂浜環境の一部回復を図っているが、砂浜景観の連続性は確保できたが、防護機能保持のための捨石工が露出する箇所があるため景観が変化している。この点は中期対策の環境面へのインパクトであり、引き続き実施がのぞまれる長期対策で解消すべき課題である。

2010 年 10 月に来襲したハリケーン「トーマス」以降、異常気象により 2010 年 11 月までの例年を上回る（想定を上回る）高波浪が継続したことで、2011 年 5 月時点で想定以上に海浜後退が進み、水産施設建物の洗掘や不等沈下が懸念された。「セ」国は何らかの対策が必要であることを認識しているが、同サイトを重要な観光的資源と捉えていることもあり、現状の自然海浜の形状・景観をできるだけ変更しない方法による対策を望んでいる。

本調査は 2006 年の BD 調査実施時の汀線及び後浜幅を維持することで、BD 時に想定した水産施設機能の維持が図れると判断し、短期対策と中期対策で水産施設建物の洗掘や不等沈下の懸念を解消した。また、当該海岸が侵食海岸であるという本来機能をもとに、ハリケーン「トーマス」がもたらした河川流下土砂による汀線の回復後の状況を踏まえた長期対策案も提言していることから妥当である。

表-3 施設に対する中期対策検討上の課題と対応結果

施設名	中期対策上の課題	対応結果
桟橋及び 付帯設備	①排水溝出口対策	①排出溝出口に敷設済みの捨石を覆砂工が被覆し露出状態は解消
アーケード	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減 ②漁船引き揚げ機能のための後浜幅の確保 ③30 年確率波遡上時のアーケード基礎洗掘の防止 ④砂浜環境の回復	①年数回波の遡上高以上の後浜を整備することで軽減 ②覆砂工により後浜幅が 5m 程度確保される ③捨石敷設で洗掘防止 ④覆砂工により砂浜形成
水産複合棟	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減 ②30 年確率波遡上時の水産複合棟基礎洗掘の防止 ③砂浜環境の回復 ④南北移動の確保	①捨石先端部の補強による消波機能による軽減 ②建物基部の捨石工による防護 ③埋戻しによる砂浜の回復 ④砂浜の回復により移動性確保
漁具倉庫 I 及び II	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減	①フェンス前の捨石敷設と覆土により洗掘等の防護
ワークショップ	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減	①フェンス前の捨石敷設と覆土により洗掘等の防護
浄化槽	①冬季の長周期のうねりによる遡上波の影響軽減	①フェンス前の捨石敷設と覆土により洗掘等の防護

目　次

序文
要約
目次
位置図/完成予想図/写真
図・表リスト/略語集

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯 …… 1-1
1-1 フォローアップ協力要請の背景・経緯及び概要 …… 1-1
1-1-1 フォローアップ協力要請の背景 …… 1-1
1-1-2 フォローアップ協力要請内容 …… 1-1
1-1-3 フォローアップ・プロジェクトの概要 …… 1-2
1-2 「セ」国の漁業振興にかかる政策及び上位計画 …… 1-4
1-3 「セ」国責任機関、実施機関等関連組織体制 …… 1-6
1-3-1 「セ」国責任機関・実施機関等 …… 1-6
1-3-2 農業林業土地水産省及び水産局予算 …… 1-7
1-3-3 「セ」国漁業協同組合組織と本プロジェクト運営管理組織 …… 1-7

第 2 章 海岸侵食状況と短期対策工事 …… 2-1
2-1 海岸侵食状況 …… 2-1
2-1-1 フォローアップ協力調査前の海岸侵食状況 …… 2-1
2-1-2 フォローアップ協力調査時の海岸侵食状況 …… 2-9
2-2 短期対策工事 …… 2-15
2-2-1 短期対策工事の必要性と範囲 …… 2-15
2-2-2 短期対策工事内容と実施 …… 2-15
2-2-3 短期対策工事の効果 …… 2-21
2-2-4 短期対策工事の評価 …… 2-32

第 3 章 アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食機構 …… 3-1
3-1 汀線の長期変化（航空写真からの読み取り） …… 3-1
3-1-1 航空写真による汀線変化の解析 …… 3-1
3-1-2 汀線変化の解釈 …… 3-2
3-2 2006 年 10 月～2011 年 9 月の地形変化とその要因 …… 3-7
3-2-1 海浜地形の変化 …… 3-7
3-2-2 海底地形の変化 …… 3-11
3-2-3 2009 年 2 月～2011 年 9 月の海底地形変化の要因 …… 3-14
3-3 将来の地形変化の可能性 …… 3-16
3-3-1 現地踏査及び新鮮測量結果に認められる海浜の回復の兆し …… 3-16
3-3-2 数値シミュレーションによる汀線変化予測 …… 3-28

3-4 アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食機構 ····· 3-32
3-4-1 アンス・ラ・レイ湾の海浜過程の基本的理解 ····· 3-32
3-4-2 中期及び長期対策の必要性と課題 ····· 3-33

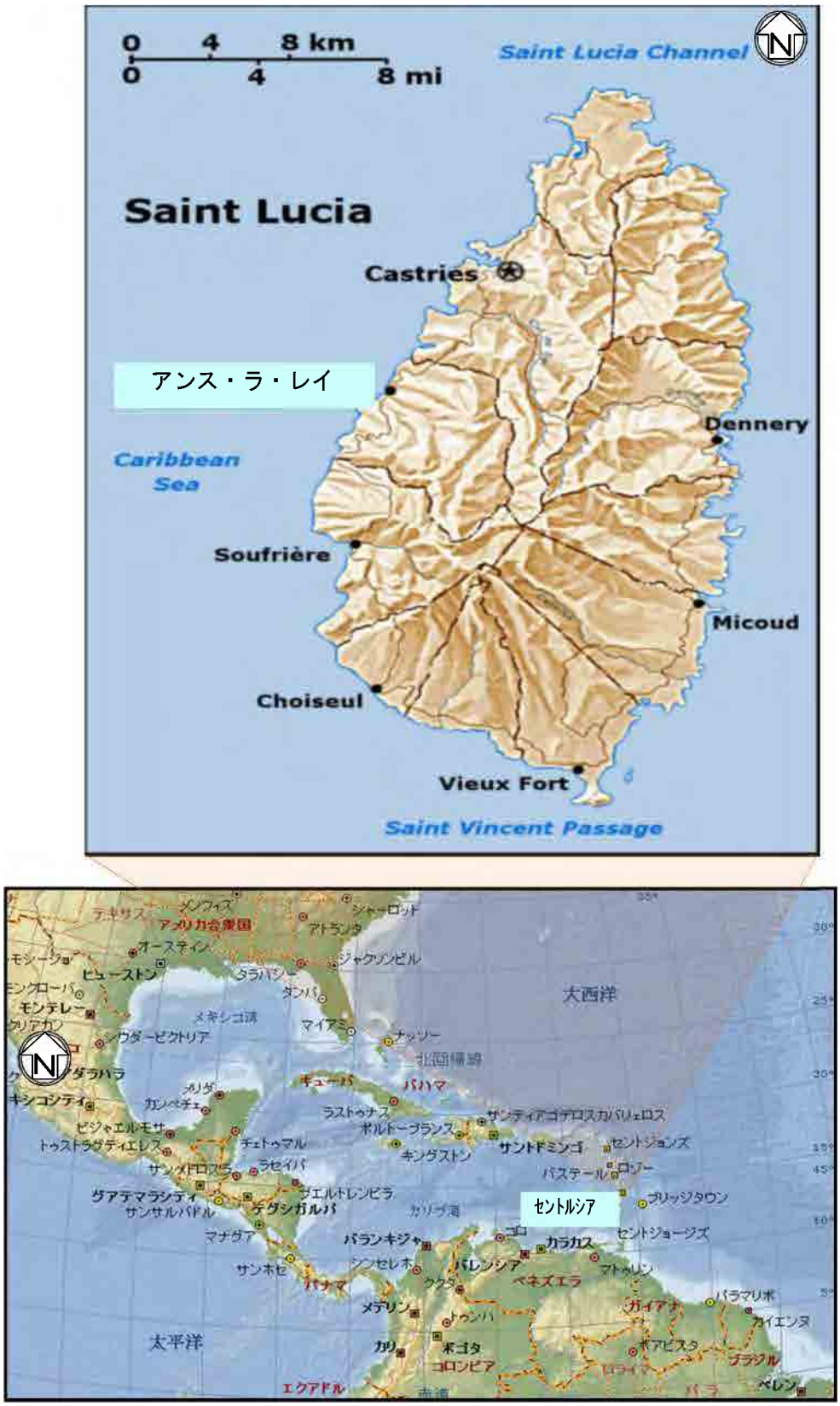
第 4 章 中・長期対策案の検討 ····· 4-1
4-1 検討の前提条件 ····· 4-1
4-1-1 「セ」国上位計画による前提 ····· 4-2
4-1-2 海岸線の漁船利用による前提 ····· 4-4
4-1-3 水産複合棟等の移設が困難であることによる前提 ····· 4-4
4-1-4 観光資源としての海岸線の役割による前提 ····· 4-4
4-1-5 海岸線の漁業利用による前提 ····· 4-5
4-1-6 海浜形状保持に関する「セ」国の意向 ····· 4-5
4-2 対策案検討の基本的な考え方 ····· 4-5
4-2-1 アンス・ラ・レイ湾における海浜変形の基本的な理解 ····· 4-5
4-2-2 中・長期対策の基本的な考え方 ····· 4-7
4-2-3 各水産施設に対する中・長期対策上の課題 ····· 4-8
4-3 中期対策案の設計と工事 ····· 4-9
4-3-1 設計方針 ····· 4-9
4-3-2 設計条件 ····· 4-12
4-3-3 断面設計 ····· 4-21
4-3-4 平面設計 ····· 4-27
4-3-5 施工計画/調達計画 ····· 4-28
4-3-6 事業費 ····· 4-30
4-3-7 協力事業実施に当たっての留意事項 ····· 4-30
4-4 長期対策案の提言 ····· 4-31
4-4-1 長期対策代案の抽出と選択 ····· 4-31
4-4-2 長期対策案の提言 ····· 4-40

第 5 章 中期対策の実施 ····· 5-1
5-1 中期対策に係る S/W 協議 ····· 5-1
5-1-1 中期対策に係る S/W 協議日程 ····· 5-1
5-1-2 IT/R の説明・協議結果 ····· 5-3
5-1-3 長期対策の提言に関する質疑内容 ····· 5-3
5-1-4 S/W（案）の説明・協議結果 ····· 5-4
5-1-5 S/W 時の海岸状況と中期対策との関係（考察） ····· 5-4
5-2 中期対策に係る入札支援 ····· 5-5
5-2-1 入札方式 ····· 5-5
5-2-2 入札図書類の作成 ····· 5-5
5-2-3 工事対象業者リスト ····· 5-6
5-2-4 入札資格及び契約条件等 ····· 5-7

5-2-5 入札スケジュール ····· 5-7
5-2-6 入札結果 ····· 5-8
5-3 中期対策に係る施工監理 ····· 5-9
5-3-1 工事概要 ····· 5-9
5-3-2 施工監理 ····· 5-10
5-4 中期対策実施による海底・海浜地形変化 ····· 5-14
5-4-1 海底・海浜地形変化 ····· 5-14
5-4-2 断面地形変化状況 ····· 5-17

第 6 章 プロジェクトの妥当性の検証 ····· 6-1
6-1 プロジェクトの効果と妥当性 ····· 6-1
6-2 課題・提言 ····· 6-2
6-3 結論 ····· 6-2

【資　料】
１．調査団員・氏名 ····· 資-1
２．調査行程 ····· 資-3
３．関係者（面談者）リスト ····· 資-7
４．討議議事録（M/D） ····· 資-11
4-1　討議議事録（調査開始時） ····· 資-11
4-2　討議議事録（S/W 時） ····· 資-18
５．収集資料リスト ····· 資-25
６．参考資料 ····· 資-26
6-1　Coastal Zone Management における Anse La Raye 地区の上位構想図 ····· 資-26
6-2　短期対策工事許可申請に係る付帯図書 ····· 資-29
6-3　自然条件調査結果 ····· 資-41
6-3-1　深浅測量結果 ····· 資-41
6-3-2　深浅測量結果にみる海底・海浜地形変化 ····· 資-46
6-4　短期対策工事許可証 ····· 資-57
6-5　短期対策工事報告 ····· 資-60
6-6　中期対策工事許可証 ····· 資-69
6-7　中期対策工事施工監理報告 ····· 資-71


0 4 8 km
0 4 8 mi
Saint Lucia Channel
N
Saint Lucia
Castries
アンス・ラ・レイ
Dennery
Caribbean Sea
Soufrière
Micoud
Choiseul
Vieux Fort
Saint Vincent Passage
大西洋
太平洋
セントルシア
バハマ
キューバ
ジャマイカ
パナマ
コロンビア
ベネズエラ
エクアドル
ブラジル

プロジェクト位置図

短期対策完成予想図

中期対策完成予想図

水産複合棟前浜捨石完成予想（拡大）図

写　真

写真―１　基本設計時の旧水産施設全景
（2006 年 10 月 20 日）

写真―2　新水産施設完成時全景
（2010 年 2 月 19 日）

写真―3　完成後 1 年の瑕疵検査時全景
（2011 年 2 月 8 日）

写真―4　基本設計時の水産複合棟前浜状況
（2006 年 10 月 20 日）

写真―5　基本設計時のベンダーズ・アーケード前浜状況（2006 年 10 月 20 日）

写真―6　水産施設前浜状況（侵食が進みだしている）（2010 年 7 月 23 日）

写真―7　低気圧通過後の水産複合棟前浜状況（2010 年 9 月 28 日）

写真―8　ハリケーン・トーマス通過後の水産複合棟前浜状況（2010 年 11 月 2 日）

写真―9　瑕疵検査時のベンダーズ・アーケード前浜の侵食状況（2011 年 2 月 28 日）

写真―10　瑕疵検査時のコミュニテイーセンターの侵食状況（2011 年 2 月 28 日）

写真―11　瑕疵検査時の旧漁業組合事務所倉庫一部崩壊（2011 年 2 月 28 日）

写真―12 フォローアップ調査時の前浜への波浪遡上状況（2011 年 9 月 19 日）

写真—13 フォローアップ調査時の短期対策工事完成時(2011 年 10 月 11 日)

写真—14 追加調査時における海浜回復傾向確認 (2012 年 1 月 20 日)

写真—15 追加調査時のコミュニテイーセンター前浜の回復傾向(2012 年 2 月 22 日)

写真—16 追加調査時のベンダーズ・アーケード前浜の状況(周辺に比較して遅れている)

写真—17 短期対策工事前との比較(海浜の回復傾向を示す)

写真—18 2009 年 2 月撮影の航空写真では河口部に堆積土砂は存在しない

写真—19　ハリケーン・トーマスは大規模な山腹崩壊を随所に生じさせた

山腹崩壊により大量の土砂が河川によって運ばれた

写真—20 アンス・ラ・レイ湾では南側河川から土砂が流出し河口部に堆積した

河口前面の浅瀬とその上で砕ける波（2011 年 9 月 4 日）

写真—21　堆積した土砂が北側海浜に砂浜を戻し始めてきた

写真—22　中期対策工事開始前の前浜状況（2012 年 12 月 12 日）

写真―23　工事案内

写真―24　中期対策工事状況
（2013 年 2 月 28 日）

写真―25　漁具倉庫前の捨石敷設状況
（2013 年 2 月 1 日）

写真―26　漁具倉庫前の覆土状況
（2013 年 2 月 3 日）

写真―27　水産複合棟前の捨石撤去状況
（2013 年 2 月 20 日）

写真―28　水産複合棟前の捨石再敷設状況
（2013 年 2 月 27 日）

写真―29　水産複合棟際の捨石の嵩上げ状況
（2013 年 2 月 21 日）

写真―30　水産複合棟前浜の汀線部の掘削
状況　（2013 年 2 月 18 日）

写真―31 水産複合棟前汀線部の捨石敷設状況
（2013 年 2 月 28 日）

写真―32　ベンダーズ・アーケード前の捨石
敷設状況　（2013 年 2 月 14 日）

写真―33　ベンダーズ・アーケード前の覆土
状況　（2013 年 2 月 28 日）

写真―34　漁具倉庫前浜の完工状況
（2013 年 3 月 15 日）

写真―35　水産複合棟前浜の完工状況(1)
(2013 年 3 月 15 日)

写真―36　水産複合棟前浜の完工状況(2)
(2013 年 3 月 15 日)

写真―37　ベンダーズ・アーケード前浜の完工状況　(2013 年 3 月 15 日)

写真―38　完工時の全景（北側海浜）
(2013 年 3 月 19 日)

写真―39　完工時の全景（南側海浜）
(2013 年 3 月 15 日)

写真―40　完工時の全景（ベンダーズ・アーケード前浜）(2013 年 3 月 20 日)

図リスト

第 1 章

図 1-2-1　水産セクターの開発計画 …… 1-5
図 1-3-1-1 水産局組織図 …… 1-6
図 1-3-3-1「セ」国における漁業協同組合組織体制 …… 1-8
図 1-3-3-2 本プロジェクトの維持管理体制と政府機関及び村落会議との関係 …… 1-9

第 2 章

図 2-2-2-1 測線位置図 …… 2-17
図 2-2-2-2 代表測線の断面比較図 …… 2-18
図 2-2-2-3 計画平面図 …… 2-19
図 2-2-2-4 断面図 …… 2-20

第 3 章

図 3-1-1　アンス・ラ・レイと北海浜（ロゾー湾）の位置 …… 3-1
図 3-1-1-2(a) アンス・ラ・レイの航空写真 …… 3-1
図 3-1-1-2(b) アンス・ラ・レイの航空写真（2009 年 2 月撮影） …… 3-2
図 2-1-1-3 北海浜（ロゾー）の航空写真（2009 年撮影は省略） …… 3-3
図 3-1-2-1 汀線位置の変化（航空写真解析） …… 3-4
図 3-1-2-2 2011 年 4 月 17 日～21 日の潮汐図 …… 3-4
図 3-1-2-3 アンス・ラ・レイ海浜、北側の岬 …… 3-5
図 3-1-2-4 桟橋先端から撮影した海食崖の遠景 …… 3-6
図 3-1-2-5 アンス・ラ・レイ北側岬の海食崖（2011 年 9 月 8 日） …… 3-6
図 3-1-2-6 海食崖の拡大写真 …… 3-7
図 3-2-1-1 水産複合棟前面の海浜断面の比較（測線 No.3） …… 3-8
図 3-2-1-2 測線位置 …… 3-8
図 3-2-1-3 水産複合棟前の海浜地形の比較 …… 3-9
図 3-2-1-4 波浪状況（目視観測）Gouyave(Grenada) 2010 年 8 月～2011 年 3 月 …… 3-9
図 3-2-1-5 水産複合棟前の海浜状況（2011 年 2 月 8 日と 9 月 5 日） …… 3-10
図 3-2-1-6 拡大写真（図 3-2-1-5 の一部） …… 3-10
図 3-2-1-7 水産複合棟前面海浜の短期変動 …… 3-11
図 3-2-2-1 2006 年 10 月と 2011 年 9 月の深浅図の比較 …… 3-12
図 3-2-2-2 2009 年 2 月撮影の航空写真（コントラスト・色調を調整） …… 3-13
図 3-2-2-3 河口前面の浅瀬とその上で砕ける波（2011 年 9 月 4 日） …… 3-13
図 3-2-2-4 地形変化量（2006 年 10 月 20 日～2011 年 9 月 8 日） …… 3-14
図 3-2-3-1 2009 年 5 月 5 日の出水 …… 3-14
図 3-2-3-2 街の浸水状況（2009 年 5 月 5 日） …… 3-15
図 3-2-3-3 大規模な山腹崩壊（ハリケーン・トーマス） …… 3-15
図 3-3-1-1 桟橋の南側海浜の変化 …… 3-16

図 3-3-1-2 浜への砂の堆積（2011 年 11 月 8 日） ····· 3-17
図 3-3-1-3 浜への砂の堆積（2011 年 11 月 30 日） ····· 3-17
図 3-3-1-4 測線 No.S2 の断面変化 ····· 3-17
図 3-3-1-5 断面を表示する測線 ····· 3-18
図 3-3-1-6 洗濯場前面の海浜 ····· 3-18
図 3-3-1-7 コミュニティー・センター前の状況（2011 年 9 月 4 日） ····· 3-19
図 3-3-1-8 コミュニティー・センター前の状況（2011 年 10 月 1 日） ····· 3-19
図 3-3-1-9 コミュニティー・センター前の状況（2011 年 12 月 14 日） ····· 3-19
図 3-3-1-10 コミュニティー・センター前の状況（2011 年 1 月 19 日） ····· 3-20
図 3-3-1-11 コミュニティー・センター前の海浜の回復 ····· 3-20
図 3-3-1-12 コミュニティー・センター建物の基礎部の洗掘 ····· 3-21
図 3-3-1-13 測線 No.S5 の断面変化 ····· 3-21
図 3-3-1-14 作業場前の海浜の状況 ····· 3-22
図 3-3-1-15 測線 No.6 の断面変化 ····· 3-22
図 3-3-1-16 捨石で被覆した場所の北側海浜の状況 ····· 3-23
図 3-3-1-17 測線 No.4 の断面変化 ····· 3-23
図 3-3-1-18 2012 年 1 月 21 日の海浜の状況 ····· 3-24
図 3-3-1-19 測線 No.1 の断面変化 ····· 3-24
図 3-3-1-20 ベンダーズ・アーケード前の海浜 ····· 3-25
図 3-3-1-21 深浅図（2012 年 1 月 8 日測量） ····· 3-25
図 3-3-1-22 2011 年 9 月 8 地と 2012 年 1 月 18 日の深浅差分図 ····· 3-26
図 3-3-1-23 浅い領域と深い領域の地形変化量（2006 年地形を基準） ····· 3-27
図 3-3-1-24 河道内の土砂（2011 年 9 月 11 日） ····· 3-27
図 3-3-2-1　汀線変化 ····· 3-28
図 3-3-2-2　再現計算結果（2011 年～2012 年 1 月） ····· 3-29
図 3-3-2-3　将来予測計算（現状、砂投入量 0m3） ····· 3-30
図 3-3-2-4　将来予測（砂投入量 750m3） ····· 3-31
図 3-3-2-5　ベンダース・アーケード前の汀線全身と投入砂量 ····· 3-31

第 4 章

図 4-1-1-1　アンス・ラ・レイ地区の上位構想図 ····· 4-2
図 4-1-4-1　アンス・ラ・レイ海岸の整備構想図 ····· 4-4
図 4-2-1-1　改良仮想勾配法による波の打ち上げ高算定図 ····· 4-6
図 4-3-1-1　汀線位置の変化 ····· 4-9
図 4-3-1-2　2006 年時点での海浜断面（防護ライン） ····· 4-10
図 4-3-1-3　2006 年、2011 年、2012 年の断面比較 ····· 4-11
図 4-3-2-1　（全球客観測解析データ、2002 年～2006 年） ····· 4-12
図 4-3-2-2　アンス・ラ・レイ地点における波浪の解析手法 ····· 4-12
図 4-3-2-3　波向分布図（アンス・ラ・レイ湾口部、全球客観測解析データより推算） ····· 4-13
図 4-3-2-4　再現期間（有効期間 50 年） ····· 4-18

図 4-3-2-5　アンス・ラ・レイ潮位関係図 …… 4-19
図 4-3-2-6　底質採取地点（2011 年 9 月） …… 4-20
図 4-3-2-7　底質の粒度分布 …… 4-20
図 4-3-3-1　捨石先端部断面 …… 4-21
図 4-3-3-2　水産複合棟基礎部捨石被覆工断面 …… 4-22
図 4-3-3-3　捨石本体工の断面 …… 4-22
図 4-3-3-4　ベンダーズ・アーケード床版前面部捨石断面 …… 4-23
図 4-3-3-5　ベンダーズ・アーケード前面海浜断面 …… 4-23
図 4-3-3-6　養浜材の割増率 …… 4-25
図 4-3-3-7　漁具倉庫前捨石被覆断面 …… 4-26
図 4-3-3-8　漁具倉庫前の海浜断面 …… 4-27
図 4-3-4-1　平面設計 …… 4-27
図 4-4-1-1　改良仮想勾配法による波の打ち上げ高算定図 …… 4-31
図 4-4-1-2　計画地の海浜断面の概要 …… 4-31
図 4-4-1-3　砕波帯内の波高算定図 …… 4-32
図 4-4-1-4　海底地形図 …… 4-33
図 4-4-1-5　打ち上げ高の算定 …… 4-33
図 4-4-1-6　養浜工案の想定断面図 …… 4-35
図 4-4-1-7　捨石傾斜堤による波高伝達率 …… 4-36
図 4-4-1-8　離岸堤配置の概念図 …… 4-37
図 4-4-1-9　離岸堤延長・開口部幅比と設置距岸距離と設置水深による砂州の派生状況 … 4-37
図 4-4-1-10 離岸堤・河口導流堤・防波護岸の配置計画(案) …… 4-38
図 4-4-1-11 離岸堤断面 …… 4-39

第 5 章

図 5-4-1-1　等深線変化状況（2006 年 10 月～2013 年 3 月） …… 5-14
図 4-4-1-2　2006 年 10 月と 2013 年 3 月の水深変化分布 …… 5-15
図 5-4-1-3　汀線変化予測と中期対策実施後の汀線位置 …… 5-16
図 5-4-2-1　断面変化測線位置図 …… 5-17
図 5-4-2-2　測線 12 の断面地形変化 …… 5-17
図 5-4-2-3　測線 16 の断面地形変化 …… 5-18
図 5-4-2-4　測線 20 の断面地形変化 …… 5-18
図 5-4-2-5　測線 23 の断面地形変化 …… 5-19
図 5-4-2-6　測線 26 の断面地形変化 …… 5-19
図 5-4-2-7　測線 30 の断面地形変化 …… 5-20

表リスト

第 1 章

表 1-1-2-1 水産施設ごとの被災概要と対策緊急度 …… 1-2
表 1-3-1-1 実施機関等の確認 …… 1-6
表 1-3-2-1 農業林業土地水産省及び水産局予算 …… 1-7
表 1-3-3-1 「セ」国全体の水揚げ高とアンス・ラ・レイでの水揚げ高 …… 1-10
表 1-3-3-2 登録漁民数 …… 1-11
表 1-3-3-3 登録漁船数 …… 1-11

第 2 章

表 2-2-2-1 環境影響評価と事業詳細計画審査のプロセス（BD 時） …… 2-17

第 3 章

表 3-1-1-1 航空写真から読み取った汀線位置 …… 3-3

第 4 章

表 4-1-1 検討の前提条件 …… 4-1
表 4-2-1-1 30 年確率波による波の打ち上げ高 …… 4-6
表 4-2-2-1 中・長期的対策の基本的な考え方 …… 4-7
表 4-2-3-1 施設に対する中・長期対策上の課題 …… 4-8
表 4-3-2-1(1) 波向別波高階級頻度表 …… 4-14
表 4-3-2-1(2) 波高周期階級頻度表 …… 4-14
表 4-3-2-2(1) 波向別波高階級頻度表 …… 4-15
表 4-3-2-2(2) 波高周期階級頻度表 …… 4-15
表 4-3-2-3(1) 波向別波高階級頻度表 …… 4-16
表 4-3-2-3(2) 波高周期階級頻度表 …… 4-16
表 4-3-2-4 代表波浪諸元 …… 4-17
表 4-3-2-5 月別波向き出現率 …… 4-17
表 4-3-2-6 波浪変形計算結果（季節桟橋地点の換算沖波波浪） …… 4-18
表 4-3-2-7 水深別波浪条件 …… 4-19
表 4-3-2-8 各地点での通過百分率の粒形 …… 4-21
表 4-3-3-1 A 値 …… 4-24
表 4-3-5-1 実施工程表 …… 4-29
表 4-3-6-1 事業費内訳表 …… 4-30
表 4-4-1-1 養浜工案の概算工事費 …… 4-35
表 4-4-1-2 養浜工の年間維持費 …… 4-35
表 4-4-1-3 概算工事費（北側のみ整備） …… 4-40
表 4-4-1-4 概算工事費（湾全域整備） …… 4-40
表 4-4-2-1 中・長期対策案検討の前提条件と長期対策案の対応性 …… 4-41

第 5 章

表 5-1-1-1　調査日程 …… 5-1
表 5-1-1-2　面談者リスト …… 5-2
表 5-2-3-1　「セ」国内における海岸工事実施可能業者リスト …… 5-6
表 5-2-5-1　入札日程表 …… 5-8
表 5-2-6-2　入札結果 …… 5-9
表 5-3-2-1　工程管理 …… 5-10

第 6 章

表 6-1-1　施設に対する中期対策検討上の課題と対応結果 …… 6-1

写真リスト

写真

写真-1　基本設計時の旧水産施設全景（2006 年 10 月 20 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-1
写真-2　新水産施設完成時全景（2010 年 2 月 19 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-1
写真-3　完成後 1 年の瑕疵検査時全景（2011 年 2 月 8 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-1
写真-4　基本設計時の水産複合棟前浜状況（2006 年 10 月 20 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-1
写真-5　基本設計時のベンダーズ・アーケード前浜状況（2006 年 10 月 20 日）・・・・・・・・・ 写真-1
写真-6　水産施設前浜状況（侵食が進みだしている）（2010 年 7 月 23 日）・・・・・・・・・・・・・・ 写真-1
写真-7　低気圧通過後の水産複合棟前浜状況（2010 年 9 月 28 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-2
写真-8　ハリケーン・トーマス通過後の水産複合棟前浜状況（2010 年 11 月 2 日）・・・・・ 写真-2
写真-9　瑕疵検査時のベンダーズ・アーケード前浜の侵食状況（2011 年 2 月 28 日）・・・ 写真-2
写真-10　瑕疵検査時のコミュニテイーセンターの侵食状況（2011 年 2 月 28 日）・・・・・・ 写真-2
写真-11　瑕疵検査時の旧漁業組合事務所倉庫一部崩壊（2011 年 2 月 28 日）・・・・・・・・・・ 写真-2
写真-12　フォローアップ調査時の前浜への波浪遡上状況（2011 年 9 月 19 日）・・・・・・・・・ 写真-2
写真-13　フォローアップ調査時の短期対策工事完成時(2011 年 10 月 11 日)・・・・・・・・・・・ 写真-3
写真-14　追加調査時における海浜回復傾向確認（2012 年 1 月 20 日）・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-3
写真-15　追加調査時のコミュニテイーセンター前浜の回復傾向（2012 年 2 月 22 日）・・ 写真-3
写真-16　追加調査時のベンダーズ・アーケード前浜の状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-3
写真-17　短期対策工事前との比較・・ 写真-3
写真-18　2009 年 2 月撮影の航空写真・・ 写真-3
写真-19　ハリケーン・トーマスは大規模な山腹崩壊・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-4
写真-20　アンス・ラ・レイ湾では南側河川から土砂が流出・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-4
写真-21　堆積した土砂が北側海浜に砂浜・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-4
写真-22　中期対策工事開始前の前浜状況（2012 年 12 月 12 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-4
写真-23　工事案内・・ 写真-5
写真-24　中期対策工事状況（2013 年 2 月 28 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-5
写真-25　漁具倉庫前の捨石敷設状況（2013 年 2 月 1 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-5
写真-26　漁具倉庫前の覆土状況（2013 年 2 月 3 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-5
写真-27　水産複合棟前の捨石撤去状況（2013 年 2 月 20 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-5
写真-28　水産複合棟前の捨石再敷設状況（2013 年 2 月 27 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-5
写真-29　水産複合棟際の捨石の嵩上げ状況（2013 年 2 月 21 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-6
写真-30　水産複合棟前浜の汀線部の掘削状況（2013 年 2 月 18 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-6
写真-31　水産複合棟前汀線部の捨石敷設状況（2013 年 2 月 28 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-6
写真-32　ベンダーズ・アーケード前の捨石敷設状況（2013 年 2 月 14 日）・・・・・・・・・・・・・・ 写真-6
写真-33　ベンダーズ・アーケード前の覆土状況（2013 年 2 月 28 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-6
写真-34　漁具倉庫前浜の完工状況（2013 年 3 月 15 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-6
写真-35　水産複合棟前浜の完工状況(1)　(2013 年 3 月 15 日)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-7
写真-36　水産複合棟前浜の完工状況(2)　(2013 年 3 月 15 日)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-7
写真-37　ベンダーズ・アーケード前浜の完工状況（2013 年 3 月 15 日）・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-7
写真-38　完工時の全景（北側海浜）（2013 年 3 月 19 日）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 写真-7

写真-39　完工時の全景（南側海浜）（2013 年 3 月 15 日） ····· 写真-7
写真-40　完工時の全景（ベンダーズ・アーケード前浜）（2013 年 3 月 20 日） ····· 写真-7

第 2 章

写真 2-1-1-1 瑕疵検査時の海浜状況 ····· 2-1
写真 2-1-1-2　BD 調査時の海浜状況 ····· 2-1
写真 2-1-1-3　完工時及び完工後の水産複合棟前の海浜状況 ····· 2-3
写真 2-1-1-4　完工後の水産複合棟前の海浜状況(1) ····· 2-4
写真 2-1-1-5　完工後の水産複合棟前の海浜状況(2) ····· 2-5
写真 2-1-1-6　瑕疵検査時の水産複合棟前の海浜状況 ····· 2-6
写真 2-1-1-7　ベンダーズ・アーケード前の海浜状況 ····· 2-7
写真 2-1-1-8　南側海浜の状況 ····· 2-8
写真 2-1-2-1　FU 調査時の海浜全体の状況 ····· 2-9
写真 2-1-2-2　各水産施設前浜の状況 ····· 2-10
写真 2-1-2-3　各水産施設の利用状況(1) ····· 2-11
写真 2-1-2-4　各水産施設の利用状況(2) ····· 2-12
写真 2-1-2-5　水産複合棟の地盤沈下状況(1) ····· 2-13
写真 2-1-2-6　水産複合棟の地盤沈下状況(2) ····· 2-14
写真 2-1-2-7　ベンダーズ・アーケードの地盤沈下状況 ····· 2-15
写真 2-2-2-1　後浜上に設置された漁船引揚用キャプスタン列（BD 段階） ····· 2-19
写真 2-2-3-1　北側から海浜全体を望む ····· 2-21
写真 2-2-3-2　短期対策工事個所の状況 ····· 2-22
写真 2-2-3-3　南側から海浜全体を望む ····· 2-22
写真 2-2-3-4　桟橋南側の回復状況 ····· 2-22
写真 2-2-3-5　短期対策工事実施前の海浜状況 ····· 2-23
写真 2-2-3-6　2012 年 1 月 19 日の海浜状況 ····· 2-23
写真 2-2-3-7　短期対策工事実施前の前浜状況 ····· 2-24
写真 2-2-3-8　コミュニテイー・センター前浜状況 ····· 2-24
写真 2-2-3-9　ベンダーズ・アーケード前浜状況 ····· 2-25
写真 2-2-3-10　前浜での波の遡上状況 ····· 2-26
写真 2-2-3-11　桟橋防護捨石部の海浜状況 ····· 2-26
写真 2-2-3-12　アーケード前の捨石状況 ····· 2-27
写真 2-2-3-13　捨石露出状況 ····· 2-27
写真 2-2-3-14　水産複合棟前の捨石部と前浜勾配 ····· 2-28
写真 2-2-3-15　捨石先端部の消波状況 ····· 2-28
写真 2-2-3-16　捨石先端部の状況 ····· 2-29
写真 2-2-3-17　捨石部北側の前浜堆積状況 ····· 2-29
写真 2-2-3-18　捨石部北側の後浜状況 ····· 2-30
写真 2-2-3-19　捨石部南側のアーケード前浜側の状況 ····· 2-30
写真 2-2-3-20　漁具倉庫から漁船修理上前の後浜状況 ····· 2-31

写真 2-2-3-21　漁具倉庫から漁船修理上前の後浜から前浜の状況 …… 2-31
写真 2-2-3-22　短期対策公示前との比較 …… 2-32

第 4 章

写真 4-1-5-1　砂浜を利用した地引網漁 …… 4-5

第 5 章

写真 5-3-2-1　漁具倉庫前浜の完工状況 …… 5-11
写真 5-3-2-2　水産複合棟前浜の完工状況(1) …… 5-11
写真 5-3-2-3　漁具倉庫前浜の完工状況(2) …… 5-12
写真 5-3-2-4　ベンダーズ・アーケード前浜の完工状況 …… 5-12
写真 5-3-2-5　完工時の全景（北側海浜） …… 5-13
写真 5-3-2-6　完工時の全景（南側海浜） …… 5-13

略　語　集

ALR/CFCCS	Anse La Raye / Canaries Fisheries and Consumer Cooperative Society
ALRV	Anse La Raye Village Council
DCA	Development Control Authority
EIA	Environment Impact Assessment
EIS	Environment Impact Statement
E/N	Exchange of Notes
IICA	Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture
NAFCO	National Association of Fisheries Cooperation
S/W	Scope of Works

第１章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 フォローアップ協力要請の背景・経緯及び概要

1-1-1 フォローアップ協力要請の背景

セントルシア国（以下「セ」国）アンス・ラ・レイにおける漁業の操業効率及び漁獲量の向上、観光産業との相乗効果による地域経済への寄与を目的に、アンス・ラ・レイ湾のポケットビーチに位置する砂浜に桟橋、水産複合棟（製氷機、貯氷庫、一次加工台等）、漁具倉庫、ベンダーズ・アーケード等から成る漁業施設を建設することとなり、2008 年 12 月に着工、2010 年 2 月に完工を迎えた。本施設完工後は、多種類の小型浮魚類や沿岸底魚を対象とする小規模漁業を行う零細漁業者に十分に利用されており、その結果として本施設は首都カストリーズから直線距離で約 10km、車で約 30 分の距離に位置していることもあり、首都圏への水産物供給基地としての機能も発揮している。また、アーケードはフィッシュフライデー時には鮮魚・土産物販売を、同アーケード前浜は漁船陸揚げ場として、水産複合棟についても鮮魚一次加工台、製氷機及び貯氷庫が設置され、鮮魚の加工から保冷運搬までを担う水産活動の中核的な施設として十分に活用されている。

しかしながら、2010 年 10 月に来襲したハリケーン「トーマス」以降、異常気象により 2010 年 11 月までの例年を上回る（想定を上回る）高波浪が継続したことで、2011 年 5 月時点で想定以上に海浜後退が進み、海浜後退の影響を水産複合施設が最も強く受けている。

「セ」国は何らかの対策が必要であることを認識しているが、同サイトを重要な観光的資源と捉えていることもあり、現状の自然海浜の形状・景観をできるだけ変更しない方法による対策を望んでいる。（なお、「セ」国側実施機関及び漁業組合の財政事情、人員、技術力に鑑みると、実施機関のみの自助努力により海浜対策を講じることは難しい）。

以上より、本施設については、①本施設は現在十分に利用されており水産施設として、効果が発揮されていること（今後も施設は活用される見込み）、②実施機関の財政事情、組織体制、及び技術力では自助努力により侵食対策を工事することは困難であること等を考慮し、侵食対策工事の緊急性・妥当性が認められることから、本施設を継続的に利用するための対策の検討等を目的とした、フォローアップ協力（F/U 調査）を実施することとなった。

1-1-2 フォローアップ協力要請内容

「セ」国政府は表 1-1-2-1 に示す供与水産施設に関する海岸侵食による被害状況を踏まえ、緊急度の高い A,B 評価事項について、フォローアップ協力を独立行政法人国際協力機構に対し要請した。

表 1-1-2-1 水産施設毎の被災概要と対策緊急度

施設名	現況	被災見通し	対策緊急度	評価
桟橋及び付帯設備	・被災なし	・桟橋基部は侵食被害なし。 ・アプローチ部コンクリート基礎は倒壊等の可能性は低い。 ・長期的には被災の可能性がある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・長期的にアプローチ部コンクリード基礎が洗われる状況になれば対策が必要。	C
アーケード	・前面前浜部が１ｍ沈下 ・前面後浜部(10m)が喪失	・海浜後退が強い部分に位置するため、被災の可能性が高い。 ・ベタ基礎構造であり、前浜侵食が進行した場合、倒壊する可能性がある。	・緊急的対応が必要。 ・中期的に前浜安定化対策が必要。 ・長期的には安定海浜化対策が必要。	A
水産複合棟	・前面海浜部が１ｍ沈下 ・前面後浜部（10m）が喪失	・海浜後退が強い部分に位置するため、被災の可能性は高い。 ・布基礎部の支持地盤まで、後１m程度であり、前浜侵食が進んだ場合、施設が傾く可能性がある。	・緊急的洗屈防止対策が必要。 ・中期的には前浜安定化対策が必要。 ・長期的には後浜部の復元と安定海浜とする対策が必要。	C
漁具倉庫ＩおよびII	・被災なし	・侵食の影響が低い個所にある。 ・浜全体の後退が顕著になれば影響を受ける可能性がある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・後浜幅の維持と安定海浜を維持する必要がある。	C
ワークショップ	・被災なし	・侵食の影響が低い個所にある。 ・後浜幅が後退すると影響を受ける可能性がある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・後浜幅の維持と安定海浜を維持する必要がある。	B
浄化槽	・被災なし	・侵食の影響が低い個所にある。	・短・中期的な対策は必要ない。 ・安定海浜を維持する必要がある。	C

A:最も緊急度が高い、B:緊急度が高い、C:緊急度は低い
（出展：Minutes of Discussions on the Follow-up Cooperation Study on The Project for Improvement of Fishery Infrastructure in Anse La Raye）

1-1-3 フォローアップ・プロジェクトの概要

(1) 上位目標

アンス・ラ・レイ地域における水産業の振興に寄与する。

(2) プロジェクト目標

アンス・ラ・レイ地域に位置する本施設の安全性が維持され、施設が継続的に利用される。

(3) プロジェクト成果

1) 本施設前浜で発生している海岸侵食から本施設が短・中期的な対策により防護される。
2) 本施設前浜で発生している海岸侵食の実態及び傾向が把握される。
3) 本施設の長期的な維持管理対策が提言される。

(4) プロジェクトの成果指標（数値）

1) 短期的対策工事の実施による本施設の被災低減（沈下量）

2) 中期的対策工事の実施による前浜の安定（後浜幅）

3) 長期的な維持管理対策の提言による維持管理の可能性（建設費、維持管理費）

(5) 活動・投入計画

1) 短期的対策

応急的な対策として、水産複合棟施設及びアーケードの前面に洗屈防止のために捨石等の設置

2) 中期的対策

中期的な対策として、水産複合棟等前浜の安定を図る侵食対策工事の実施

3) 長期的な侵食対策への提言

アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食への長期的な対応策の提言

4) 活動計画（本施設の維持管理計画の確認と提言及び助言）

長期的な侵食対策に対する「セ」国側の対応力及び JICA への助言の実施

(6) 調査対象地域

「セ」国アンス･ラ･レイ湾

(7) 被益者

1) 直接被益者

アンス・ラ・レイの漁民（登録漁業者数 118 名）及び周辺地域の漁民並びに同地域の仲買人等の漁業従事者

2) 間接被益者

アンス・ラ・レイ周辺地区及び首都圏の住民

(8) 相手国受入機関

責任機関　：農業林業土地水産省（Ministry of Agriculture, Lands, Forestry and Fisheries）

実施機関　：農業林業土地水産省水産局（Ministry of Agriculture, Lands, Forestry and Fisheries, Department of Fisheries）

1-2 「セ」国の漁業振興に係る政策及び上位計画

「セ」国における国家政策は持続的開発を目的として策定した「Toward An Integrated Economic Strategy Inaugural Report of National Economic Council April 2005 」が現行の国家政策であり、水産セクターに対しては開発戦略の一つである「水産インフラ整備」を挙げた「短期成長戦略（Short Term Remedial Growth Strategy）」が基本となっている。このことはBD段階から変化はない。

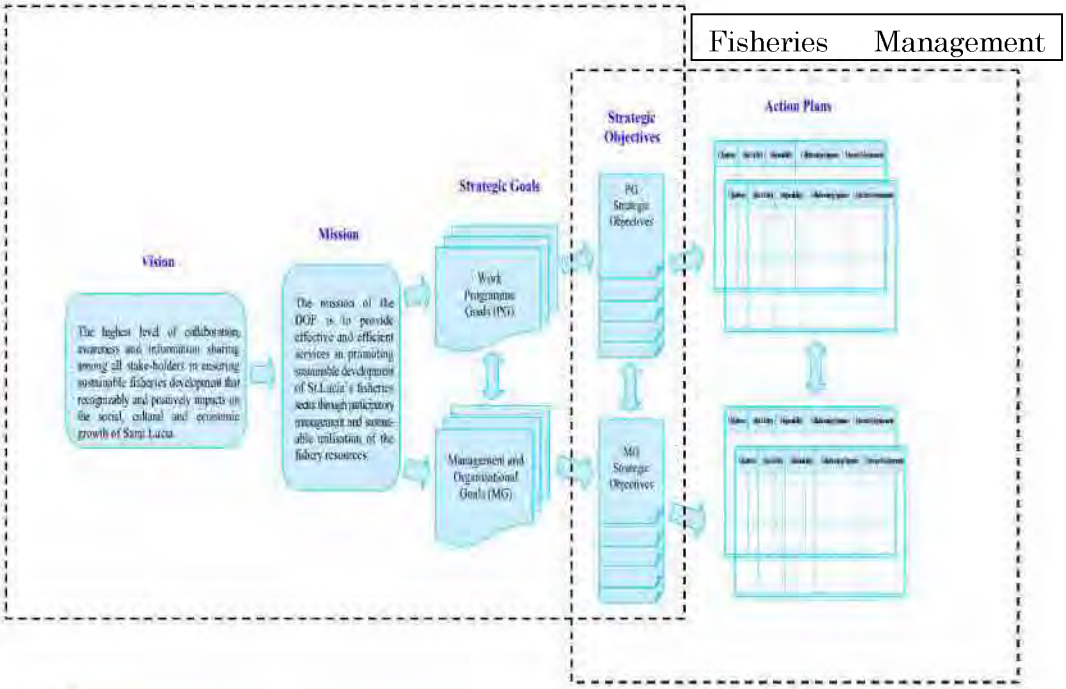
現行の水産セクターの開発計画としては「Strategic Plan 2008-2013」が存在する。この計画は水産セクターとして5カ年計画で実施すべき方向性を規定するものである。同計画では、世界的な食品の価格上昇下において、水産業の持続的な発展を図ることを目標に、水産物の自給力を高める責任が水産セクターにあるとし、①従前から持続的な開発に注力してきているが、今後は観光や他のセクターへのインパクトもあり沿岸及び海洋資源の持続的な開発を目指す、②限られた人材では限界があるので、観光、農業、林業、教育など他機関と協調しながら進める、という方向性を示している。

「Strategic Plan 2008-2013」はVisionとMissionを明確にした上で、それらを達成するためWorking ProgramとManagement Programとで組み立てられている。プログラム毎に戦略目的(Strategic Objectives)を規定し、戦略目的を達成するためのAction Planとして、「Fisheries Management Plan(FMP)」を策定し、短期（1-2年）、中期（3-5年）の行動計画を立案している。この計画は6カ月毎に検証と見直しをしながら進められる。Working Program(PG)とManagement Program(MG)はそれぞれ3つのProgramで構成されている。PGではPG-1として資源涵養、PG-2として漁法や水産技術の向上、PG-3として関連機関の参画促進をもとにした漁業資源の管理と開発、をあげ、MGではMG-1として人的資源の涵養、MG-2として物的、財政的資源の涵養、MG-3として消費者サービスの向上、をあげている。

本調査に関連するPG-2の目的は4つあり、そのうち、PG-2.4として、①水産開発のもとになる水産基盤開発を引き続き支援すること、②水産加工技術向上の実施対象であるSLFMC（セントルシア水産マーケットセンター）の水産加工技術の開発と促進を図る、という目的が示されており、本調査対象は直接的にはPG-2.4が対象となる。なお、FMPに対して毎年予算執行されるため、FMPは年度計画的な位置づけにある。

Strategic Plan 2008-2013

Fisheries Management



Objectives	Action Point	Responsibility	Collaborators	Resource Requirements
WG 2.1 To enhance the skills of local fishers/ farmers in the use of more appropriate methods and technologies with a view to sustainably optimise catch	2.1.1 Assess the needs of the fishers 2.1.2 Identify appropriate methods and technologies 2.1.3 Develop and implement training programmes for fishers	Extension Unit of DOF	Fishers/Farmers Other Units in DOF	Financial and human resources
WG 2.2 To promote the use of more advanced and safer fishing vessels	2.2.1 Continue to identify/gather information on appropriate, more advanced and safer fishing vessels 2.2.2 Continue to evaluate cost and benefits of these more advanced and safer fishing vessels 2.2.3 Promote the use of appropriate fishing vessels	Extension Unit of DOF	Research Officers and Other Units in DOF Fishers/Farmers	Financial and human resources Technical assistance from regional and international partners
WG 2.3 To encourage navigation safety of domestic fishing vessels	2.3.1 Implement ongoing programmes to train fishers in methods related to safety at sea 2.3.2 Assess and develop new programmes to train fishers in methods related to safety at sea	Extension Unit of DOF	Fishers/Farmers Other Units in DOF	Financial and human resources Technical assistance from overseas partners
WG 2.4 To promote the improvement of fisheries-related processes and infrastructure within the sector	2.4.1 Continue to seek support for the development of fisheries infrastructure to foster development of the industry 2.4.2 Develop and implement a plan of action to foster growth of the processing industry, with an initial focus on the SLFMC	Extension Unit of DOF	Fishers/Farmers Other Units in DOF SLFMC	Financial and human resources

図 1-2-1 水産セクターの開発計画

1-3 「セ」国責任機関、実施機関等関連組織体制

1-3-1 「セ」国責任機関・実施機関等

本計画の責任機関は農業林業土地水産省、計画実施機関は同省水産局である。農業林業土地水産省は農業、森林、土地、水産分野における政策立案と実施機関であり、水産局は水産分野の政策実施機関である。水産局は 2011 年 9 月現在、水産局長以下、管理課(6)、資源管理課(18)、水産普及課(9)、養殖課(8)の 4 課(41)と水産局長(1)、副局長(1)の総勢 43 名で構成されている。BD 段階では 1 部 4 課 43 名であったが、4 課体制 43 名とし組織改革と新たに次官のもとに水産諮問会議を設定した点が変更点である。

表 1-3-1-1 実施機関等の確認

1．主管官庁	Ministry of Agriculture, Lands, Forestry and Fisheries（農業林業土地水産省）
2．実施機関	Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries（水産局）
3．プロジェクトサイト	アンス・ラ・レイ地区
4．プロジェクトの運営・管理	Anse La Raye / Canaries Fisheries and Consumers Cooperative Society（アンス・ラ・レイ/カナリー漁業者消費者組合）

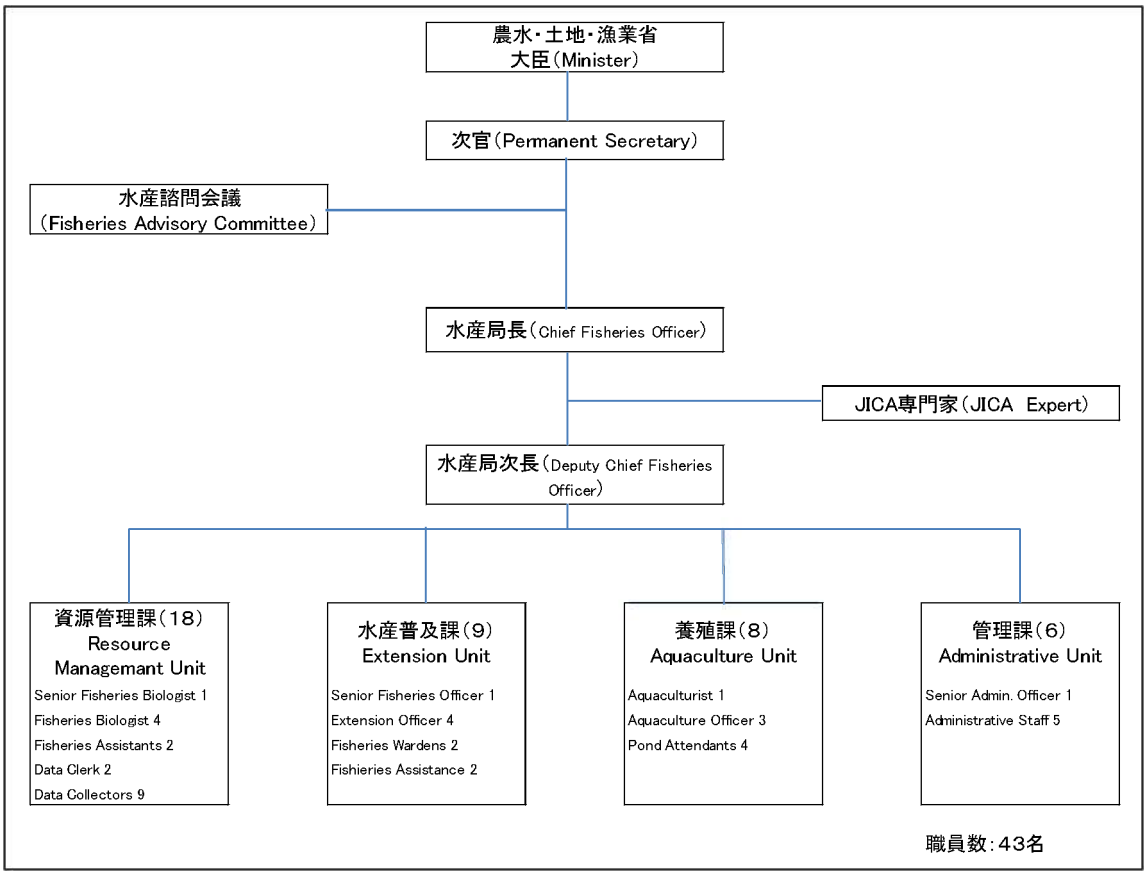


図 1-3-1-1 水産局組織図

1-3-2 農業林業土地水産省及び水産局予算

責任機関である農業林業土地水産省及び実施機関となる水産局のBD時の2005/2006年の予算計画と施設完工時（2009年）、完工1年後（2010年）及びフォローアップ調査時（2011年）の「セ」国政府予算、農業林業土地水産省予算及び水産局予算を表1-3-2-1に示す。農業林業土地水産省予算は政府全体予算の2%、水産局は農業林業土地水産省予算の11%前後で変化はない。

表1-3-2-1 農業林業土地水産省及び水産局予算　（単位：EC$1,000）

関係機関	2005/2006年	2008/2009年	2009/2010年	2010/2011年
「セ」国政府予算	618,480	816,460	771,412	844,284
農業林業水産省予算	14,094	15,906	15,844	17,554
水産局予算	1,979	1,872	1,694	1,904

出典：「Estimates of Expenditure, Parliament Chambers Government of St. Lucia」

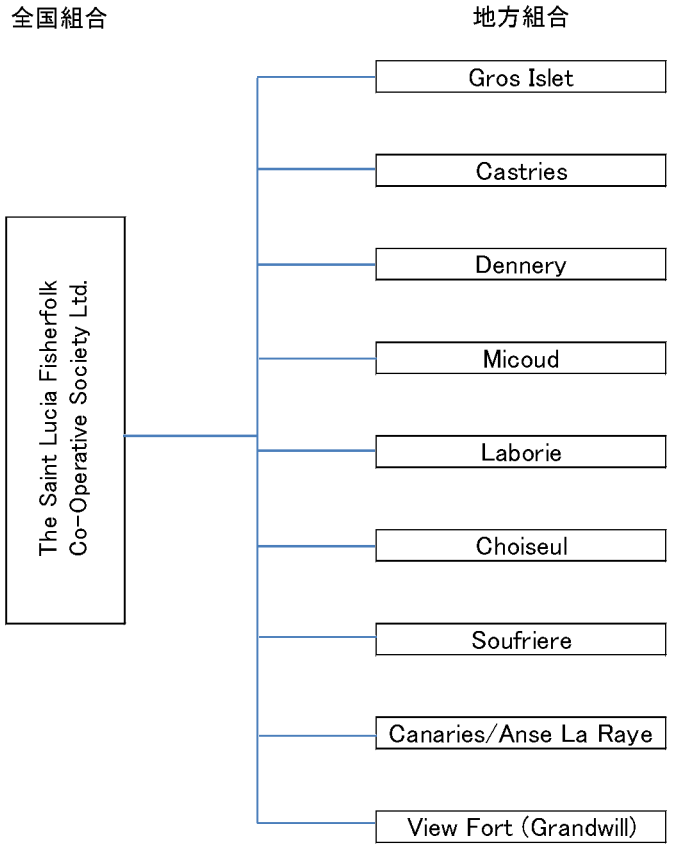
1-3-3 「セ」国漁業協同組合組織と本プロジェクト運営管理組織

(1) 「セ」国の漁業協同組合

BD調査段階では、IICA（Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture）の協力による組合強化プロジェクト（Strengthening of Fisheries and Agriculture Cooperative 2006-2010年）が労働協同組合省（Ministry of Labour Relations, Public Service & Co-operatives）組合局（Department of Cooperative）がカウンターパート機関となり実施中であった。

「セ」国にはNAFCO（National Association of Fisheries Cooperation）が存在していたが、種々の問題から現在では機能しておらず、水産局の指導及び上述のプロジェクトのもと、2007年9月に新たな全国組織の組合（The Saint Lucia Fisherfolk Co-operative Society Ltd.）を設立し、図1-3-3-1に示すような組織体制で各水揚げ地の運営・管理を実施している。なお、Micoudについても2009年に漁業協同組合の組織化がおこり、2011年末に正式登録組合となる予定である。

全国組織の組合は、零細漁民、漁船船主、関連業者などの利害調整や水産局の政策実施を支援する組織として寄与し、小口金融や保険などの取り扱いも対象分野としているが、発足直後であり具体的な活動はスタートしていない。各水揚げ地の地方組合は①Bulk purchasing（水揚げ魚の買取）、②Retailing of Fishing Gear（漁具販売）、③Retailing of Safety Equipment（安全装具販売）、④Fuel（燃料）、⑤Education/Training（教育／訓練）及び⑥所属漁民の生活支援などを実施している。



全国組合のメンバー

氏名	職位	旧所属組織
Mr. Gerald Louis	President	Castries Fishers Co-op
Mr. Christopher James	Vice President	Choiseul Fishers Co-op
Mr. Mc Millan Meder	Secretary	Anse La Raye fishers and consumers Socite
Mr. Julian Alexis	Vice Secretary	Soufriere Fishers Co-op
Mr. Finbar Delicette	Treasurer	Gros Islet Fishers Co-op
Mr. Lindel Reggie	Floor Rep.	Dennery Fishers Co-op
Ms. Julietta Herman	Floor Rep.	Gros Islet Fishers Co-op

Note: The Society was registered on Friday 21st September, 2007

図 1-3-3-1 「セ」国における漁業協同組合組織体制

(2) 本プロジェクトの運営・管理組織

本プロジェクトはアンス・ラ・レイ/カナリーズ水産生活協同組合（Anse La Raye / Canaries Fisheries and Consumers Cooperative Society. 以下「ALR/CFCCS」）が水産施設の運営維持管理を行っている。この組合は 2010 年 11 月に理事会が再構成され、新たな組合として発足している。1 会計年度を過ぎていないことから会計報告は策定されていない。

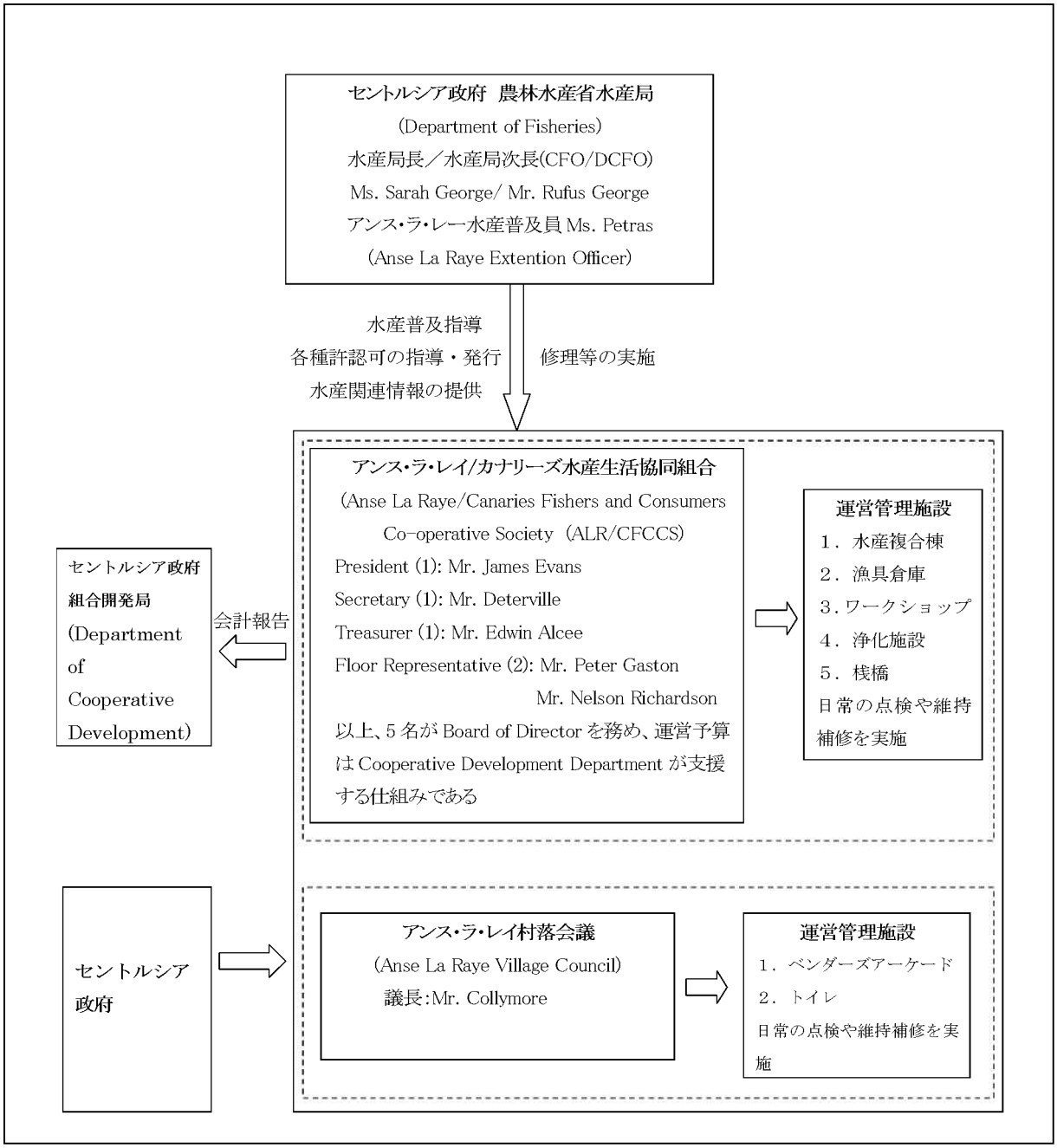


図 1-3-3-2 本プロジェクトの維持管理体制と政府機関及び村落会議との関係

(3) アンス・ラ・レイ/カナリーズ水産生活協同組合の組織

① 組織・人員・予算

ALR/CFCCS は政府の組合開発局の管轄下にあり、毎年の会計報告を義務付けられている。組織は株式会社組織で資本金と収入によって運営される。アンス・ラ・レイ村落会議 (Anse La Raye Village Council 以下「ALRV」) は村落会議予算によりトイレとベンダーズ・アーケードの運営管理を実施し、トイレ管理要員の負担と維持管理費用の負担をする。ベンダーズ・アーケードも ALRV の管轄であるが、その維持管理費用はベンダーズ・アーケードの使用料で賄っている。

ALR/CFCCS 及び ALRV の組織体制と維持管理施設及び水産局など政府機関との関係及び要員数を整理しものを図 1-3-3-2 に示す。水産局は ALR/CFCCS を中心として施設の大規模修理の支援

並びに水産活動の技術指導や支援及び許認可の発行・管理を担当し、そのための要員として水産普及員を配置している。

(4) 村落会議及び水産局との施設管理の仕分け及び問題点

前述したように、水産局は基本的に水産施設の大規模修理などの支援と水産普及の指導を主体に実施しており、村落会議はベンダーズ・アーケードとトイレの観光支援施設の運営維持管理を実施している。現在のところ、施設管理に関する仕分けに大きな問題は発生していない。

(5) 水揚げ実績、氷販売実績、ロッカー使用率等の実績と予測

① 水揚げ実績

BD 段階ではアンス・ラ・レイでの水揚げ記録は水産統計上、その他の中に含まれ実数の確認が取れなかったため、漁民への聞き取りと背後圏での消費量をもとに推計した。その時の推計水揚げ高は 47.84 トン/年で、カストリーズへの水揚げ分を考慮すると対象漁民による漁獲量は 83.49 トン/年になると見込んだ。

本調査段階で、アンス・ラ・レイの水揚げ高は 2009 年から統計に明示されるようになったことが判明した。表 1-3-3-1 は「セ」国全体での水揚げ高及びアンス・ラ・レイの水揚げ高を示している。2009 年は 50.13 トン/年、2010 年は 30.99 トン/年であり、2010 年は盛漁期の天候不順を反映して減少している。なお、この値はアンス・ラ・レイ漁民が首都カストリーズへ水揚げした分は含まれていないことから、BD 段階で想定したカストリーズでの水揚げ率 57.3%を考慮すると、アンス・ラ・レイ漁民の 2009 年の漁獲量は 87.5 トン/年、2010 年は 54.1 トン/年であったと見込まれる。この数字は 2010 年の盛漁期の天候不順を考慮すると BD での想定とほぼ同等の水揚げがあったと考えられる。

表 1-3-3-1 「セ」国全体の水揚げ高とアンス・ラ・レイでの水揚げ高

		「セ」国全体	アンス・ラ・レイ
2009 年	水揚げ高(metric ton)	1,856.90	50.13
	水揚げ金額(EC$)	24,062,280.71	451,477.21
2010 年	水揚げ高(metric ton)	1,800.58	30.99
	水揚げ金額(EC$)	24,297,764.77	451,477.21

出典：Summary of Estimated Fish Landing, 2009、2010、DOF

② 登録漁民数と漁船数

2009 年と 2010 年の「セ」国全体（全国）とアンス・ラ・レイの登録漁民数と漁船数を表 1-3-3-2 及び表 1-3-3-3 に示す。2009 年に比較して 2010 年は、登録漁民数は増加している。全国でも同様に増加している。また、登録漁船数は全国及びアンス・ラ・レイともに増加している。BD 段階ではカナリーズ、ロゾー、マリゴット及びカルデサックの漁民・漁船も計画対象とし、後述するが漁具倉庫を 30 庫と計画した。前述したように、カナリーズとアンス・ラ・レイを統合する組合がアンス・ラ・レイに組織されており、漁業組合の構成漁民数は 2010 年段階で 231 人（全国に対し約 10%）、漁船数は 53 隻（全国に対し約 9%）となる。

表 1-3-3-2 登録漁民数

		Full Time	Part Time	Non-fisher	Total
2009 年	全国	1,361	880	188	2,429
	アンス・ラ・レイ	64	48	8	120
	カナリーズ	55	38	12	105
	マリゴット	2		1	3
	ロゾー	1	1		2
	カルデサック		1		1
2010 年	全国	1,366	895	197	2,458
	アンス・ラ・レイ	64	48	10	122
	カナリーズ	54	38	12	104
	マリゴット	2		1	3
	ロゾー	1	1		2
	カルデサック				0

表 1-3-3-3 登録漁船数

		CANOE	PIROGUE	TRANSOM	SHALOOP	WHALER	LONGLINR	OTHERS	TOTAL
2009 年	全国	87	445	37	15	3	8	4	600
	アンス・ラ・レイ	4	14						18
	カナリーズ	10	13	3	1				27
	マリゴット		2						2
	ロゾー				1				1
	カルデサック								0
2010 年	全国	81	468	36	18	4	9	2	618
	アンス・ラ・レイ	4	16						20
	カナリーズ	10	11	3	2				26
	マリゴット		3					1	4
	ロゾー				1				1
	カルデサック		2						2

出展：「セ」国農業林業土地水産省　水産局統計資料

③ 氷

製氷機は完工後、計測装置に不具合（製氷は継続しながら修理をしたが、一時的に製氷を休止したい時期がある）があり、2010 年 6 月から 100%の稼働をしている。一方、組合の再結成と登録・認可が 2010 年 11 月であることより、製造量と販売量についてのデータ入手が出来なかった。そこで、漁民及びベンダーズへの聞き取りを実施した。

・漁民は 1 航海当たり 2 バケツ（2.5 ガロン＝11.365kg/1 バケツ）/隻を積載している。漁船全体での積載率は 40%（BD 調査時のアンケート調査でも 40%）、漁船の稼働率は 60%（BD 段階では 72%）から、漁船積載氷需要量は、2 ガロン/バケツ X２バケツ X32 隻 X0.4X11.365kgX0.6＝0.3 トン/日（氷積載漁船は PIROGUE の 32 隻）となる。この数字は BD 段階の 0.2 トン/日とほぼ同じである。漁民による氷購入価格は 7EC$X２バケツ X32 隻 X0.4X0.6＝107.5EC$（40 円/EC$として、4,300 円/日）となる。年間 200 日稼働とすると 107.5X200＝21,500EC$（860,000 円/年）となり、漁民による氷積載率を向上させることが必要である。

・フィッシュフライデーではベンダー当たり BD 時の５バケツより増加して 10 バケツを購入している。但し、最初の２バケツは無料としていることから、16 ベンダーズが１ベンダー当たり平均 10 バケツ購入すると 11.365kg/バケツ X8 バケツ X16 ベンダーズ＝1.45 トン/日と推計される。同様に金額ベースでは、7EC$X8 バケツ X16＝896EC$（40 円/EC$として、35,840 円/日）となる。BD 段階では平均購入数 5 バケツ、16 ベンダーズで 0.91 トン/日としていた。フィッシュフライデーでの氷需要が進んでいることが理解できる。

④ ロッカー

整備した漁具ロッカーは 30 庫である。現在、25 庫が契約済みであるが、うち 2 庫を組合が占有している。したがって、使用率は 76%で順調な利用がなされている。月当たりの使用料は 30EC$/月であるので、漁具倉庫からの収入は 23 庫 X30EC$/月 X12 カ月＝8,280EC$/年（40 円/EC$として、331,200 円/年）である。支払方法は 3 カ月分毎の前払いが基本で、少数であるが年間一括支払いの漁民もいる。

⑤ 桟橋

桟橋の管理は組合が責任機関である。漁船の桟橋使用料は徴収していない。組合は緊急時に桟橋上部木部の取り外しと、漁民による日常使用の管理とメンテナンスを実施する。灯火など消耗品の補充などは水産局に組合から申請をして供給を受ける体制である。また、大規模な補修が必要な場合も同様に水産局が予算を確保して実施する。

第 2 章 海岸侵食状況と短期対策工事

2-1 海岸侵食状況

2-1-1 フォローアップ協力調査前の海岸侵食状況

第 1 章プロジェクトの背景で述べたように、アンス・ラ・レイ湾における海岸侵食は完工（2010 年 2 月）の 5 か月後の 2010 年 7 月 23 日には海岸後退が明らかとなっている。2011 年 2 月に実施した瑕疵検査時の観察結果を以下に示す。

(1) 海浜全体の形状変化

①BD 段階（2006 年 10 月）、完工時（2010 年 2 月）、瑕疵検査時（2011 年 2 月）を通じ、海浜全体の形状（円弧形状）に大きな変化はない。

②完工時に約 10m程度の後浜部分を埋め戻しているが、瑕疵検査時点では後浜部分が消失して前浜部分のみとなっている。この傾向は南側にいくほど顕著である。

写真 2-1-1-1 瑕疵検査時の海浜状況

(2) 整備施設への影響

①完工時（2010 年 2 月）から 5 ヶ月後の 2010 年 7 月 23 日に水産複合棟前を撮影した写真では、完工時に仮護岸で使用した捨石を後浜中央部に埋め戻したが、その埋め戻し付近まで波浪が遡上し後浜幅が 5m 程度になっている。2010 年 9 月 28 日に JICA セントルシア事務所長が撮影した同施設前の状況では、海浜が更に後退し 2～3m 程度の後浜となっている。2010 年 10 月 30 日に来襲したハリケーン・トーマス通過後の同年 11 月 2 日撮影の写真では、大きな変化はない。しかしながら、瑕疵検査時（2011 年 2 月 8 日）では水産複合棟前の後浜は消失し、約 1m の地盤沈下が発生し、配電ボックスが基部まで露出し電源ケーブル管が一部露出する状態となっている。この海浜後退現象は水産複合棟から南側に及び、ベンダーズ・アーケード、コミュニティ・センター、倉庫、洗濯場に至っている。

BD 調査時　2006/10/20

BD 調査時　2006/10/20

写真 2-1-1-2　BD 調査時の海浜状況

2010/2/19（完工時）

2010/07/23（弊社足立撮影）

写真 2-1-1-3　完工時及び完工後の水産複合棟前の海浜状況

2010/07/23（弊社足立撮影）

2010/09/28（JICA 所長撮影）

写真 2-1-1-4　完工後の水産複合棟前の海浜状況(1)

2010/09/28（JICA 所長撮影）

2010/11/02(ハリケーン・トーマス 10/30 来襲後)

写真 2-1-1-5　完工後の水産複合棟前の海浜状況(2)

2011/02/08（瑕疵検査時）

2011/02/08（瑕疵検査時）

写真 2-1-1-6　瑕疵検査時の水産複合棟前の海浜状況

写真 2-1-1-7　ベンダーズ・アーケード前の海浜状況

②水産複合棟以北の漁具倉庫 1、トイレ、ワークショップ、漁具倉庫 2 にかけての海浜は、後浜部分が若干狭くなっているが、海浜の沈下や後退は発生していない。水産局よると、この地区でも高波浪時には漁具倉庫内に砂を運ぶ程度の波浪の遡上が見られるとのことである。

(3) 南側海浜の変化

①整備対象区域外の南側海浜は、海浜後退と沈下が激しい。海浜円弧の最深部が桟橋からコミュニティ・センター（Village Council　事務所は工事期間中に移転し、現在同センターは使用していない）及び隣接倉庫付近にあたっている。桟橋は基部根固め捨石により、海浜後退の影響は受けていない。

②コミュニティ・センターは海側の基部が露出した状況で、隣接倉庫では海側入口が大きく海側に崩落している。更に南側に共同洗濯場があるが、この境界ブロック塀が海側に傾いている。これより南側には小学校と教会墓地があるが、この付近は海浜が前進すなわち堆積傾向にある。

BD時　コミュニティーセンター前海浜　2010/10/19

現地検査時　コミュニティーセンター前海浜（1m程度沈下）2011/02/08

現地検査時　コミュニティーセンター前沈下　2011/02/08

現地検査時　旧漁業組合倉庫（一部倒壊）　2011/02/08

写真 2-1-1-8　南側海浜の状況

2-1-2 フォローアップ協力調査時の海岸侵食状況

2011 年 9 月に始まった本調査時のアンス・ラ・レイ湾海岸の侵食状況を以下に整理する。

(1) 海浜全体の状況

以下の写真撮影時（2011 年 9 月）は上げ潮時の海浜全体の状況である。ポケットビーチ形状は示すものの遡上波が施設に及んでいることが理解できる。

計画サイト全景(北→南)

計画サイト全景(南→北)

写真 2-1-2-1　FU 調査時の海浜全体の状況

(2) 各水産施設前浜の状況

2-1-1 に示した瑕疵検査時（2011 年 2 月）より幾分海浜が回復してきている。後浜部分は消失しているが前浜勾配は緩やかになっているのが理解できる。

水産複合棟とベンダーズ・アーケード

海浜状況（漁具倉庫前面→南）

海浜状況（水産複合棟前面→南）

水産複合棟前面

水産複合棟前面

ベンダーズ・アーケード前面

桟橋南側の海浜状況

桟橋南側の海浜状況

写真 2-1-2-2　各水産施設前浜の状況

(3) 各水産施設の利用状況

以下の写真に示すように水産施設は活発に利用されている。

観光船入港時のアーケード状況

フィッシュ・フライデー

水産複合棟(道路側)

貯氷庫(作業状況)

貯氷庫内部

漁具倉庫

漁具倉庫前面

漁具倉庫内部

写真 2-1-2-3　各水産施設の利用状況(1)

ワークショップ

ワークショップ

船揚げ

浄化槽

桟橋利用状況

桟橋利用状況

アンス・ラ・レイ湾北端崖

アンス・ラ・レイ湾北端崖

写真 2-1-2-4　各水産施設の利用状況(2)

(4) 水産複合棟及びベンダーズ・アーケードの地盤沈下状況

以下に示す写真は特に地盤沈下が著しい水産複合棟及びベンダーズ・アーケード前浜の状況を実測したものである。これによると瑕疵検査時の沈下より後浜高が回復しているのが理解できる。全般に地盤沈下高は 40cm から 50cm 程度である。

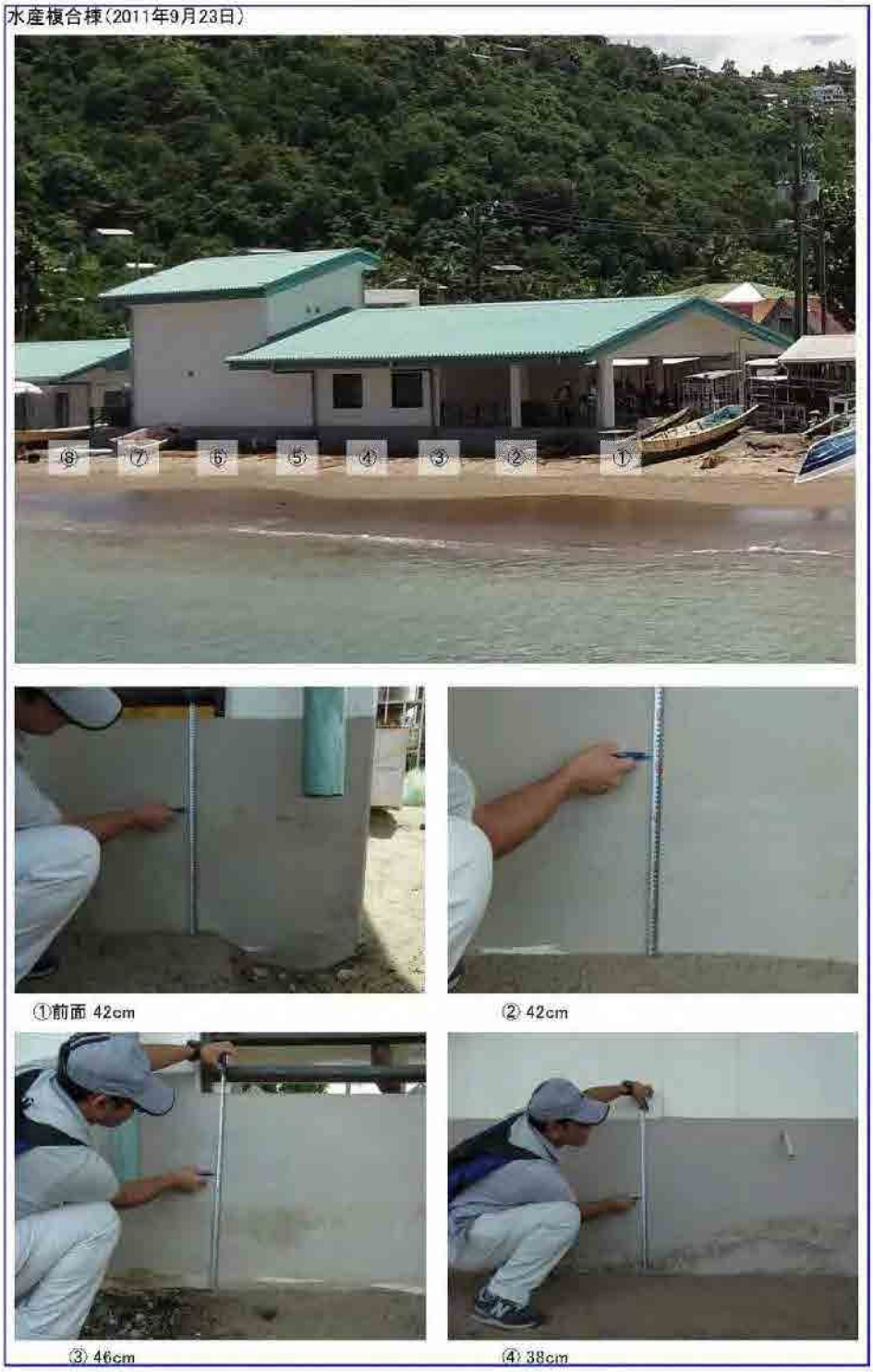


写真 2-1-2-5　水産複合棟の地盤沈下状況(1)

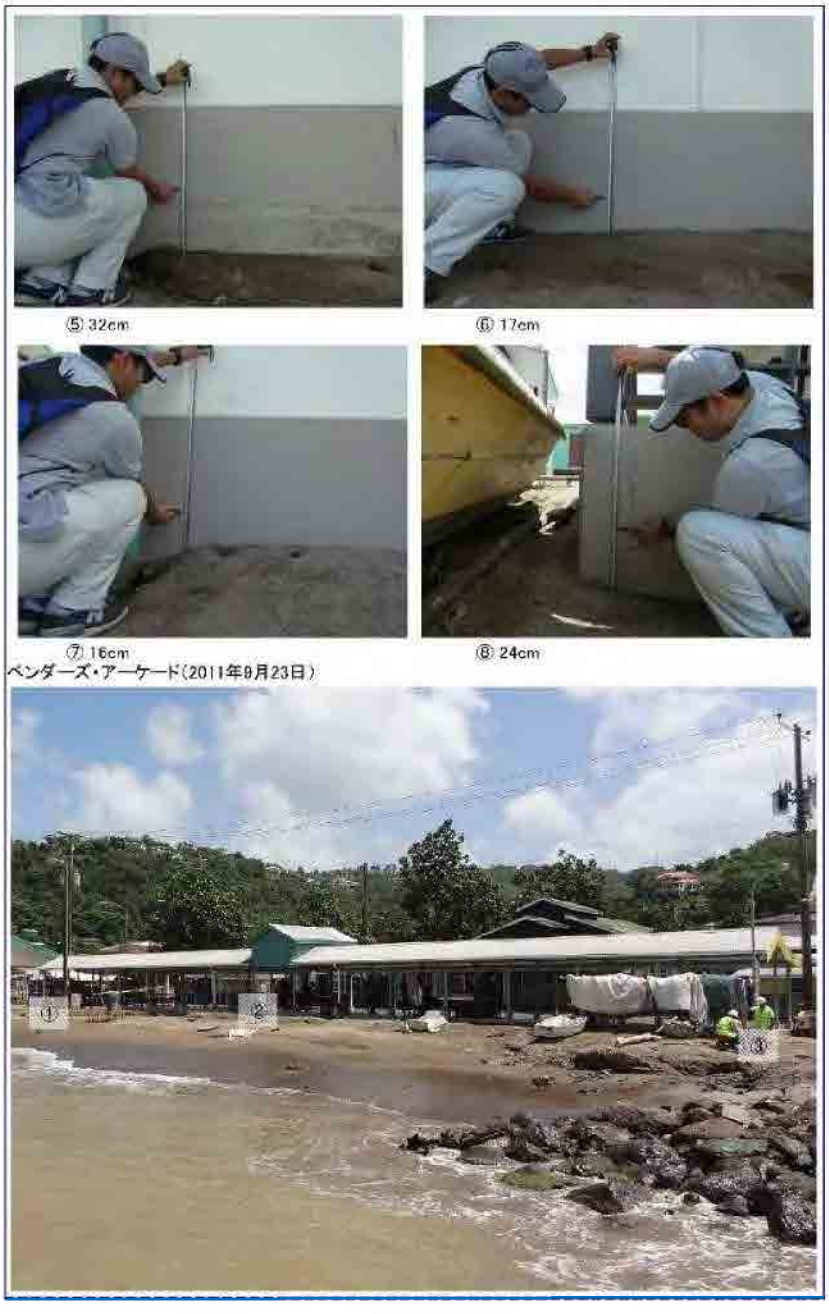


写真 2-1-2-6　水産複合棟の地盤沈下状況(2)

写真 2-1-2-7　ベンダーズ・アーケードの地盤沈下状況

2-2 短期対策工事

2-2-1 短期対策工事の必要性と範囲

表 1-1-2-1 に水産施設毎の被災概要と対策緊急度を整理している。これによれば水産複合棟及びベンダーズ・アーケードの前浜の侵食と地盤沈下が発生しており緊急の対応が必要である。したがって、本調査の現地調査段階で短期対策工事を実施することとした。

2-2-2 短期対策工事内容と実施

1-1-2 で要請された短期対策工事に関し、現地再委託で実施をすることとした。

(1) 工事実施に関する同意

2011 年 9 月 7 日に締結したミニッツにおいて、短期対策工事に関する同意が得られた。

(2) 工事許可の取得

工事許可は短期対策工事の工事概要及び現場管理計画書(Site Management Plan 及び Traffic Management Plan) を提出、現場での工事説明を経て、2011 年 9 月 16 日 (金) に公共事業省から工事に関する同意と付帯条件の提示があり、9 月 22 日 (木) に DCA (Development Control Authority) により工事許可証が発出された。(工事許可証は、短期対策工事で敷設した捨石が中期・長期対策の検討において、海浜の安定に悪影響を与えるような場合は撤去・復元を条件としての許可となっている)

ちなみに、「セ」国においてすべての開発行為を行うものは、法律 (Physical Planning and Development Act, 2001) により環境影響評価 EIA を行い、その報告書を提出することが義務付けられている。その手続きは表 2-2-2-1 に示すように、開発計画の事前計画承認 (Preliminary Planning Approval) 手続きと称されるもので、BD 段階を例にすると、詳細設計図書が水産局に提出された後、水産局が必要書類を作成して開発調整庁 (Development Control Authority) に提出する。DCA は EIS/SIS の TOR を水産局に示し、水産局はアセスメントを実施して報告書を提出する。必要があれば、水産局に追加の TOR を示し、水産局は報告書を修正・報告し DCA の審査を経て、概ね水産局は付帯条件付で開発許可が与えられる。この期間がおよそ 4 週間必要とされている。また、上記の手続きと並行して詳細計画審査 (Full Planning Commission) が行われるが、これは我が国における建築確認申請に該当するものである。この審査過程は表 2-2-2-1 の下段に示すように、コンサルタントが提出した詳細設計図面を水産局が DCA に提出し、DCA が関係省庁の専門家の審査を経て、工事実施許可を発出する。このために要する期間は通常約 4 週間である。

「セ」国では 2011 年 11 月に開発申請・許可に関し、すべての開発者は計画書を関連機関への提出以前に DCA に電子書類で提出し、DCA が開発に関連する機関に意見を求め、必要な追加資料 (EIS/SIS、工事監理、交通計画など) の提出を要請し、DCA の理事会で審議のうえ、開発許可を発行する手続きになる。したがって、中期対策工事に関しては、DCA での調整、理事会での審議に備えた図書の準備が必要となる。

本フォローアップ調査の短期対策工事に関しては、①工事概要計画書、②工事監理計画、③交通監理計画を添付し、公共事業省及び DCA に対し、Chief Architect 及び農業林業水産省次官が持ち回りで工事許可を取得することとなった。中期対策工事の場合は、短期対策工事に比して工事規模が大きくなるため、工事許可を得るために必要な書類として詳細設計段階の設計図書が必要とされる可能性が高い。S/W 段階で短期対策工事の場合と同じような簡易手続きの適用を要請する必要がある。

表 2-2-2-1 環境影響評価と事業詳細計画審査のプロセス（BD 時）

Preliminary Planning Approval	1st week	2nd week	3rd week	4th week	Application documents, etc.
1. Submission of Detailed Design Drawings to DOF	▽				*Detailed dsign drawings
2. Submission of Application to DCA by DOF	———				*3 copies of Project Proposal 1 copy of Facility Location Plan 10 copies of Conceptual Plan 1 copy of Survey Plan 1 copy of certificate of Land Ownership
3. Referral Agency make TOR of EIA to Applicant.		———			*TOR of EIS/SIS
4. Delivery of TOR to Applicant		▽			*TOR of EIS/SIS
5. Enforcement of EIA by Applicant			▽———		*Report of EIA
6. Referral Agencies feedback additional TOR to Applicant.				———	*Additional TOR of EIA
7. Issue of Permission for construction works with commnets					*Permission with comments

Full Plannign Commission	1st week	2nd week	3rd week	4th week	Application documents, etc.
1. Submission of Detailed Design Drawings	▽				
2. Submission of D/D drawings to DCA	▽———	———			*3 copies of Project Proposal 3 copies of Facilitiy Location Plan 3 copies of Site Plan 3 copies of Building Drawings including Archtectual. Structural, Electrical, Plumbing with septic tank&sewerage and Fire System
3. Screening of D/D drawings by Technical Committee of DCA		▽	———	———	*10 copies of Report of EIA
4. Issue of Approval of Construction Works by DCA				▽	*Approval of construction works

(3) 再委託業者の選定

自然条件調査の結果速報をもとに、修正した短期対策工事仕様にもとづき、「セ」国内 2 業者に対し見積もり要請を実施し、2011 年 9 月 19 日に最低価格を提示した業者（TAKAO & SONS ELECTRICAL-MECHANICAL AND ENGINEERING CONTRACTORS LTD）と 2011 年 9 月 22 日に再委託契約を実施した。

(4) 工事概要

本 FU 調査時の測量結果と BD 時の測量結果をもとに、図 2-2-2-1 に示す測線における断面を比較した。

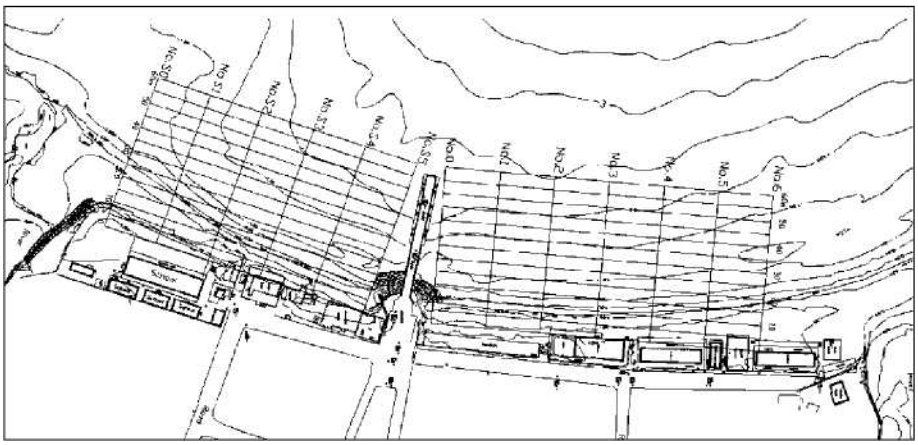


図 2-2-2-1 測線位置図

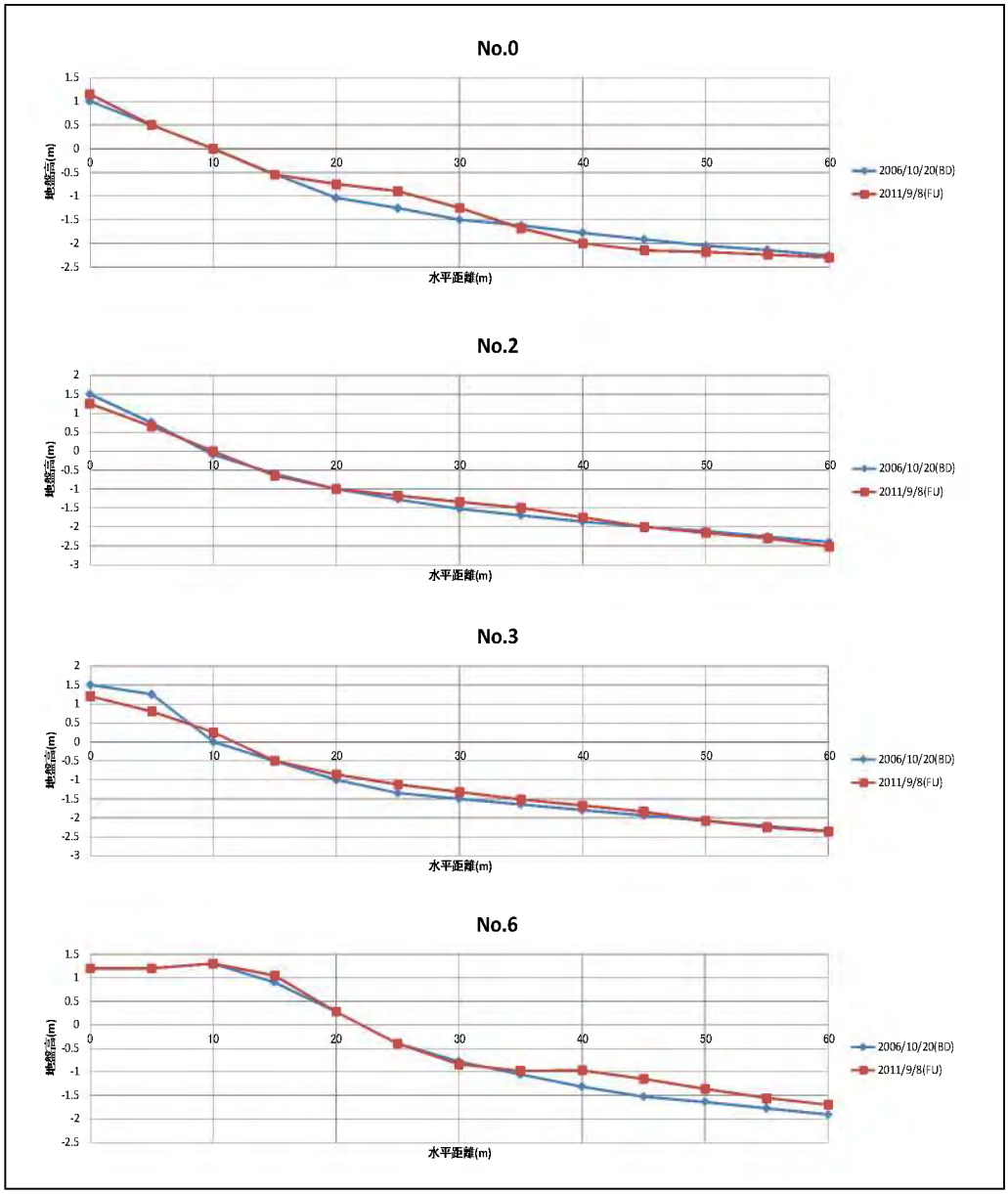


図 2-2-2-2 代表測線の断面比較図

アンス・ラ・レイ湾海岸の北側半分の断面比較では、測線 1～測線 4 までは前浜部分が沈下し前浜勾配が緩やかになっているが、沖合 20m～30m 付近は弱い堆積傾向にある。測線 5～測線 6 までは前浜及び沖合での断面変化は生じていない。測線 1～測線 4 にかけての前浜の沈下量は、瑕疵検査時に最大 1m 程度あった沈下量が最大で 46cm 程度に緩和されてきている。また、測線 0～測線 2 のアーケード前面では水産複合棟前面と同様に沈下しており、後浜が残っているものの、南側に行くほど後浜幅は狭くなっている。アーケード南端部は後浜が喪失し床コンクリート下端が洗屈され基礎が露出している。

この状態で高波浪が継続することがあると、更なる海浜砂の流出により汀線の後退が進み施設基礎部の洗屈が生じる可能性がある。既にハリケーン・シーズン中であり、短期間に対応できる緊急対策工の実施が必要である。波の遡上による前面砂浜の洗掘を防止するために、捨石による前面砂浜の被覆を調査期間内に実施することとした。施工範囲は、水産複合棟前面及びベンダーズ・アーケード前面とした。計画平面図を図 2-2-2-3 に、断面図を図 2-2-2-4 に示す。

写真 2-2-2-1 後浜上に設置された漁船引揚用キャプスタン列（BD 段階）

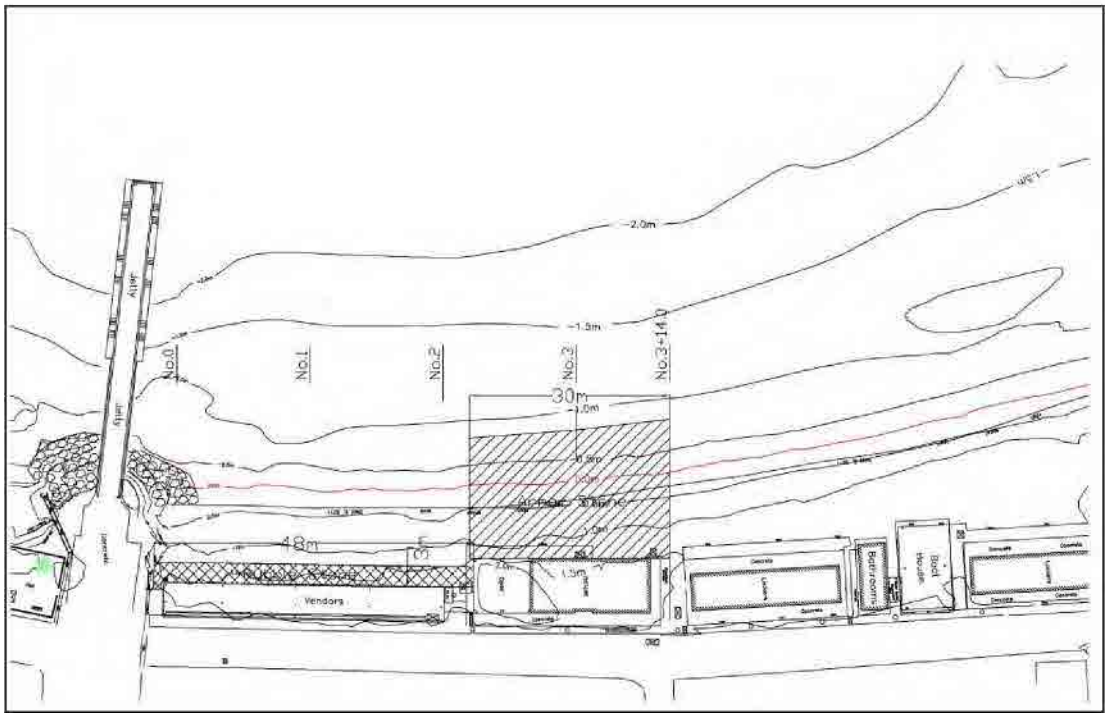


図 2-2-2-3 計画平面図

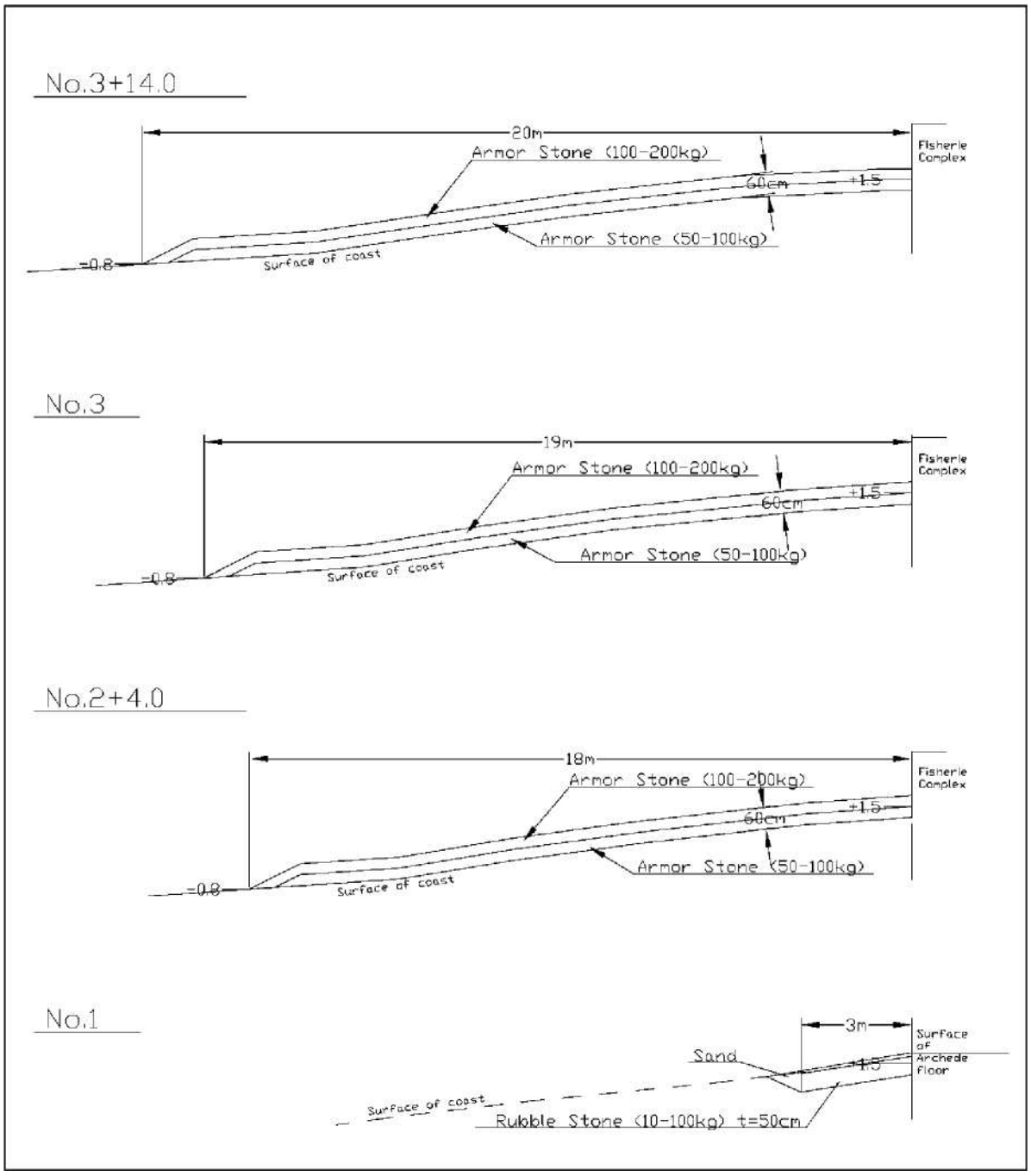


図 2-2-2-4 断面図

(5) 工事施工

再委託業者は 2011 年 9 月 23 日に着工準備（漁船移動、工事境界フェンスの設置等）に入り、2011 年 9 月 26 日から捨石等資材搬入と敷設工事を開始した。工事は観光客及びフィッシュフライデーへの影響を考慮した施工計画をもとに、天候の影響など不可抗力による遅延を除き、2011 年 10 月 17 日に完工予定とした。

短期対策工事は、施工の効率化の実施と天候に恵まれたため、10 月 11 日に完工した。

2-2-3 短期対策工事の効果

(1) 海浜の回復状況

①桟橋の南北で回復力に差がある

写真 2-2-3-1 は、湾の北側崖地から海浜を南側に向かって遠望したものである。手前に見える北側の河口部から漁具倉庫 2 付近は回復してきているのが理解できる。写真 2-2-3-2 は、短期対策工事個所をクローズアップしたものである。これをみると、水産複合棟前の捨石は消波機能が発揮されているのが理解できる。この捨石と桟橋の基部防護捨石に挟まれポケットビーチを形成しているベンダーズ・アーケード前浜の回復力は弱いが、安定した前浜勾配を示している。

写真 2-2-3-3 は、南側崖地にあるビューポイントから海浜をみたものである。桟橋から南側の海浜は大きく回復してきており、後浜幅も大きく前進しているのがわかる。写真 2-2-3-4 は桟橋付近をクローズアップしたものである。これをみると、桟橋アクセス部の南側は後浜が形成され、汀線も前進しており回復してきているのが理解される。桟橋アクセス部の基部防護捨石を南からの漂砂移動が越えていくことが期待される。

写真 2-2-3-1 北側から海浜全体を望む

写真 2-2-3-2 短期対策工事個所の状況

写真 2-2-3-3 南側から海浜全体を望む

写真 2-2-3-4 桟橋南側の回復状況

②南側海浜は大きく回復しているが、北側の回復には時間を要する

写真 2-2-3-5 及び写真 2-2-3-6 は、短期対策工事実施前との比較である。明らかに南側海浜は回復しているのが理解できる。写真 2-2-3-7 と写真 2-2-3-8 は、桟橋南側のコミュニティ・センター前浜を比較したものである。写真 2-2-3-7 では桟橋基部防護捨石が露出しているが、写真 2-2-3-8 では露出部が明らかに少なくなっており後浜が回復しているのがわかる。従って、追加調査時点では桟橋から南側海浜は大きく回復傾向を示しているが、桟橋北側海浜の回復にはまだ時間がかかることが予想される状況にあると言える。

写真 2-2-3-5 短期対策工事実施前の海浜状況

写真 2-2-3-6 2012 年 1 月 19 日の海浜状況

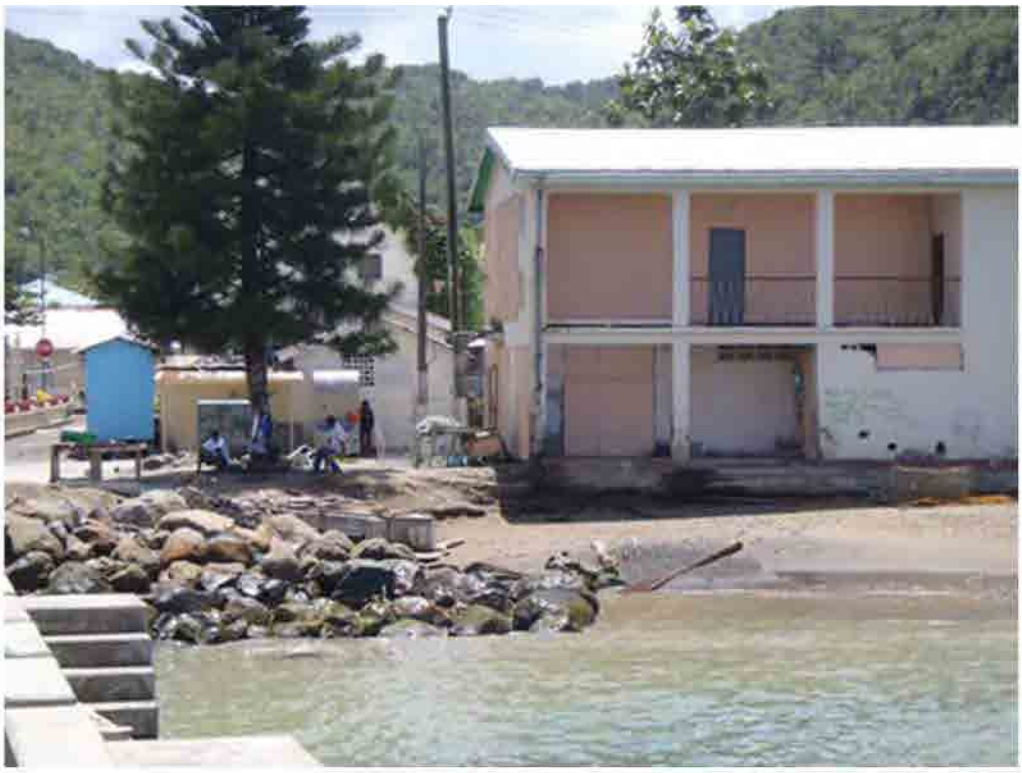


写真 2-2-3-7 短期対策工事実施前の前浜状況

写真 2-2-3-8 2012 年 1 月 19 日　コミュニテイーセンター前浜状況

(2) 短期対策工事個所の状況

①ベンダーズ・アーケード

写真 2-2-3-9 は、ベンダーズ・アーケード前浜の状況を示している。この部分は水産複合棟前の捨石と桟橋基部防護捨石とでポケットビーチを形成している。前浜勾配は周辺域の勾配と同様になってきているのが理解できる。アーケード前の防護捨石先端部と前浜に段差が出来ている。写真 2-2-3-10 は、前浜での波の遡上状況をみたものである。これによると水産複合棟前の捨石部に比較すると、波の遡上は高いが前浜勾配は周辺海浜と同様な勾配で安定した勾配になってきているのが理解できる。写真 2-2-3-11 は桟橋基部防護捨石の回析状況をみたもので、この部分は前浜勾配が周辺に比較して急になっているが、漂砂が桟橋を回ってアーケード前浜に至るような状況になると、この部分が効果を発揮して前浜は大きく回復することが想定される。

写真 2-2-3-9 ベンダーズ・アーケード前浜状況

写真 2-2-3-10 前浜での波の遡上状況

写真 2-2-3-11 桟橋防護捨石部の海浜状況

写真 2-2-3-12 は、アーケード前の捨石状況を見たものである。捨石が水平に設置されており、防護効果は発揮されているが、先端部が露出して前浜と段差が出来ている。写真 2-2-3-13 は、捨石露出部状況をみたものである。漁民からは漁船引き上げ時に船底が傷つく可能性を指摘されている。

写真 2-2-3-12 アーケード前の捨石状況

写真 2-2-3-13 捨石露出部状況

②水産複合棟前浜

写真 2-2-3-14 は、水産複合棟前の捨石部と前浜勾配を見たものである。これをみると捨石部は前浜勾配になじんできているのがわかる。写真 2-2-3-15 は、捨石先端部の消波状況をみている。想定した先端部での消波効果は発揮されているのが理解できる。写真 2-2-3-16 は捨石先端部の状況を見たもので、若干沈下してはいるものの大きく沖に引き出された様子はなく安定しているのがわかる。

写真 2-2-3-14 水産複合棟前の捨石部と前浜勾配

写真 2-2-3-15 捨石先端部の消波状況

写真 2-2-3-16 捨石先端部の状況

写真 2-2-3-17 は、捨石部北側の前浜堆積状況をみたものである。捨石内部にも砂が補足されつつあるのがわかる。写真 2-2-3-18 は、捨石部北側の後浜状況をみたものである。このように後浜が形成されつつあるのがわかる。写真 2-2-3-19 は、捨石部南側のアーケード前浜側の状況である。捨石先端部を波が回析し、砂を補足しているのがわかる。

写真 2-2-3-17 捨石部北側の前浜堆積状況

写真 2-2-3-18 捨石部北側の後浜状況

写真 2-2-3-19 捨石部南側のアーケード前浜側の状況

(3) 漁具倉庫及び漁船修理場前

写真 2-2-3-20 は、漁具倉庫から漁船修理場前の後浜状況をみたものである。北側河川河口から漁具倉庫前にかけては大きく後浜が形成されているのがわかる。写真 2-2-3-21 は、漁具倉庫から漁船修理場前の後浜から前浜の状況をみたものである。後浜標高は未だ十分に回復したようにはみえないが、明らかに後浜が形成されているのが確認できる。

写真 2-2-3-20 漁具倉庫から漁船修理場前の後浜状況

写真 2-2-3-21 漁具倉庫から漁船修理場前の後浜から前浜の状況

写真 2-2-3-22 は、短期対策工事前との比較をしたものである。写真の手前にある薄いグリーンの漁船に縮尺を合わせて比較しているが、明らかに汀線が前進し、後浜幅が広がっているのがわかる。

写真 2-2-3-22 短期対策工事前との比較

2-2-4 短期対策工事の評価

(1) 「セ」国政府の評価

2012 年 1 月 20 日に短期対策工事の評価について「セ」国水産局の評価を協議した。「セ」国側の短期対策実施に関する評価は、以下のようであった。

①「セ」国側からは捨石の効果が発現されていると評価された。しかしながら、水産複合棟前面の捨石により、漁民の南北間移動が阻害されているとの指摘があった。

②「セ」国側から捨石部分にボードウォークのような措置をして南北間の通行が可能な対策の検討要請があった。

③短期対策実施後にハリケーン等の異常気象がなかったため、30 年確率波などの来襲時の効果を確認はできていないとの指摘があった。この点に関しては、30 年確率波の来襲があった場合でも施設に決定的なダメージを受けることはないことを説明した。

(2) アンス・ラ・レイ漁民の評価

2012 年 1 月 21 日に水産局職員立会いのもと、指導的立場にいる漁民 4 名に短期対策工事に関する評価について聞き取り調査を実施した。聞き取り項目は①短期対策の効果と問題点、②短期対策による南北間の移動について、③漁具倉庫前の措置について、④短期対策に対する反対意見、の 4 点である。漁民の意見を取りまとめると以下のとおりである。

①水産複合棟前面捨石の評価

a) 大半の漁民は効果があると評価している。

b) 一部に漁具倉庫への移動に不便があると指摘したものがいる。

c) 指摘漁民からはフットパスが必要だとの意見があった。また、ボードウォークなど滑りやすいものは不適であるとの意見があった。

②ベンダーズ・アーケード前面の捨石の評価

a)ベンダーズ・アーケード前面の捨石先端が露出しており、船底を傷つけるとの指摘があった。

b)修正として海浜勾配に沿った整形をすべきだとの指摘があった。

c)桟橋基部の捨石が戻りつつある砂のトラップを阻害しているとの指摘があった。(これは、砂が桟橋を越えて戻る段階になれば、かえって砂のトラップ効果があり、現状のままにすべきである)

③桟橋基部の捨石の評価

a)これは短期対策の範囲ではないが、都市下水の排水溝が桟橋両サイドの設置されており、この排水が砂の洗屈の誘因となっているとの指摘がある。

b)この都市排水がベンダーズ・アーケード前面の砂浜に臭気と砂浜の汚濁の誘因になっている。

④その他の意見

a)砂浜形状及び砂浜が重要であり、捨石による防護より、離岸堤による防護の方が望ましいとの意見があった。

第 3 章 アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食機構

3-1 汀線の長期変化（航空写真からの読み取り）

3-1-1 航空写真による汀線変化の解析

図 3-1-1-1 に示したアンス・ラ・レイと北海浜の過去の汀線変化を、航空写真を用いて調べる。

図 3-1-1-2(a)(b)はアンス・ラ・レイの過去の航空写真である。海岸に平行に走っている 3 本の道路の間隔と、海側の道路から汀線までの距離を比較することで、汀線変化が大まかに把握できる。1977 年の航空写真では、道路から汀線までの距離と道路の間隔は概ね等しいが、2007 年や 2009 年では道路から汀線までの距離が明らかに短くなっている。

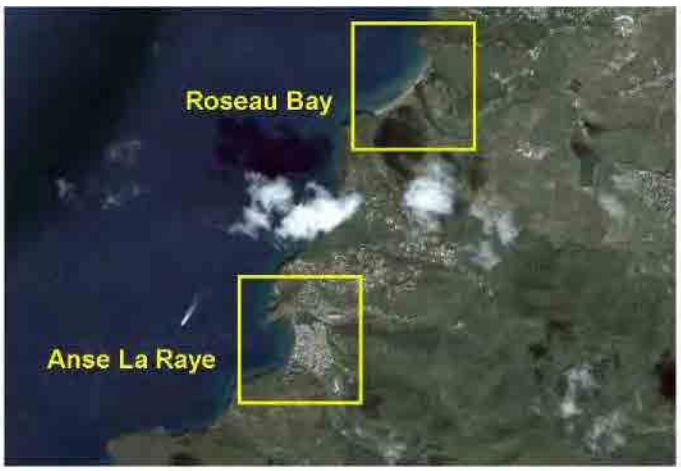


図 3-1-1-1 アンス・ラ・レイと北海浜（ロゾー湾）の位置

図 3-1-1-2(a) アンス・ラ・レイの航空写真

図 3-1-1-2(b) アンス・ラ・レイの航空写真（2009 年 2 月撮影）

図 3-1-1-2(a)(b)の航空写真より、海浜のほぼ中央部（桟橋の北側）の汀線位置を読みとった。加えて、北海浜（ロゾー湾　図 3-1-1-3）についても浜のほぼ中央部の汀線位置を読みとった。表 3-1-1-１に使用した航空写真の撮影年月（日）と、1942 年の汀線位置を基準に各撮影時の汀線位置を沖向き正にして示した。潮位補正は行っていない。但し、アンス・ラ・レイ湾における潮位差は図 4-3-2-5 に示すように、略最高高潮面（NHHWL）と略最低低潮面（NLLWL）との差は 0.56m、大潮平均満潮面（HWOST）と大潮平均低潮面（LWOST）との差は 0.16m と干満差が小さく汀線位置の読取に潮位補正を加えなくても問題は生じない。

3-1-2 汀線変化の解釈

図 3-1-2-1 は、表 3-1-1-1 の汀線位置を図化したものである。この図を解釈する前に、まず以下の事項を確認しておく。

1)図 3-1-1-2(a)、図 3-1-1-3 を見てわかるように、1942 年の航空写真は古くて不鮮明ではあるものの、汀線位置はそこそこに分かる。ただし、読みとり精度はほかのものに比べてよくない。
2)北海浜（ロゾー湾）では 2007 年に汀線が一時的に前進している。図 3-1-1-3 を見ると、2007 年を除いて河口の位置は浜の北より（図中では右より）にある。2007 年は、河口が最も浜の中央（つまり、汀線位置を航空写真から読み取っている位置）に寄っており、河口部の汀線が海に向かってわずかに凸状になっていることが分かる。この影響が 2007 年の汀線前進となって現れたものと考えられる。

図 3-1-1-3 北海浜（ロゾー湾）の航空写真（2009 年撮影は省略）

表 3-1-1-1 航空写真から読み取った汀線位置

	汀線位置 m (1942 年を基準)	
撮影年月日	アンス・ラ・レイ	ロゾー湾
1942/01/15	0	0
1966/04/18	16	22
1977/03/27	13	
1981/01/05		25
1992/01/13	3	16
2004/03/29		7
2007/02/11	-1.5	17
2009/02/15	-6	7

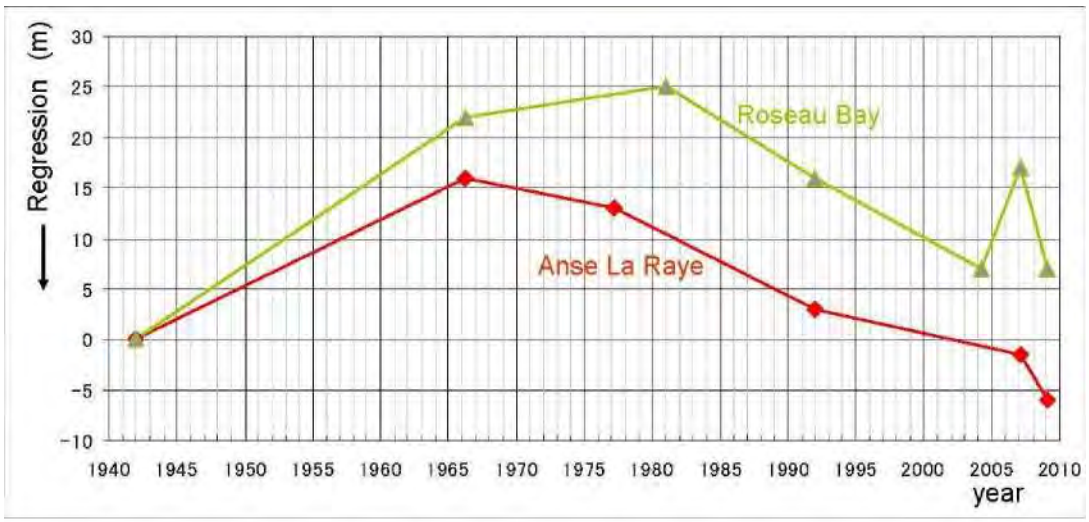


図 3-1-2-1 汀線位置の変化（航空写真解析）

3) 1966 年の航空写真は、4 月 18 日に撮影されている。図 3-1-2-2 は、アンス・ラ・レイの 2011 年 4 月 17 日～21 日の潮汐図である。例年、4 月 18 日前後は大潮であり、しかも昼間に最干潮となる。したがって、潮位の低い状態で撮影された可能性が高い。さらに、図 3-1-2-3 はアンス・ラ・レイ海浜の北側の岬の航空写真である。1966 年の航空写真を拡大して、右下に示した。この拡大写真中の黄色い矢印のところに 2 つの岩がはっきりと見える。つまり、水面上に現れている。これに対して、他の年の航空写真では、よく見ると同じ形の岩礁がうっすらと水面下にあることが分かる。したがって、1966 年 4 月 18 日の航空写真は潮位が低いときに撮影されたものであり、読み取った汀線の位置にこの影響（前進状態）が現れているといえる。

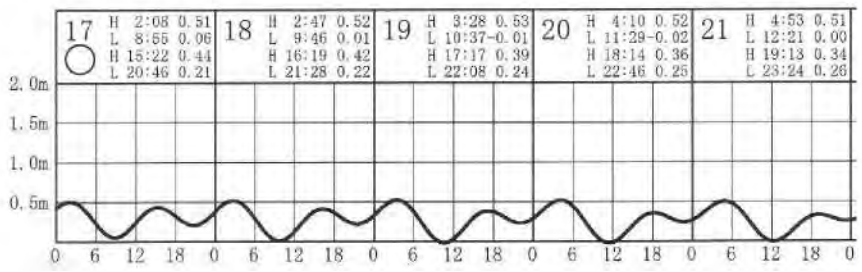


図 3-1-2-2 2011 年 4 月 17 日～21 日の潮汐図

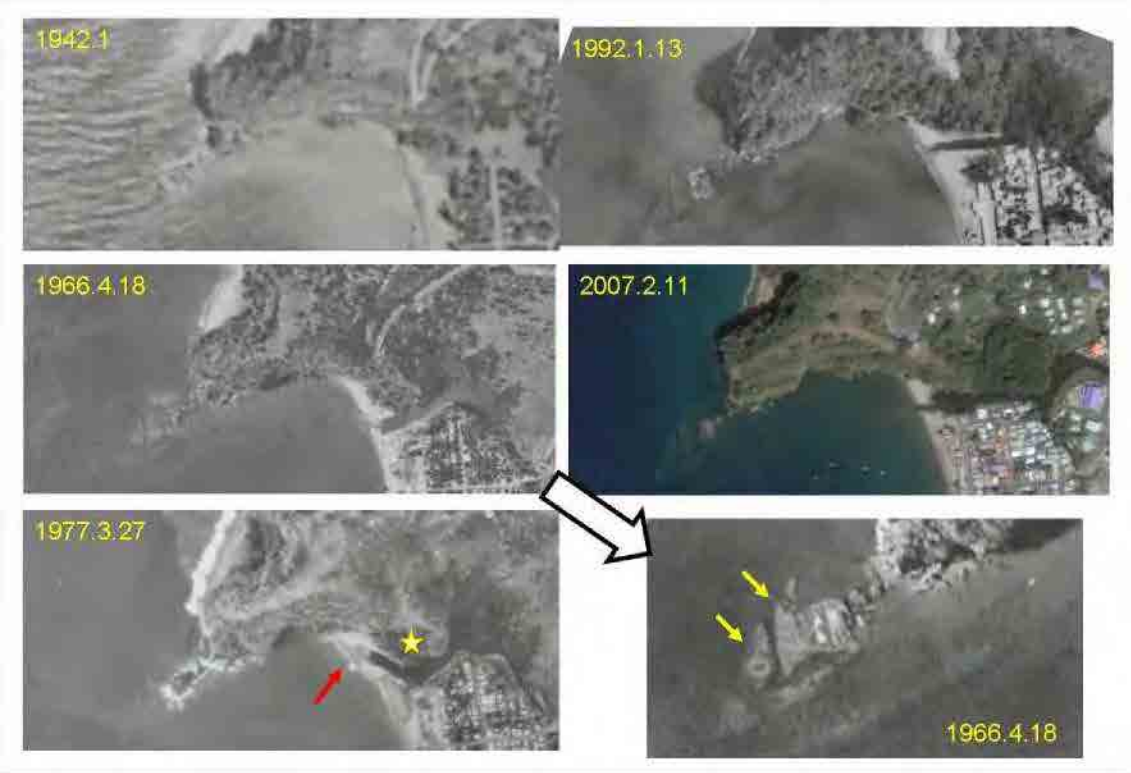


図 3-1-2-3 アンス・ラ・レイ海浜、北側の岬

以上の確認事項 1)～3)を踏まえて、図 3-1-2-1 を解釈すると、以下のとおりである。

＊ アンス・ラ・レイ海浜では 1977 年頃からほぼ一定速度で汀線後退が生じている。その後退速度は（13m＋6m）／（2009 年-1977 年）＝0.59m／年である。
＊ 北海浜（ロゾー湾）でも、ほぼ同様な期間、汀線後退が生じており、その後退速度もアンス・ラ・レイと同じ程度である。
＊ 場所の異なる 2 つの海浜で、同じような汀線後退が生じていることから、その原因はそれぞれの海浜固有のローカルなものではなく、気象･海象のような広域の現象にあると推測される。
＊ 1942 年の汀線の読み取り精度は低いものの、両海浜の最近の汀線位置は概ね 1942 年の汀線位置付近にある（元の位置に戻った）。
＊ 図 3-1-2-1 に示される汀線変化について二つの解釈ができる。
- 「1970 年代後半から汀線後退が進行している」
- 「1970 年前後に何らかの原因（例えば異常気象・記録的降雨）で一時的に多量の土砂が海岸に供給されて、汀線が急激に前進したが、その後は徐々に汀線が後退して（1942 年の）もとの位置まで戻った」

汀線変化に対する二つの解釈のうち、後者の可能性について検討する。

図 3-1-2-4 は、アンス・ラ・レイの桟橋先端から、北側岬の海食崖を撮影したものである。上段が 2006 年、下段が 2011 年である。いずれの写真にも、写真の中央部において海食崖の下部の海面近くで樹木が茂っていることが認められる。どうして、この部分で樹木が生えているのか？

図 3-1-2-4 桟橋先端から撮影した海食崖の遠景

図 3-1-2-5 は、海面近くの樹木の向かって右側の海食崖の状況である。この崖はわずかにオーバーハングしていて、その基部は侵食されてノッチが形成されている。図 3-1-2-6 は、黄色の破線で囲んだ範囲を拡大撮影したものである。海食崖は礫を含む堆積地層で、見た目はあまり強度がないようである。これらの状況も考慮に入れると、海面近くの樹木は（図 3-1-2-4）、2006 年以前に崖が崩れて高い位置にあった樹木が落ちてそのまま根付いたものと推察される。

図 3-1-2-5 アンス・ラ・レイ北側岬の海食崖（2011 年 9 月 8 日）

図 3-1-2-6 海食崖の拡大写真

この海食崖を上空から撮影した写真（前掲、図 3-1-2-3）を、年代を遡って 2007 年→1992 年→1977 年とみていくと、1977 年と 1966 年の間で崖の状態に変化があり、崩落があったことがわかる。さらに、1977 年の写真中に赤い矢印で示した位置の汀線が、他の年代の汀線位置に比べて異常に前進していることも、崖の崩落と矛盾しない。

図 3-1-2-3 の 1977 年の写真をみると、黄色い星印で示した位置に下向きに凸状の地形があることが分かる。この地形は、1992 年には消滅していることから、1977 年以降にこの場所でも崩落があったと推測される。

以上の考察から、1977 年前後に崖の崩落により一時的に多量の土砂供給がアンス・ラ・レイ海浜にあったと考えられる。

崖の崩落はしばしば多量の降雨時に発生するので、1977 年前後に降雨量が異常に増大したのではないかと推察できる。その結果、北海岸には大きな河川が流入しているので（図 3-1-1-3 参照）、河川からの土砂供給が増大したと考えると、図 3-1-2-1 において、2 つの海岸の汀線変化の状況が類似していることの説明がつく。

つまり、汀線変化の二つの解釈のうち、後者の解釈の妥当性が高まった。

3-2 2006 年 10 月～2011 年 9 月の地形変化とその要因

3-2-1 海浜地形変化

図 3-2-1-1 は、プロジェクト実施前後の 2006 年 10 月と 2011 年 9 月の断面を、測線 No.3 について比較したものである。測線 No.3 は、水産複合施設のほぼ中心を通る測線で（図 3-2-1-2 参照）、図 3-2-1-1 では水産複合施設の基礎部分を原点に沖向きを正にとってある。水産複合施設基礎部分から約 8m までの範囲で概ね 0.5m の侵食が生じている。

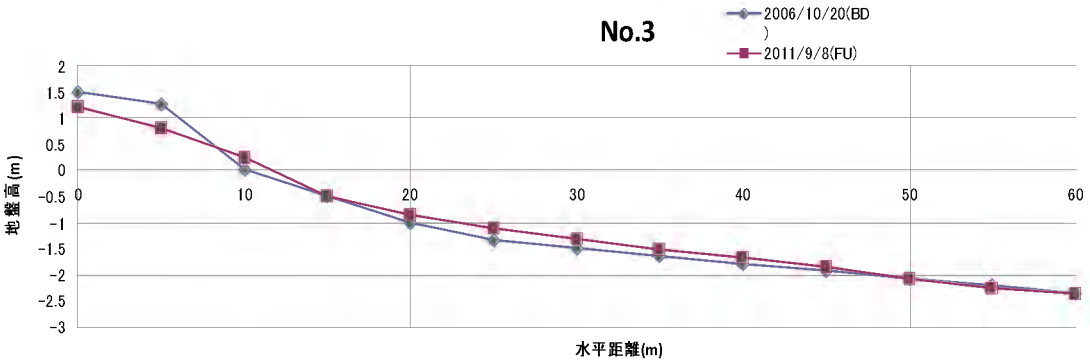


図 3-2-1-1 水産複合棟前面の海浜断面の比較（側線 No. 3）

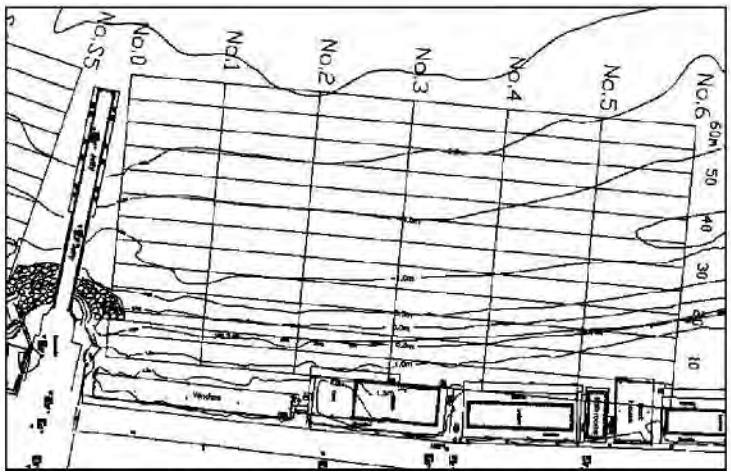


図 3-2-1-2 測線位置

図 3-2-1-3 は、ハリケーン・トーマス（2011 年 10 月 30 日）が通過した直後の状況（上段）と、さらに約 3 ヶ月経過した後の海浜の状況（下段）である。ハリケーン・トーマスによって海浜侵食を受けたものの、それは、水産複合施設の基部までは及んでいない。これに対して、2011 年 2 月 8 日の写真では、水産複合施設の基部まで侵食が及んでいる。その結果、電源ボックスが大きく露出した。これは、ハリケーン・トーマスの通過後に約 1 ヶ月間にわたって高波浪が継続的に作用した（図 3-2-1-4 参照）ためである。

図 3-2-1-3 水産複合棟前の海浜地形の比較

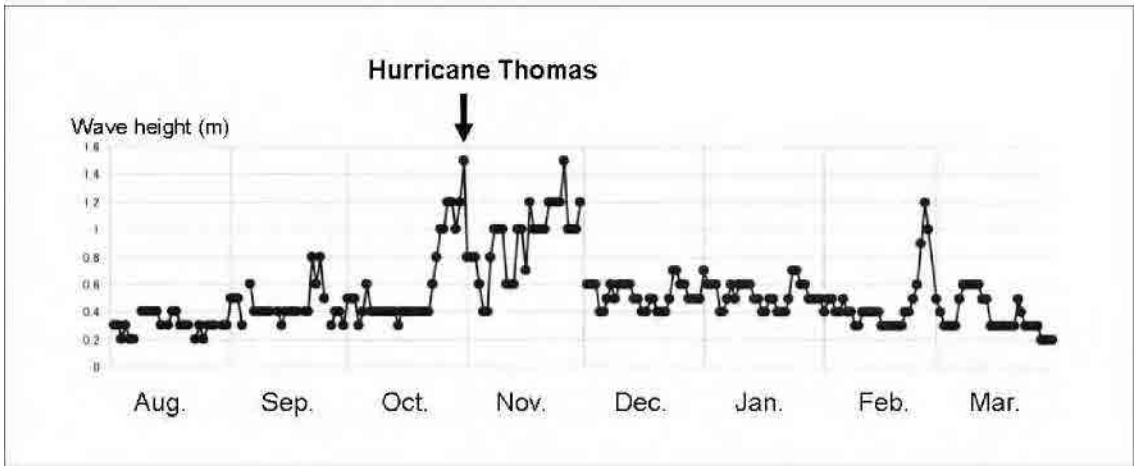


図 3-2-1-4 波浪状況（目視観測）Gouyave(Grenada)　2010 年 8 月～2011 年 3 月

図 3-2-1-5 は、2011 年 2 月 8 日と同年 9 月 5 日の状況である。基礎部分から 5m 程度離れたところにある捨石の状況に注目すると、見えている捨石が少なくなっていて、砂が堆積したことがわかる。しかしながら、水産複合棟施設の基礎部分については、拡大写真（図 3-2-1-6）で上部の手すりの高さと比較して見ると侵食後の回復はないようである。

図 3-2-1-5 水産複合棟前の海浜状況（2011 年 2 月 8 日と 9 月 5 日）

図 3-2-1-6 拡大写真（図 3-2-1-5 の一部）

図 3-2-1-7 は、2011 年 9 月 5 日、8 日、10 日、11 日の水産複合棟前面の捨石周辺状況である。砂面からの捨石の露出状態を判断基準にして海浜の変動状況を述べると以下の通りである。

9 月 5 日はもっとも砂が堆積していた。9 月 8 日までに少し侵食を受けた。9 月 10 日はわずかに堆積し、9 月 11 日には再び少し侵食が生じた。つまり、水産複合棟の基礎部より約 5m 離れた海浜部は、日々変化しているようである。

以上をまとめると、以下の通りである。

水産複合棟の前面の海浜（約 8m までの範囲）では、プロジェクト前後で 0.5m 程度の侵食が生じた。侵食は 2010 年 10 月 30 日のハリケーン・トーマスの来襲とそれに続く約 1 ヶ月間の高波浪によって生じた。最近の約半年間は、建物基礎部分の侵食は進行していない。建物から 5m 程度離れたところは、やや堆積して浜が少し回復したようである。ただし、わずかであるが侵食・堆積を繰り返し、日々変化している。

図 3-2-1-7 水産複合棟前面海浜の短期変動

3-2-2 海底地形の変化

図 3-2-2-1 は、2006 年（下段）と 2011 年（上段）の深浅図である。2006 年の深浅図のコンターは1m間隔であるに対して、2011年のそれは0.5m間隔で描かれていることに留意されたい。

2006 年の海底地形の特徴は、青色の点線で囲んだところにあり、コンターが乱れている。海底が砂質の場合はこのようなことはなく、コンターは滑らかな曲線になる。等深線が乱れていることは、この範囲に岩礁があることを意味している。

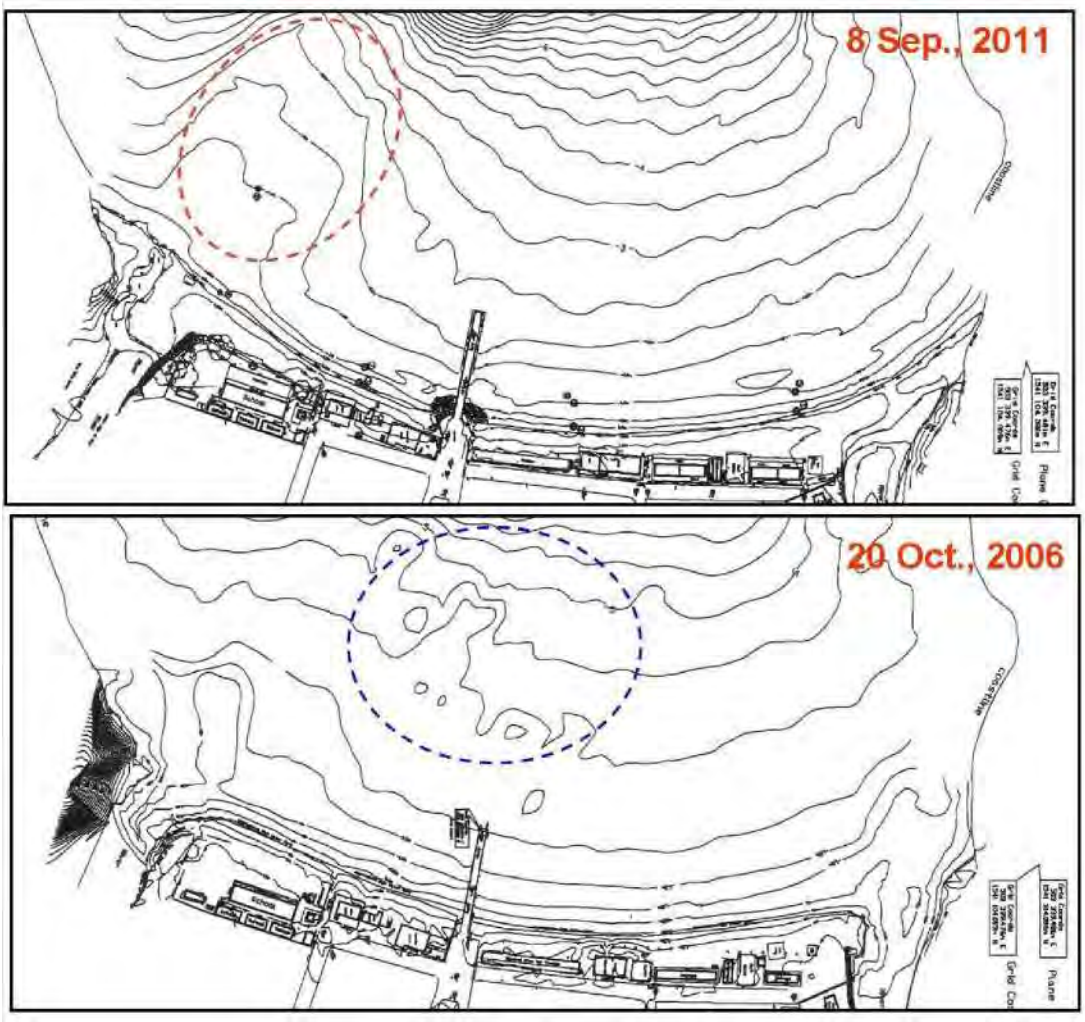


図 3-2-2-1 2006 年 10 月と 2011 年 9 月の深浅図の比較

図 3-2-2-2 は、2009 年 2 月に撮影された航空写真であり、コントラスト・色調を少し調整してある。この写真を注意深く見ると、図 3-2-2-1 に青色の点線で囲んだところあたりの海底が黒くなっていることが分かる。このことからも、ここに岩礁が海底に露出していることが分かる。

図 3-2-2-1 の 2011 年の深浅図では対応する場所のコンターは滑らかであり、岩礁が消えている。これは、岩礁の上に砂が堆積したと解釈するのが妥当であろう。

図 3-2-2-2 2009 年 2 月撮影の航空写真（コントラスト・色調を調整）

2011 年の海底地形（図 3-2-2-1 上段）の特徴は、図中の河口前面海域を赤色の点線で囲んだ場所にあり、コンターが著しく凸状に張り出している。この堆積地形（浅瀬）は、深浅測量とほぼ同時期に撮影された写真（図 3-2-2-3）でも確認でき、その上で波が砕けている。しかしながら、2009 年 2 月撮影の航空写真（図 3-2-2-2）には、河口前面の浅瀬は認められないし、2006 年の深浅図にも認められない。

図 3-2-2-3 河口前面の浅瀬とその上で砕ける波（2011 年 9 月 4 日）

図 3-2-2-4 は、2006 年と 2011 年の深浅図の差分図である。河口前面に岸沖方向に帯状に堆積が生じていて、多いところでは堆積厚さが 2.5m 以上に達している。また、湾内全体にも薄く堆積が広がっていることが分かる。さらに堆積した時期を詰めると、図 3-2-2-2 の航空写真には桟橋沖合の海底に岩礁が認められること、河口前面に浅瀬が形成されていないことなど、2006 年の海底地形の特徴がそのまま残されているので、堆積の地形変化は 2009 年 2 月～2011 年 9 月の間に生じたと推定される。

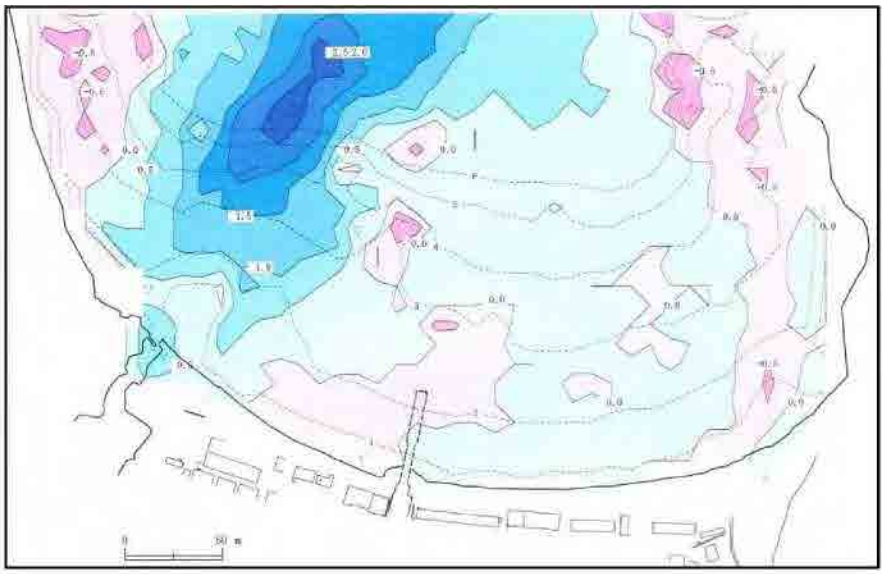


図 3-2-2-4 地形変化量（2006 月 10 月 20 日～2011 年 9 月 8 日）

3-2-3 2009 年 2 月～2011 年 9 月の海底地形変化の要因

図 3-2-2-4 の堆積状況から判断して、堆積砂はこの湾の南側に流入する河川から供給されたものであると無理なく推定される。この期間に河川から土砂が供給されたと考えられるイベント（大出水）には以下の二つが考えられる。

①2009 年 5 月 5 日の大出水（図 3-2-3-1）

②2010 年 10 月 30 日のハリケーン・トーマス

①の出水に関しては、常駐施工管理者として現地に滞在していた足立氏が撮影した河口からの濁水の流出状況（図 3-2-3-1）とアンス・ラ・レイの街の浸水状況（図 3-2-3-2）が資料としてあるだけで、雨量・継続時間・河川流量などの定量的データは何もない。ただし規模の大きな出水であったことは確かである。

図 3-2-3-1 2009 年 5 月 5 日の出水

図 3-2-3-2 街の浸水状況（2009 年 5 月 5 日）

②のイベントに関して、アンス・ラ・レイの海岸の自然条件に関する定量的な情報は入手できていない。しかしながら、以下に述べるいろいろな情報から、多量の土砂が供給されたと推察される。

[180 年に一度の降雨量]

ハリケーン・トーマスの特徴は、降雨量が極めて多かったことであり、降雨量の観点からは 180 年に一度の規模のハリケーンであったと考えられている。このため、河川は大洪水となった。

[北海浜の牛が溺れた]

北海浜（ロゾー湾、図 3-1-1-1 参照）の河口近くの左岸にあるバナナ園の経営者の話によると、ハリケーン・トーマス来襲時には川からあふれた水でバナナ園がすっかり冠水し、農場にいたほとんどの牛が溺れ死んだということであった。

[大規模な山腹崩壊]

多量の降雨があったために、セントルシアのいたる所で、大規模・小規模の地滑りや山腹崩壊が発生した（図 3-2-3-3 参照）。その土砂が河川へと流れ込み洪水で河口まで運ばれたと推察できる。

図 3-2-3-3 大規模な山腹崩壊（ハリケーン･トーマス）

これらのイベントによって河川から土砂が河口前面を中心に供給されたと考えられる。河口前面の堆積にどちらのイベントがどれだけ寄与したかは分からないが、とにかく両方が重なった結果として、図 3-2-2-4 に示される堆積が生じたことになる。

3-3 将来の地形変化の可能性

3-3-1 現地踏査及び深浅測量結果に認められる海浜の回復の兆し

河口前面に現在堆積して浅瀬を形成している砂は、この後波の作用を受けて徐々に岸方向でかつ桟橋方向に運ばれる。ただし、深いところに堆積した砂は海浜には戻ってこない。桟橋は透過性構造物であるので、さらに漁業複合棟の方向に運ばれると考えられる。

図-3-3-1-1 は、桟橋の南側の海浜の状況であり、約一ヶ月間隔（上段から 2011 年 9 月 4 日、10 月 11 日、11 月 8 日）で撮影されている。定性的評価しかできないが、少しずつ浜の砂が増えているようである。

図-3-3-1-2 は、11 月 8 日に反対側から撮影したものであり、砂の塊が砂浜に乗り上げてバームを形成しつつあることがわかる（参考図参照）。11 月 30 日になると（図-3-3-1-3）、砂の塊は完全に浜に乗り上げている。

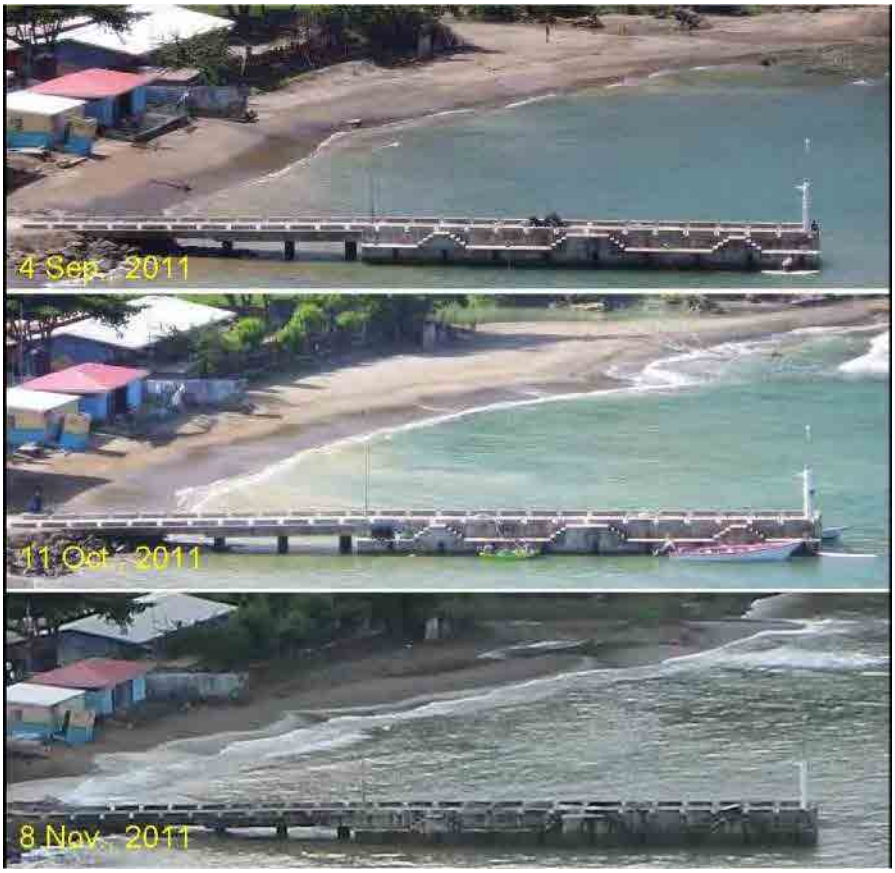


図 3-3-1-1 桟橋の南側海浜の変化

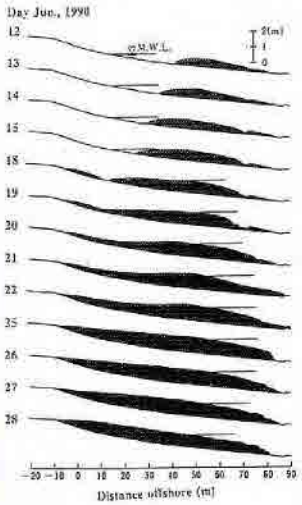


図 3-3-1-2 浜への砂の堆積（2011 年 11 月 8 日）　参考図：浜の回復（実測）

図 3-3-1-3 浜への砂の堆積（2011 年 11 月 30 日）

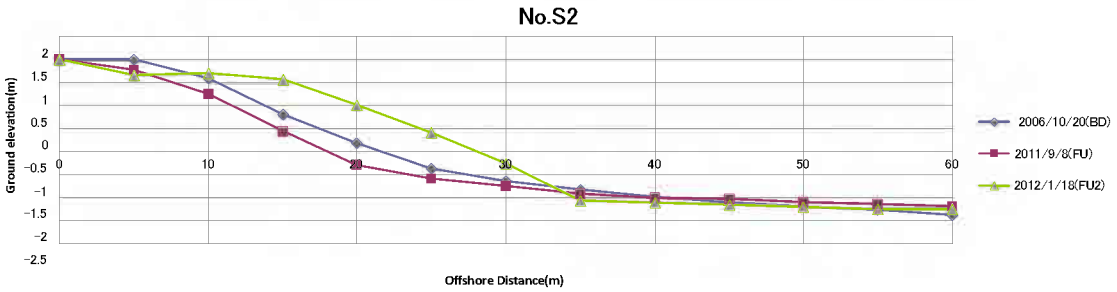


図 3-3-1-4 測線 No. S2 の断面変化

図 3-3-1-4 は、図 3-3-1-1～3-3-1-3 の写真に対応する位置の断面変化である（測線の正確な位置は図 3-3-1-5 参照）。2006 年 10 月（プロジェクト前）と比較して、2011 年 9 月には前浜から水深 1.5m 付近までの範囲が少し侵食を受けていた。しかし、その後、図 3-3-1-1～3-3-1-3

で説明したように砂が堆積し、2012年1月には汀線が約10m前進し、堆積厚さは汀線付近で1.5mであることが分かる。

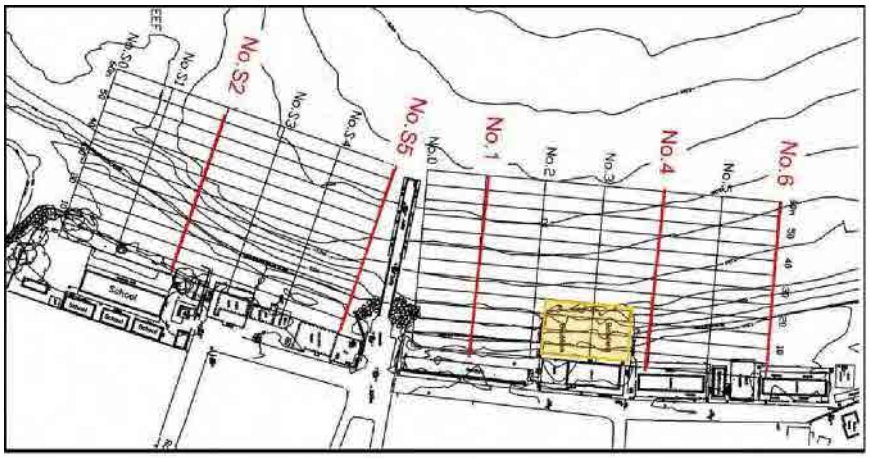


図 3-3-1-5 断面を表示する測線

図 3-3-1-6 洗濯場前面の海浜

図 3-3-1-6 は、洗濯場前面の海浜である。浜の上にあるコンクリート塀に注目すると、2011年9月と比較して11月8日には50cm程度の砂の堆積(人のスケールから大まかに見積もって)が生じているようである。

つまり、桟橋の南海浜では現在予想している堆積が進行していると判断される。

次に桟橋のすぐ南側のコミュニティ・センター前面海浜について浜の回復状況を確認する。

図 3-3-1-7 は、2011年9月4日の状況である。浜は侵食を受けて、コンクリート製の小さな排水路（図中の赤い矢印の部分）がむき出しになっている。10月1日（図 3-3-1-8）、12月14日（図 3-3-1-9）でも、排水路はむき出し状態のままであり、浜は回復していない。そして、図 3-3-1-10 は、2012年1月19日の排水路の状況である。排水路（赤色矢印の位置）はすっか

り砂で覆われており、浜が回復した。ただし、この海浜の回復は図 3-3-1-3、3-3-1-6 の海浜の回復よりも 2 ヶ月程度おくれている。

図 3-3-1-7 コミュニティ・センター前の状況（2011 年 9 月 4 日）

図 3-3-1-8 コミュニティ・センター前の状況（2011 年 10 月 1 日）

図 3-3-1-9 コミュニティ・センター前の状況（2011 年 12 月 14 日）

図 3-3-1-10 コミュニティ・センター前の状況（2012 年 1 月 19 日）

図 3-3-1-11 コミュニティ・センター前の海浜の回復

図 3-3-1-11 は、コミュニティ・センター前の海浜について、2011 年 10 月 1 日と 2012 年 1 月 19 日の状況を比較したものである。汀線が前進していることがはっきりと分かる。

図 3-3-1-12 コミュニティ・センター建物の基礎部の洗掘

図 3-3-1-12 は、コミュニティ・センター建物の基礎部の様子を示している。2011 年 9 月 4 日には、基礎部が洗掘を受けて階段が浮き上がっている。これに対して、前面海浜が回復した 2012 年 1 月 21 日には洗掘箇所にも砂が堆積している。

図 3-3-1-13 は、図 3-3-1-7～3-3-1-12 の写真で説明した場所付近の断面変化である（測線の正確な位置は図 3-3-1-5 参照）。プロジェクトの前後（2006 年 10 月と 2011 年 9 月）で大きな侵食が生じていたが、上述したように、2011 年 9 月以降（特に 2011 年 12 月以降）、砂が堆積し浜が回復した。図 3-3-1-13 によると、回復した結果、2006 年 10 月の浜の状態まで戻ったことが分かる。

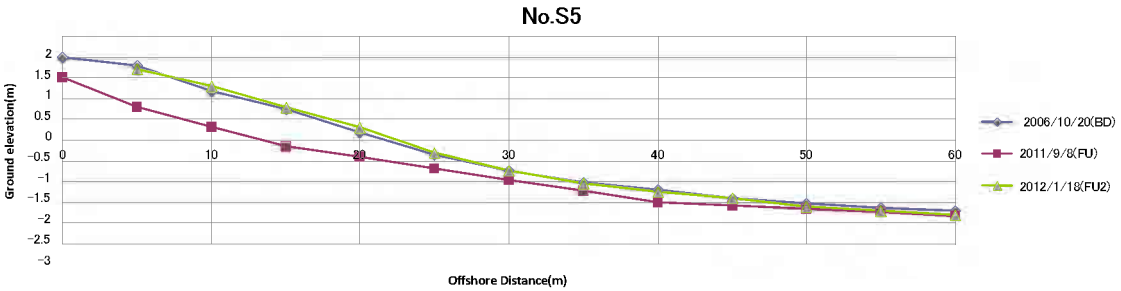


図 3-3-1-13 測線 No. S5 の断面変化

図 3-3-1-14 作業場前の海浜の状況

次に、桟橋の北側の漁業関連施設があるところの海浜の状況を見てみよう。図 3-3-1-14 は、2011 年 9 月 4 日、2011 年 10 月 12 日と 2012 年 1 月 21 日の作業場前海浜の状況である。これらの写真には、たまたま同じ位置に同じ状態で置かれていた同じ小船が写しこまれている。そこで、この小船を基準に写真のスケールを調整した。上下の写真を比較すると、2011 年 9 月 4 日の汀線位置（湿潤線）を基準にして、その後汀線は時間とともに赤い矢印で“advance”と示した距離だけ前進していることがわかる。

図 3-3-1-15 は、図 3-3-1-14 のスケール調整の基準とした小船がある辺りの海浜断面である（測線の正確な位置は図 3-3-1-5 参照）。この場所の断面は、プロジェクトの前後（2006 年 10 月と 2011 年 9 月）で変化していなかったが、2011 年 9 月～2012 年 1 月の間に汀線付近で厚さ約 1m の堆積が生じ、汀線が 8m 程度前進した。つまり、2006 年 10 月よりも砂が堆積している。

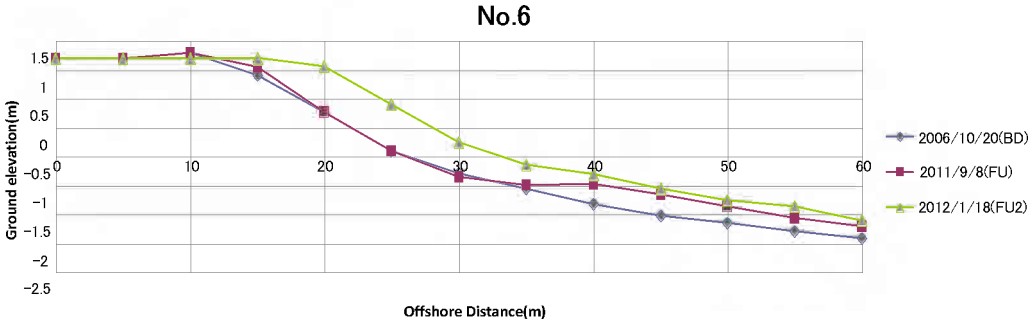


図 3-3-1-15 測線 No. 6 の断面変化

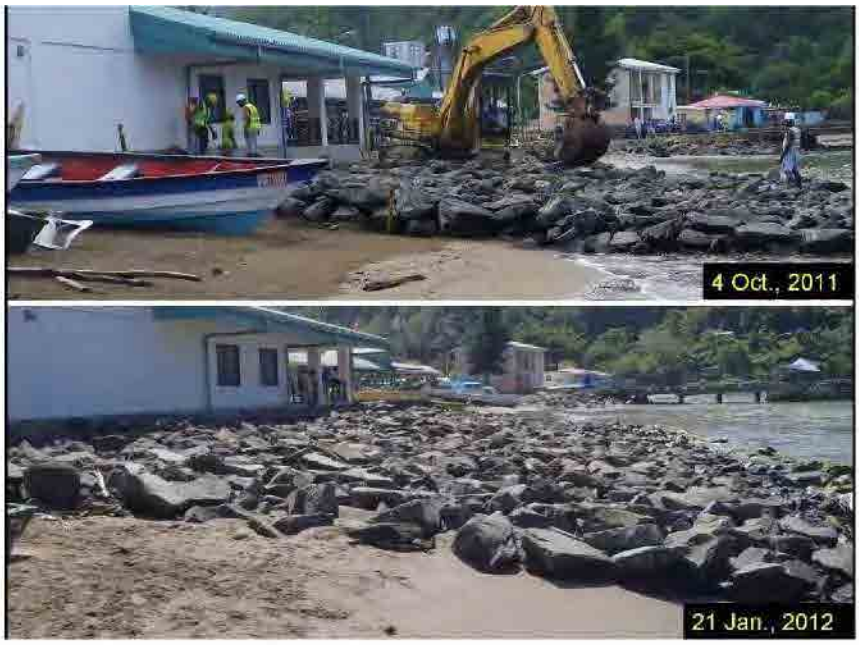


図 3-3-1-16 捨石で被覆した場所の北側海浜の状況

図 3-3-1-16 は、水産複合施設 前面の捨石で被覆した海浜の状況である。上段は施工中（2011 年 10 月 4 日）の様子であり、捨石をその時の前浜上に厚さ 60cm で施工している。下段の写真（2012 年 1 月 21 日撮影）をみると、捨石の厚さが薄くなっていることが分かる。これは、手前の海浜に砂が堆積したためか、捨石が沈下したためである。大まかに言って、捨石の施工厚さの半分くらいが砂中に隠れている。

図 3-3-1-17 は、図 3-3-1-16 とほぼ同じ位置の測線 No.4 の断面である（正確な位置は図 3-3-1-5 参照）。ここも測線 No. 6 （図 3-3-1-15）と同様に、プロジェクトの前後で断面形状の変化はなかったが、2011 年 9 月～2012 年 1 月の間で砂の堆積が生じている。横軸 10m 付近（レベル 0.5m 付近）の堆積量は 30cm 程度であり、したがって図 3-3-1-16 の下段の写真中の捨石は、沈下ではなく砂の堆積で砂中に隠れたと判断できる。

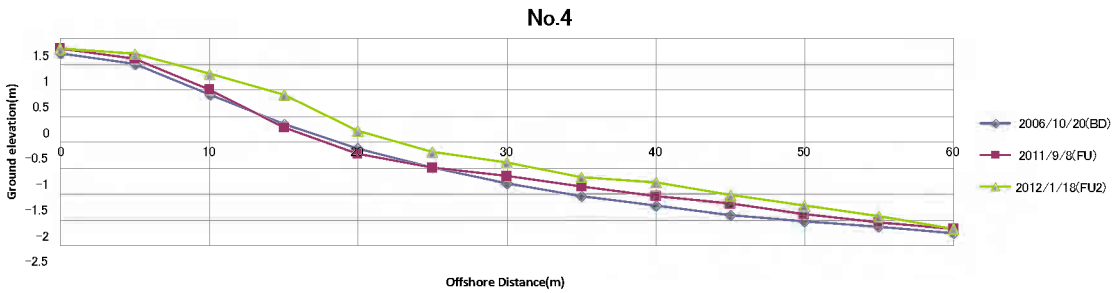


図 3-3-1-17 測線 No.4 の断面変化あ

図 3-3-1-18 2012 年 1 月 21 日の海浜の状況

図 3-3-1-18 は、2012 年 1 月 21 日の海浜の状況を示している。既に述べたように、桟橋の向こう側の海浜（矢印 A）と捨石で被覆した所より手前の海浜（矢印 B）では、砂の堆積が生じた。ところが、図 3-3-1-18 を見ると、桟橋と捨石で区切られた中央の海浜、つまりベンダーズ・アーケードの前面海浜（矢印 C）は、A、B 海浜と比べて陸側にシフトしているようであり、この写真が撮影されたときの時点では砂の堆積がまだ生じていない。

図 3-3-1-19 は、ベンダーズ・アーケード前の測線 No. 1（正確な位置は図 3-3-1-5 参照）の海浜断面である。ここの断面は、プロジェクト前後で変化しておらず、さらに 2011 年 9 月～2012 年 1 月の間も砂が堆積しておらず断面の変化は生じていない。

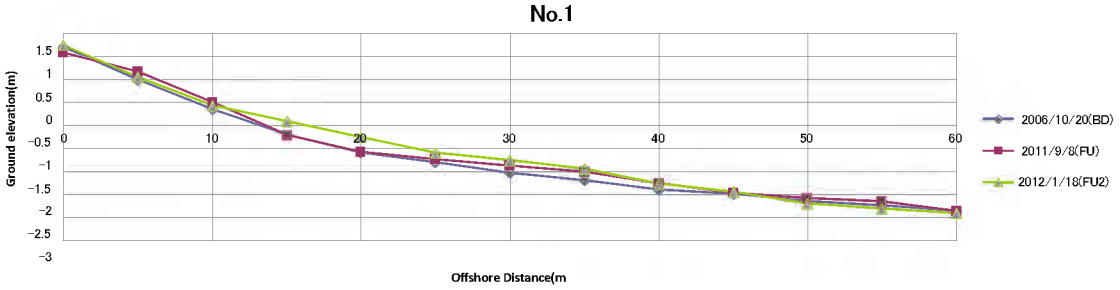


図 3-3-1-19 測線 No. 1 の断面変化

図 3-3-1-20 は、2012 年 1 月 21 日に撮影したベンダーズ・アーケード前の海浜である。断面変化が生じていないにもかかわらず、前浜と後浜の境界あたりで捨石が露出している。これは、砂浜を掘って設置した捨石の天端レベルが少し高すぎたためと考えられる。とにかく、捨石の露出は海浜を利用しづらい状態にしているので、少し修正を加えることが望ましい。

図 3-3-1-20 ベンダーズ･アーケード前の海浜

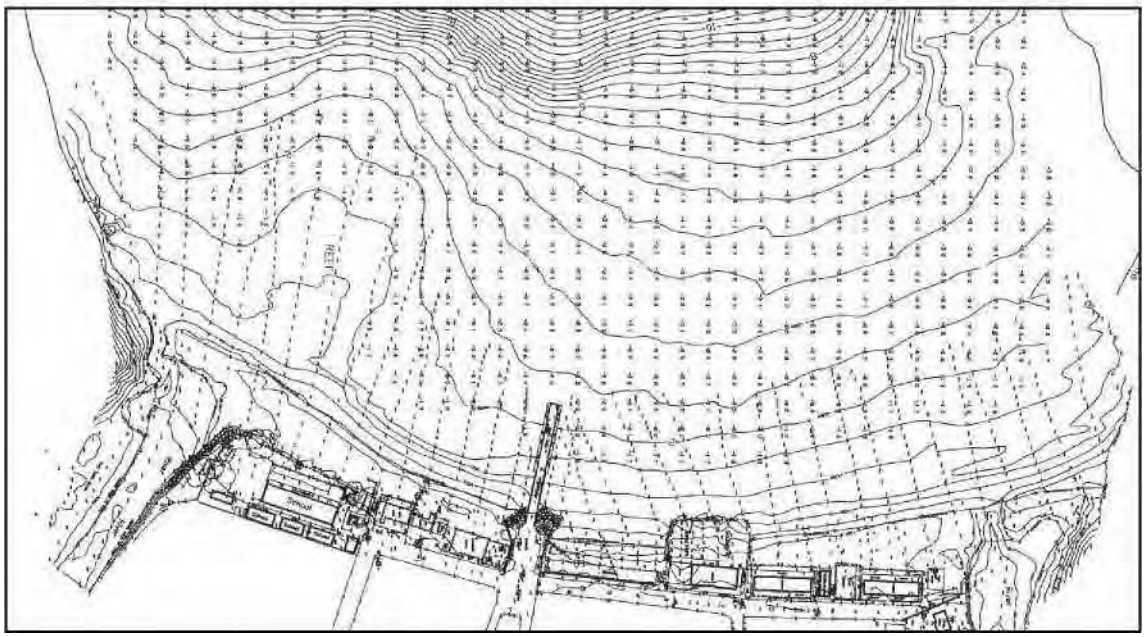


図 3-3-1-21 深浅図（2012 年 1 月 18 日測量）

図 3-3-1-21 は、2012 年 1 月 18 日測量の深浅図である。この深浅図と 2011 年 9 月 8 日の深浅図（図-17：上段）の差を示したのが図 3-3-1-22 である。等深線は 2006 年 10 月測量の地形である。まず、図 3-3-1-22 の侵食地域（赤色）に注目すると、主な侵食域は河口前面から桟橋まで広がる範囲（図中①）と北側の海食崖寄りの範囲（図中②）である。前者①の侵食は 2 度の洪水によって河口前面海底に形成されていた河口テラスが波の作用によって削られた結果である。侵食域①の砂は、岸方向の領域③と沖方向の水深 6m 以深の領域⑥へと運ばれて堆積したと考えられる。このうち、沖の領域⑥へと運ばれた砂は、水深が深いので波によって陸方向

に運ばれることはない。言い換えると、堆積砂⑥は海浜の回復には寄与しない。一方、後者②の侵食は、2006 年 10 月と 2011 年 9 月の間にも生じており（図 3-2-2-4 参照）この領域は長期に渡る侵食傾向があるのかもしれない。この①と②の二つの侵食は、概ね水深 5m 以浅の範囲（2006 年 10 月測量時）で生じている。

次に、堆積地域（青色）に注目する。最も顕著な堆積は、桟橋南側の海浜（左側）ほぼ全域の汀線付近（図中③）にある。この堆積砂はその前面の侵食域①から運ばれてきたものと推測される。汀線付近の堆積は桟橋の北側（右側）海浜でも生じている（図中④）が、その量は③にくらべると少ない。堆積域④の砂がどこから運ばれて来たかを推測するのは難しい。北側の小さな河川からの土砂供給、侵食域②の砂、あるいは前面に薄く広く堆積（図中⑤）している砂が集まってきたなどが可能性として考えられる。勿論その両方の影響も十分考えられる。現時点では、更に考察を行うだけの十分な情報がない。なお、北側海浜の中央部、漁業複合施設前面の堆積は、捨石施工によるものである。沖合いの水深 6m 以深のところ（図中⑥）に、50cm 以上の堆積域が広がっている。この砂は、主に侵食域①から運ばれてきたと考えられる。

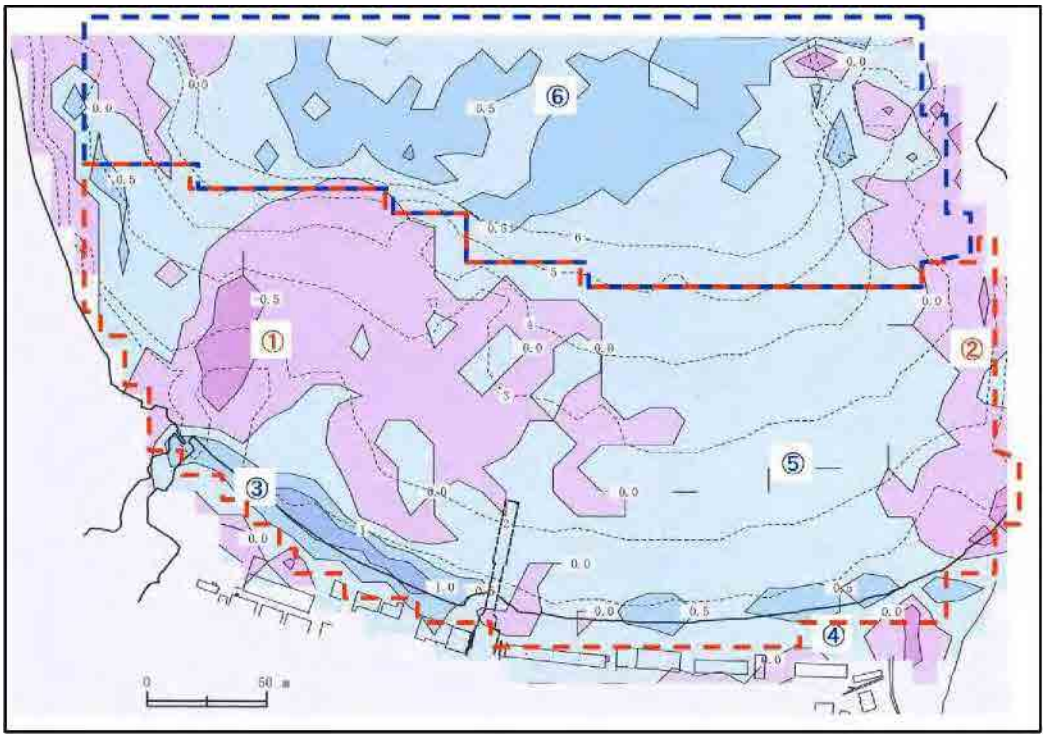


図 3-3-1-22 2011 年 9 月 8 日と 2012 年 1 月 18 日の深浅差分図

図 3-3-1-23 は、図 3-3-1-22 に示した赤い破線で囲んだ領域（概ね水深 5m 以浅の領域）と青い破線で囲んだ領域（概ね水深 5m 以深の領域）の地形変化量を 2006 年 10 月 20 日の地形を基準に示したものである。2011 年 9 月までに、浅領域に 13,000m^3、深領域に 18,000m^3、全域で 31,000m^3 の堆積が生じている。これは、2009 年 5 月の洪水と 2010 年 10 月 30 日のハリケーン・トーマス来襲時の洪水によって河川から運ばれた土砂が堆積したものであることは既に述べた。2012 年 1 月になると堆積量は更に増えた。2011 年 9 月 8 日～2012 年 1 月 18 日の約４ヶ月間の増加量に注目すると、浅領域で⊿s＝5,000m^3、深領域で⊿d＝11,000m^3、全体で⊿T＝16,000m^3 の堆積が生じたことになる。

砂の堆積量が増加したのは、河川からの供給があったためと考えられる。2010 年 10 月のハリケーン・トーマスは記録的な降雨量をもたらし、上流部では大規模な山腹崩壊が生じた。そのとき発生したすべての土砂がその時の洪水ですべて海に運ばれたわけではなく、山腹や河道部に残されていると考えられる。例えば、図 3-3-1-24 は、アンス・ラ・レイ海岸の南端に流入する河川の河口部に近い河道内に砂が堆積している状況である。このような砂が、2011 年 9 月～2012 年 1 月の雨季の期間中に徐々に海まで運ばれてきたと推測される。このような土砂供給は今後も継続するものと考えられる。

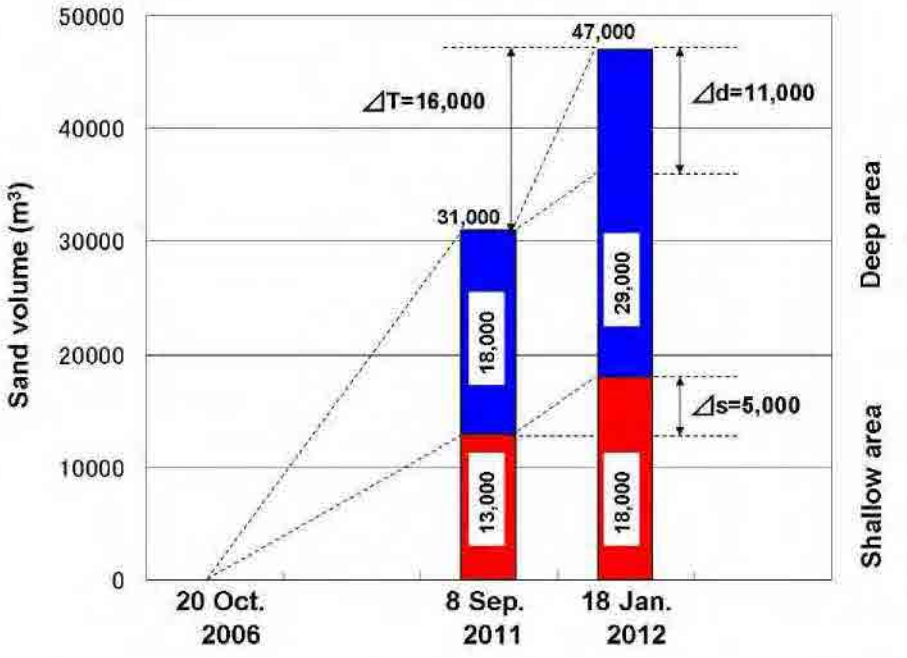


図 3-3-1-23 浅い領域と深い領域の地形変化量（2006 年地形を基準）

図 3-3-1-24 河道内の土砂の堆積（2011 年 9 月 11 日）

3-3-2 数値シミュレーションによる汀線変化予測

図 3-3-2-1 は、3 回の深浅測量の結果に基づいてアンス・ラ・レイ海岸の汀線位置を比較したものである。最新の汀線は海岸の両サイドで前進しているが、中央部のベンダーズ・アーケード前では汀線位置の変化は生じていない。なお、漁業複合棟前の汀線前進は、汀線の前進が実際に生じたのではなく、施工した捨石部分の形状を測量したことによるものである。

数値シミュレーションでは、まず 2011 年 9 月 8 日から 2012 年 1 月 18 日の約 4 ヶ月間の汀線変化を再現する。再現状態を確認してから、2011 年 9 月の汀線位置を初期条件として、将来予測（5 年後まで）をおこなう。将来予測は、①現状のままの状態、②1 年後（2012 年 9 月）に南海浜から砂を人工的に運んでベンダーズ・アーケード前に投入、の２つの視点で行う。

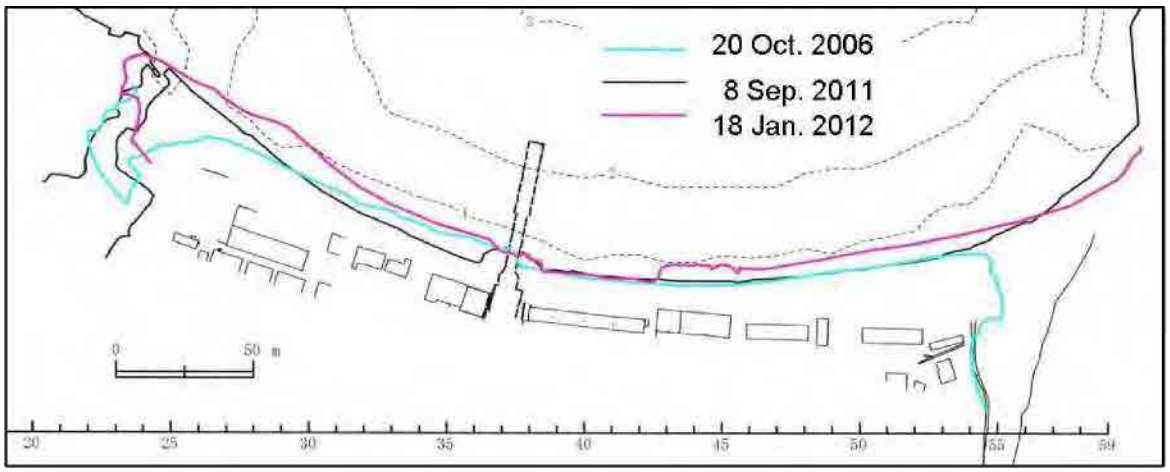


図 3-3-2-1 汀線変化

図 3-3-2-2 は、約 4 ヶ月間の汀線変化を再現した結果である。図中の黒い一点鎖線が 2012 年 1 月の実測汀線であり、この位置が再現目標である。上段に示した初期汀線からの変化量を見ると、南側の海浜（横軸座標 10～17）では 1 ヵ月後から汀線の前進が始まり、4 ヶ月後（緑の線）にほぼ再現目標位置まで前進する。これに対して、桟橋の付け根（横軸座標 17～18）部分の汀線前進は 2～3 ヶ月遅れて始まる。これらの前進の状況は、既に述べた現地の前進状況と同様である。

再現計算では中央部分のベンダーズ・アーケード前（横軸座標 20～22）の汀線位置は変化しておらず、これも現地の状況とよく対応している。

北側の海浜（横軸座標 28～35）では実際の汀線は 5m 以上前進しているのだが、計算された汀線前進量は不十分である。ただ単に、目標汀線位置を再現するだけならばいろいろな工夫が可能である。しかし、この砂がどこから来たのかが特定できていない状態で再現性を高めることは意味がないし、むしろ危険でさえある。ここでは、今回のシミュレーションでは、再現性を意味なく高めるのではなく、北側の海浜の予測精度は良くないと解釈すべきであろう。

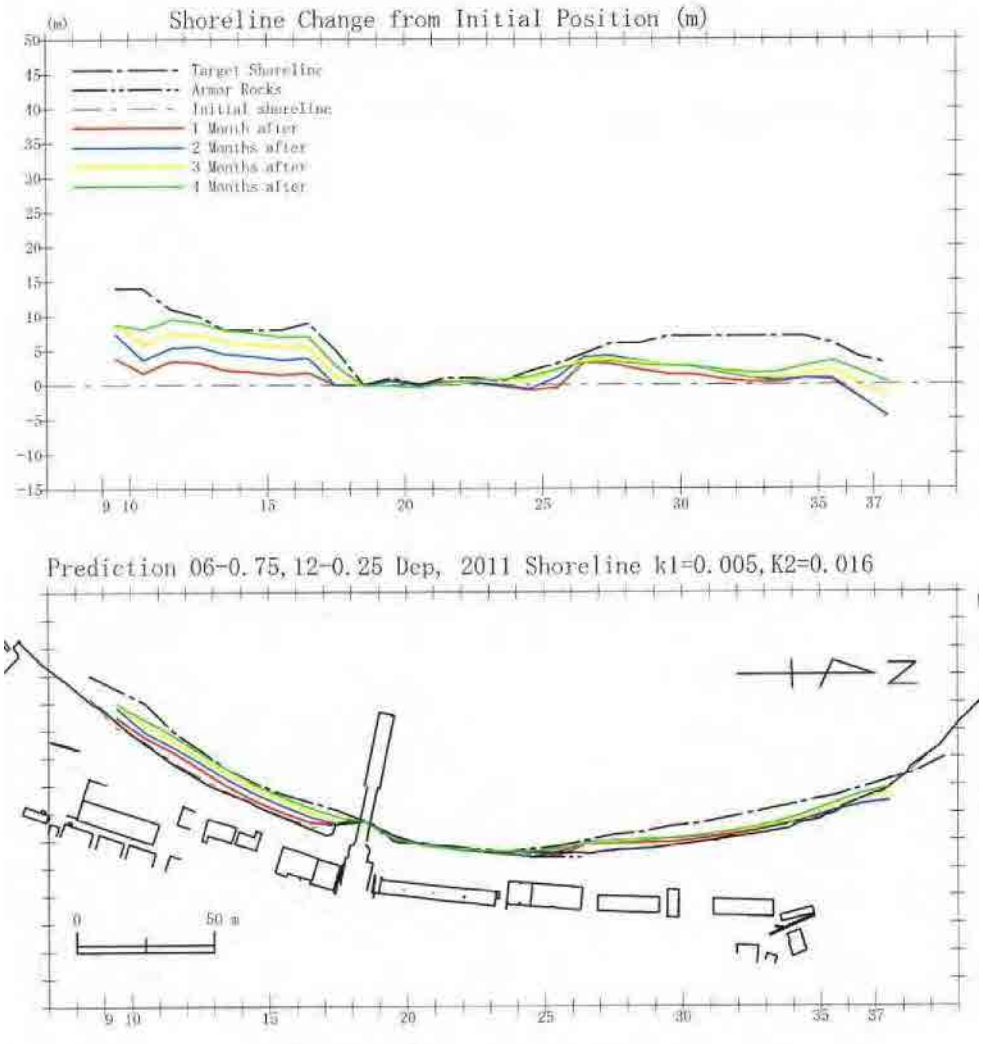


図 3-3-2-2 再現計算結果（2011 年 9 月～2012 年 1 月）

図 3-3-2-3 は、現状の状態で 5 年後までの汀線変化を予測した結果である。浅海域から海浜への砂供給は初年に多く、時間の経過とともに減少させ、5 年間のトータル供給量を 7,000m^3 とした。この量は、2 回の洪水で浅海域に堆積した砂の量（13,000m^3、図 3-3-1-23 参照）の約 54%である。南側の海浜（横軸座標 10～17）では、最終的に汀線は 18m 程度前進する。海浜中央部のベンダーズ・アーケード前では 1 年後の汀線前進量（赤線）が少ないが、最終的には 12m 程度前進する。この結果、5 年後には下段の図に見られるように汀線は滑らかな弧を描くような平面形状になる。ただし、ベンダーズ・アーケード前の海浜は現在海浜幅が狭いところでありながら人々の利用度が高いので、早い時期から汀線が前進することが望ましい。防災と利用と環境の観点から、少し人工的な手助けをして浜の形成を促進するのが良いだろう。

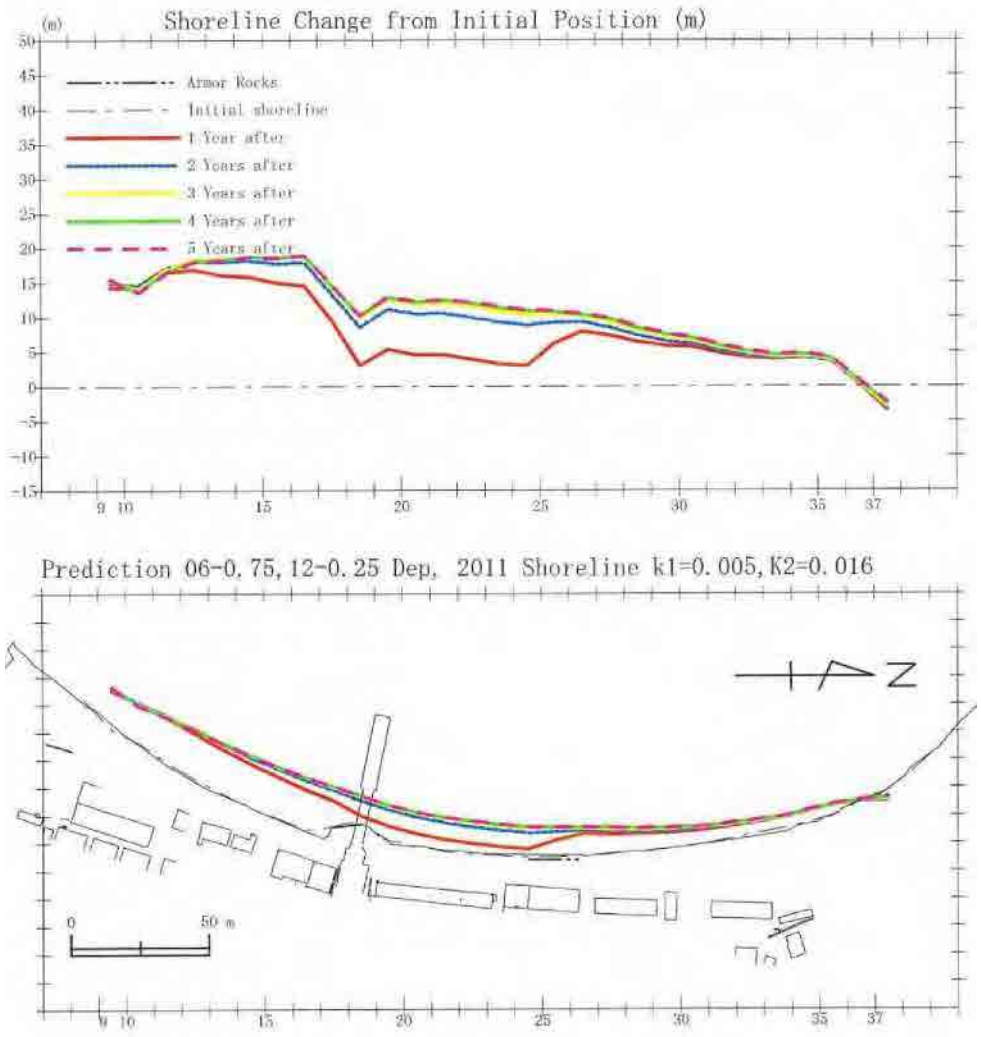


図 3-3-2-3 将来予測計算（現状、砂投入量 0m³）

人工的な手助けの方法の一つとして、南側の海浜から 750m³ を採取し、ベンダーズ・アーケード前の海浜に投入することを取り上げ、その効果を数値シミュレーションで検討した。投入する砂の量は、この部分の汀線を約 4m 前進させることに相当する。投入の時期は、1 年後（2012 年 9 月）とした。

図 3-3-2-4 は、5 年先までの予測結果である。図 3-3-2-3 と比較して、砂を採取した場所（横軸座標 10、11）と投入した場所（横軸座標 20～21）で目立った差異は認めにくい。そこで、ベンダーズ・アーケード前（横軸座標 21）について、汀線の時系列変化を投入砂ありとなしの場合を比較した。図 3-3-2-5 が比較図である。この図の中には、投入砂量 1,330m³ について追加計算を行った結果も重ねてある。1 年経過したところで 750m³ の量の砂をベンダーズ・アーケード前の海浜に投入した結果、汀線は約 4m 前進する。その後の汀線位置は安定していてほとんど変化しない。一年経過すると砂の投入がない場合（図 3-3-2-3）の汀線がこの位置まで前進してきて追いつく、その後、両者は一緒になって前進する。つまり、早い時期に人工的に砂浜を広げることができる。砂量 1,330m³ は、ほぼ最終汀線前進位置（5 年後の汀線位置）になるような投入量である。砂の投入によって汀線は一時的に 12m 近くまで前進するが、その後は徐々に後退し、投入の約一年後には投入砂量 750m³ の場合の汀線位置まで下がる。言い換えると、投

入した砂の一部が流失している。このことは、過剰に砂を投入することは非効果的で不経済であることを意味している。

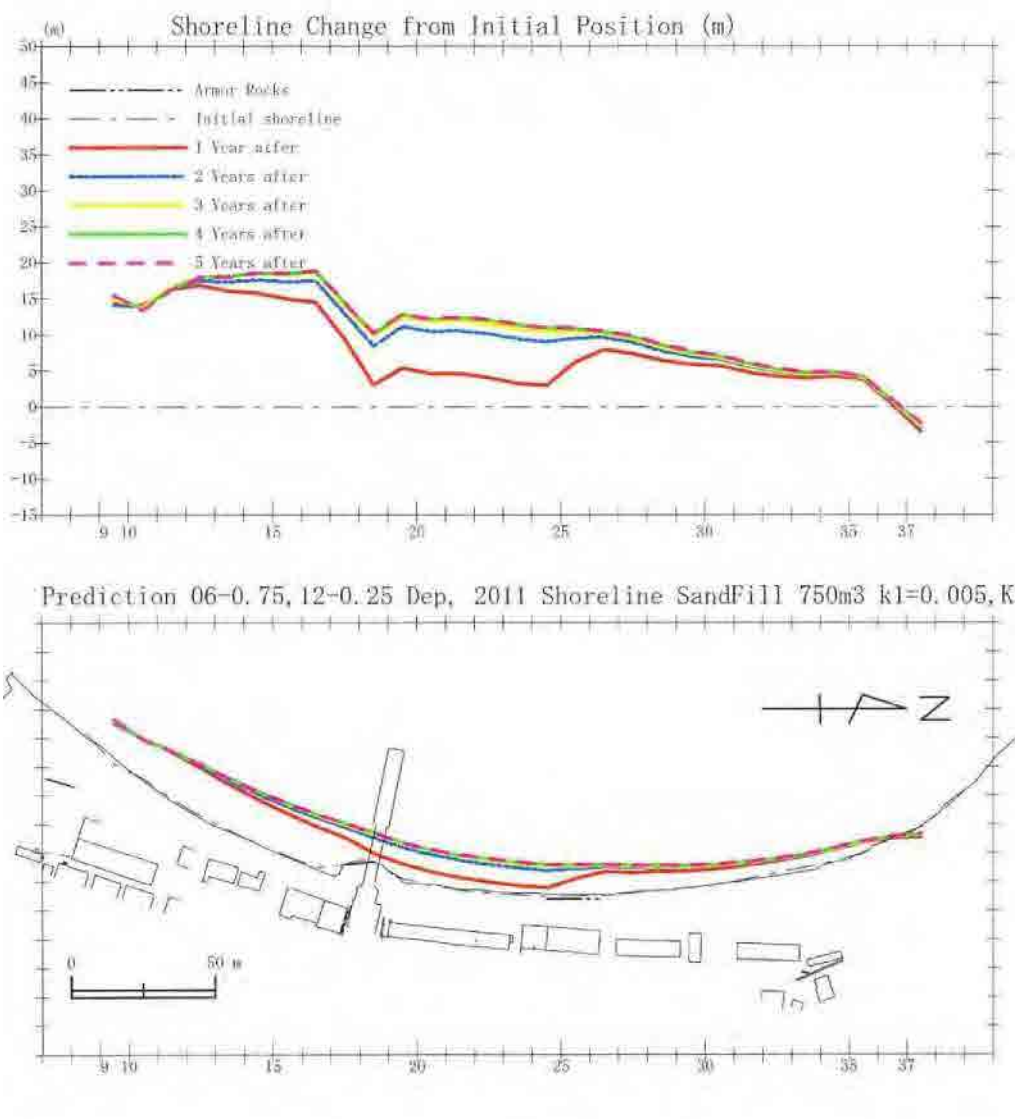


図 3-3-2-4 将来予測（砂投入量 750m^3）

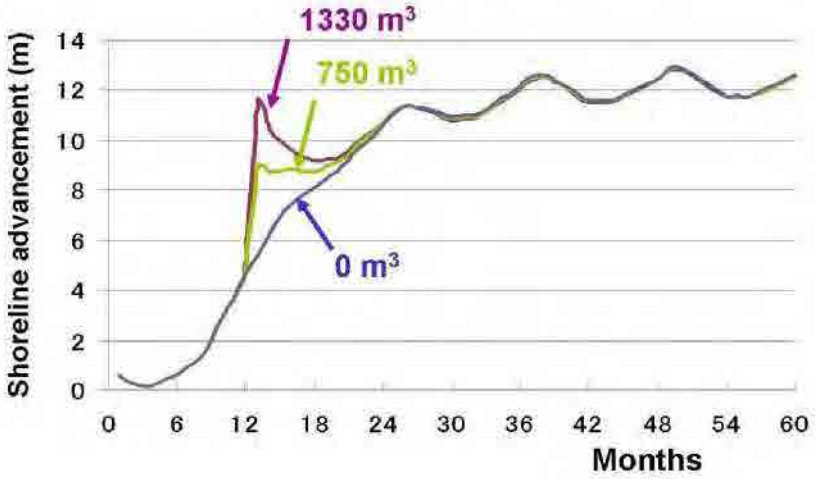


図 3-3-2-5 ベンダーズ・アーケード前の汀線前進と投入砂量

最後に、図 3-3-2-5 を参照しながら、ここで実施した汀線変化予測のシミュレーションの精度について触れておく。

数値シミュレーションの精度は、再現計算における再現の程度によって判断されるので、case by case である。今回のケースでは、最初の 4 ヶ月の汀線変化を再現対象にし、5 年先までの汀線変化を予測した。この状態を図 3-3-2-5 で確認すると、初期の横軸 4 ヶ月の時間スケールを 60 ヶ月まで外挿していることに相当する。4 ヶ月間の再現性は良好であるとはいえ（特にベンダーズ・アーケードから南側の海浜について）長期間の外挿を行うので小さな誤差が拡大している可能性は否定できない。さらに、

・浅海域から海浜への砂の移動を 7,000m³ と仮定している（仮定の妥当性は高いと判断しているが）

・予測期間中（5 年間）に異常気象は発生しないとしている。

・海底地形の変化に伴う、波浪変形が計算されていない。

など、汀線の変化量に影響を与える要因がいろいろとある。したがって、汀線変化量の予測結果について、説明の都合上「○m 前進」と定量的な表現としているが、本来は定性的な解釈にとどめるべきであるということに留意しなければならない。

なお、図 3-3-2-5 において、例えば、今後 24 ヶ月まで海浜過程のモニターを行って、数値シミュレーションの結果を検証（場合によっては修正・補正）すれば、予測精度の向上が図れる。したがって、継続的な海浜モニタリングが望まれる。

3-4 アンス・ラ・レイ湾の海岸侵食機構

3-4-1 アンス・ラ・レイ湾の海浜過程の基本的理解

アンス・ラ・レイの海浜は、延長が 300m 程度のポケットビーチであり、海岸の南端と北端に流入している二つの河川から供給されている砂で維持されている。砂供給は南側の河川からのものが多い。ところが、河川からの供給量は異常気象のときの多量の降雨によって比較的強度の低い山腹が崩壊した結果として発生するので、そのイベントの発生は毎年ではなく、十年以上の間隔で気まぐれである。イベントとイベントの間は河川からの土砂供給が少なくなっているので、汀線は徐々に後退し、海浜は次のイベントで息を吹き返す。

アンス・ラ・レイ湾の海浜の場合、前回のイベントは 1970 年代ころにあったと推察される。一時的に大量の土砂が海岸に供給されたようだが、その後はイベントがなく、約 30 年間以上に渡り汀線は約 0.6m／年のほぼ一定の速さで後退していた。このような状況のもとで、水産関連施設が海岸近くに整備された。施設整備終了後の 2010 年 10 月 30 日にハリケーン・トーマスが来襲して海浜が侵食を受け、さらにその後の約 1 ヶ月継続した高波浪によって侵食が進行し、2011 年 2 月には漁業複合棟の基礎部まで及んでいた。

長期的な侵食傾向のある海浜であったので、漁業複合棟の基礎部の侵食は極めて深刻な状況と判断されたため、緊急・応急対策として漁業複合棟前に捨石による防護を施工し、さらに中期的な観点での対策を行う調査を実施した。

その結果、ハリケーン・トーマス来襲時と 2009 年 5 月の大洪水のときに多量の砂が河川からアンス・ラ・レイ湾に供給されていたことが分かった。つまり、イベントが発生していた。海底に堆積した砂の一部は、その後の波の作用を受けて徐々に海浜に運ばれ、少しずつ汀線が前進することになる。2011 年 9 月～2012 年 1 月の間の海浜モニターでは、汀線前進を伴う砂浜回

復の兆しが明らかに現れている。

3-4-2 中期及び長期対策の必要性と課題

(1) 中期対策の必要性と課題

向こう 5 年間は大きなハリケーンは来襲しないという前提で、数値シミュレーションで汀線変化を予測した結果、砂浜はほぼ全域に渡って徐々に回復することが分かった。しかし、非常に大きなハリケーンが来襲する可能性は否定できない。アンス・ラ・レイの海浜は、過去に 30 年以上にわたって継続的に侵食されてきたため、海浜の外力（波）に対する耐力は落ちている。このような状況で、非常に大きなハリケーンが来襲すると、一時的に急激な侵食が生じる。その侵食が漁業施設まで及ぶようなことになると、施設そのものが壊れることもありうる。例え壊れなくても、施設に波が届くようになると反射波が生じ浜の回復に障害となる。したがって、高い波浪の来襲に対する対策を講じておく必要がある。

【ベンダーズ・アーケード前の海浜の課題】

ここは現在最も浜幅が狭く、また今後の海浜回復の速度が遅いところである。ベンダーズ・アーケード自体は単純な構造の施設であり、これまでにも何回か波がそのコンクリート床上を越流したようであるが、大きな損傷は受けなかった。しかしながら、越流が何回か繰り返して生じたという事実を深刻に受け止めて、特に大型ハリケーンの来襲に対する対策を講じておかなければならない。

この浜は漁船を引き上げて保管するために利用されている。また、観光客が最初に砂浜に触れる場所でもある。しかしながら、現在は後浜部に埋設した捨石が一部露出していて（図 3-3-1-20）、利用上も景観上も海浜の質を低下させている。

このようなことを全て（防災、利用、景観）考慮した対策が求められる。

【水産複合棟前の海浜の課題】

2011 年 9 月に施工した捨石被覆工によって、差し迫った危機的状況の改善が行われた。しかしながら、緊急事態であったことや当時は海浜の慢性的な侵食が将来も継続すると判断していたこともあって、防災を強く意識した対策になっている。ところが、今回の調査によって今後は徐々に汀線が前進すると推察されるようになったので、防災だけでなく利用や景観にも配慮した対策が求められる。

【漁具倉庫・ワークショップ前面の海浜の課題】

浜幅も比較的広く、現在堆積傾向にあるものの、この砂がどこから運ばれてきているかが不明であり、汀線変化の数値シミュレーションの精度も良くない。このため、堆積傾向を割り引いて安全側で考える必要がある。さらに、現状は砂浜だけであり漁具倉庫、作業場を防護する施設は何もない。このようなことから、万一に備える「防弾チョッキ」のような対策が求められる。

【南側の海浜の課題】

2012年1月の時点で汀線は、2006年と比べて、さらに約10m前進しており、大きなハリケーンが来襲しても砂浜の防災機能が十分発揮されると判断され、現時点では具体的な課題は見当たらない。

(2) 長期対策の必要性と課題

何年かに一度発生するハリケーンなどに伴う異常降雨・出水によって河川から供給される砂によって、海浜が維持されている。10年～20年の程よい間隔で洪水が発生すれば海浜は維持されるが、それ以上の長期に渡り穏やかな気象状況が継続すれば海浜は徐々に侵食される。これまでの実績では汀線後退量は約0.6m／年である。残念ながら現在の技術では、河川からの土砂供給というビッグ・イベントがいつ起こるかは予測できない。

このため、海浜状態の定期的なモニターをおこなうことが最も基本でありかつ重要である。汀線の後退が認められるようになると、早めの対策を講じることが必要である。その際は上位計画を十分量慮しなければならない。現在の上位計画から判断すると、将来においても恐らく、海浜の利用と景観などの観点も考慮に入れた対策が必要になると考えられる。