

ミャンマー国
ミャンマ港湾公社

ミャンマー国
ヤンゴン港航路改善情報収集・確認調査

最終報告書

第一卷

本編

平成 28 年 3 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
ア ジ ア 航 測 株 式 会 社

| |
|--------|
| 基盤 |
| JR |
| 16-045 |

ミャンマー国
ミャンマ港湾公社

ミャンマー国
ヤンゴン港航路改善情報収集・確認調査

最終報告書

第一巻

本 編

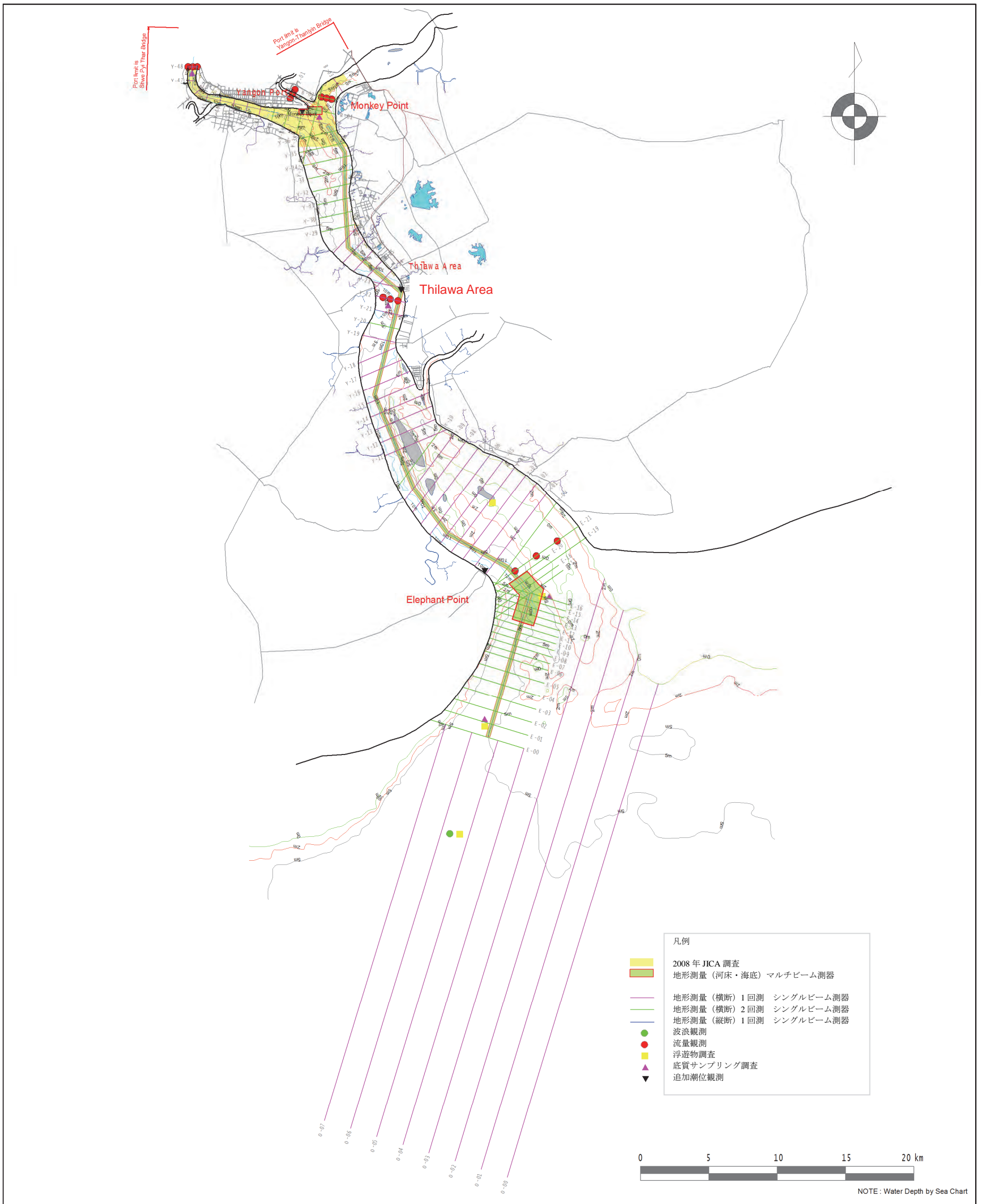
平成 28 年 3 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
ア ジ ア 航 測 株 式 会 社



ヤンゴン川



調査対象範囲

目 次

写真

調査対象範囲

目 次

図表リスト

略語集

要 約

| | ページ |
|---------------------------|-----|
| 第 1 章 調査の概要 | |
| 1.1. 調査の背景 | 1 |
| 1.2. 調査項目と概要 | 2 |
| 1.3. 調査実施工程 | 3 |
| 第 2 章 ヤンゴン都市圏港湾および航路の概要 | |
| 2.1. ミャンマー国政治経済概況 | 4 |
| 2.1.1. 政治 | 4 |
| 2.1.2. 経済 | 5 |
| 2.2. 港湾の現状 | 8 |
| 2.2.1. 港湾施設配置 | 8 |
| 2.2.2. 各ターミナルの設備概要 | 9 |
| 2.2.3. コンテナ貨物取扱能力 | 11 |
| 2.3. 取扱貨物量 | 12 |
| 2.3.1. 取扱貨物量の推移 | 12 |
| 2.3.2. 貨物需要予測 | 13 |
| 2.4. 寄港船舶 | 15 |
| 2.4.1. 入港船舶数 | 15 |
| 2.4.2. 入港船舶の船種別割合 | 17 |
| 2.4.3. 入港船舶の規模 | 18 |
| 2.4.4. 入港船舶の喫水 | 20 |
| 2.5. 航路概要 | 21 |
| 2.5.1. 航路水深と航路幅 | 21 |
| 2.5.2. 航路標識の概要 | 24 |
| 2.6. 船舶入出港方法 | 31 |
| 2.6.1. パイロットサービスの状況 | 31 |
| 2.6.2. 入港船舶の航跡事例 | 32 |

| | |
|--|-----|
| 2.7. 沈船等航路障害物 | 40 |
| 2.7.1. 深浅測量結果からみた航路上の沈没船と障害物..... | 40 |
| 2.7.2. 既存の海図上に示されている沈没船..... | 43 |
| 第3章 調査結果 | |
| 3.1. 風向風速・降雨量 | 45 |
| 3.2. 全体航路水深 | 54 |
| 3.2.1. ヤンゴン港上流部からモンキー・ポイントまで..... | 54 |
| 3.2.2. モンキー・ポイントの維持浚渫航路..... | 55 |
| 3.2.3. モンキー・ポイントからティラワまで..... | 55 |
| 3.2.4. ティラワから中州（Myet Sein Kyun）の上流部まで | 56 |
| 3.2.5. 中州の上流部からエレファント・ポイントまで..... | 57 |
| 3.2.6. エレファント・ポイント..... | 59 |
| 3.2.7. エレファント・ポイントからパイロットステーション..... | 60 |
| 3.3. モンキー・ポイントの水深変動 | 61 |
| 3.3.1. 今回の深浅測量結果からみたモンキー・ポイントの水深変動..... | 61 |
| 3.4. エレファント・ポイントの水深変動 | 64 |
| 3.4.1. 過去の MPA の深浅図からみたエレファント・ポイントの水深変動..... | 64 |
| 3.4.2. 今回の深浅測量結果からみたエレファント・ポイントの水深変動..... | 69 |
| 3.5. 維持浚渫の状況 | 72 |
| 3.5.1. 維持浚渫箇所 | 72 |
| 3.5.2. 年間維持浚渫量 | 73 |
| 3.5.3. 浚渫土の土捨場 | 73 |
| 3.6. ヤンゴン川の水位変動 | 74 |
| 3.6.1. エレファント・ポイント、ティラワ地区の MITT バース、及びモンキー・ポイントにおける潮汐のタイプ..... | 74 |
| 3.6.2. エレファント・ポイント、ティラワ地区の MITT バース、及びモンキー・ポイントにおける潮時差 | 75 |
| 3.6.3. 雨季前と雨季後のヤンゴン川の水位差..... | 76 |
| 3.6.4. エレファント・ポイント、ティラワ地区の MITT バース、及びモンキー・ポイントにおける潮高比 | 77 |
| 3.7. 海域の波高 | 78 |
| 3.7.1. 波浪観測の必要性 | 78 |
| 3.7.2. 波浪観測手法 | 79 |
| 3.7.3. 観測波浪データの解析手法..... | 81 |
| 3.7.4. 観測波浪結果の一例 | 81 |
| 3.7.5. 波浪推算データとの比較..... | 92 |
| 3.7.6. 観測波浪のまとめ | 101 |

| | |
|--|-----|
| 3.8. 河川航路の流速 | 102 |
| 3.8.1. 流速観測の必要性 | 102 |
| 3.8.2. 流速観測手法 | 102 |
| 3.8.3. 流速観測結果と考察 | 104 |
| 3.9. 浮遊物調査結果 | 111 |
| 3.9.1. 浮遊物調査の必要性 | 111 |
| 3.9.2. 流速観測手法 | 111 |
| 3.9.3. 浮遊物質量観測結果と考察 | 112 |
| 3.10. 底質調査 | 120 |
| 3.10.1. 底質調査の必要性 | 120 |
| 3.10.2. 底質調査手法 | 120 |
| 3.10.3. 底質調査結果と考察 | 121 |
| 第4章 調査結果に関する考察と提案 | |
| 4.1. 調査データの活用方法概説 | 123 |
| 4.1.1. ヤンゴン川航路の挙動解析、交通量予測解析への活用 | 123 |
| 4.1.2. 水深測量データの活用方法 | 123 |
| 4.1.3. 流速データの活用方法 | 124 |
| 4.1.4. 底質サンプリングデータの活用方法 | 124 |
| 4.1.5. 水中浮遊物データの活用方法 | 124 |
| 4.1.6. 波浪観測データの活用方法 | 124 |
| 4.1.7. 潮位計測データの活用方法 | 125 |
| 4.1.8. 貨物統計・入港船舶データの活用方法 | 125 |
| 4.2. 調査結果から予測する航路水深変動の要因分析 | 126 |
| 4.2.1. 移動しやすい底質材料の影響 | 130 |
| 4.2.2. 川砂採取の影響 | 132 |
| 4.2.3. 河岸侵食の影響 | 137 |
| 4.2.4. 流出土砂量の影響 | 138 |
| 4.3. 海浜変形による航路水深変動の要因分析 | 142 |
| 4.3.1. 波浪の影響 | 142 |
| 4.4. 観測データに基づく数値シミュレーションの提案 | 146 |
| 4.4.1. 河床変動解析における課題 | 147 |
| 4.4.2. 海浜変形解析における課題 | 149 |
| 4.5. 航路限界交通量に関する考察 | 153 |
| 4.5.1. 将来の検討に関する提案（数値シミュレーション分析） | 153 |
| 4.5.2. 通過交通量を増加させるための対策 | 153 |
| 4.6. 航路浚渫に関する考察 | 155 |
| 4.6.1. 維持浚渫の現況 | 155 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------|-----|
| 4.6.2. | 既存の浚渫土砂処分 | 155 |
| 4.6.3. | 既存の航路維持浚渫に関する考察..... | 156 |
| 4.7. | 航路測量実務の課題考察 | 158 |
| 4.7.1. | 水準点と検潮所 | 158 |
| 4.7.2. | モンキー・ポイントの深浅測量..... | 158 |
| 4.7.3. | エレファント・ポイントの深浅測量..... | 159 |
| 4.7.4. | ヤンゴン川沖合の潮位観測と波浪観測施設..... | 160 |
| 4.7.5. | デジタル化の必要性 | 160 |
| 4.7.6. | シングルビーム計測システムからマルチビーム計測システムへ..... | 161 |
| | | |
| Appendix 1. | 適用可能な河川制水工の事例紹介と考察 | |
| 別冊. | ヤンゴン川の河岸侵食の概況 | |

表リスト

| | ページ |
|--|-----|
| 表 1.2.1. 本現地調査で実施する測量・観測項目 | 2 |
| 表 1.3.1. 調査実施工程表 | 3 |
| 表 2.2.1. 各ターミナルの設備概要 | 10 |
| 表 2.2.2. 各ターミナルのコンテナ取扱能力概略推計 | 11 |
| 表 2.3.1. ヤンゴン港の貨物量統計 | 12 |
| 表 2.3.2. ヤンゴン港の貨物需要予測 | 13 |
| 表 2.4.1. ヤンゴン港のパイロットサービス回数 | 16 |
| 表 2.4.2. ヤンゴン港の入港船舶数（2014 年） | 16 |
| 表 2.4.3. 入港船舶の船長の平均値と最大値（2014） | 19 |
| 表 2.4.4. 入港船舶の喫水の平均値と最大値（2014） | 20 |
| 表 2.5.1. ヤンゴン港の入港船の制限 | 24 |
| 表 2.5.2. 航路標識の現状 | 29 |
| 表 2.6.1. パイロットサービス回数 | 31 |
| 表 2.6.2. Fortune Tiger の航跡 | 35 |
| 表 2.6.3. M.V. Maersk Aberdeen の航跡 | 39 |
| 表 2.7.1. MPA が作成した縮尺 1/35,000 深浅図に記載されている沈没船記号 の座標値の 変換結果 | 41 |
| 表 3.1.1. 風向データ（2014 年） | 46 |
| 表 3.1.2. 風速データ（2014 年 日別 18:30 計測風速） | 47 |
| 表 3.1.3. 風速データ（2014 年 月別最大値） | 48 |
| 表 3.1.4. 湿度データ（2014 年） | 49 |
| 表 3.1.5. 湿度の月別平均値 | 50 |
| 表 3.1.6. 霧データ（2014 年 日別霧の発生回数） | 51 |
| 表 3.1.7. 降水量データ（2014 年） | 52 |
| 表 3.1.8. 月別降水量（2010 年～2014 年） | 53 |
| 表 3.6.1. 雨季前と雨季後のヤンゴン川の水位差 単位：m | 76 |
| 表 3.6.2. エレファント・ポイントを基準としたティラワ地区の MITT バース及びモンキー・ ポイントの潮高比 | 77 |
| 表 3.7.1. ベンガル湾におけるサイクロン発生件数の一覧 | 79 |
| 表 3.7.2. 波浪観測方法および観測機器 | 79 |
| 表 3.7.3. 波浪観測の概要 | 80 |
| 表 3.7.4. 2015/10/17 5:00～2016/1/22 12:00 の波浪記録より高波浪上位 5 位 | 85 |
| 表 3.7.5. 波浪観測結果（2015/10/17 5:00～2016/1/22 12:00）より代表波高・周期の平均値 | 85 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 表 3.7.6. | 波浪観測結果（2015/10/17 5:00～2016/1/22 12:00）より代表波高・周期間の関係 | 85 |
| 表 3.7.7. | 波浪推算による波高・周期の平均・最大の推移 | 94 |
| 表 3.7.8. | 2015/2/1～12/31 の波浪推算より高波浪上位 10 位 | 96 |
| 表 3.8.1. | 観測時間、観測地点及び観測日 | 104 |
| 表 3.8.2. | 観測地点と観測 | 104 |
| 表 3.8.3. | 6 月と 10 月の流速観測結果比較 | 105 |
| 表 3.8.4. | 流速観測結果（6 月：干潮時） | 107 |
| 表 3.8.5. | 流速観測結果（10 月：12 時間：Upper Stream of Yangon port） | 108 |
| 表 3.8.6. | 流速観測結果（10 月：12 時間：Bago River）干潮時刻 | 109 |
| 表 3.8.7. | 流速観測結果（10 月：12 時間：Thilawa Area） | 110 |
| 表 3.9.1. | 地点あたりの採水間隔、採水回数及び採水時期 | 111 |
| 表 3.9.2. | 浮遊物質量観測結果（エレファント・ポイントの沖合約 18km） | 112 |
| 表 3.10.1. | 河床・海底材料サンプリング地点、観測箇所、採取回数 | 121 |
| 表 3.10.2. | 河床・海底材料の代表粒径 | 121 |
| 表 3.10.3. | 河床・海底材料サンプリング調査結果 | 122 |
| 表 4.1.1. | 主要な解析項目と測量・調査データの活用方法 | 123 |
| 表 4.2.1. | 代表粒径と流速 | 130 |
| 表 4.2.2. | 河床材料調査付近の流速 | 131 |
| 表 4.2.3. | 砂取り船の数 | 137 |
| 表 4.2.4. | Elephant Point（Upper Side）の浮遊物調査結果（6 月：乾季） | 140 |
| 表 4.2.5. | Elephant Point（Upper Side）の浮遊物調査結果（10 月：雨季） | 141 |
| 表 4.3.1. | 2015/10/17 5:00～2016/1/22 12:00 の波浪記録より高波浪上位 5 位 | 142 |
| 表 4.3.2. | 波浪推算による波高・周期の平均・最大の推移 | 143 |
| 表 4.3.3. | 波浪推算による高波浪の上位 10 位 | 144 |

図リスト

| | ページ |
|--|-----|
| 図 2.1.1. ミャンマーの人口推移..... | 5 |
| 図 2.1.2. ミャンマーの GDP 推移..... | 6 |
| 図 2.1.3. ミャンマーの一人当たり GDP 推移..... | 6 |
| 図 2.2.1. ヤンゴン港の位置と河川航路..... | 8 |
| 図 2.2.2. ヤンゴン地区のターミナル位置..... | 9 |
| 図 2.2.3. ティラワ地区のターミナル位置..... | 10 |
| 図 2.3.1. ヤンゴン港のコンテナ取扱量の推移..... | 13 |
| 図 2.3.2. コンテナ取扱量の需要予測と 2014 年までの実績値の比較..... | 14 |
| 図 2.4.1. ヤンゴン港への入港船舶数の推移..... | 15 |
| 図 2.4.2. ヤンゴン港の入港船舶数の LOA 別の割合 (2014)..... | 17 |
| 図 2.4.3. 入港船舶の船種別割合 (2014) | 18 |
| 図 2.4.4. 入港船舶の船長(LOA)別割合 (2014) | 19 |
| 図 2.4.5. 入港船舶の入港時の喫水別割合 (2014) | 20 |
| 図 2.5.1. ヤンゴン港の航路水深 (ヤンゴン～ティラワ) | 21 |
| 図 2.5.2. ヤンゴン港の航路水深 (ティラワ～エレファント・ポイント) | 22 |
| 図 2.5.3. ヤンゴン港の航路水深 (エレファント・ポイント沖) | 23 |
| 図 2.5.4. 航路標識の位置図 (1)..... | 25 |
| 図 2.5.5. 航路標識の位置図 (2)..... | 26 |
| 図 2.5.6. 航路標識の位置図 (3)..... | 27 |
| 図 2.5.7. 航路標識の位置図 (4)..... | 28 |
| 図 2.5.8. 航路標識の現状写真..... | 30 |
| 図 2.6.1. Fortune Tiger の航跡と水深図..... | 33 |
| 図 2.6.2. Fortune Tiger の航跡と水深図エレファント・ポイント付近..... | 34 |
| 図 2.6.3. Maersk Aberdeen の航跡と水深図 | 37 |
| 図 2.6.4. Maersk Aberdeen の航跡と水深図 エレファント・ポイント付近..... | 38 |
| 図 2.7.1. エレファント・ポイントで実施したカラーマップ (マルチビーム測量) 範囲..... | 41 |
| 図 2.7.2. 雨季前のカラーマップと MPA の深浅図上に表示されている沈没船の位置..... | 42 |
| 図 2.7.3. エレファント・ポイントの沈没船 (2015 年 11 月 22 日観測) | 43 |
| 図 2.7.4. 既存海図上に示された沈没船の位置..... | 44 |
| 図 3.1.1. Department of Meteorology and Hydrology (ミャンマー国の気象庁) の位置..... | 45 |
| 図 3.1.2. 風速月別最大値の計測時刻別プロット 単位: m/sec..... | 48 |
| 図 3.1.3. 湿度の月別平均値グラフ 単位: %..... | 50 |
| 図 3.1.4. 月別降水量グラフ (2010 年～2014 年) | 53 |
| 図 3.2.1. 測量結果 ヤンゴン港上流部からモンキー・ポイントまで..... | 54 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 図 3.2.2. | 測量結果 モンキー・ポイントからティラワまで..... | 56 |
| 図 3.2.3. | 測量結果 ティラワから中州 (Myet Sein Kyun) の上流部まで | 57 |
| 図 3.2.4. | 測量結果 中州の上流部からエレファント・ポイントまで..... | 58 |
| 図 3.2.5. | 測量結果 エレファント・ポイント..... | 59 |
| 図 3.2.6. | 測量結果 (雨季前) 2m 等高線図..... | 60 |
| 図 3.3.1. | モンキー・ポイントにおける雨季前と雨季後の水深変化..... | 62 |
| 図 3.3.2. | モンキー・ポイントにおける雨季前と雨季後の断面図の比較..... | 63 |
| 図 3.4.1. | 2011 年 1 月、2012 年 1 月及び 2013 年 1 月の MPA の深浅図を 基にしたエレファ ント・ポイントにおける水深変化図..... | 65 |
| 図 3.4.2. | 2011 年 1 月、2012 年 1 月及び 2013 年 1 月の MPA の深浅図を基にしたエレファ ント・ポイントの断面図..... | 66 |
| 図 3.4.3. | 2015 年 1 月、5 月及び 8 月の MPA の深浅図を基にした エレファント・ポイント の水深変化図 | 68 |
| 図 3.4.4. | エレファント・ポイントにおける雨季前と雨季後の水深変化..... | 70 |
| 図 3.4.5. | エレファント・ポイントにおける雨季前と雨季後の航路断面比較..... | 71 |
| 図 3.5.1. | モンキー・ポイントのマルチ測量結果..... | 72 |
| 図 3.5.2. | 浚渫土砂の土捨場 | 73 |
| 図 3.6.1. | エレファント・ポイントの潮位観測結果 (雨季前) 単位 : m..... | 74 |
| 図 3.7.1. | 波高計設置方法の概要..... | 80 |
| 図 3.7.2. | 波浪観測結果 (2015/10/17 5:00~11/20 15:00) より | 82 |
| 図 3.7.3. | 波浪観測結果 (2015/11/20 17:00~12/21 16:00) より | 83 |
| 図 3.7.4. | 波浪観測結果 (2015/12/21 18:00~2016/1/22 12:00) より | 84 |
| 図 3.7.5. | 代表波高間の関係 | 86 |
| 図 3.7.6. | 波高と周期の関係 | 87 |
| 図 3.7.7. | 波浪観測結果 (2015/11/21~11/25) およびスペクトル..... | 88 |
| 図 3.7.8. | 波浪観測結果 (2015/11/21~11/25) およびスペクトル..... | 89 |
| 図 3.7.9. | 波浪観測結果 (2015/12/3~12/7) およびスペクトル | 90 |
| 図 3.7.10. | 波浪観測結果 (2015/12/3~12/7) およびスペクトル | 91 |
| 図 3.7.11. | 「全球波浪推算データベース」の概要..... | 92 |
| 図 3.7.12. | 「全球波浪推算データベース」より波浪推算データの抽出位置..... | 93 |
| 図 3.7.13. | 波浪推算による波高・周期の平均・最大の推移..... | 94 |
| 図 3.7.14. | 波浪推算による波高・周期(2015/2/1~12/31)..... | 95 |
| 図 3.7.15. | 波浪推算による波高・周期の関係 (2015/2/1~12/31) | 96 |
| 図 3.7.16. | 波浪推算による波高・周期 (2015/2/1~4/30) | 97 |
| 図 3.7.17. | 波浪推算による波高・周期 (2015/5/1~7/31) | 98 |
| 図 3.7.18. | 波浪推算による波高・周期 (2015/8/1~10/30) | 99 |
| 図 3.7.19. | 波浪推算による波高・周期 (2015/11/1~12/31) | 100 |
| 図 3.7.20. | 現地観測と波浪推算による波高・周期の比較 (2015/10/17~12/21) | 101 |

| | | |
|----------|--------------------------------|-----|
| 図 3.8.1. | 流速観測の方法 | 102 |
| 図 3.8.2. | 流速観測場所と地点..... | 103 |
| 図 3.8.3. | 12 時間観測結果 (Thilawa Area) | 106 |

略 語 集

| | | |
|---|------------------|--|
| A | AWPT | Asia World Port Terminal |
| | AIPT1 | Ahlon International Port Terminal |
| B | BSW | Bo Aung Gyaw Street Wharf |
| C | CAD | コンピューター支援設計 |
| | CDL | 海図の水準基準面 |
| D | dm | 平均粒径 |
| | D _{60R} | 通過質量百分率60%の粒径 |
| | Dwell time | コンテナ船の入港からコンテナターミナルより搬出することが可能となる時間の長さ |
| F | FY | 会計年度 |
| G | GDP | 国内総生産 |
| | GPS | 全地球測位システム |
| | GRT | 総登録トン数 |
| H | HOB | Hteedan Oil Terminal |
| | HPT | Hteedan Port Terminal |
| I | ICD | 内陸コンテナ置き場 |
| | IMF | 国際通貨基金 |
| K | knot | 単位：ノット 1knot = 0.514 444 m/s |
| L | LOA | 船舶の全長 |
| M | MP | Myanmar International Port |
| | MIPL | Myanmar Integrated Port Limited |
| | MITT | Myanmar International Terminal Thilawa |
| | MSL | 平均海水面（陸図の標高の基準面） |
| N | NLD | 国民民主連盟 |
| S | SPW | Sule Pagoda Wharf |
| T | TEU | 20フィートコンテナ換算単位 |
| | TSHD | ドラグサクシヨン浚渫船 |
| U | UN | 国連開発計画 |
| | UTM | 横メルカトール図法 |
| | USDP | 連邦連帯開発党 |
| V | VTS | Vessel Traffic Service（船舶航行ガイドサービス） |
| W | WGS-84 | 世界測地系1984年 |

要 約

S1. 調査目的と内容

S1.1. 近年著しい増加を示すヤンゴン港の貨物需要に対して大規模なティラワ地区の開発がすすめられる状況下、本調査は、モンキー・ポイントとエレファント・ポイントの2箇所の船舶航行のボトルネックを持つヤンゴン川航路が、どの程度の船舶航行の許容能力を持つかを明らかにするため、さらには、航行許容量を増加させるための航路改善策の可能性を探るための基礎的な情報収集調査である。

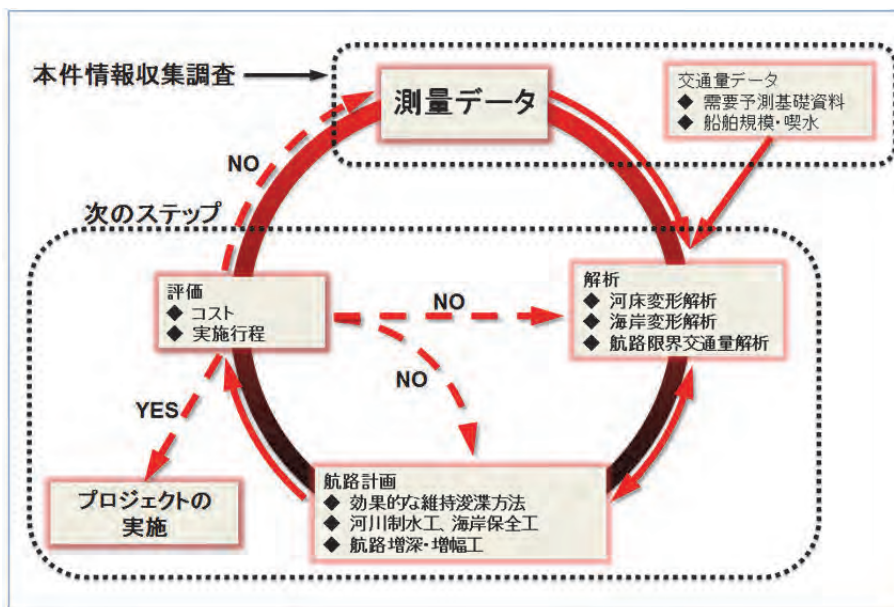


図 S 1.1. 本件情報収集調査の位置付け

S1.2. そのため、自然条件調査では水深測量をはじめ、将来の海岸変形解析や河床変形解析のための基礎的なデータを収集した。また、船舶交通量解析のために貨物量統計の更新、入港船舶の船型や現在の船舶入港方法に関する情報を収集した。これらの収集思慮をもとに今後実施されるべき主要な解析項目と測量・調査データの活用方法は以下の表の通りである。

S1.1. 主要な解析項目と測量・調査データの活用方法

| | | 今後の解析項目 | | |
|--------------|-----------------|---------|--------|-------|
| | | 航路埋没解析 | 河床変動解析 | 船舶交通量 |
| 本調査の測量・調査データ | 水深測量データ | ○ | ○ | ○ |
| | 流速データ | ○ | ○ | ○ |
| | 底質サンプリングデータ | ○ | ○ | |
| | 水中浮遊物検査データ | ○ | ○ | |
| | 波浪観測データ | ○ | | ○ |
| | 潮位計測データ | ○ | ○ | ○ |
| | 貨物量統計データ | | | ○ |
| | 船型、入出港方法に関するデータ | | | ○ |

S2. 調査結果と考察

S2.1. 水深等の測量データ

S2.1.1. 雨季前と雨季後の測量結果の比較から、モンキー・ポイントの航路は、MPA が定期的に維持浚渫しているため、雨季前・雨季後ともに変動は殆ど見られず、維持浚渫を実施していないエレファント・ポイントの航路周辺では、 $\pm 5\text{m}$ 前後の堆積、洗掘が生じていることが明らかとなった。MPA は、河床が変動しやすいエレファント・ポイントを毎月モニタリング測量し、安全な航行ができるように必要に応じて随時航路位置を変更している。

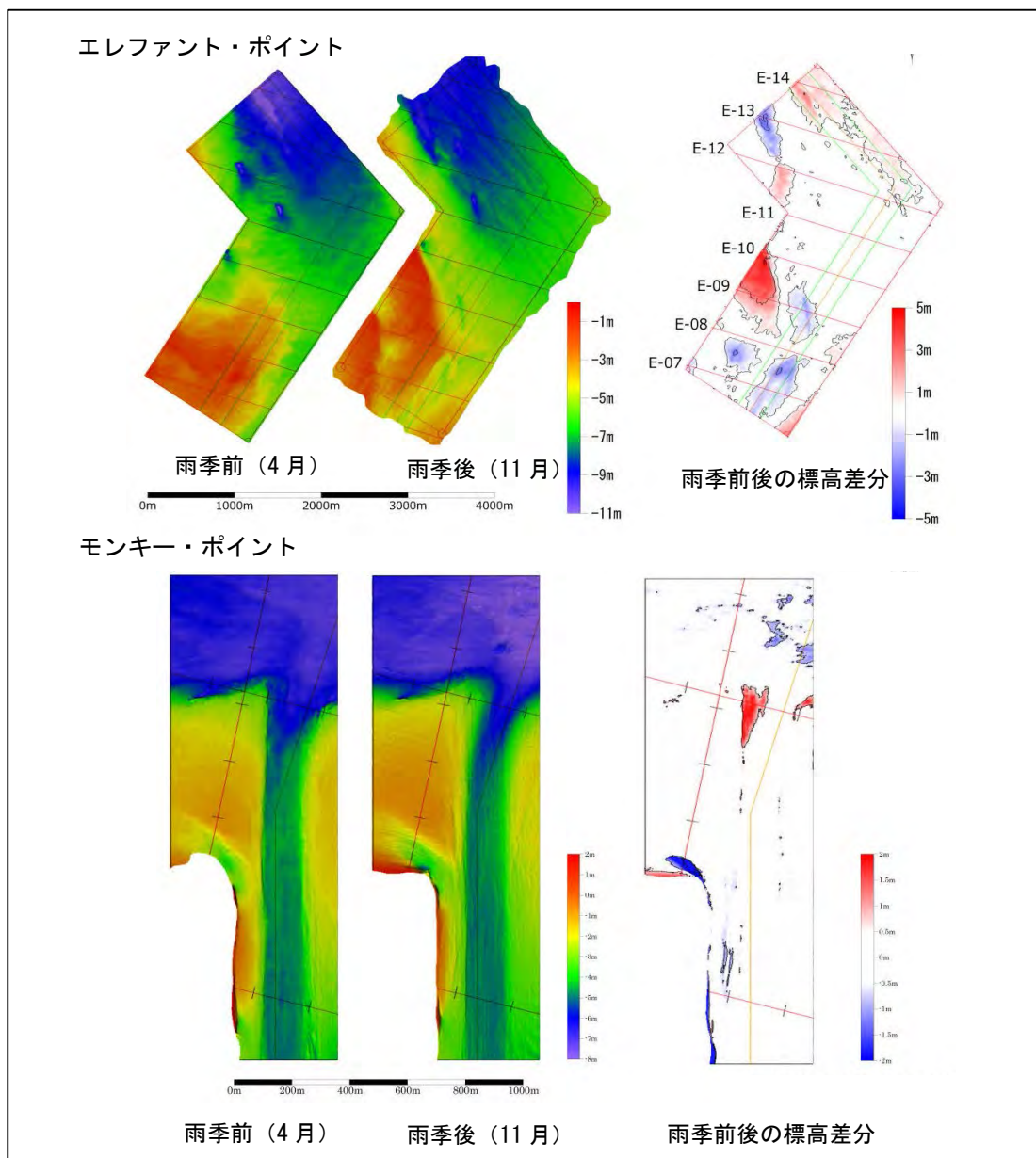


図 S2.1. 雨期前後の標高差 エレファント・ポイント及びモンキー・ポイント

S2.1.2. 水深変動の要因として以下の項目が指摘される。

- (1) 流速観測結果と河床サンプルデータから、河床は動きやすい状況にあり、干満による流向の変化により河床土砂は常に上下流に移動している可能性がある。
- (2) ヤンゴン川では、コンクリートの細骨材として川砂を採取しており、これも水深変動に影響を及ぼしている可能性がある。現地調査を基にした調査団分析によれば、年間採取量は約 130 万 m^3 と推定される。
- (3) 英国によって作成された 1904 年、1930 年の古海図及び 2015 年の衛星画像から河岸・海岸の汀線を比較すると、ヤンゴン川下流域では、河口は広がり水深は浅くなっている傾向が把握できる。衛星画像の分析から、モンキー・ポイントから河口部までの右岸側では年間約 180 万 m^3 、左岸側では約 60 万 m^3 の河岸浸食による流下土砂が発生していると推定される。
- (4) 1976 年に国連により実施された調査の報告書によれば、ヤンゴン川の年間流出土砂量は、約 1 億 m^3 程度である。ヤンゴン川流域内の森林減少に伴い、河川流量が年々増大している可能性がある。この河川流量の増大は土砂流出を助長させていると考えられる。
- (5) 波浪観測の結果から、極めて遠浅な海底地形を呈するヤンゴン川河口域では、調査期間中の波高は小さかったが通常よりかなり周期の長い波が恒常的に生じていることが確認された。長周期の波浪は、波高は小さくても漂砂を引き起すエネルギーは高いと考えられ、海底地形変形に影響を与えている可能性がある。

S2.1.3. 今後の数値解析においては、エレファント・ポイントより上流では掃流砂の洗掘・堆積状況を把握するための「河床変動解析」、エレファント・ポイントより下流においては微細粒子の沈降・堆積状況を確認するために「航路埋没解析」を実施することが望ましい。

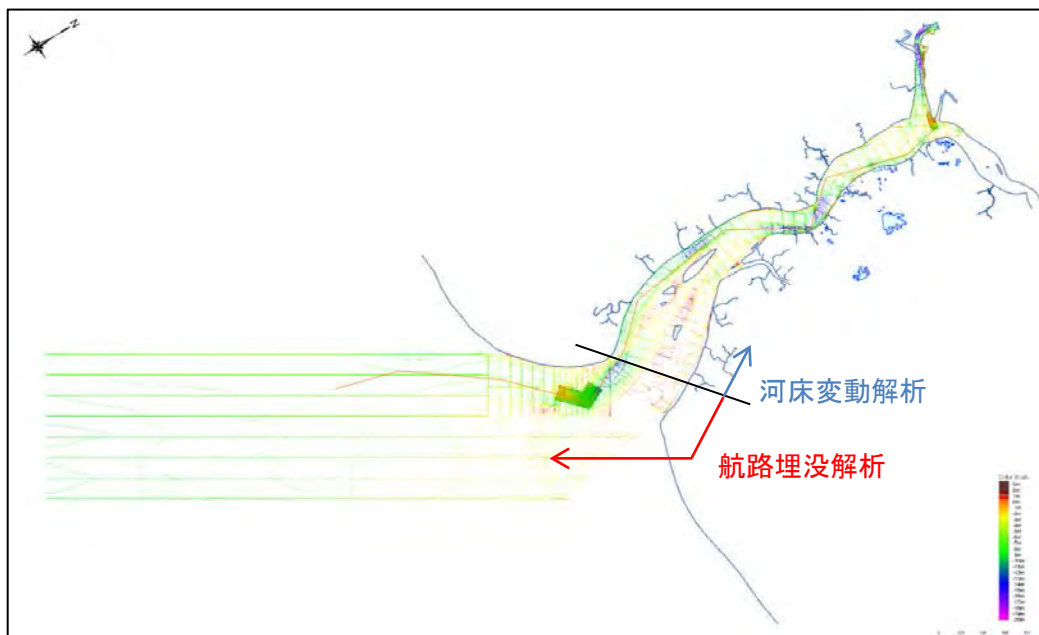


図 S 2.2. 海浜部と河川部の解析手法

S2.2. 航路交通量関連データ

S2.2.1. 2014年のMPA統計値によると、コンテナ取扱量は72万TEU、コンテナ以外の貨物量は2,170万トン、合計は3,060万トンであり、2011年以降の最近の貨物量は、コンテナ以外の貨物量の伸びは微少だが、コンテナ貨物量が年間20%以上の急激な増加を示している。2011年のJICAティラワ港開発準備調査によれば、コンテナの需要予測は年平均16%程度の伸びを想定しており、この数年間の実際の伸び率は需要予測を上回っている。

S2.2.2. 今後想定される航路交通量の増加への対策として、夜間航行（1日に2回の満潮時間帯の入出港オペレーション）が考えられる。そのためには、航路標識の改善・増設、VTS等航行支援システムの導入、パイロットの増員・育成等が今後の検討課題と考えられる。

第1章 調査の概要

1.1. 調査の背景

ミャンマー国の港湾開発において、最も重要なのはヤンゴン都市圏の港湾整備である。同都市圏の港湾とは、ヤンゴン市街にある旧来のヤンゴン港と、その拡張として現在開発中のティラワ地区港で、いずれもヤンゴン川沿いの河川港である。

ヤンゴン川は全長約 320km の大河である。雨季と乾季の水位差は 1m 程度であるものの、日々の潮位差は 6m にも達し、下げ潮時には表層流速約 6 ノットとかなり速い流れが生じ、上げ潮時には流向の逆転が起こる。このため、非常に大きな河床変動が生じている。特に、ヤンゴン港下手のバゴー川との合流点の浅瀬 Monkey Point (モンキー・ポイント、インナー・バーとも呼ばれる) と、ヤンゴン川河口の浅瀬 Elephant Point (エレファント・ポイント、アウター・バーとも呼ばれる) は、河道内の砂の堆積・変形が生じている。このため、航路の必要水深の確保に困難を伴っている。

ミャンマー国は経済の急速な発展が期待され、それに伴う港湾の更なる拡張・開発が求められる中、同二港へのアクセス航路として、複雑な自然条件を抱えるヤンゴン川及び河口沿岸の実態を把握することは極めて重要である。この観点より、ヤンゴン川及び河口沿岸の地形測量等により地形的条件の明確化を目的として基礎情報収集調査を行うことになった。

1.2. 調査項目と概要

本件調査で実施する測量・観測項目を以下に示す。

表 1.2.1. 本現地調査で実施する測量・観測項目

| 調査内容 | 調査時期 | 数量 | 摘要 |
|------------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| (1)地形測量 (河床・海底地形測量) | 雨季前 (5~6月) 雨季後 (11~12月) | 6.9km ² X 2 回 | モンキー及びエレファント・ポイントにおけるマルチビーム計測 |
| | 雨季後 (11~12月) | 16.2km ² | 航路部マルチビーム計測 |
| (2)地形測量 (横断測量) | 雨季前(5~6月) 雨季後 (11~12月) | 河川 364km 沿岸 361km 河川 177km | シングルビーム測深器による計測 |
| (3)波浪計測 | 2015年6月~連続観測 | 約5ヵ月間 | 機器損傷による一時中断あり |
| (4)流量観測 | 6月、10月中旬・下旬 | 全4回 | 干潮時の観測と小潮時、大潮時の12時間観測 |
| (5)浮遊物調査 | 6月、10月 | 4箇所 | |
| (6)河床・海底材料サンプリング調査 | 8月の干潮時 | 河川 5箇所 沿岸 1箇所 | 洪水時の河床海底粒径を確認するため干潮時 |
| (7)追加潮位観測 | 2015年5月~の地形測量実施期間 | 3箇所 | モンキー・ポイントとティラワ地区は手動検潮、エレファント・ポイントは自動検潮機を設置 |

備考：(2)についても、マルチビームにて計測を行った。

出典：JICA 調査団

測量・観測の開始は、当初 2015 年 4 月中旬を予定していたが、MPA による測量許可発行に係る内部手続きの遅延により約 1 か月間遅延したものの、本年は雨季の始まりが通常より遅かったこともあり、無事に予定通りデータの採取が完了した。

波浪観測については、地形測量と同様観測許可の遅延から、約 1 か月間遅れて、2015 年 6 月からの開始となった。観測開始から 1 カ月後、波浪観測機器が破壊され、本観測を一時中断せざるを得なかったが、新たな機器を調達し、2015 年 10 月から再開した。再開した観測は、調査工程が許す範囲で可能な限り長期のデータ採取を行うため、2016 年 1 月末まで継続した。

以上の測量・観測で収集したデータを、次段階で実施するべき検討・解析を視野に入れて整理を行った。また、ヤンゴン都市圏港の現在の取扱貨物量等の既存の基礎情報を収集し、整理した測量・観測データを踏まえて考察を行った。

1.3. 調査実施工程

本件調査の実施工程を以下に示す。

表 1.3.1. 調査実施工程表

| 作業項目 | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | | |
|----------------------------|------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|------|---|--|--|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| ステップ1 国内準備 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 国内準備 | □ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 再委託先選定・JICAへの選定経緯・理由説明 | □■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| インセプションレポートの作成・協議 | □ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステップ2：第一次現地調査（雨季前・乾季） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| インセプションレポートの「ミ」国への説明・協議 | ▽ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 調査の背景・目的、内容の確認 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 基礎情報収集・確認（現地） | | ■ | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 他ドナー動向 | | ■ | | | | | | | ■ | ■ | | | ■ | | | |
| 自然条件調査 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 波浪計測（再委託） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 追加潮位観測（再委託、エレファント・ポイント近辺） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地形測量（再委託：河床・海底地形測量） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地形測量（再委託：横断測量） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 図面作成（平面図、横断図、鳥瞰図） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 流量観測（再委託） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 浮遊物調査（再委託） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステップ3：第二次国内作業 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 第一次現地調査のデータ整理 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステップ4：第二次現地調査（雨季） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 流量観測（再委託） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 浮遊物調査（再委託） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 河床・海底材料サンプリング調査（再委託） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステップ5：第三次国内作業 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 第二次現地調査のデータ整理 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステップ6：第三次現地調査（雨季後・乾季） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地形測量（再委託：河床・海底地形測量） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地形測量（再委託：横断測量） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 図面作成（平面図、横断図、鳥瞰図、雨季前後の比較図） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステップ7：最終国内作業 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 測量結果・観測結果を踏まえた考察 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 最終報告書作成 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 報告書等 | | | | | | | | | | | | | | | | |

備考1： ミャンマー国における雨季とは、通常毎年5月末～10月初旬であり、当初の計画もそれを基に立案したが、本年は10月15日～18日の4日間のみ晴天であったものの、10月20日まで雨天が続いたため、上表で雨季を示す青色期間を、当初の業務計画書で示した9月末までから10月末までとした。

出典：JICA 調査団

第2章 ヤンゴン都市圏港湾および航路の概要

2.1. ミャンマー国政治経済概況

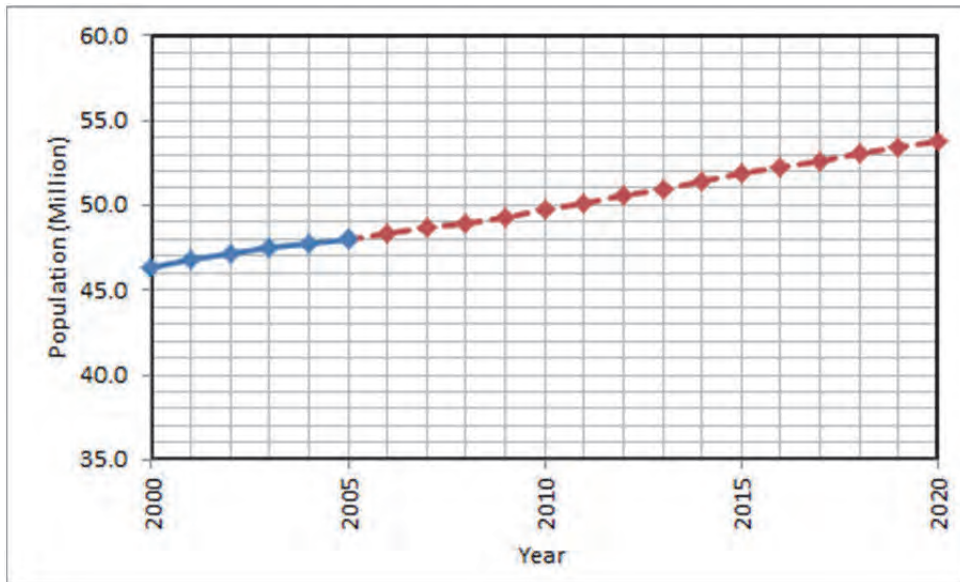
2.1.1. 政治

2010年11月に実施された総選挙で、連邦連帯開発党（USDP）が約8割の議席を獲得し、翌2011年3月に、テイン・セイン文民政権が発足した。同政権による民主化推進を受け、欧米諸国はミャンマーが進めている政治・経済改革を評価し、米国は2012年11月に宝石一部品目を除くミャンマー製品の禁輸措置を解除し、EUも2013年4月に武器禁輸措置を除く対ミャンマー経済制裁を解除した。我が国も同国の民主化改革を評価し、2012年4月に経済協力方針を変更し、円借款を含む本格的な支援が再開された。

2.1.2. 経済

(1) 人口

2014年9月のミャンマー入国管理・人口省発表のミャンマー国人口は5,141万人である。図2.1.1.は、IMFの人口推移データ（World Economic Outlook Database, April 2015, IMF）をグラフ化したものである。IMFのデータベースでは、今後年率0.7~0.8%の増加を予測している。



(注：--- は IMF の予測値)

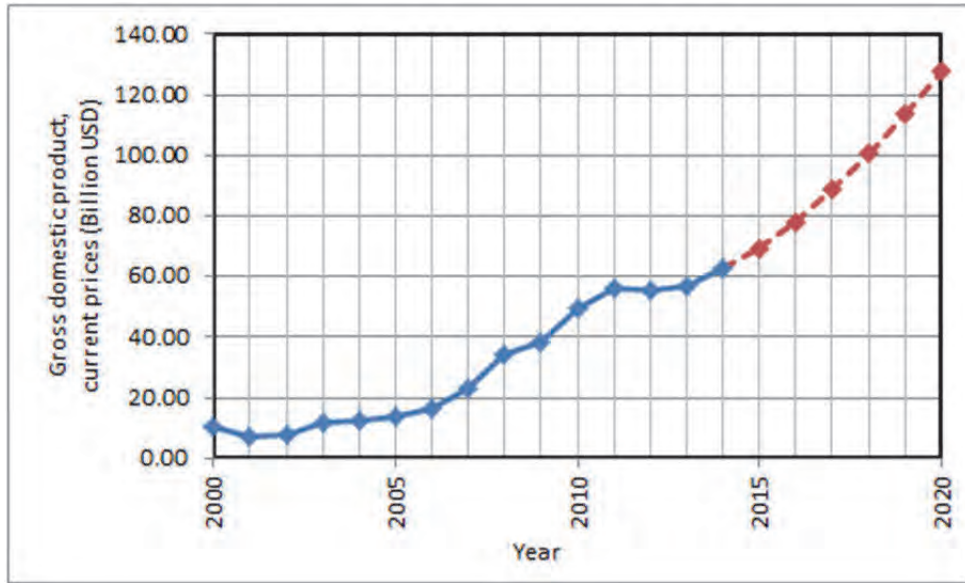
出典：World Economic Outlook Database, April 2015, IMF

図 2.1.1. ミャンマーの人口推移

(2) GDP

我が国や中国をはじめ、世界各国からの経済投資が活発化の兆しを見せており、日本からの進出企業も2015年までの5年間で約6倍の280社へと増加した。

IMF推計によれば、2012/13年度のミャンマー国の名目GDPは553億ドルと推計している。図2.1.2.はIMFのGDP推計値（World Economic Outlook Database, April 2015, IMF）をグラフ化したものである。IMFの推定では、2014年以後は年率12~14%で増加するとされている。2012/13年度の経済成長率は6.3%と推計されている。



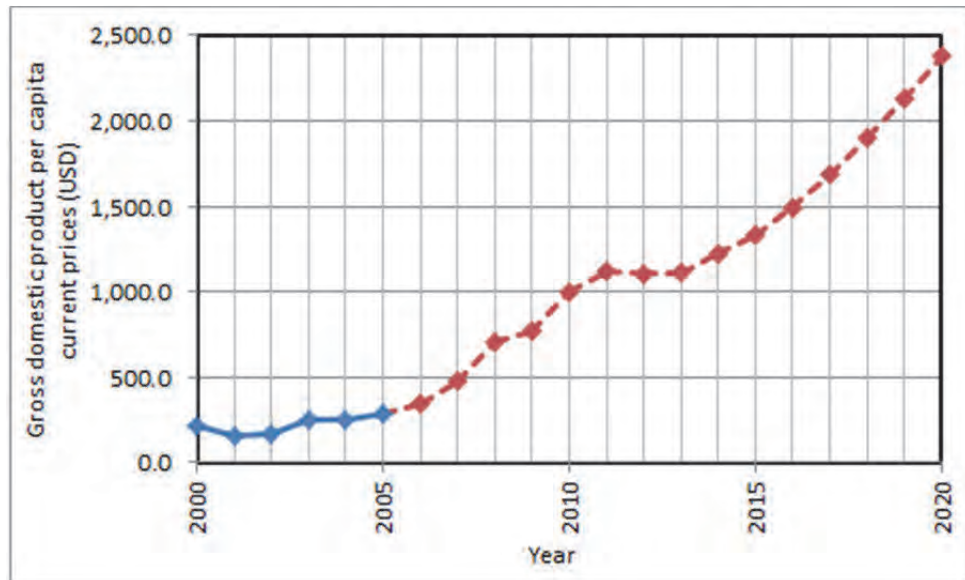
(注：--- は IMF の予測値)

出典：World Economic Outlook Database, April 2015, IMF

図 2.1.2. ミャンマーの GDP 推移

(3) 一人当たりの GDP

IMF 推計による 2012/13 年度の一人当たりの GDP は 868 ドルである。図 2.1.3.は、IMF の一人当たり GDP 推計値 (World Economic Outlook Database, April 2015, IMF) をグラフ化したものである。IMF の推定では、2014 年以後は年率 10~14% で増加するとされている。



(注：--- は IMF の予測値)

出典：World Economic Outlook Database, April 2015, IMF

図 2.1.3. ミャンマーの一人当たり GDP 推移

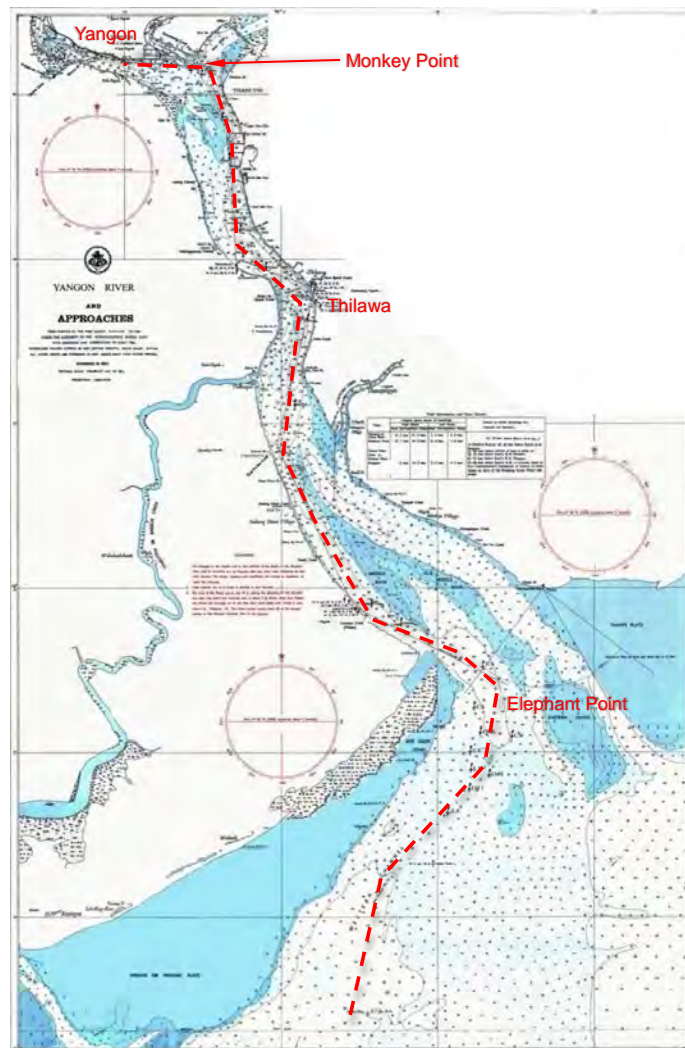
(4) 貿易

ミャンマー国の貿易額は、輸出が約 89.7 億ドル、輸入が約 90.7 億ドルである。(出典：ミャンマー中央統計局 (2012/13 年度)) 主要貿易品目は、輸出；天然ガス，豆類，宝石 (ひすい)，チーク・木材、輸入；石油，機械部品，パームオイル，織物，金属・工業製品である。主要貿易相手国は、輸出；タイ，中国，インド，日本，シンガポール，韓国、輸入：中国，シンガポール，日本，タイ，マレーシア，韓国である。(出典：ミャンマー中央統計局 (2012/13 年度))

2.2. 港湾の現状

2.2.1. 港湾施設配置

ヤンゴン港は、北緯 16°47'、東経 96°15'、ヤンゴン川の河口から 48 Km 上流に位置する河川港である。港湾は、ヤンゴン市街地に隣接するヤンゴン地区と市街地から約 16 Km 下流に位置するティラワ地区の 2 か所の港湾施設を総称してヤンゴン港と呼び、港湾公社 Myanmar Port Authority (MPA) が管理している。



出典：JICA 調査団

図 2.2.1. ヤンゴン港の位置と河川航路

航路は、河口付近にエレファント・ポイントと呼ばれる浅瀬（水深約-6.0m）、ヤンゴン市街地の下流にモンキー・ポイントと呼ばれる浅瀬（-4.0m）の 2 か所の浅瀬があり、入出港船舶は満潮時にこの浅瀬を通過して出入りしている。港湾の規則で 200GRT 以上の船舶はパイロットが乗船して入出港する。ヤンゴン地区からティラワ地区までの距離は約 16Km、ティラワ地区からエレファント・ポイントまでの距離は約 32Km、エレファント・ポイントから沖のパイロット・ステーショ

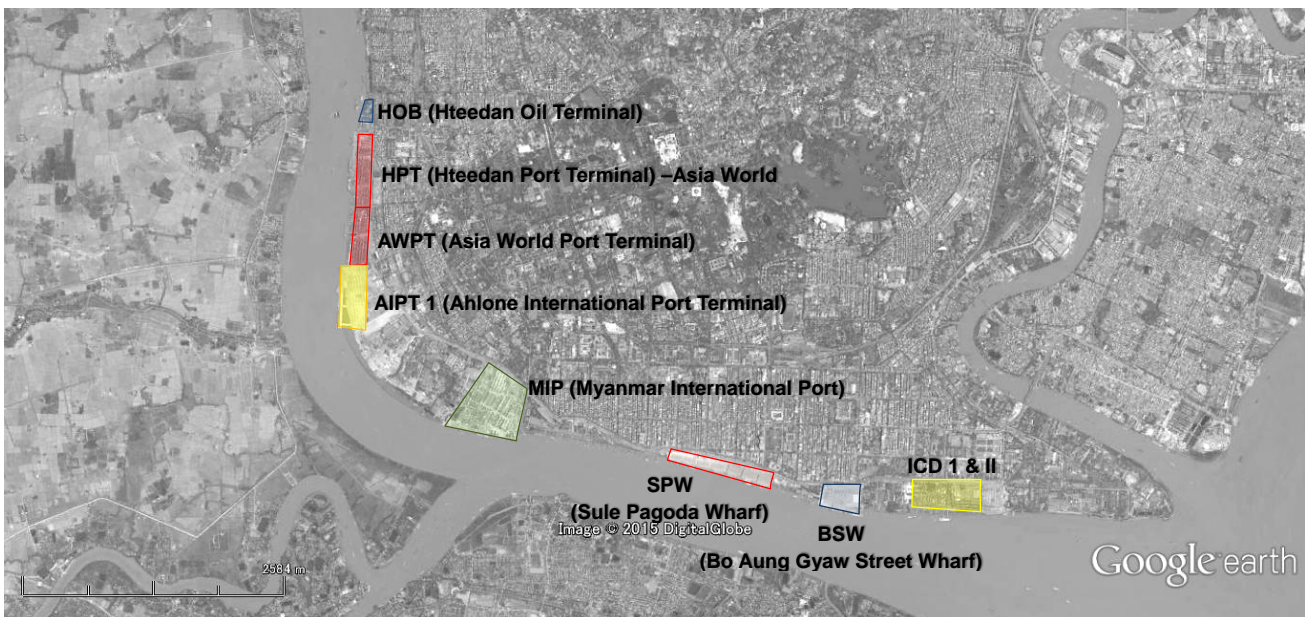
ンまでの距離は約 32 Km である。満潮時の水位はおよそ+5.85m であり、上げ潮時には流速が反転し河口からヤンゴン地区まで河川流が逆流する。上げ潮時、引き潮時の河川流の流速はおよそ 4~6 Knot になる。河口付近の波浪は概ね 2m 以内で静穏である。

2.2.2. 各ターミナルの設備概要

ヤンゴン地区とティラワ地区の各ターミナルの位置を、図 2.2.2.と図 2.2.3.に示す。ヤンゴン地区では7か所のターミナルと岸壁を持たないICDが存在する。この内、HOBは液体貨物専用であり、SPWは倉庫併設の一般貨物専用ターミナルである。コンテナターミナルは、HPT、AWPT、AIPT1、MIP、BSWの港湾ターミナルとICD I&IIの合計6か所である。HPTとAWPTはAsia World Port Terminal社により運営されており、2014年の取扱量データでは、MPAのヤンゴン港全体のコンテナ取扱量72万TEUに対して、HPT/AWPTの取扱量は44万TEUであり、全体の約60%のコンテナ貨物を処理している。AIPT1とMIPは最近完成したターミナルで、ヤンゴン港の最近のコンテナ貨物の増加に伴い、民間のターミナル開発機運が高まっていることの表れと見られる。

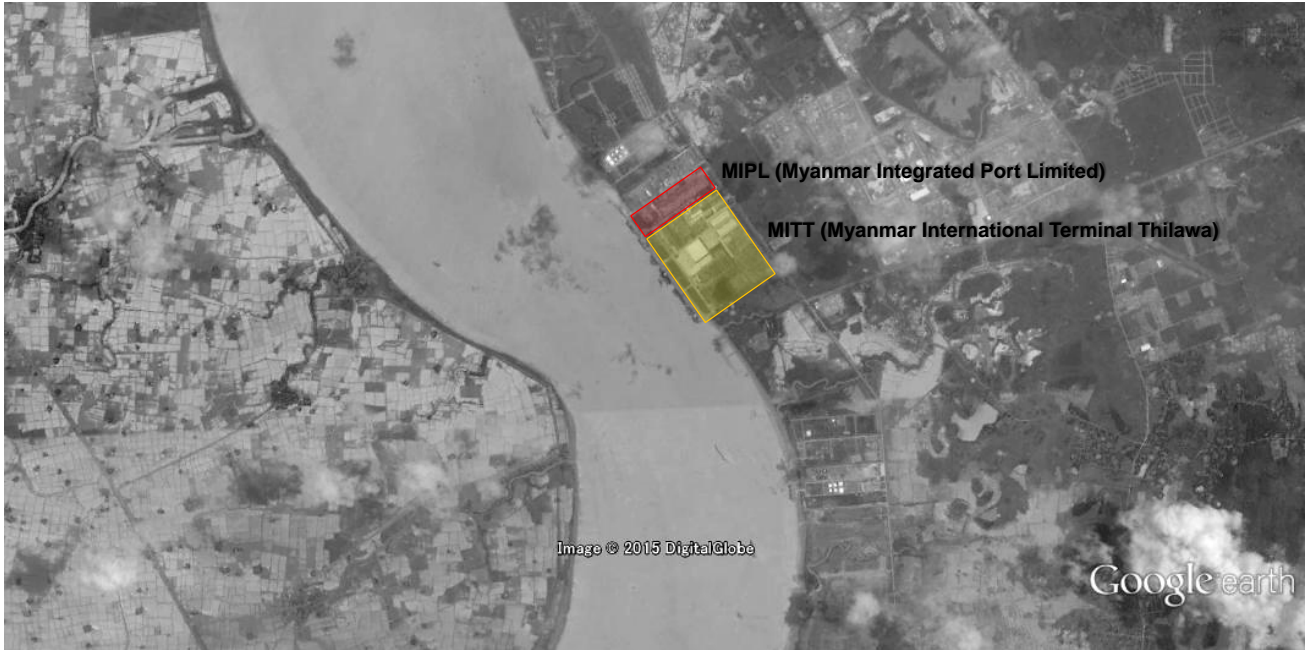
一方、ティラワ地区では、MIPLとMIPPがターミナル運営を行っている。MIPLは一般貨物専用のターミナルで、MITTはコンテナターミナルとして開発されたものである。ヤンゴン地区ではコンテナ取扱が急激に伸びているものの、MITTのコンテナ取扱量は僅か14,000TEUにとどまり、ヤンゴン港全体の2%を処理しているに過ぎない。MITTでは、増加するコンテナ需要を取込む計画で、コンテナヤードを拡充して100万TEUのターミナル整備を実施する計画である。MITTの下流の区域では、現在我が国のODAによりターミナル開発計画が進められており、第1期の計画取扱容量は20万TEUである。

各ターミナルの公式パンフレットを集計した施設一覧を、表 2.2.1.に取りまとめた。



出典：JICA 調査団

図 2.2.2. ヤンゴン地区のターミナル位置



出典：JICA 調査団

図 2.2.3. ティラワ地区のターミナル位置

表 2.2.1. 各ターミナルの設備概要

| Location | Yangon | | | | | | | | | Thilawa | |
|--|--------|---|---|-------------------|-------------------------------------|--|--|---------------------------------------|-----------|--------------|---|
| | HOB | HPT | AWPT | AIPT | MIP | BSW | SPW | ICD (1) | ICD (2) | MIPL | MITT |
| Terminal Name | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 7 | - | - | 1 | 5 |
| Number of Berth | | | | | | | | | | | |
| Cargo Equipment | | | | | | | | | | | |
| QCC (no.) | - | 2 | 2 for Future | 3 | 5 | 2 | - | - | - | - | 2 |
| HMC (no.) | - | - | 3 | 2 | Gottwald 7 | - | - | - | - | - | - |
| RTG (no.) | - | 4 | 5 for Future | 4 | 12 | 3 | 2 | - | - | - | 3 |
| Reach Stacker (no.) | - | 3 | 13 | 5 | 20 | 5 | 1 | 41 ton 5 high : 1 8 tons 7 high: 2 | - | - | 2 (40 tons) |
| Mobile Crane (no.) | - | - | - | 1 | 8 | - | 3 | - | - | - | - |
| Forklift (36) (no.) | - | - | - | - | - | 8 | - | - | - | - | - |
| Forklift (15t) (no.) | - | - | - | 1 | 1 | - | 1 | - | - | 1 | - |
| Forklift (10ton) (no.) | - | - | - | 1 | 15 | - | 1 | - | - | 1 | - |
| Forklift (8ton) (no.) | - | - | - | - | - | - | 1 | 8 tons (2 high: 2, 3 high: 2) | - | - | - |
| Forklift (7 ton) (no.) | - | - | - | - | 1 | - | - | 2 | - | - | - |
| Forklift (6ton) (no.) | 3 | 4 | - | 1 | 2 | - | - | - | - | 1 | 2 |
| Forklift (4ton) (no.) | 4 | - | - | - | - | - | 23 | - | - | - | - |
| Forklift (3ton) (no.) | - | - | - | - | 5 | - | 4 | - | - | - | - |
| Forklift (3.5ton) (no.) | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Forklift (3ton) (no.) | 4 | 1 | - | - | 2 | 7 | 1 | - | - | - | 5 |
| 2.5 tons battery forklift (no.) | - | - | - | - | 2 | 5 | 4 | - | - | - | - |
| Empty Container Lifter (no.) | - | 3 | - | 3 | 31 | 2 | 3 | - | - | - | - |
| Yard Tractor (no.) | 15 | 30 | 8 | 40 | 24 | 8 | 6 | - | - | - | 15 |
| Yard Chassis 20/40' (no.) | 15 | 30 | 8 | 40 | 9 | 3 | - | - | - | - | 5 |
| Yard Chassis 20' (no.) | - | 30 | - | - | 20 | 3 | - | - | - | - | 3 |
| Tugboat | - | - | - | 1 (1,100x2 Hp) | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Terminal Capacity | | | | | | | | | | | |
| Container Yard (sq.m) | | Phase I 56,620 sq.m Phase II 37,563 sq.m | - | - | 208,382 sq.m | 21,165.06 sq.m | - | - | - | - | - |
| Container Storage Capacity (TEU) | | 5,222 TEU | 7,045 TEU | 13,210 TEU | 20,265 TEU | 2,046 TEU | - | 5,000 TEU | 1,800 TEU | - | 2,500 TEU (present) Phase-I (350,000 TEU/Y) Phase-II (1 Mmillion TEU/Y) |
| Reefer Container Storage Capacity (TEU) | | 120 TEU | 288 TEU | - | (4,000 TEU) | 54 TEU | - | - | - | - | 108 plugs |
| Empty Container Storage Capacity (TEU) | | - | 300 TEU | - | (12,000 TEU) | 760 TEU | - | - | - | - | - |
| Container Stacking Height - Laddern (layers) | | - | 4 high | - | 5 high | 6 high | - | - | - | - | 4 high |
| Container Stacking Height - Reefer (layers) | | - | 3 high | - | 3 high | 4 high | - | - | - | - | 4 high |
| Container Stacking Height - Empty (layers) | | - | 6 high | - | 7 high | 6 high | - | - | - | - | 4 high |
| General Cargo Yard (sq.m) | | - | - | 2,400 sq.m | - | 2,400 sq.m | - | - | - | 1,500 sq.m | - |
| General Cargo Storage Capacity (M. Tons) | | - | - | 8,500 M.T. | - | - | - | - | - | - | - |
| Total Terminal Operation Area (sq.m) | | 94,183 sq.m | 123,170 sq.m | 190,000 sq.m | 263,905 | - | - | - | - | 110,000 sq.m | 750,000 sq.m |
| CFS (sq.m) | | 372 sq.m | - | - | old: 2,722 sq.m new: 11,852 sq.m | 840 sq.m | 36,808 sq.m | - | - | 3,000 sq.m | 20,000 sq.m |
| Wharf Length (m) | | Phase I 274 m Phase II 366 m | No.1 198 m No.2 156 m No.3 260 m No.4 238 m (Future) | 600 m | 750 m | No.1 137 m No.2 137 m No.3 183 m | No.1,2,3,4:137m No.5: 168 m No.6:162 m No.7:168 m | - | - | 200 m | - |
| Wharf Depth (m) | | 9.0 m | 9.5 m | - | - | 9.0 m | 9.0 m | - | - | 10.0 m | 10.0 m |
| Max. Vessel Size (DWT) | | - | - | 20,000 DWT | 15,000 DWT | - | 18,000 DWT | - | - | 20,000 DWT | 35,000 DWT |
| Dwell time (days) | | - | 13 days | 2 days | 30days - limit 7 days | - | 18 days | - | - | - | 14 days (Avg) |

出典：JICA 調査団

2.2.3. コンテナ貨物取扱能力

ヤンゴン地区とティラワ地区のコンテナ取扱能力を以下のように概算推定した。まず、各ターミナルのパンフレットに記載されたコンテナヤードの蔵置容量（TEU）を集計し、コンテナ 1 個当たりの平均対流日数（Dwell time）を 13 日、ピーク時係数を 1.3 と仮定して取扱能力を算定したのが以下の表である。

表 2.2.2. 各ターミナルのコンテナ取扱能力概略推計

| ITEM | Yangon | | | | | | | | | Thilawa | |
|--|-----------|---------|---------|---------|---------|--------|-----|---------|---------|---------|--------|
| | HOB | HPT | AWPT | AIPT | MIP | BSW | SPW | ICD (1) | ICD (2) | MIPL | MITT |
| Container Storage Capacity (TEU) | - | 10,288 | 14,952 | 13,210 | 20,265 | 2,046 | - | 5,000 | 1,800 | - | 2,500 |
| Reefer Container Storage Capacity (TEU) | - | 120 | 288 | - | - | 54 | - | - | - | - | - |
| Empty Container Storage Capacity (TEU) | - | - | 300 | - | - | 760 | - | - | - | - | - |
| Total (TEU) | 0 | 10,408 | 15,540 | 13,210 | 20,265 | 2,860 | 0 | 5,000 | 1,800 | 0 | 2,500 |
| Yearly Container Handling Capacity (TEU) | 0 | 224,788 | 335,627 | 285,305 | 437,676 | 61,769 | 0 | 107,988 | 38,876 | 0 | 53,994 |
| Total Yangon/Thilawa (TEU) | 1,492,029 | | | | | | | | | 53,994 | |

出典：JICA 調査団

これによれば、ヤンゴン地区では約 150 万 TEU、ティラワ地区で約 5 万 TEU の取扱能力があると推定される。同表では、Asia World の取扱実績とスロット数からパンフレット掲載数値に若干の補正を行った。さらに、ティラワ地区では、MITT の将来計画と我が国 ODA のターミナル計画を合計して、近い将来に約 120 万 TEU 程度の取扱能力を持つものと推定することにする。既存の将来計画を織り込んだ蔵置能力から推定した取扱能力は以下の通りである。

| | |
|------------------|-------------|
| ヤンゴン地区のコンテナ取扱能力： | 約 150 万 TEU |
| ティラワ地区のコンテナ取扱能力： | 約 120 万 TEU |
| 合 計 | 約 270 万 TEU |

2.3. 取扱貨物量

2.3.1. 取扱貨物量の推移

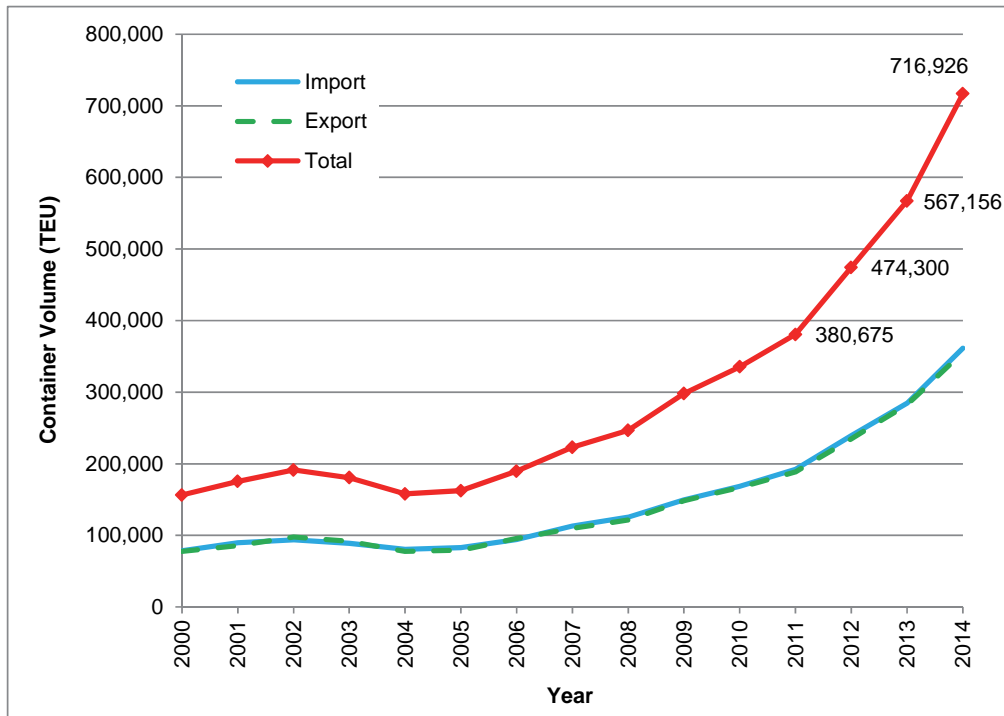
以下の表は、2000年～2014年のヤンゴン港の貨物量統計をまとめたものである。2014年の統計値によると、コンテナ取扱量は72万TEU、コンテナ以外の貨物量は2,170万トン、合計は3,060万トンであり、2011年以降の最近の貨物量は、コンテナ以外の貨物量の伸びは微少だが、コンテナ貨物量が年間20%以上の急激な増加を示している。

表 2.3.1. ヤンゴン港の貨物量統計

| Containerized Cargo | | | | | | | | Non Containerized Cargo | | | | Grand Total | | | | | |
|---------------------|------------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|-------------------------|------------------|------------|-----------|-------------|------|------------------|------------|------------|------------|
| Year | Total Ship Calls | Import | | Export | | Total | | Year | Total Ship Calls | M/Ton | M/Ton | M/Ton | Year | Total Ship Calls | M/Ton | M/Ton | M/Ton |
| | | TEU | M/Ton | TEU | M/Ton | TEU | M/Ton | | | | | | | | | | |
| 2000 | 270 | 78,508 | 1,039,406 | 77,840 | 1,178,946 | 156,348 | 2,218,352 | 2000 | 687 | 5,065,966 | 3,252,643 | 8,318,609 | 2000 | 957 | 6,105,372 | 4,431,589 | 10,536,961 |
| 2001 | 305 | 89,760 | 1,112,175 | 85,640 | 1,271,510 | 175,400 | 2,383,685 | 2001 | 767 | 5,287,722 | 4,162,533 | 9,450,255 | 2001 | 1072 | 6,399,897 | 5,434,043 | 11,833,940 |
| 2002 | 315 | 93,645 | 1,178,927 | 97,586 | 1,473,047 | 191,231 | 2,651,974 | 2002 | 712 | 4,752,909 | 3,810,398 | 8,563,307 | 2002 | 1027 | 5,931,836 | 5,283,445 | 11,215,281 |
| 2003 | 283 | 88,753 | 1,193,122 | 91,813 | 1,477,457 | 180,566 | 2,670,579 | 2003 | 762 | 5,067,236 | 4,193,805 | 9,261,041 | 2003 | 1045 | 6,260,358 | 5,671,262 | 11,931,620 |
| 2004 | 248 | 80,394 | 1,087,986 | 77,553 | 1,247,984 | 157,947 | 2,335,970 | 2004 | 843 | 4,747,120 | 4,289,757 | 9,036,877 | 2004 | 1091 | 5,835,106 | 5,537,741 | 11,372,847 |
| 2005 | 273 | 83,030 | 1,151,965 | 79,330 | 1,334,620 | 162,360 | 2,486,585 | 2005 | 955 | 4,688,522 | 4,482,334 | 9,170,856 | 2005 | 1228 | 5,840,487 | 5,816,954 | 11,657,441 |
| 2006 | 313 | 93,962 | 1,246,601 | 95,782 | 1,726,990 | 189,744 | 2,973,591 | 2006 | 997 | 4,649,853 | 4,379,659 | 9,029,512 | 2006 | 1310 | 5,896,454 | 6,106,649 | 12,003,103 |
| 2007 | 450 | 113,059 | 1,541,239 | 109,953 | 1,916,073 | 223,012 | 3,457,312 | 2007 | 886 | 5,280,418 | 4,370,388 | 9,650,806 | 2007 | 1336 | 6,821,657 | 6,286,461 | 13,108,118 |
| 2008 | 442 | 125,364 | 1,554,282 | 121,348 | 2,063,443 | 246,712 | 3,617,725 | 2008 | 1017 | 4,866,727 | 5,901,887 | 10,768,614 | 2008 | 1459 | 6,421,009 | 7,965,330 | 14,386,339 |
| 2009 | 456 | 149,472 | 2,089,863 | 148,482 | 2,330,219 | 297,954 | 4,420,082 | 2009 | 1100 | 6,712,949 | 9,839,595 | 16,552,544 | 2009 | 1556 | 8,802,812 | 12,169,814 | 20,972,626 |
| 2010 | 456 | 168,335 | 2,496,199 | 167,011 | 1,939,262 | 335,346 | 4,435,461 | 2010 | 1443 | 9,852,703 | 8,029,174 | 17,881,877 | 2010 | 1899 | 12,348,902 | 9,968,436 | 22,317,338 |
| 2011 | 604 | 192,102 | 2,830,313 | 188,573 | 2,498,119 | 380,675 | 5,328,432 | 2011 | 1342 | 11,300,880 | 7,332,893 | 18,633,773 | 2011 | 1946 | 14,131,193 | 9,831,012 | 23,962,205 |
| 2012 | 530 | 239,397 | 3,335,885 | 234,903 | 2,733,733 | 474,300 | 6,069,618 | 2012 | 1571 | 14,846,128 | 6,369,248 | 21,215,376 | 2012 | 2101 | 18,182,013 | 9,102,981 | 27,284,994 |
| 2013 | 519 | 284,686 | 4,229,061 | 282,470 | 2,761,790 | 567,156 | 6,990,851 | 2013 | 1784 | 14,277,638 | 7,373,152 | 21,650,790 | 2013 | 2303 | 18,506,699 | 10,134,942 | 28,641,641 |
| 2014 | 640 | 361,605 | 5,657,318 | 355,321 | 3,246,806 | 716,926 | 8,904,124 | 2014 | 1750 | 13,659,984 | 8,054,062 | 21,714,046 | 2014 | 2390 | 19,317,302 | 11,300,868 | 30,618,170 |

出典：MPA

以下にコンテナ貨物の伸びをグラフにプロットした。コンテナ貨物の取扱量は、2011年には38万TEUであったものが、2014年には72万TEUまで増加し、前年比伸び率は20~27%に達していることが分かる。



出典：MPA

図 2.3.1. ヤンゴン港のコンテナ取扱量の推移

2.3.2. 貨物需要予測

以下の表は、2011年に取りまとめられた JICA 調査でまとめられた 2025 年までの取扱貨物量の予測値を示している。コンテナ貨物の予測値は、2025 年で 41 百万トンであり、1TEU 当たりのトン数を平均 13 トンと仮定すると、2025 年のコンテナ貨物取扱量は 316 万 TEU となる。2011 年以降のコンテナ貨物の平均伸び率を 16% 程度と予測している。

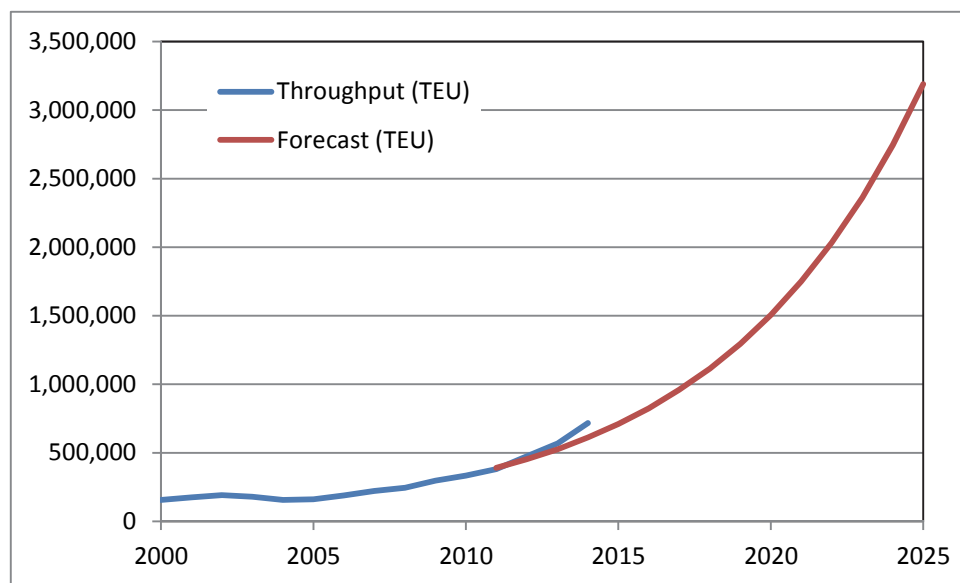
表 2.3.2. ヤンゴン港の貨物需要予測

(単位：1,000 Ton)

| Port | Category | Commodity | Y2010 | Y2025 |
|--------|-----------|---------------|--------|--------|
| Yangon | Foreign | General Cargo | 17,372 | 5,441 |
| | | Vehicle | | 396 |
| | | Grain | | 1,000 |
| | | Petroleum | | 7,285 |
| | | Container | | 41,063 |
| | | Total | | 55,185 |
| | Coastal | 1,067 | 2,000 | |
| | Sub-Total | 18,439 | 57,185 | |
| | Others | 1,718 | 5,036 | |
| | Total | 20,157 | 62,221 | |

出典：The Survey Program for the National Transport Development Plan in the Republic of the Union of Myanmar (JICA)

コンテナ貨物取扱量について、前節の2014年までの統計値とこの需要予測値を、下図のように同じグラフにプロットした。ここ3年の伸びは予測値を上回っていることが分かる。



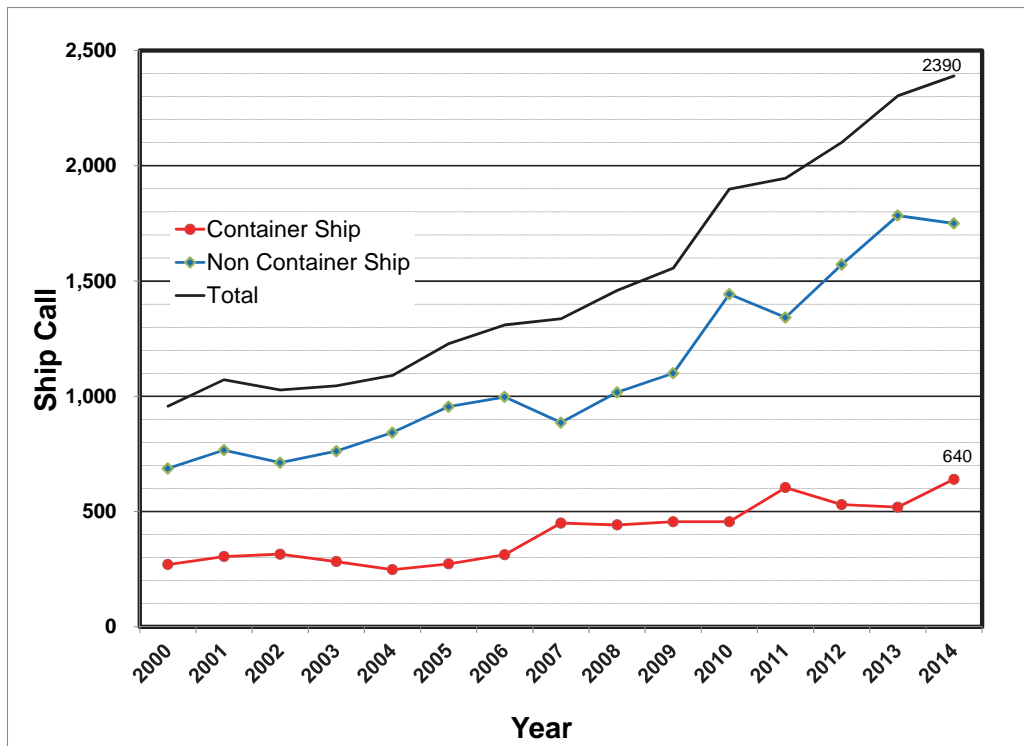
出典：JICA 調査団

図 2.3.2. コンテナ取扱量の需要予測と2014年までの実績値の比較

2.4. 寄港船舶

2.4.1. 入港船舶数

ヤンゴン港の統計データから入港船舶数（表 2.3.1.のデータ）を抽出してグラフ化したのが以下の図である。この入港船隻数は MPA のウェブサイトにて毎年公表されるデータである。2014 年の入港船舶数は、合計 2,390 隻でこの内 640 隻がコンテナ船であった。全体の船隻数におけるコンテナ船の割合は 27%である。



出典：Account Section, MPA

図 2.4.1. ヤンゴン港への入港船舶数の推移

以下の表は、ヤンゴン港のパイロットサービス回数を整理したものである。ヤンゴン港では、200GRT 以上の入出港船全てにパイロットを乗船させているため、このサービス回数が寄港船の隻数とほぼ一致している。一方、港内（ティラワ～ヤンゴン間を含む）の岸壁間の移動にもパイロットを乗船させており、これらのサービス回数が全体の 40%程度とかなり多い頻度であることが分かる。

表 2.4.1. ヤンゴン港のパイロットサービス回数

| | INWARD | OUTWARD | SHIFTING | Total |
|--------------|--------|---------|----------|-------|
| FY 2011-2012 | 1,866 | 1,864 | 2,687 | 6,417 |
| FY 2012-2013 | 2,157 | 2,160 | 2,942 | 7,259 |
| FY 2013-2014 | 2,216 | 2,204 | 3,169 | 7,589 |
| FY 2014-2015 | 2,235 | 2,237 | 3,296 | 7,768 |

出典：Harbor Department, MPA

入港船舶に関してより詳細な出入港の情報を得るため、MPA 交通部（Traffic Department）が記録している 1 年分（2014 年）の出入港記録（Berthing Information）を整理した。この Berthing Information からは、各船舶の船長（LOA）、入港時の喫水、船種等のより詳細な情報が得られる。以下の表は、交通部の出入港記録における、各ターミナル別及び船種別の入港船舶隻数である。このデータでは、コンテナ船の割合は、全体の 41.9%となっている。

表 2.4.2. ヤンゴン港の入港船舶数（2014 年）

| Terminal | Number of Berth | Container | Tanker | Cruise | Vehicles | Other GC | Total |
|--------------|-----------------|-----------|--------|--------|----------|----------|-------|
| Yangon | HOB | 1 | 1 | 86 | 0 | 0 | 87 |
| | HPT | 2 | 175 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| | AWPT | 3 | 161 | 0 | 0 | 0 | 223 |
| | AIPT | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| | MP | 4 | 215 | 0 | 0 | 0 | 223 |
| | BSW | 3 | 48 | 0 | 4 | 1 | 140 |
| | SPW | 7 | 1 | 0 | 0 | 10 | 243 |
| Thilawa | MIPL | 1 | 1 | 9 | 0 | 27 | 71 |
| | MITT | 5 | 14 | 0 | 16 | 79 | 276 |
| Yangon Port | | 603 | 86 | 4 | 11 | 424 | 1,128 |
| Thilawa Port | | 15 | 9 | 16 | 106 | 201 | 347 |
| Total | | 618 | 95 | 20 | 117 | 625 | 1,475 |

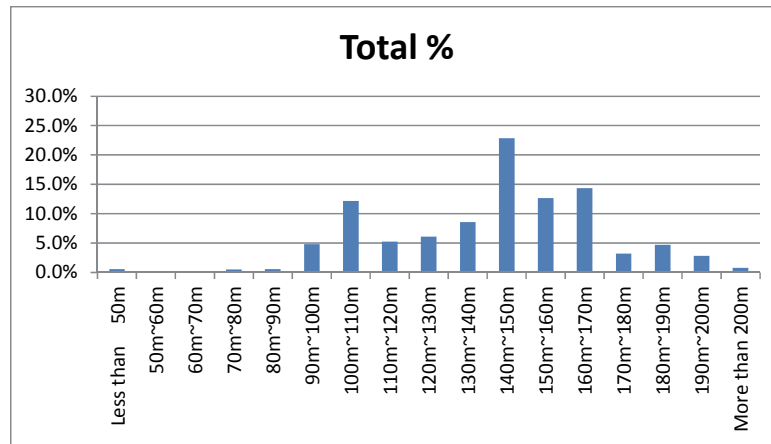
出典：Berthing Information, Traffic Department MPA

● Account Section のデータと Berthing Information のデータとの差異について

データを使用するにあたり、これらの差異について考察しデータの性質の違いを把握しておく。

Berthing Information の入港船舶数データでは、船舶数合計が 1,475 隻であるのに対して、Account Section 集計の寄港船舶数は 2,390 隻となっており、915 隻の差異がある。Harbor Department のパイロットサービス回数のデータは、FY2014-2015 の入港サービス回数は 2,235 回であり、これは Account Section のデータと近い数字になっている。一方、Berthing Information のデータのコンテナ船の入港隻数は 618 隻で、これも Account Section のコンテナ船の入港隻数 640 隻と近い数字になっている。

Berthing Information における入港船舶の LOA の度数分布は以下の通りである。パイロットサービスは 200GRT 以上（LOA にしておよそ 60m 以上の船舶）の全船舶に行われているので、Berthing Information には、LOA90m 以下の小型船舶のデータの多くが記載されていないものと推察される。比較的大型のコンテナ船の数は概ね一致していることから同様の理解ができる。

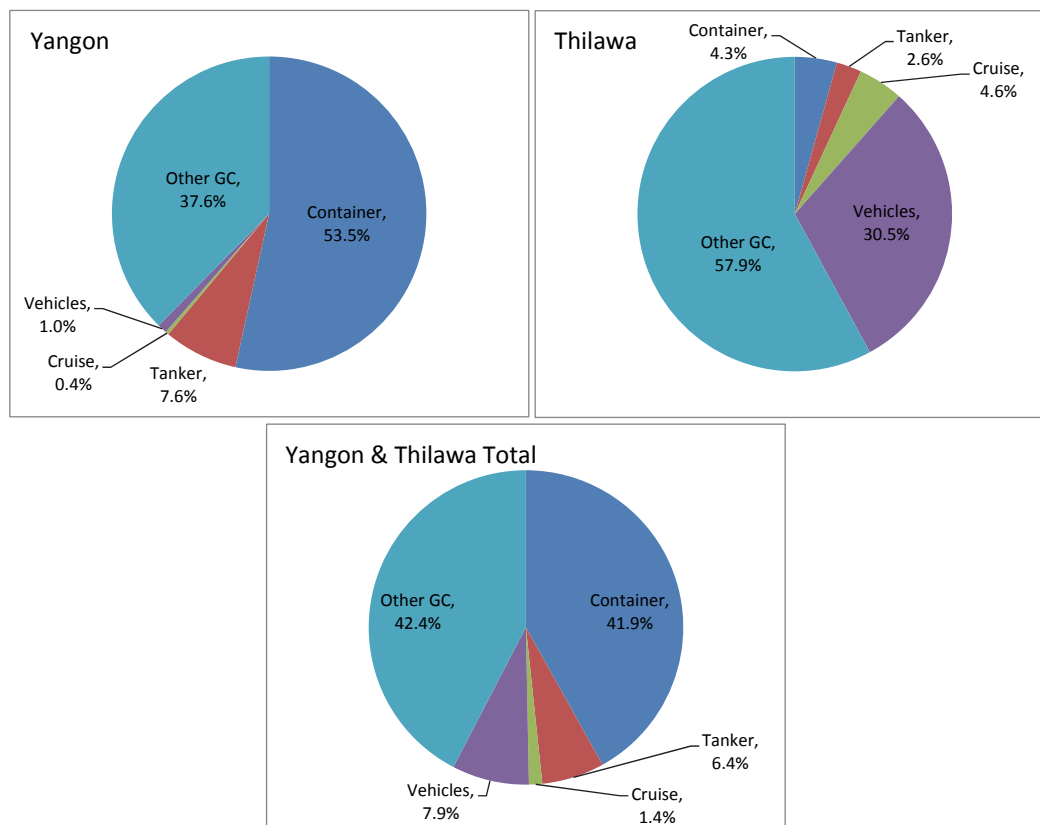


出典：Berthing Information, MPA

図 2.4.2. ヤンゴン港の入港船舶数の LOA 別の割合 (2014)

2.4.2. 入港船舶の船種別割合

2014 年の Berthing Information のデータから、入港船舶の船種別の割合は以下のように整理される。前述の考察ように、同データは LOA90m 以上の大型船を対象とした船種割合と理解される。



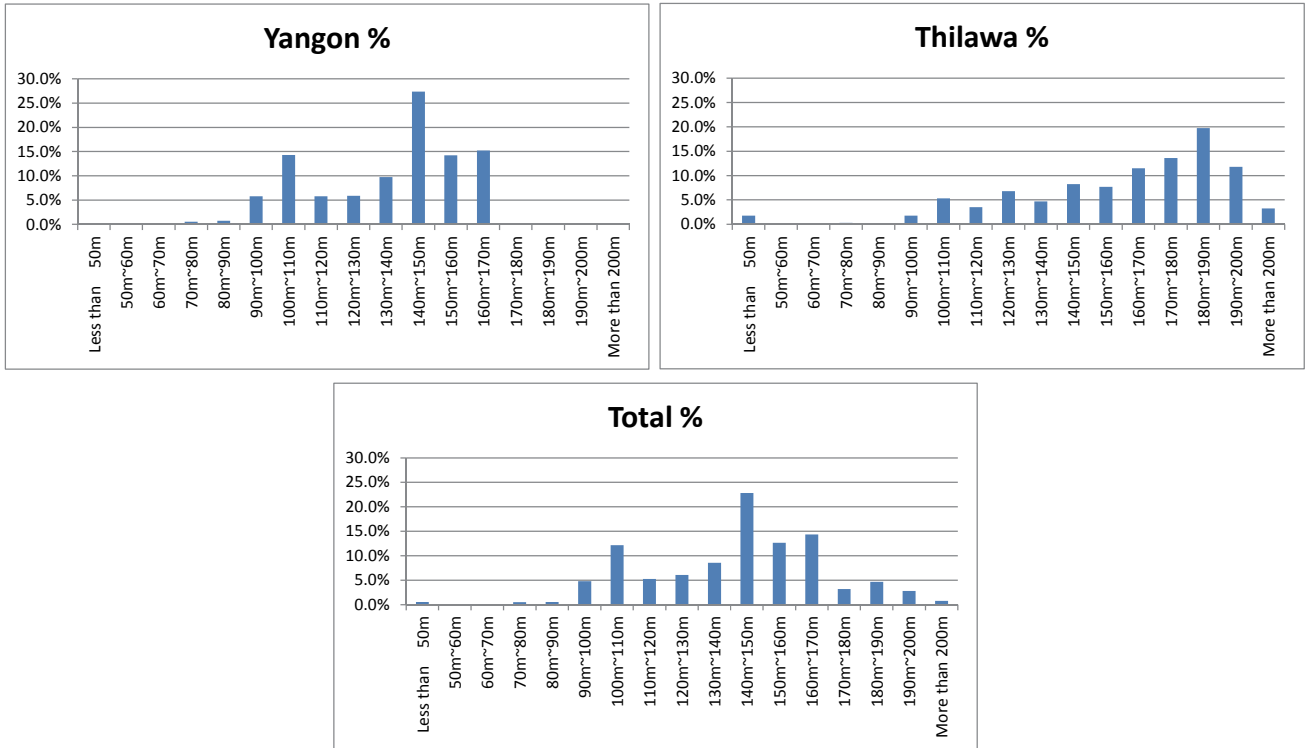
出典：Berthing Information, MPA

図 2.4.3. 入港船舶の船種別割合 (2014)

このデータから、ヤンゴンではコンテナ船の割合が 53.5% と多い反面、ティラワでは 4.3% にとどまっていることが分かる。ヤンゴン・ティラワ入港船舶全体に占めるコンテナ船の割合は 41.9% である。

2.4.3. 入港船舶の規模

Berthing Information のデータから、入港船舶の船長 (LOA) の頻度分布を整理したものが下図である。また、船長の最大値・平均値を下表に示した。



出典：Berthing Information, MPA

図 2.4.4. 入港船舶の船長(LOA)別割合 (2014)

表 2.4.3. 入港船舶の船長の平均値と最大値 (2014)

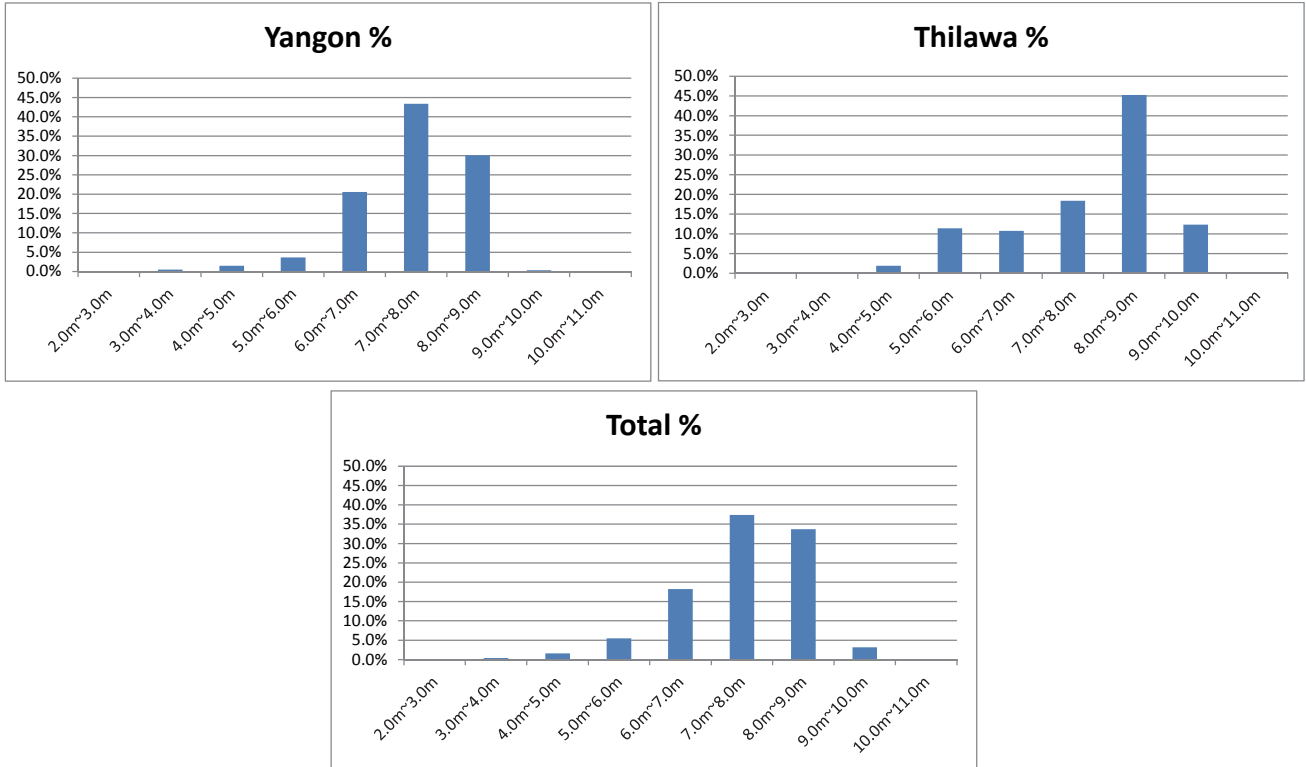
| | Max (m) | Average (m) |
|---------|---------|-------------|
| Yangon | 167.0 | 135.8 |
| Thilawa | 241.0 | 159.7 |
| All | 241.0 | 141.5 |

出典：Berthing Information, MPA

2014年のヤンゴン地区の入港船舶船長の平均は135.8m、最大値は167.0mであった。ティラワ地区では、平均値が259.7m、最大値が241.0mであった。ヤンゴンには船長170m以上の船舶は入港していない一方、ティラワには船長200mを超える大型船が入港している。MITTへのヒアリングより、ティラワに入港した最大級の船舶は、大型のクルーズ船であり、MITTの岸壁に接岸している。

2.4.4. 入港船舶の喫水

Berthing Information データから、入港時の喫水の頻度分布を整理したものが下図である。また、入港喫水の最大値・平均値を下表に示した。



出典：Berthing Information, MPA

図 2.4.5. 入港船舶の入港時の喫水別割合 (2014)

表 2.4.4. 入港船舶の喫水の平均値と最大値 (2014)

| | Max (m) | Average (m) |
|---------|---------|-------------|
| Yangon | 9.0 | 7.4 |
| Thilawa | 9.0 | 7.7 |
| All | 9.0 | 7.5 |

出典：Berthing Information, MPA

2014年のヤンゴン地区の入港船舶喫水の平均は7.4m、最大値は9.0mであった。ティラワ地区では、平均値が7.7m、最大値が9.0mであった。

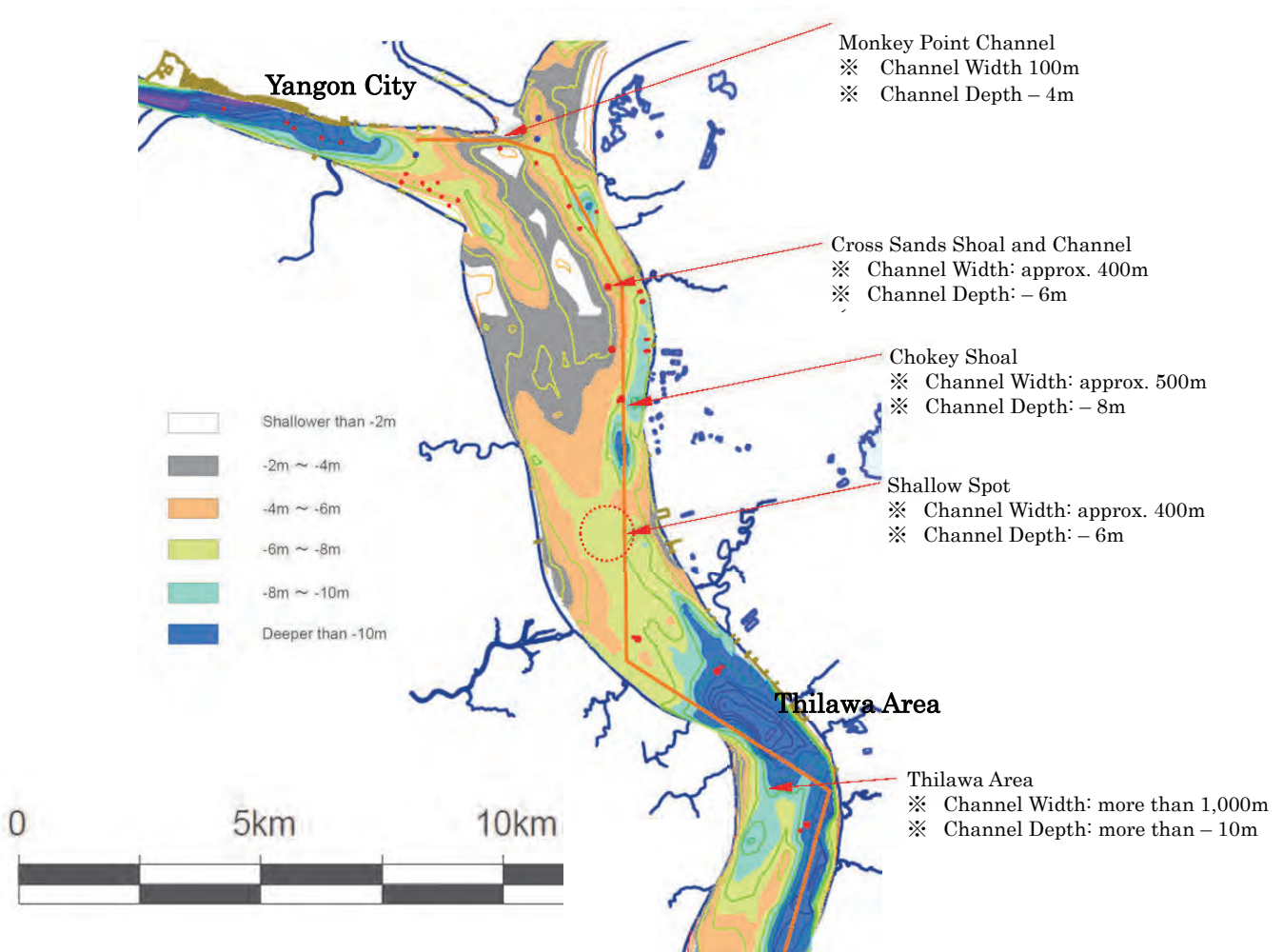
2.5. 航路概要

2.5.1. 航路水深と航路幅

本件調査で得られた水深データを用い、ヤンゴン港からエレファント・ポイントまでの航路水深を以下に図示した。

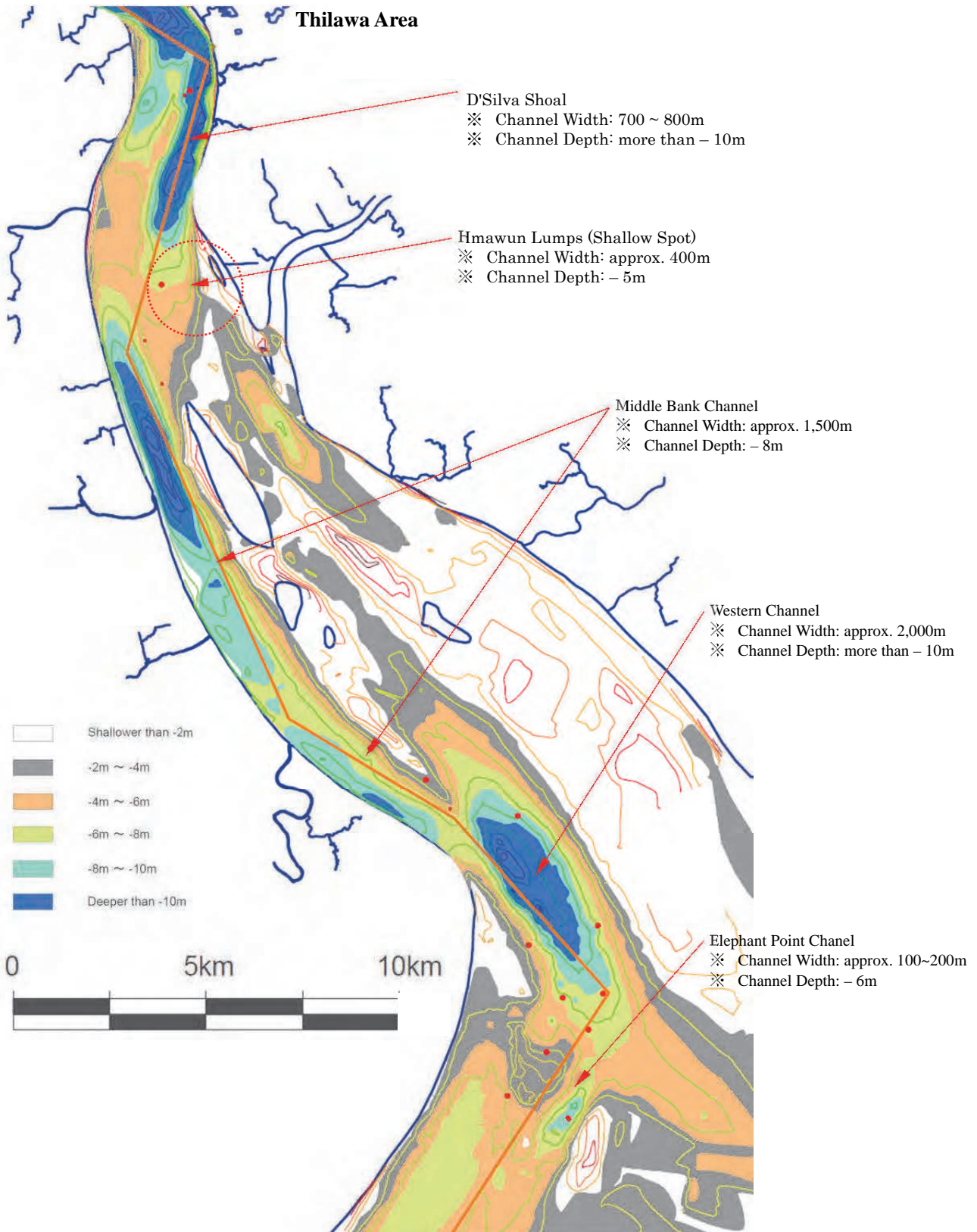
モンキー・ポイントの航路幅は約 100m で航路水深は - 4m である。モンキー・ポイントから下流、ティラワ地区までの航路は、局所的に深い場所もあるが、水深は概ね - 6m で、航路幅は狭い場所で 400m 程度となっている。ティラワ地区から約 5km 上流に - 6m の航路幅が狭くなっている地点がある。

ティラワ地区前面の水域の水深は深く、最深部は - 15m 程度の水深がある。 - 10m 以深の航路幅は約 1,000m である。



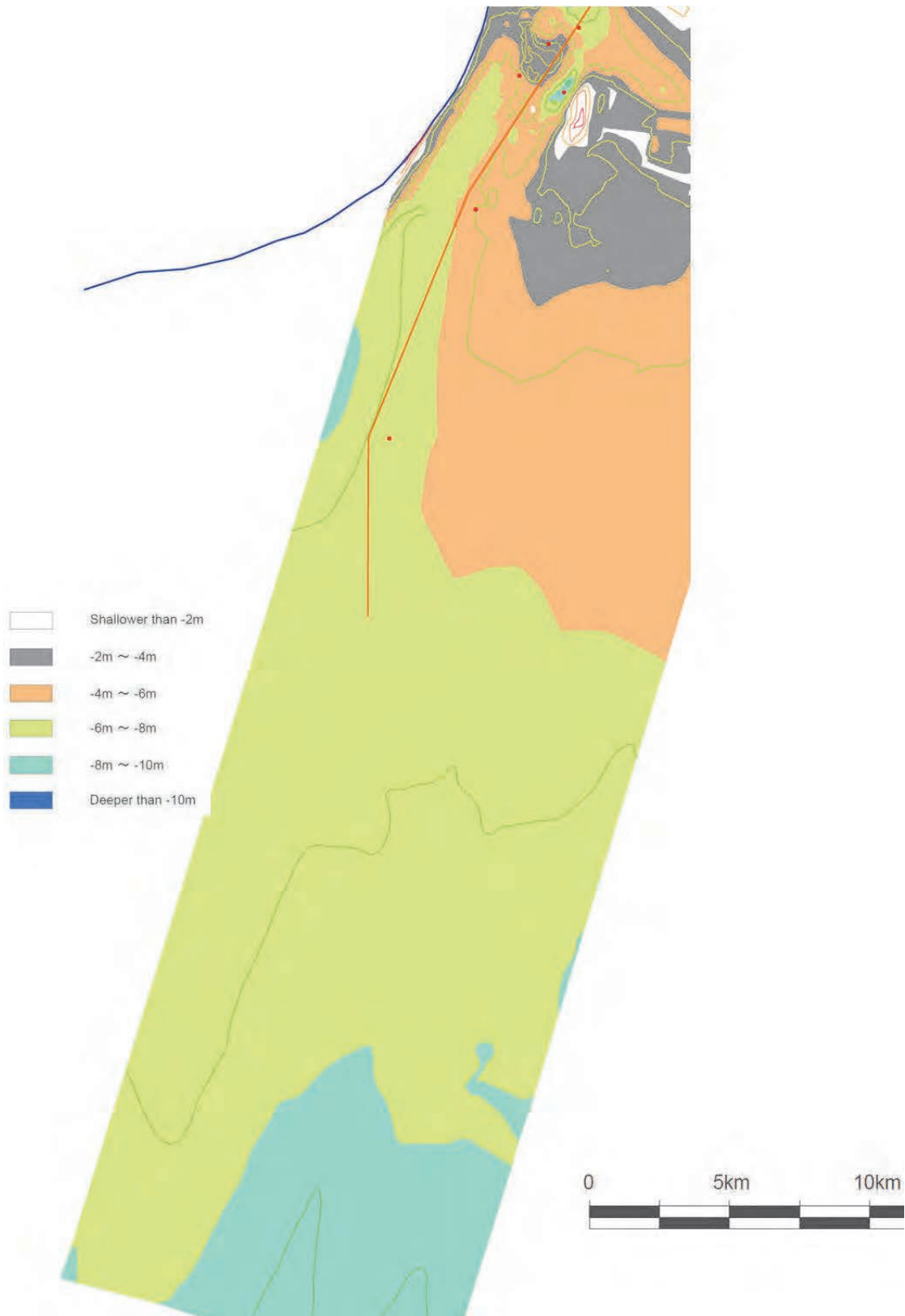
出典：JICA 調査団

図 2.5.1. ヤンゴン港の航路水深（ヤンゴン～ティラワ）



出典：JICA 調査団

図 2.5.2. ヤンゴン港の航路水深 (ティラワ～エレファント・ポイント)



出典：JICA 調査団

図 2.5.3. ヤンゴン港の航路水深 (エレファント・ポイント沖)

ティラワからエレファント・ポイントまでの航路は、概ね水深 - 6~8m であり、航路幅も 1,000m 以上の場所が多くなる。ティラワから約 10km 下流に水深 - 5m 程度の浅瀬がある。また、エレファント・ポイントの外側にも水深 - 5m 程度の浅瀬がある。

エレファント・ポイントから南は非常になだらかな傾斜で、エレファント・ポイントから水深 - 10m 以深の水域まで、エレファント・ポイントから約 50km である。

ヤンゴン地区（モンキー・ポイント）及びティラワ地区（エレファント・ポイント）の入港船の制限は、以下の表に示す通りである。

表 2.5.1. ヤンゴン港の入港船の制限

| 項目 | ヤンゴン モンキーポイント | ティラワ エレファントポイント |
|------------|------------------|--------------------|
| 最大船型 (DWT) | 15,000 | 20,000 |
| 全長 (LOA) | 167m 以下 | 200m 以下 |
| 最大喫水 (m) | 雨期 | 9.0 |
| | 乾期 | 8.5 |
| Pilot 業務 | 昼 上げ潮時間 | 昼夜 上げ潮時間 |

出典：MPA

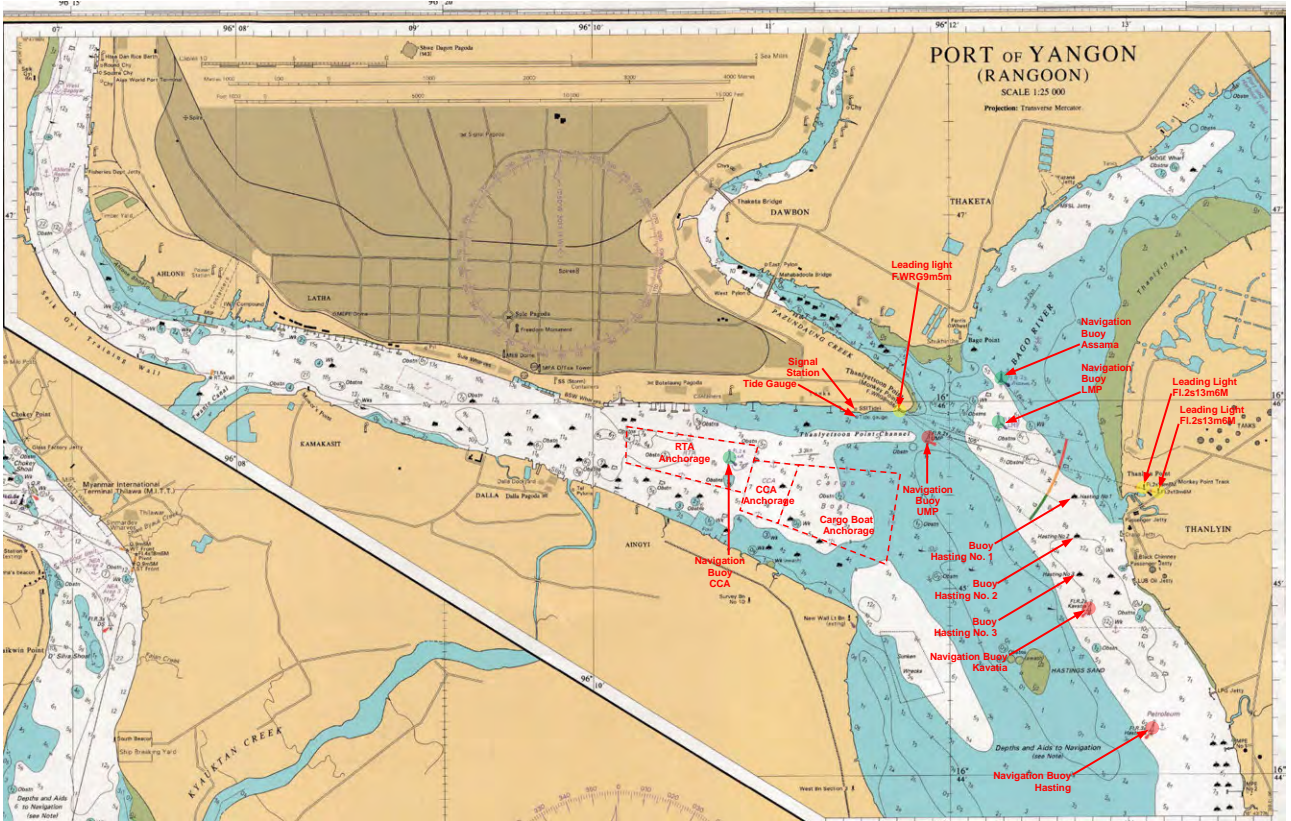
2.5.2. 航路標識の概要

以下に、海図上の航路標識の位置と名称を図示した。表 2.5.2.は、2009 年の JICA 報告書データ（：ミャンマー国 ヤンゴン港ティラワ地区港湾拡張事業準備調査報告書より引用）に記載された航路標識の状況である。本調査では、ヤンゴン港から航路を船で下る現地踏査を行った。同表に目視確認できた航路標識を記載した。

現地踏査記録：

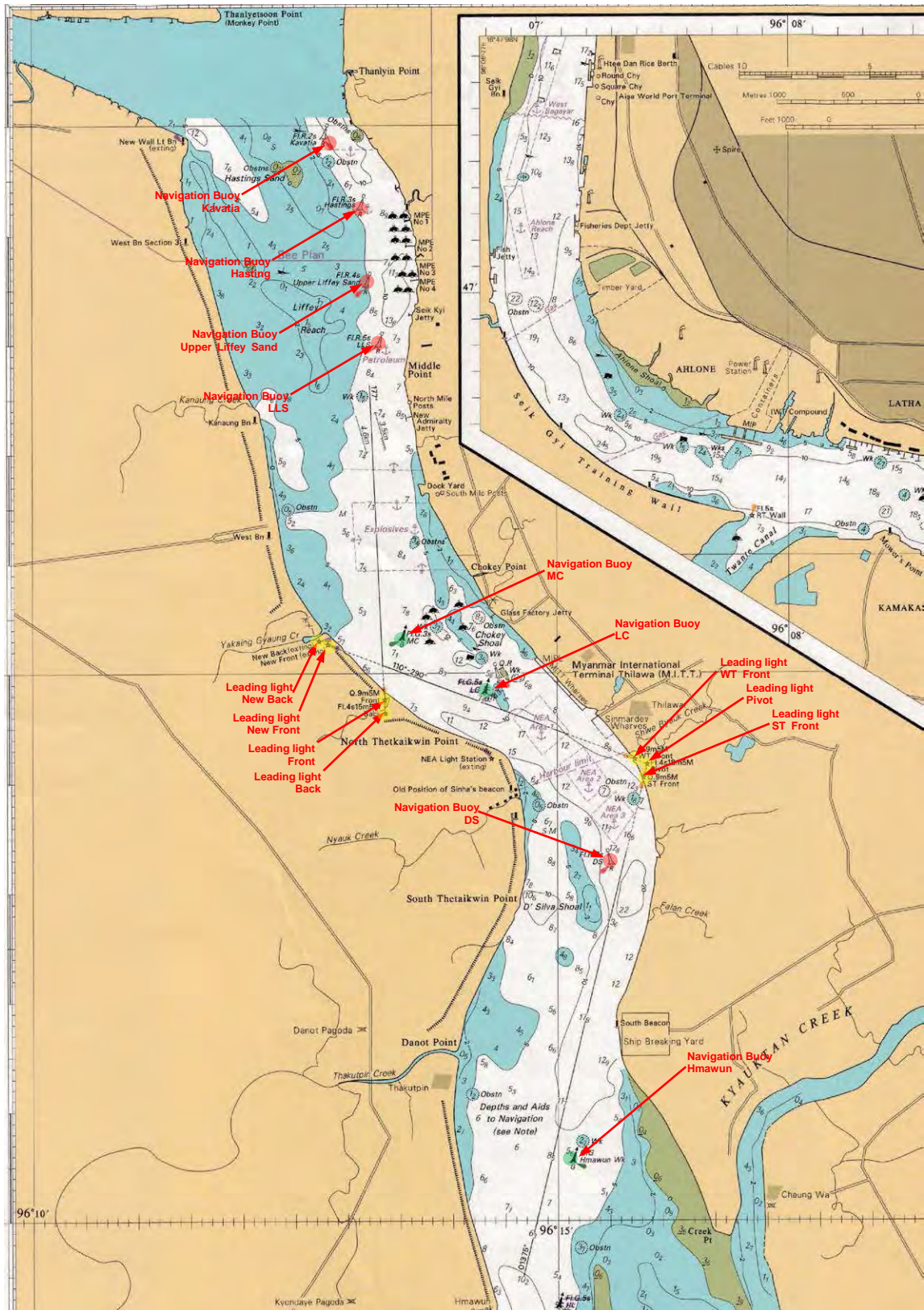
- ヤンゴン港内の航路標識は海図通りの浮標が見当たらなかった。例えば CCA 付近に浮標を目視したが、色が緑でなく赤だった。Twante Canal 入り口付近に赤い浮標を目視したが、これは海図に載っていない。
- モンキー・ポイント航路付近では浮標が目視できなかった。航路南の水域を通過したため距離が遠いためかもしれない。
- モンキー・ポイント付近のリーディングライトは目視できなかった。復路は夕暮れだったがリーディングライトらしき明かりは発見できなかった。また、浮標の明かりも認められなかった。
- 航路全域で海図にあるリーディングライトは発見できなかった。
- 浮標 Navigation Buoy DS から上流にある浮標はプラスチック製で新しい。それより下流の浮標は鋼製。
- Thilawa 付近浮標 LC は破損している。

- Middle Bank Channel の右岸上、海図に記載されている陸上の Post は Survey Beacon No.8 のみ確認できたが、他は見当たらない。おそらく河岸浸食により喪失・放棄されたのかもしれない。



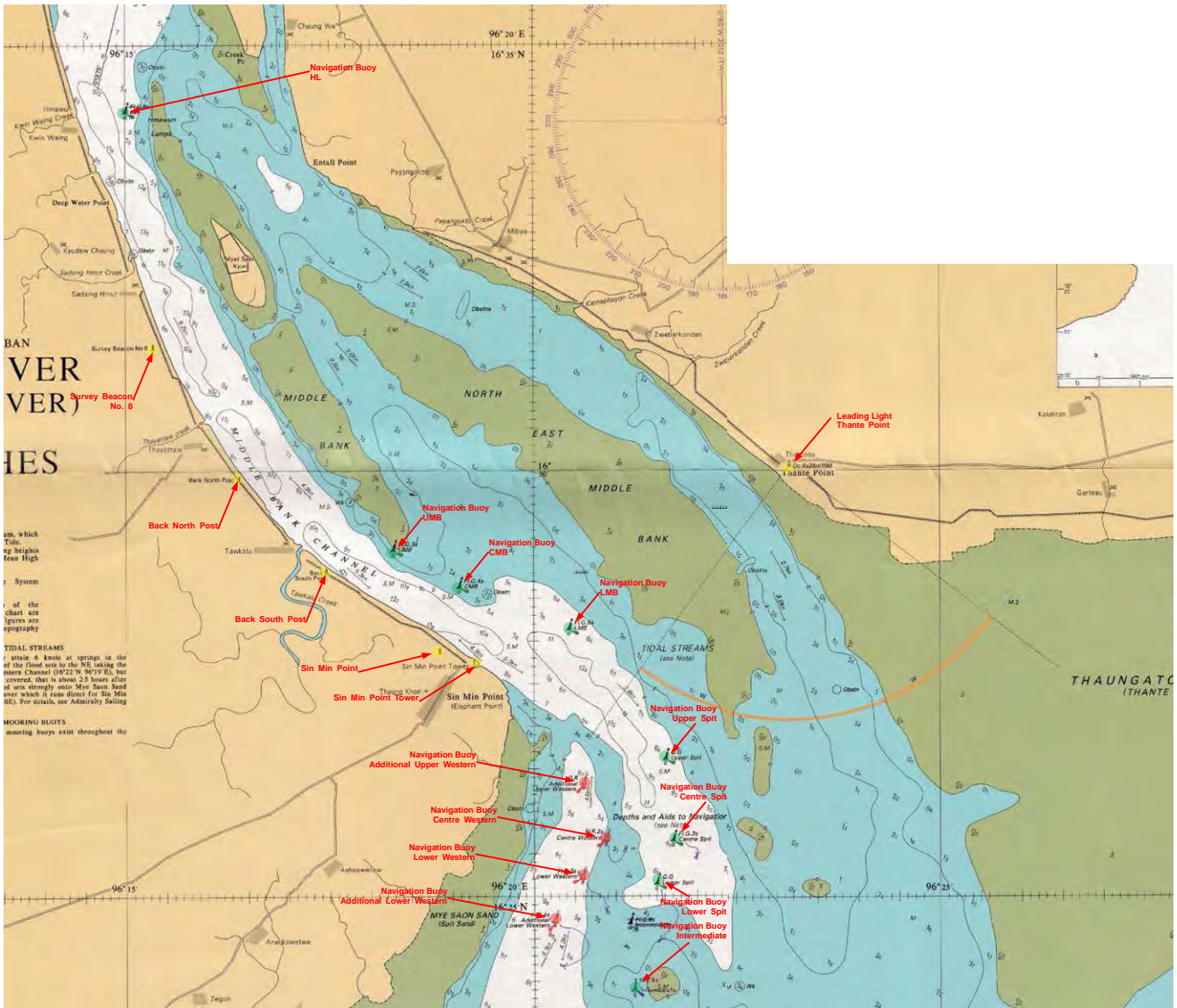
出典：JICA 調査団

図 2.5.4. 航路標識の位置図 (1)



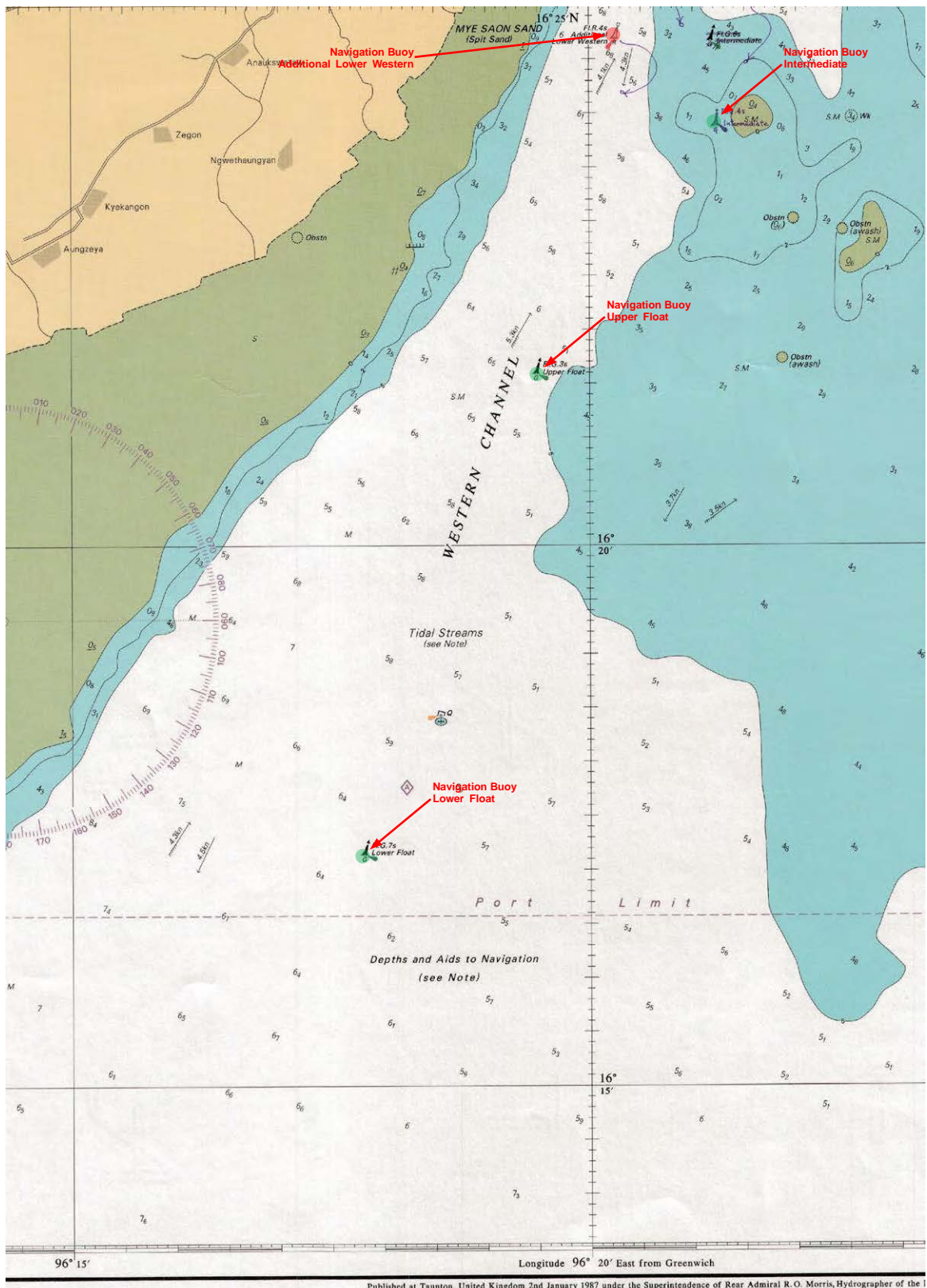
出典：JICA 調査団

図 2.5.5. 航路標識の位置図 (2)



出典：JICA 調査団

図 2.5.6. 航路標識の位置図 (3)



出典：JICA 調査団

図 2.5.7. 航路標識の位置図 (4)









表 2.5.2. 航路標識の現状

| Location | Navigation Facilities/Aids/Software | 2009 JICA Report | | | 2015 JICA Update | |
|------------------------------------|--|------------------|--------|---------|--------------------|-------------|
| | | Nos./ name/ Data | Rating | Remark | Visual exploration | Remark |
| Monkey Point Channel | Signal Station | 1 | 3 | | - | |
| | Tide Gauge | 1 | - | | - | |
| | Leading Light (Monkey Point) | 4 | 1 | damaged | - | |
| | Leading Light (Thalyin Point Front/Back) | 2 | - | | - | |
| | Navigation Buoy CCA | 1 | - | | not found | |
| | Navigation Buoy Assama | 1 | - | | - | |
| | Navigation Buoy LMP | 1 | 2 | | - | |
| Cross Sands Shoal and Channel | Navigation Buoy Cavatia | 1 | 2 | | - | |
| | Navigation Buoy Hasting | 1 | 2 | | - | |
| | Navigation Buoy Upper Liffey Sand | 1 | 2 | | ○ | |
| | Navigation Buoy Lower Liffey Sand b (LLS) | 1 | 2 | | ○ | |
| Chokey Shoal | Leading Light New Front/New Back | 2 | - | | - | |
| | Leading Light Front/Back | 2 | - | | - | |
| | Leading Light WT Front/Pivot/ST Front | 3 | - | | - | |
| | Navigation Buoy MC | 1 | 1 | damaged | not found | |
| | Navigation Buoy LC | 1 | 1 | | ○ | see picture |
| D'Silva Shoal | Navigation Buoy DS | 1 | 2 | | ○ | see picture |
| Hmawun Lumps | Navigation Buoy Hmawun | 1 | 2 | | ○ | see picture |
| | Navigation Buoy HL | 1 | 2 | | not found | |
| Middle Bank Channel | Leading Light Survey Beacon No.8 | 1 | - | | ○ | see picture |
| | Leading Light Back North Post | 1 | - | | not found | |
| | Leading Light Back South Post | 1 | - | | not found | |
| | Leading Light Sin Min Point | 1 | - | | - | |
| | Navigation Buoy UMB | 1 | 2 | | ○ | see picture |
| | Navigation Buoy CMB | 1 | 2 | | ○ | see picture |
| | Navigation Buoy LMB | 1 | 2 | | ○ | |
| Western Channel | Elephant Point Tower (Sin Min Point Tower) | 1 | 1 | damaged | not found | |
| | Leading Light Thante Point | 1 | - | | - | |
| | Navigation Buoy Upper Spit | 1 | 2 | | ○ | |
| | Navigation Buoy Center Spit | 1 | 2 | | ○ | |
| | Navigation Buoy Lower Spit | 1 | 2 | | - | |
| | Navigation Buoy Intermediate | 1 | 2 | | - | |
| | Navigation Buoy Additional Upper Western | 1 | 2 | | ○ | see picture |
| | Navigation Buoy Center Western | 1 | 2 | | ○ | see picture |
| | Navigation Buoy Lower Western | 1 | 2 | | ○ | |
| | Navigation Buoy Additional Lower Western | 1 | 2 | | - | |
| Elephant Point Chanel Outer Bar | Navigation Buoy Upper Float | 1 | 2 | | - | |
| | Navigation Buoy Lower Flaot | 1 | 2 | | - | |
| | Pilot Vessel | 1 | 2 | | - | |
| | Dagon Light Ship | 1 | 1 | damaged | - | |

Rating level - 1: Very bad condition (not working by damage or lost)
 Rating level - 2: Bad condition (working, but need to be repaired or replaced)
 Rating level - 3: Normal condition (working and no need for immediate repairing)
 Rating level - 4: Good condition (working, repaired or replaced within 10 years)
 Rating level - 5: Exelent condition (working, newly installed within 5 years)
 ○: Visual Inspection 2015

備考: 2009 JICA Report: JICA: ミャンマー国ヤンゴン港ティラワ地区港湾拡張事業準備調査報告書より引用。

出典: JICA 調査団

| | | |
|--|--|---|
|  <p>Navigation Buoy DS D'Silva Shoal (Thilawa Area) 2015/09/05</p> |  <p>Navigation Buoy LC Chokey Shoal (Thilawa Area) 2015/09/05</p> |  <p>Navigation Buoy Hmawun Hmawun Lumps 2015/09/05</p> |
|  <p>Navigation Buoy UMB Middle Bank Channel 2015/09/05</p> |  <p>Navigation Buoy CMB Middle Bank Channel 2015/09/05</p> |  <p>Navigation Buoy Additional Upper Western Western Channel, 2015/09/05</p> |
|  <p>Navigation Buoy Center Western Western Channel 2015/09/05</p> |  <p>Survey Beacon No.8 Middle Bank Channel 2015/09/05</p> | |

出典：JICA 調査団

図 2.5.8. 航路標識の現状写真

2.6. 船舶入出港方法

2.6.1. パイロットサービスの状況

現在 MPA に在籍しているパイロットの人数は 44 人であり、このうちヤンゴン港航路に従事しているのは 34 人である。(2015 年 8 月) ヤンゴン港航路でのパイロットの勤務サイクルは、まず、ヤンゴン港を出港する船舶に乗船してエレファント・ポイント沖のパイロット・ステーションまで行き、その日はパイロット・ステーションに 1 泊し、次の満潮で入港する船舶に乗船してヤンゴン港へ戻るといった行程でパイロテージを行っている。

入港船舶の場合、上げ潮の時間にエレファント・ポイントへ進入し、その後約 10 ノットの速度でモンキー・ポイントまで航行する。通常は、下げ潮が始まる前にモンキー・ポイント手前まで航行する。モンキー・ポイントは次の上げ潮を待ち通過する。モンキー・ポイントの通過条件は、日中の満潮時間、1 方向通過であるので、船舶の航行はモンキー・ポイントの通過時刻に合わせて計画する。エレファント・ポイントも 1 方向通過だが、モンキー・ポイントの通過時刻に合わせてため、場合によっては夜間の満潮時間に通過する。モンキー・ポイントとエレファント・ポイント以外の航路は対面交通で船舶のすれ違いも行う。

エレファント・ポイントでは、潮流が変化するため操船が難しい。入港船が進入する初期には南から北への流向だが、エレファント・ポイント進入後左へ曲がる地点で東から西への流向に変化する。

2011 年から 2014 年までのパイロットサービス回数は以下の表に示す通りである。入出港船のパイロテージに加えて岸壁間のシフティングのサービス回数が増えていることが分かる。

表 2.6.1. パイロットサービス回数

| | INWARD | OUTWARD | SHIFTING | Total |
|--------------|--------|---------|----------|-------|
| FY 2011-2012 | 1,866 | 1,864 | 2,687 | 6,417 |
| FY 2012-2013 | 2,157 | 2,160 | 2,942 | 7,259 |
| FY 2013-2014 | 2,216 | 2,204 | 3,169 | 7,589 |
| FY 2014-2015 | 2,235 | 2,237 | 3,296 | 7,768 |

出典：MPA

2.6.2. 入港船舶の航跡事例

入港船舶の航行経路、航行速度、キールクリアランス等を把握するために、実際に入港した船舶の船長にヒアリングを行い、入港方法について調査した。

(1) M.V. Fortune Tiger の場合

本船は一般貨物輸送船であり、2015年8月30日にエレファント・ポイントを通過してティラワ地区 MITT の岸壁に接岸した船舶である。船舶の諸元は以下の通りである。

| | |
|--------------------|---------------------|
| Name: | M. V. Fortune Tiger |
| LOA: | 189.99 m |
| Breadth: | 32.26 m |
| Depth: | 18.00 m |
| Design Load Draft: | 11.300 m |
| Fully Load Draft: | 12.826 m |
| Gross Tonnage: | 32,309 t |
| DWT: | 58,159 t |

本船の入港喫水は9mである。8月29日にパイロットステーション沖合10海里付近まで航海し、投錨して満潮時刻まで停船していた。

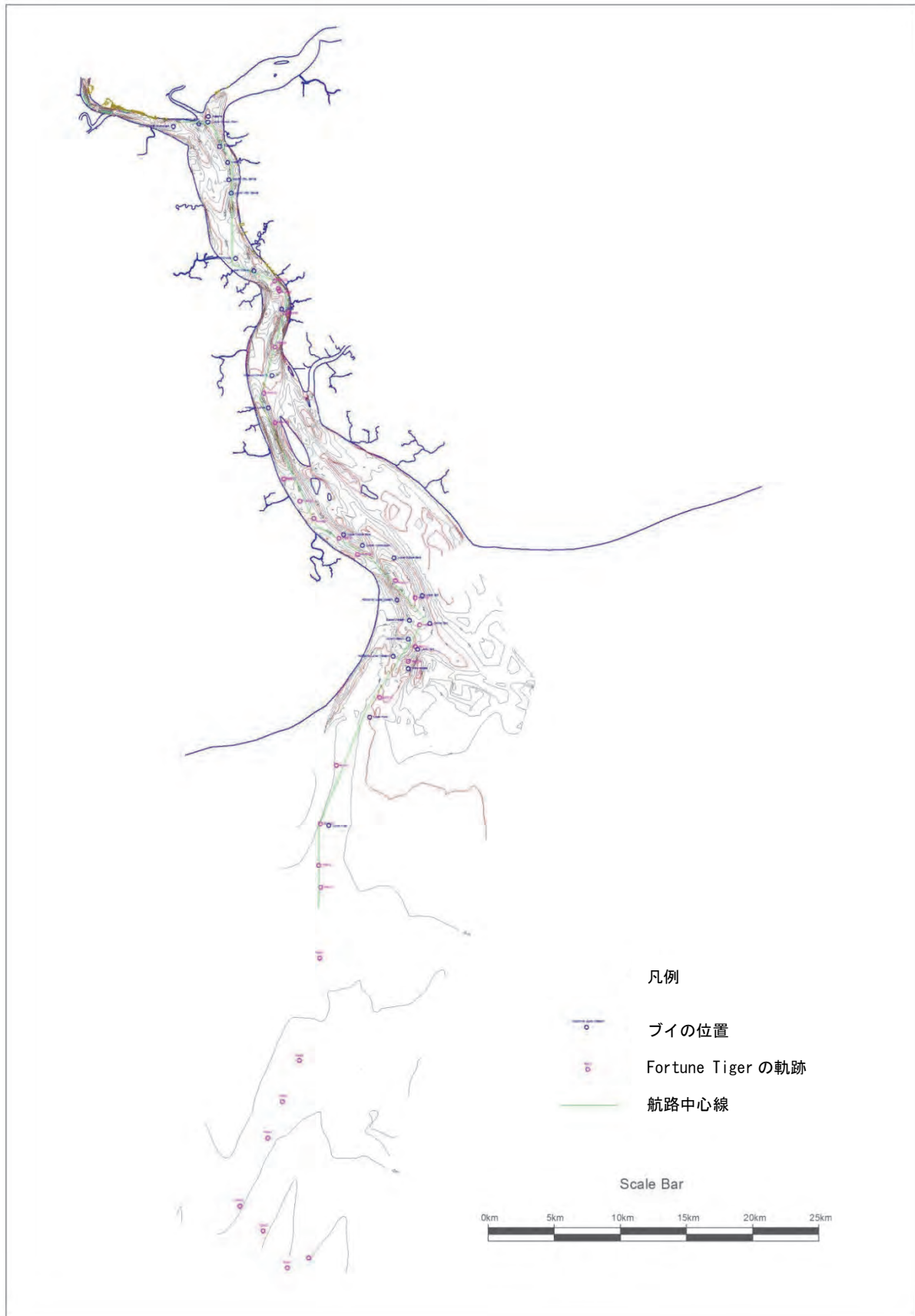
8月30日の満潮時刻は午後17:00であり、本船はエレファント・ポイントを満潮時に通過するため、同日正午に投錨位置を出発してパイロットステーションへ向かった。最初の航行速度は8~10ノットである。海域の水深が-8m前後で、航行時刻の潮位はまだ+1.5~2.5mであるため、キールクリアランスは十分でなく、50cm~1.0m程度で航海している。

13:50にパイロットが乗船し、パイロット指示のもとエレファント・ポイントへ向かう。航行速度は10~11ノットである。潮位が+3.5mから+5.5mまで上がる時間帯で、キールクリアランスは1m~2m程度の余裕がある。

14:50にエレファント・ポイントに進入、15:06に通過を終えている。通過時間は16分間で、航行速度は平均11.5ノットである。エレファント・ポイント通過経路を見ると、パイロットの指示が的確で、最も水深の深い位置を通過していることが分かる。通過時は潮位が+5.5m以上に上昇しているため、キールクリアランスは4m程度である。

その後はMITT岸壁付近まで航行速度10ノット程度で航海し、17:00にMITT岸壁前に投錨した。

航跡図と航行速度やキールクリアランスの計算表を以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 2.6.1. Fortune Tiger の航跡と水深図



出典：JICA 調査団

図 2.6.2. Fortune Tiger の航跡と水深図エレファント・ポイント付近

表 2.6.2. Fortune Tiger の航跡

| Location | Event | Point No. | Time | | N | | E | | From - To | Time | | Distance n.mile | Velocity Knot | Remarks | Depth (ACD) m | Tide (ACD) m | Ships Draft m | Water Depth m | Keel Clearance m | |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|------|-----|-----|-------|-------|-------|-----------|---------|------|--------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|------|
| | | | hr | min | deg | min | deg | min | | min | hr | | | | | | | | | |
| Anchorage - WP 32 | Anchor Awaigh | - | 12 | 00 | 15 | 59.42 | 96 | 17.02 | - | - | - | - | - | 12:00 | -8.9 | - | - | - | - | |
| | | 1 | 12 | 00 | 15 | 59.00 | 96 | 16.30 | - | - | - | - | - | Sea: Dir. SW, State 3 | -9.0 | - | - | - | - | |
| | | 2 | 12 | 20 | 16 | 00.50 | 96 | 15.25 | 1 - 2 | 20 | 0.33 | 1.831 | 5.5 | Visibility: 7 | -8.8 | 1.51 | 9.0 | 10.3 | 1.31 | |
| | | 3 | 12 | 30 | 16 | 01.50 | 96 | 14.25 | 2 - 3 | 10 | 0.17 | 1.414 | 8.5 | Weather: C | -7.9 | 1.61 | 9.0 | 9.5 | 0.51 | |
| | | 4 | 12 | 54 | 16 | 04.30 | 96 | 15.40 | 3 - 4 | 24 | 0.40 | 3.027 | 7.6 | Temp: 30 | -7.7 | 2.00 | 9.0 | 9.7 | 0.70 | |
| | | 5 | 13 | 06 | 16 | 05.80 | 96 | 16.00 | 4 - 5 | 12 | 0.20 | 1.616 | 8.1 | Wet: 28 | -7.5 | 2.27 | 9.0 | 9.8 | 0.77 | |
| | | 6 | 13 | 18 | 16 | 07.50 | 96 | 16.70 | 5 - 6 | 12 | 0.20 | 1.838 | 9.2 | | -7.3 | 2.59 | 9.0 | 9.9 | 0.89 | |
| | Pilot On Board (POB) | - | 13 | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | |
| WP 32 - 33 Western Channel | | 7 | 13 | 40 | 16 | 11.70 | 96 | 17.50 | 6 - 7 | 22 | 0.37 | 4.276 | 11.7 | | -6.7 | 3.25 | 9.0 | 10.0 | 0.95 | |
| | | 8 | 13 | 55 | 16 | 14.60 | 96 | 17.50 | 7 - 8 | 15 | 0.25 | 2.900 | 11.6 | | -6.5 | 3.74 | 9.0 | 10.2 | 1.24 | |
| | | 9 | 14 | 00 | 16 | 15.50 | 96 | 17.40 | 8 - 9 | 05 | 0.08 | 0.906 | 10.9 | | -6.7 | 3.91 | 9.0 | 10.6 | 1.61 | |
| | | 10 | 14 | 10 | 16 | 17.20 | 96 | 17.45 | 9 - 10 | 10 | 0.17 | 1.701 | 10.2 | | -6.9 | 4.25 | 9.0 | 11.2 | 2.15 | |
| | | Passing Lower Float Buoy | - | 14 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - |
| | | Passing Upper Float Buoy | - | 14 | 25 | 16 | 19.60 | 96 | 18.10 | 10 - 11 | 15 | 0.25 | 2.486 | 9.9 | | -6.8 | 4.77 | 9.0 | 11.6 | 2.57 |
| | | | 12 | 14 | 42 | 16 | 22.40 | 96 | 19.90 | 11 - 12 | 17 | 0.28 | 3.329 | 11.7 | | - | - | - | - | - |
| Elephant Point | | 13 | 14 | 50 | 16 | 23.90 | 96 | 21.10 | 12 - 13 | 08 | 0.13 | 1.921 | 14.4 | | -4.9 | 5.33 | 9.0 | 10.2 | 1.23 | |
| | | 14 | 14 | 55 | 16 | 24.50 | 96 | 21.40 | 12 - 13 | 08 | 0.13 | 1.921 | 14.4 | | -8.0 | 5.57 | 9.0 | 13.6 | 4.57 | |
| | | 15 | 15 | 00 | 16 | 25.40 | 96 | 21.55 | 13 - 14 | 05 | 0.08 | 0.671 | 8.0 | | - | - | - | - | - | |
| | | Passing CMB Buoy (Lower Spit ?) | - | 15 | 00 | - | - | - | - | 14 - 15 | 05 | 0.08 | 0.912 | 10.9 | | -5.7 | 5.72 | 9.0 | 11.4 | 2.42 |
| | | | 16 | 15 | 06 | 16 | 26.50 | 96 | 21.35 | 14 - 15 | 05 | 0.08 | 0.912 | 10.9 | | -7.4 | 5.87 | 9.0 | 13.3 | 4.27 |
| WP34 -35 Middle Bank Channel | | 17 | 15 | 12 | 16 | 27.20 | 96 | 20.50 | 15 - 16 | 06 | 0.10 | 1.118 | 11.2 | | - | - | - | - | - | |
| | | 18 | 15 | 20 | 16 | 28.25 | 96 | 18.88 | 16 - 17 | 06 | 0.10 | 1.101 | 11.0 | | -9.8 | 6.03 | 9.0 | 15.8 | 6.83 | |
| | | 19 | 15 | 28 | 16 | 28.90 | 96 | 18.08 | 17 - 18 | 08 | 0.13 | 1.935 | 14.5 | | -12.4 | 6.19 | 9.0 | 18.6 | 9.59 | |
| | | 20 | 15 | 34 | 16 | 29.70 | 96 | 17.00 | 18 - 19 | 08 | 0.13 | 1.031 | 7.7 | | -7.6 | 6.38 | 9.0 | 14.0 | 4.98 | |
| | | 21 | 15 | 43 | 16 | 30.40 | 96 | 16.40 | 19 - 20 | 06 | 0.10 | 1.340 | 13.4 | | -7.3 | 6.56 | 9.0 | 13.9 | 4.86 | |
| WP35 -36 | | 22 | 15 | 48 | 16 | 31.30 | 96 | 15.70 | 20 - 21 | 09 | 0.15 | 0.922 | 6.1 | | -7.8 | 6.67 | 9.0 | 14.5 | 5.47 | |
| | | 23 | 16 | 00 | 16 | 33.60 | 96 | 15.03 | 21 - 22 | 05 | 0.08 | 1.140 | 13.7 | | -8.5 | 6.82 | 9.0 | 15.3 | 6.32 | |
| | | 24 | 16 | 12 | 16 | 34.80 | 96 | 14.80 | 22 - 23 | 12 | 0.20 | 2.397 | 12.0 | 16:00 | -7.1 | 6.89 | 9.0 | 14.0 | 4.99 | |
| WP36 -37 | | 25 | 16 | 29 | 16 | 36.70 | 96 | 15.25 | 23 - 24 | 12 | 0.20 | 1.221 | 6.1 | Sea: Dir. SW, State 3 | -5.0 | 7.02 | 9.0 | 12.0 | 3.02 | |
| | | 26 | 16 | 43 | 16 | 38.10 | 96 | 15.65 | 24 - 25 | 17 | 0.28 | 1.953 | 6.9 | Visibility: 7 | -5.8 | 7.09 | 9.0 | 12.9 | 3.89 | |
| | | 27 | 16 | 54 | 16 | 39.00 | 96 | 15.40 | 25 - 26 | 14 | 0.23 | 1.456 | 6.2 | Weather: O | -12.5 | 7.09 | 9.0 | 19.6 | 10.59 | |
| Thilawa Water | Drop Anchor | - | 17 | 00 | 16 | 39.01 | 96 | 15.36 | 26 - 27 | 11 | 0.18 | 0.934 | 5.1 | Temp: 30 | -13.0 | 7.07 | 9.0 | 20.1 | 11.07 | |
| | Anchor Awaigh | - | 17 | 56 | - | - | - | - | 27 - 28 | 84 | 1.40 | 0.447 | 0.3 | Wet: 28 | -12.1 | 7.03 | 9.0 | 19.1 | 10.13 | |
| | | 28 | 18 | 18 | 16 | 39.40 | 96 | 15.20 | - | - | - | - | - | - | -12.3 | - | - | - | - | |
| | Departure Of Port (DOP) | - | 19 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

出典：JICA 調査団

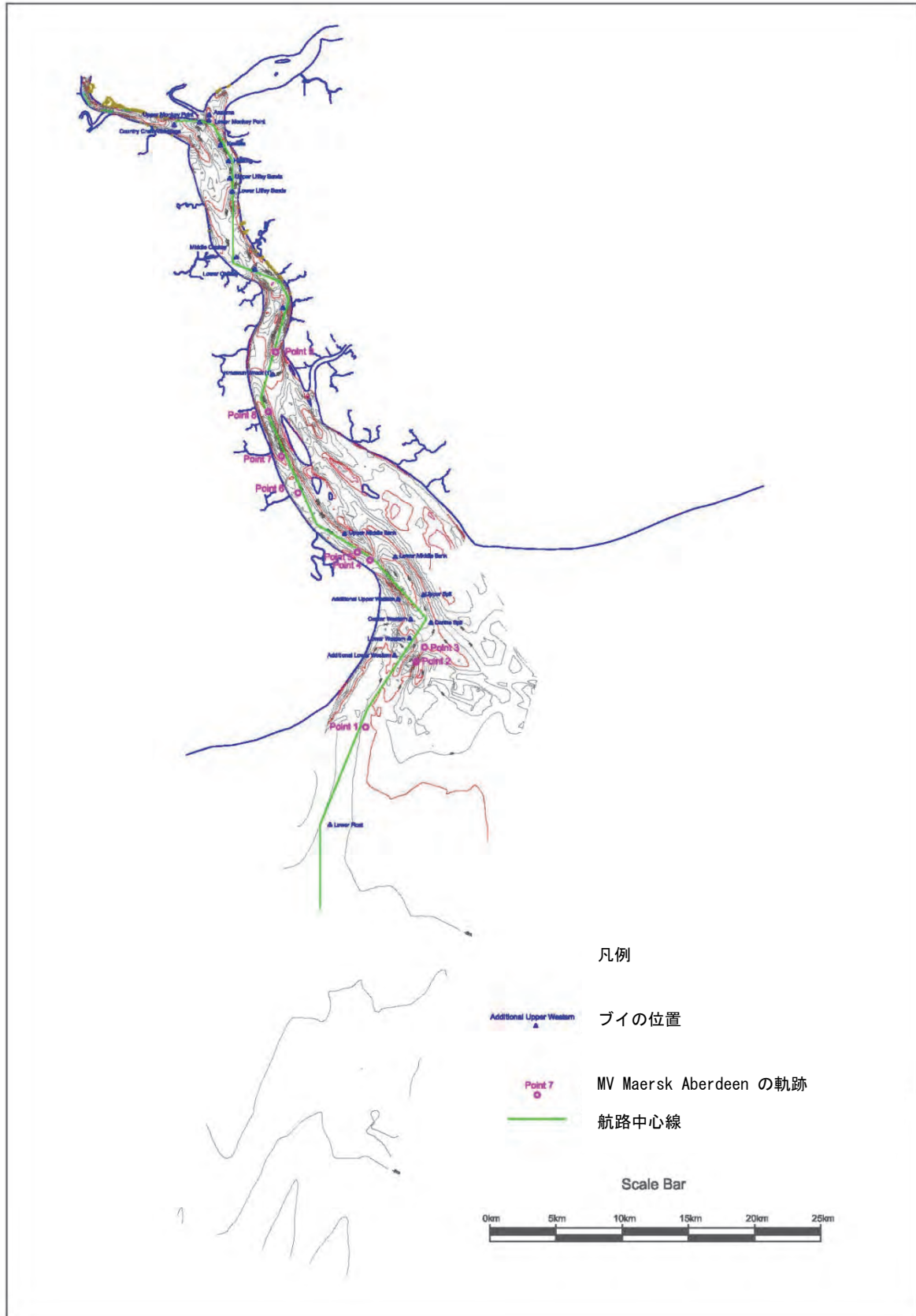
(2) M.V. Maersk Aberdeen の場合

本船は、コンテナ輸送船であり、2016年1月06日にエレファント・ポイントを通りヤンゴン港の岸壁に接岸した船舶である。船舶の諸元とエレファント・ポイントまでの経路は以下の通りである。

| | |
|--------------------|---------------------|
| Name: | M.V.Maersk Aberdeen |
| LOA | 155m |
| Breadth: | 25m |
| Depth: | 13.5m |
| Design Load Draft: | 9.713m |
| Fully Load Draft: | 9.713m |
| DWT: | 18,367 |

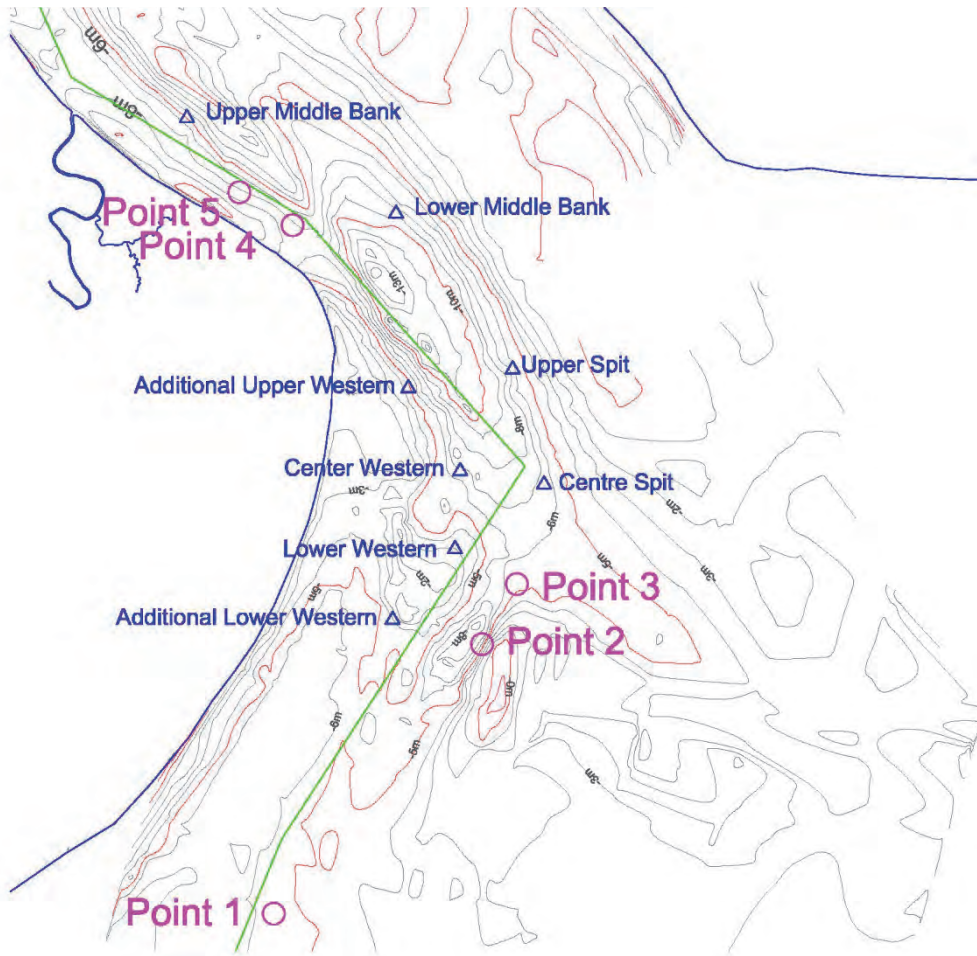
本船は、1月05日23時30分にパイロットと連絡を取り、1月6日11:36にパイロットが乗船した。パイロット指示のもとエレファント・ポイントへ向かう。12:36に Upper Float Buoy を通過した後（図 2.6.3.参照）、12.25knot の速度で航行し、12時50分に Intermediate Buoy を通過した。その後、水深がもっとも浅い Lower Spit Buoy を13:16に通過し、この時の速度は2.57knot のである。Point 1 から Point 4 までの通過に要した時間は約50分である。通過経路は M.V. Fortune Tiger と同様、最も水深の深い位置を通過していることが分かる（図 2.6.4 参照）。1月6日の満潮時刻は午後13:17で、満潮位は4.58mである。Upper Float Buoy~ Lower Spit Buoy を通過時の潮位は4.5m程度で、キールクリアランスは十分でなく、30cm~70cm程度で航海している。13:17の満潮で Lower Spit Buoy を超えて、エレファント・ポイントまでのキールクリアランスは2m程度である。

航跡図と航行速度やキールクリアランスの計算表を以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 2.6.3. Maersk Aberdeen の航跡と水深図



出典：JICA 調査団

図 2.6.4. Maersk Aberdeen の航跡と水深図 エレファント・ポイント付近

表 2.6.3. M.V. Maersk Aberdeen の航跡

| Point No. | Point name | Time | | N | | E | | From - To | Time | | Distance (km) | Velocity (knot) | Depth (m) | Tide (m) | Ship Draft (m) | Water depth (m) | Keel clearance (m) |
|-----------|--------------------|------|-----|-----|--------|-----|-------|-----------|------|------|---------------|-----------------|-----------|----------|----------------|-----------------|--------------------|
| | | hr | min | deg | min | deg | min | | min | hr | | | | | | | |
| 1 | Upper float bouy | 12 | 36 | 16 | 21.71 | 96 | 19.27 | - | - | - | - | - | -5.7 | 4.5 | 9.713 | 10.2 | 0.487 |
| 2 | Intermediate bouy | 12 | 50 | 16 | 23.87 | 96 | 21.37 | 1-2 | 14 | 0.23 | 5.47 | 12.65 | -5.9 | 4.52 | 9.713 | 10.42 | 0.707 |
| 3 | Lower spit bouy | 13 | 6 | 16 | 24.47 | 96 | 21.72 | 2-3 | 16 | 0.27 | 1.27 | 2.57 | -5.5 | 4.59 | 9.713 | 10.09 | 0.377 |
| 4 | Elephant point | 13 | 26 | 16 | 28.00 | 96 | 19.37 | 3-4 | 20 | 0.33 | 7.74 | 12.54 | -7.2 | 4.58 | 9.713 | 11.78 | 2.067 |
| 5 | CMB bouy | 13 | 36 | 16 | 28.32 | 96 | 18.82 | 4-5 | 10 | 0.17 | 1.14 | 3.71 | -7.3 | 4.55 | 9.713 | 11.85 | 2.137 |
| 6 | Thayettan creek | 13 | 50 | 16 | 30.71 | 96 | 16.27 | 5-6 | 14 | 0.23 | 6.33 | 14.65 | -8.6 | 4.51 | 9.713 | 13.11 | 3.397 |
| 7 | Sading HMWT creek | 14 | 0 | 16 | 32.19 | 96 | 15.55 | 6-7 | 10 | 0.17 | 3.02 | 9.78 | -11 | 4.49 | 9.713 | 15.49 | 5.777 |
| 8 | Kwin waing | 14 | 6 | 16 | 34.01 | 96 | 14.96 | 7-8 | 6 | 0.10 | 3.52 | 18.99 | -8.9 | 4.45 | 9.713 | 13.35 | 3.637 |
| 9 | Ship breaking yard | 14 | 23 | 16 | 36.465 | 96 | 15.24 | 8-9 | 17 | 0.28 | 4.56 | 8.69 | -10.1 | 4.35 | 9.713 | 14.45 | 4.737 |

出典：JICA 調査団

2.7. 沈船等航路障害物

2.7.1. 深浅測量結果からみた航路上の沈没船と障害物

2008年5月に発生したサイクロナルギスによるヤンゴン港内の沈没船及び障害物の位置は、JICAにより2008年に実施された「ヤンゴン港深浅測量調査」により既に判明している。MPAを含むミャンマー国政府は、その後撤去された沈没船や障害物の位置を把握している。

2015年11月から12月にかけて実施された雨季後のMPAが設定している航路中心線に沿った深浅測量結果を見る限り、航路中心線の周辺（航路中心線から左右150m、延長約72kmの範囲）には明確な沈没船や障害物は見当たらない。

しかしながら、エレファント・ポイントにおける深浅測量結果（雨季前のカラーマップ、次図2.7.1参照）を見ると、トランシットラインの西側に3ヶ所の凹地が見られる。この凹地の形状は長さが約200m、幅が約50mの楕円形を呈している。

図2.7.2は、雨季前のエレファント・ポイントにおける3ヶ所の凹地を示したカラーマップである。

この3ヶ所の凹地の長軸は北北西～南南東の方向で、3ヶ所とも同一方向を示している。また、パッケージ2の自然条件調査におけるエレファントポイント付近における流向／流速観測の結果では、エレファント・ポイント付近におけるヤンゴン川の流行は概ね150°を示している。

従って、エレファント・ポイントにおけるヤンゴン川の流向と、3ヶ所の凹地の長軸方向は概ね一致している事になる。また、3ヶ所の凹地の上流側は深く、下流側になるに従って上流側より浅くなっている。

MPAにより作成されたエレファント・ポイントにおける縮尺1/35,000深浅図（2015年1月作成）には、航路中心線の西側に沈没船の記号が記載されている。

このMPAにより作成された縮尺1/35,000深浅図に記載されている沈没船の位置を、今回の深浅測量の成果であるカラーマップ上に表示するには、沈没船の位置（緯度及び経度）を図面上で測定し、UTM座標値に変換する必要がある。

表2.7.1はMPAが作成した縮尺1/35,000深浅図上に記載されている沈没船の位置（緯度・経度）をUTM座標値に変換した結果を示したものである。

表 2.7.1. MPA が作成した縮尺 1/35,000 深浅図に記載されている沈没船記号の座標値の変換結果

| Item | Location | | Note |
|---|------------------------|------------|--------------------------------|
| Location of sunken ship indicated on bathymetric map of MPA | Longitude/Latitude | | Ellipsoid: WGS-84 |
| | 16°25'18"N | 96°20'57"E | |
| | Horizontal coordinates | | |
| | E (m) | N (m) | Ellipsoid: WGS-84 |
| | 216,900 | 1,817,431 | Projection: UTM Zone, No. 47 N |

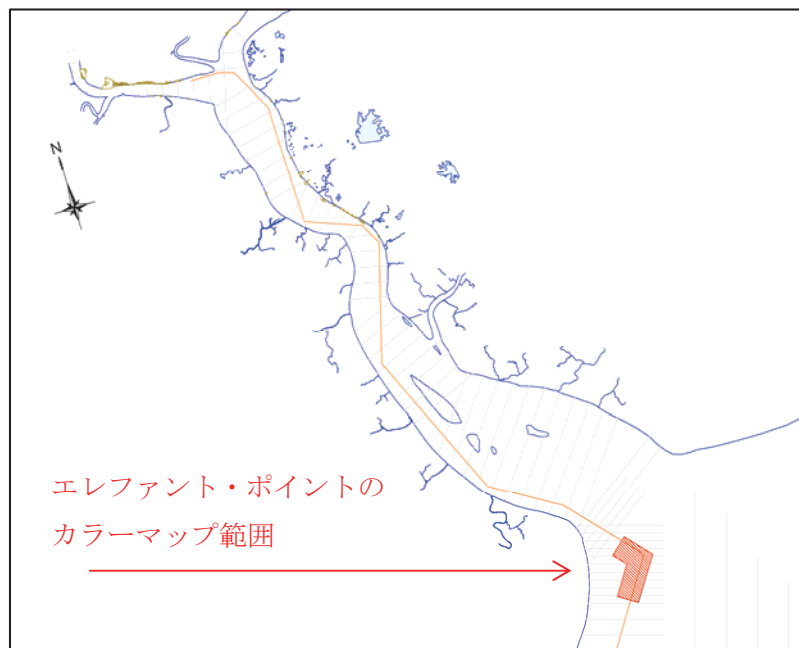
出典：調査団

図 2.7.2.の赤丸印 (○) は、UTM 座標に変換された座標値に基づいて MPA により作成された縮尺 1/35,000 深浅図上に記載されている沈没船記号の位置である。オレンジ色の線は MPA から提供された資料に基づく航路中心線の線である。

MPA により作成された縮尺 1/35,000 深浅図に記載されている沈没船記号の位置は、カラーマップ上の 3ヶ所の凹地の 1ヶ所と一致する事がわかる。

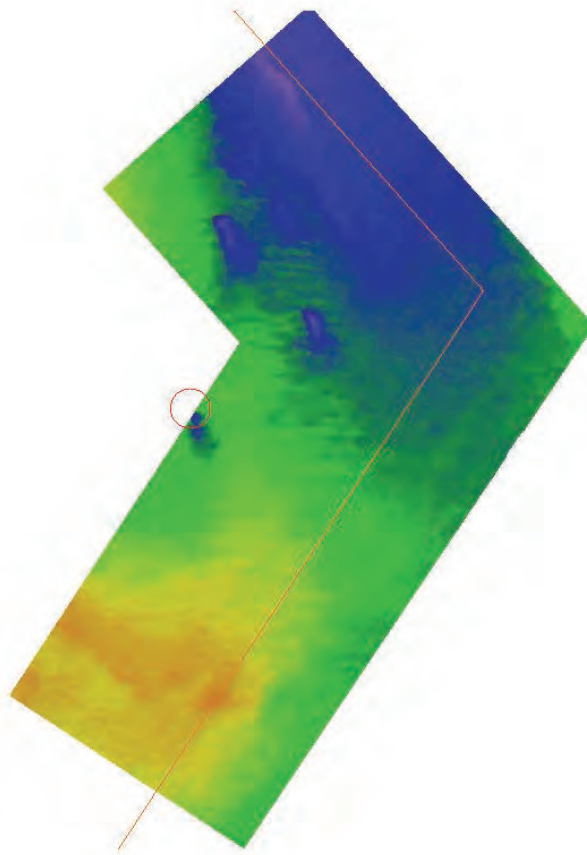
上記の結果を踏まえると、カラーマップ上に見られる 3ヶ所の凹地の上流側に何らかの障害物が存在し、ヤンゴン川の流れにより障害物の下流側が洗掘されることにこれらの凹地が生じたと考えられる。

また、3つの凹地の内、1ヶ所は MPA により作成された縮尺 1/35,000 深浅図の沈没船の位置と一致することから、この場所には沈没船が存在していると考えられる。エレファント・ポイントで実施したカラーマップ（マルチビーム測量）範囲を次図 2.7.1 に示す。



出典：調査団

図 2.7.1. エレファント・ポイントで実施したカラーマップ（マルチビーム測量）範囲



- MPA の深浅測量図に示される沈没船の位置
- MPA が設定している航路中心線

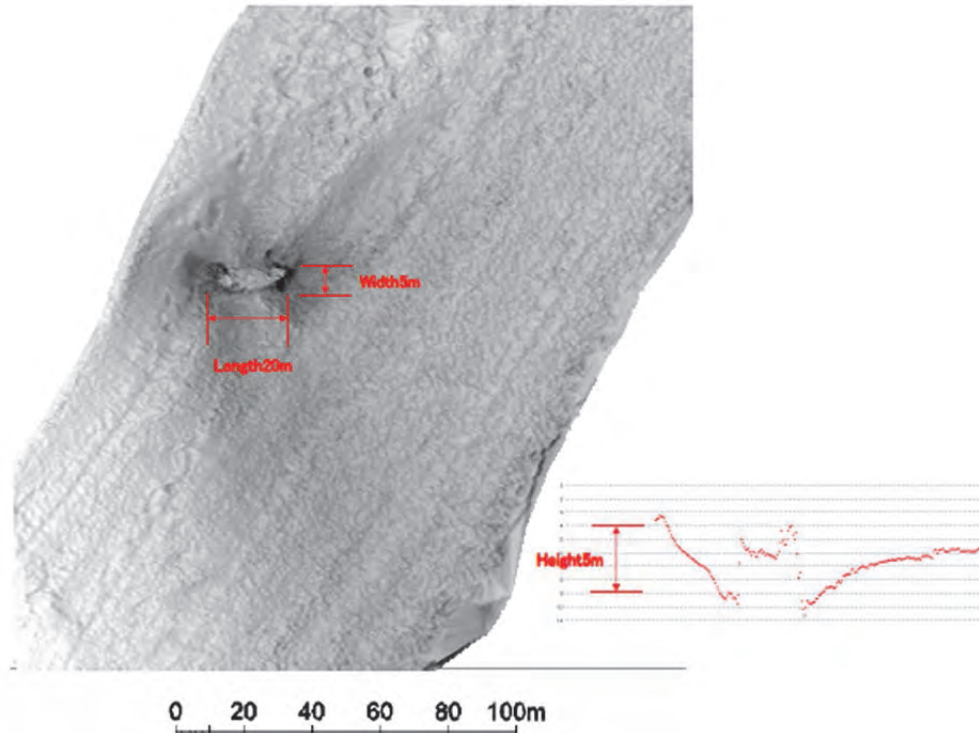
出典：調査団

図 2.7.2. 雨季前のカラーマップと MPA の深浅図上に表示されている沈没船の位置

次図 2.7.3 は、雨季後のエレファント・ポイントの深浅測量データ（2015 年 11 月 22 日に実施されたマルチビーム測深システムによる観測データ）を基にして、沈没船が存在する範囲を視覚化したものである。

視覚化された画像上に示されている物体の形状から、この地点には明らかに沈没船が存在していると判断する事できる。また、沈没船の形状等は概ね以下のとおりであることがわかる。

- | | | |
|----|----------------|----------|
| 1) | 想定される沈没船の船幅 | 概ね 5 m |
| 2) | 想定される沈没船の船長 | 概ね 25 m |
| 3) | 沈没船が沈んでいる場所の水深 | 概ね - 9 m |
| 4) | 沈没船の最上部の水深 | 概ね - 4 m |



出典：調査団

図 2.7.3. エレファント・ポイントの沈没船（2015年11月22日観測）

これらの3ヶ所の凹地は航路中心線の西側概ね500mの距離にあることから、船舶の航行上は大きな障害ではないと考えられる。

しかしながら、残りの2ヶ所の凹地に関してはMPAにより作成された縮尺1:35,000深淺図上には沈没船等に該当する記号はないことから、これらの2ヶ所に何が存在しているかについては調査が必要と考えられる。

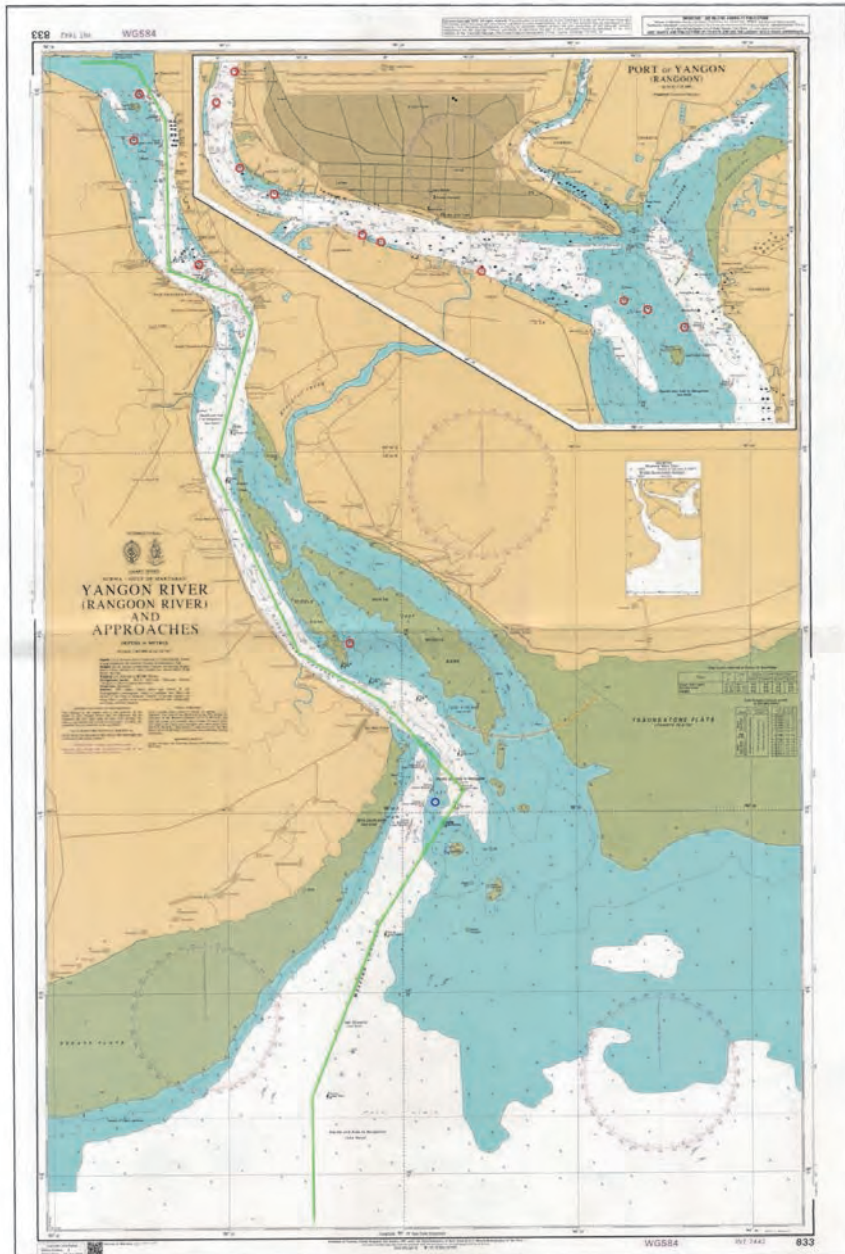
2.7.2. 既存の海図上に示されている沈没船

既存の海図（International Chart Series 833 Yangon River (Rangoon River and Approaches), Edition Number 3, Edition Date 1st August 2013）には、モンキー・ポイントとヤンゴン川河口部の間には7ヶ所に沈没船記号が記載されている。沈没船の記号は図2.7.4の赤丸印（○）に示されている。

MPAにより作成された縮尺1/35,000深淺図に記載されている沈没船記号は図2.7.4上で青丸印（○）で示されている。しかしながら、既存の海図には青丸印に相当する位置には沈没船記号は記載されていない事がわかる。

青色の線はMPAから提供された資料に基づいて記入された航路中心線である。既存の海図及び縮尺1/35,000深淺図に記載されている沈没船記号は、いずれも航路中心線から離れた位置にあることがわかる。

従って、これらの沈没船はヤンゴン川の航路中心線に沿って航行する船舶の航行上においてはそれほど障害にはなっていないと考えられる。



注 記

- MPAの深淺図に記載されている沈没船の位置
 - 本海図上に記載されている沈没船の位置
- 航 路

縮尺記号



出典 : International Chart Series, Yangon River and Approaches 833
Edition Number : 3、Edition Date : 1st August 2013

図 2.7.4. 既存海図上に示された沈没船の位置