

ガイアナ国
ジョージタウン市排水能力
情報収集・確認調査

最終報告書

平成 29 年 10 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

中南
JR
17-016

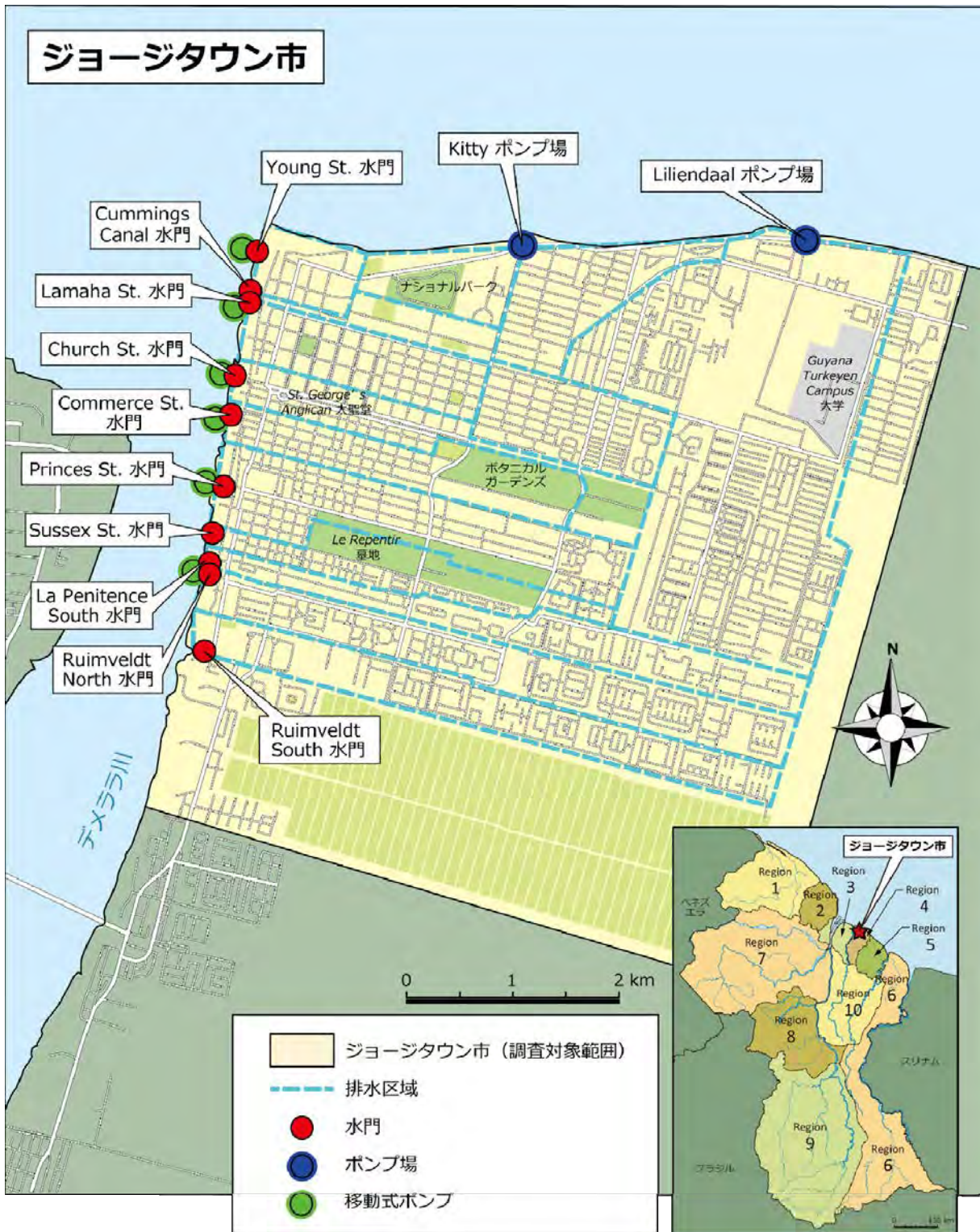
ガイアナ国
ジョージタウン市排水能力
情報収集・確認調査

最終報告書

平成 29 年 10 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル



出典：NDIA 報告書 (Modeling of Floods in Georgetown (2015)) を基に調査チームが作成

調査対象地域位置図

現地写真集 【1/2】



Liliendaal ポンプ場



Kitty ポンプ場



Young St 水門と移動式ポンプ



Cummings 水門



Cummings 排水路



Lamaha St.水門と移動式ポンプ



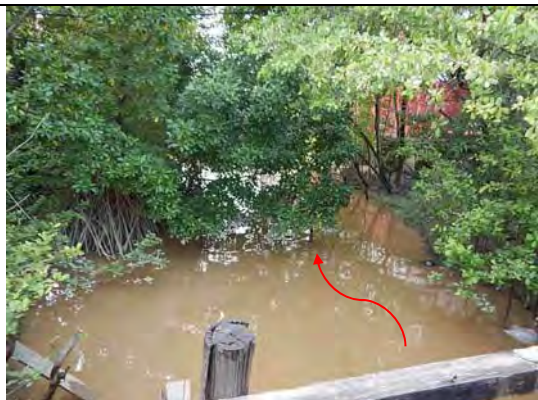
Church St.水門と移動式ポンプ



Commerce St 水門と移動式ポンプ

→ 流れの方向

現地写真集 【2/2】



Commerce St.排水路



Princess St.水門



Princess St.排水路



Sussex St.水門



La Penitence South 水門



La Penitence South 排水路



Ruimveldt North 水門



Ruimveldt South 排水路

→ 流れの方向

目 次

位置図／写真

目次

図表写真リスト／略語集

第 1 章	ジョージタウン市の排水システムに係る現況	1-1
1.1	業務の背景	1-1
1.2	洪水被害状況	1-2
1.2.1	洪水被害履歴・経済的損失等	1-2
1.2.2	気候変動予測	1-4
1.3	排水システムに係る基本データ	1-5
1.3.1	気象・水文	1-5
1.3.2	地形・標高	1-10
1.3.3	既存排水施設の現況	1-12
1.3.4	排水システムの運営維持管理状況	1-19
1.3.5	既存のジョージタウン市における洪水解析結果概要	1-21
1.4	排水システム改善および洪水対策に係る取組現況	1-24
1.4.1	国家レベルおよび地方レベルにおける政策・戦略、法規・制度、計画、 枠組・体制、基準、予算	1-24
1.4.2	関連機関の役割・責務	1-34
1.4.3	他ドナーの支援状況	1-44
1.5	都市開発計画と排水システムの関連性	1-51
1.5.1	都市開発計画	1-51
1.5.2	道路計画	1-54
1.5.3	環境影響評価	1-55
1.6	地下水および地盤沈下と洪水の関連性	1-57
1.6.1	地下水の利用・管理状況	1-57
1.6.2	地盤標高データ	1-58
1.6.3	今後の観測計画方針案	1-60
第 2 章	ジョージタウン市の排水システムに係る課題	2-1
2.1	洪水の主な要因	2-1
2.1.1	海面上昇	2-1
2.1.2	都市化・開発行為・不法住居者等の人為的な排水路の閉塞・狭小化	2-2
2.1.3	土砂堆積や植生繁茂による排水路流下能力の低下	2-4
2.2	排水システムの現状に関する課題	2-5
2.2.1	既存排水システムの能力不足	2-5

2.2.2	排水施設（排水路・水門・ポンプ場）の老朽化、維持管理不足	2-6
2.2.3	水門・ポンプ施設の手動操作による開閉操作の制限	2-7
第3章	排水改善対策（案）	3-1
3.1	ジョージタウン市の排水改善のための対策案の提案	3-1
3.1.1	既存施設の機能回復策	3-1
3.1.2	将来の排水改善策（案）	3-5
3.1.2.1	基本方針	3-5
3.1.2.2	計画立案の自然条件	3-6
3.1.2.3	将来の排水改善策の提案	3-10
3.1.2.4	排水改善策（案）の優先度	3-19
3.2	活用可能性のある本邦技術（工法）	3-21
3.3	ジョージタウン市の洪水解析	3-22
3.4	JICAの協力案の検討及び提案	3-25
3.4.1	要請内容の妥当性の検証	3-25
3.4.2	要請内容を踏まえた機材供与の検討	3-27
3.4.3	「排水路改修」および「水門改築・ポンプ場整備」における地区的な優先度	3-28

[資料]

- 資料1. 調査団員・氏名
- 資料2. 調査行程
- 資料3. 関係者（面会者）リスト
- 資料4. ジョージタウン市における排水改善事業に活用可能性のある技術・経験
- 資料5. 将来的に実施すべき排水改善策（案）（ハード対策）一覧

表 一 覧

表 R 1.2.1	ガイアナ国の主な洪水被害（1971年～2016年）	1-2
表 R 1.2.2	2005年1月洪水による被害損失額の概要	1-3
表 R 1.2.3	ガイアナ国における気候変動に係る主な取組み	1-4
表 R 1.3.1	日最大降雨量、月最大降雨量、年降雨量の順位（1886年～2016年）	1-8
表 R 1.3.2	MARAD-MPIが行ったMSLの解析結果	1-10
表 R 1.3.3	MARAD-MPIが行った海水面の解析結果	1-10
表 R 1.3.4	M/P(1994)で測量した横断面数	1-13
表 R 1.3.5	現地再委託で実施した測量内容	1-14
表 R 1.3.6	既存水門・排水ポンプ施設の概要	1-17
表 R 1.3.7	既存水門・排水ポンプ施設の運営状況	1-20
表 R 1.3.8	既存水路・水門・排水ポンプ施設の維持管理状況	1-21
表 R 1.3.9	NDIA報告書（2015）における洪水解析条件に関するヒアリング結果	1-22
表 R 1.3.10	排水施設能力一覧表（既存施設とNDIA提案施設）	1-22
表 R 1.4.1	排水システムの改善および洪水対策に係る政策・戦略、法規・制度、計画、 枠組・体制、基準	1-24
表 R 1.4.2	排水システム改善および洪水対策に係る政策・戦略	1-25

表 R 1.4.3	排水システム改善および洪水対策に係る法規・制度	1-27
表 R 1.4.4	排水システム改善および洪水対策に係る計画	1-28
表 R 1.4.5	Damage Assessment & Needs Analysis Plan (2010)における 段階的な被害評価レポートの概要	1-28
表 R 1.4.6	Disaster Risk Reduction Platform メンバー	1-29
表 R 1.4.7	洪水および自然災害に係る体制	1-30
表 R 1.4.8	自然災害に係る基準	1-32
表 R 1.4.9	農業分野における統合災害リスク管理活動計画 (案)	1-32
表 R 1.4.10	環境管理に関する統合災害リスク管理活動計画 (案)	1-33
表 R 1.4.11	主要関連機関の予算状況	1-34
表 R 1.4.12	排水システム改善に係る関連機関の役割・責務	1-34
表 R 1.4.13	近年の排水改善に係る MOC からジョージタウン市への資金援助状況	1-38
表 R 1.4.14	NTFC のジョージタウン市排水改善に関する Short-Term プログラム	1-43
表 R 1.4.15	DRR チームの提案内容および活動のための概算費用	1-45
表 R 1.4.16	CAP で提案された事業概要とその費用	1-47
表 R 1.4.17	Flood Risk Management Project の各コンポーネントの内容と実施費用	1-48
表 R 1.4.18	Cunha Canal Rehabilitation Project の各コンポーネントの内容と実施費用	1-48
表 R 1.4.19	OCC への国際機関からの支援概要	1-50
表 R 1.5.1	近年のジョージタウン市の開発計画に係る概要	1-51
表 R 1.6.1	国家基準点の標高測量結果	1-59
表 R 1.6.2	国家基準点の標高測定差	1-60
表 R 1.6.3	地盤観測計画の概要	1-61
表 R 2.1.1	海水面の上昇	2-1
表 R 2.1.2	地盤沈下を考慮したジョージタウン市における海水面の上昇率	2-1
表 R 2.2.1	既存排水施設の設置・建設時期、修繕履歴	2-6
表 R 2.2.2	排水施設耐用年数の目安	2-6
表 R 3.1.1	優先的に浚渫作業を行うべき箇所	3-3
表 R 3.1.2	応急的な修繕が必要な既存水門	3-4
表 R 3.1.3	修繕が必要な移動式排水ポンプ	3-5
表 R 3.1.4	洪水主要因、排水システムの課題を解決するための対策工	3-6
表 R 3.1.5	1次排水路の排水区域面積 (調査団)	3-7
表 R 3.1.6	確率降雨	3-8
表 R 3.1.7	SCS Hypothetical Storm における 24 時間降雨量累加曲線	3-10
表 R 3.1.8	計画降雨量	3-11
表 R 3.1.9	用途別流出係数	3-12
表 R 3.1.10	計画雨水流出量の算定結果	3-12
表 R 3.1.11	将来的に整備すべき排水施設	3-13
表 R 3.1.12	整備すべき排水路の緒元	3-13
表 R 3.1.13	排水路及びポンプ場の概略コスト算定結果	3-14
表 R 3.1.14	貯留施設の概略コストの算定結果	3-16
表 R 3.1.15	排水施設の年間維持管理費の概略算定結果	3-17
表 R 3.1.16	維持管理調達機材一覧表	3-18
表 R 3.1.17	評価項目の考え方	3-19
表 R 3.1.18	整備計画 (案) における優先順位	3-19
表 R 3.1.19	排水改善対策の優先度	3-20
表 R 3.2.1	活用可能性のある本邦技術 (工法)	3-21
表 R 3.3.1	NDIA 報告書 (2015) と本調査の洪水解析条件比較表	3-22
表 R 3.3.2	洪水解析ケース一覧表	3-23
表 R 3.4.1	機材調達内容	3-25
表 R 3.4.2	施設建設内容	3-26

表 R 3.4.3	要請内容を踏まえた検討（施設・機材混合案件の場合）	3-27
表 R 3.4.4	要請内容を踏まえた検討（機材供与の場合）	3-28
表 R 3.4.5	ジョージタウン市内排水区を 4 地区に分割した場合の排水改善優先度	3-29
表 R 3.4.6	将来的な水門改築・ポンプ場整備における地区的な優先度	3-30
表 R 3.4.7	将来的な排水路改修における地区的な優先度	3-30

図 一 覧

図 R 1.2.1	ヒアリング調査結果によるジョージタウン市の浸水頻発地域	1-3
図 R 1.3.1	ジョージタウン市における気象・潮位観測所位置	1-6
図 R 1.3.2	ジョージタウン市の平均月降雨（1886 年～2016 年）	1-7
図 R 1.3.3	各年の日最大降雨量、月最大降雨量、年降雨量の推移（1886 年～2016 年）	1-8
図 R 1.3.4	ジョージタウン市における、日最高気温、日最低気温、相対湿度（2007 年～2016 年）	1-9
図 R 1.3.5	ジョージタウン市における潮位観測結果（2007 年 1 月 22 日～2017 年 1 月 28 日）	1-9
図 R 1.3.6	ジョージタウン市の標高データ（Lidar データ）	1-11
図 R 1.3.7	ジョージタウン市の基準点の位置図	1-11
図 R 1.3.8	Modern Market Wharf 地点のボーリング柱状図	1-12
図 R 1.3.9	ジョージタウン市内の排水路・取水路配置図	1-13
図 R 1.3.10	2 次・3 次排水路における簡易測量位置図（350 地点）2016 年	1-14
図 R 1.3.11	代表的な横断測量結果（1 次排水路）（1）	1-15
図 R 1.3.12	代表的な横断測量結果（1 次排水路）（2）	1-16
図 R 1.3.13	1 次排水路の流域区分図	1-23
図 R 1.3.14	流出ハイドログラフと洪水解析結果（5 年確率、現況排水施設）	1-23
図 R 1.4.1	ガイアナ国の災害リスク管理体制	1-26
図 R 1.4.2	ガイアナ国の災害リスク管理に係る組織	1-26
図 R 1.4.3	National Integrated Disaster Risk Management Plan と他の計画との関係	1-29
図 R 1.4.4	被害評価データのフロー図	1-30
図 R 1.4.5	国家早期警報システム手順（案）	1-31
図 R 1.4.6	国家早期警報システム管理の構造	1-31
図 R 1.4.7	MOA の組織図	1-36
図 R 1.4.8	NDIA の組織図	1-37
図 R 1.4.9	HS-MOA の組織図	1-37
図 R 1.4.10	WSG-MPI の組織図	1-38
図 R 1.4.11	EPA-MONR の組織図	1-39
図 R 1.4.12	OCC-MOP の組織図	1-40
図 R 1.4.13	GL&SC の組織図	1-41
図 R 1.4.14	CDC の組織図	1-41
図 R 1.4.15	GWJ の組織図	1-42
図 R 1.4.16	NTFC の組織図	1-42
図 R 1.4.17	CAP で作成した 2005 年洪水の浸水図	1-46
図 R 1.4.18	EDWC 水理解析モデル	1-47
図 R 1.4.19	Cunha Canal の改修断面	1-48
図 R 1.4.20	IDB が実施した洪水シミュレーション結果例	1-49
図 R 1.5.1	ジョージタウン市の開発計画（Greater Georgetown Development Plan 2001-2010）	1-51
図 R 1.5.2	Central Georgetown の境界線	1-52
図 R 1.5.3	ジョージタウン市の境界線	1-52
図 R 1.5.4	過去のジョージタウン市の開発計画	1-53

図 R 1.5.5	Development of Land Use Planning Project で作成した 国家土地利用計画図のサンプル.....	1-54
図 R 1.5.6	EIA が必要でない場合の環境審査手順 (約 2 ヶ月)	1-55
図 R 1.5.7	EIA が必要な場合の環境審査手順 (約 1 年)	1-56
図 R 1.6.1	ジョージタウン市付近の地層縦断図.....	1-58
図 R 1.6.2	GL&SC から提供された国家基準点位置.....	1-59
図 R 1.6.3	地盤標高観測位置図.....	1-61
図 R 2.1.1	洪水解析結果 (排水路から雨水が溢れている箇所のみを表示)	2-2
図 R 2.1.2	1 次排水路 (水路床) の縦断図.....	2-4
図 R 3.1.1	狭小化された排水路断面の拡幅・拡張.....	3-1
図 R 3.1.2	Liliendaal ポンプ場調整池流入部の拡幅.....	3-2
図 R 3.1.3	排水路内の土砂堆積や植生繁茂の撤去.....	3-2
図 R 3.1.4	浸水頻発地域、排水路からの氾濫箇所および水路・流域の位置図.....	3-3
図 R 3.1.5	雨水排水対策手法の分類.....	3-6
図 R 3.1.6	ジョージタウン市内の排水区域 (調査団)	3-7
図 R 3.1.7	NDIA 降雨解析結果 (1886 年～2015 年の降雨データで算定)	3-8
図 R 3.1.8	調査団の降雨解析結果 (1886 年～2016 年 12 月の降雨データで算定)	3-8
図 R 3.1.9	5 年確率降雨におけるハイエトグラフ (NDIA 報告書 (2015))	3-9
図 R 3.1.10	USA における 24 時間降雨量曲線のタイプと適用地域.....	3-9
図 R 3.1.11	24 時間降雨量曲線の Type II と Type III におけるハイエトグラフの比較 (5 年確率降雨)	3-10
図 R 3.1.12	排水路の標準断面図 (例)	3-13
図 R 3.1.13	貯留施設概念図.....	3-15
図 R 3.1.14	ジョージタウン市における主要な貯留施設候補地.....	3-15
図 R 3.1.15	ジョージタウン市の開発計画 (Greater Georgetown Development Plan 2001-2010) に含まれる排水計画.....	3-17
図 R 3.3.1	5 年確率降雨におけるハイエトグラフ.....	3-22
図 R 3.3.2	洪水解析結果 (ケース 1 : 現況) (浸水面積 : 19.3km ²)	3-23
図 R 3.3.3	洪水解析結果 (ケース 2 : 要請ベース案) (浸水面積 : 15.9km ²)	3-24
図 R 3.3.4	洪水解析結果 (ケース 3 : 将来の目標) (浸水面積 : 8.8km ²)	3-24
図 R 3.4.1	ジョージタウン市内排水区エリア分け (調査団)	3-29

写 真 一 覧

写真 R 1.2.1	近年におけるジョージタウン市の内水氾濫の様子.....	1-2
写真 R 1.2.2	高波が防潮堤を越える様子(2013 年).....	1-4
写真 R 1.3.1	気象観測所に設置された雨量計.....	1-6
写真 R 1.3.2	潮位観測所.....	1-6
写真 R 1.3.3	基準点の状況.....	1-12
写真 R 2.1.1	人為的な排水路の閉塞・狭小化.....	2-3
写真 R 2.1.2	既存排水施設付近に建設された施設・家屋.....	2-3
写真 R 2.1.3	既存排水路における土砂堆積.....	2-5
写真 R 2.1.4	既存排水路における植生繁茂.....	2-5
写真 R 2.2.1	排水路内草刈りの様子.....	2-7
写真 R 2.2.2	既存水門のゲート巻き上げ機のタイプ.....	2-7
写真 R 3.1.1	ジョージタウン市内のピロティ構造家屋.....	3-18

略 語 集

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米運輸交通担当者協会
ACI	American Concrete Institute	米国コンクリート学会
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler	超音波流速計
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
CAP	The Conservancy Adaptation Project	貯水池適応プロジェクト
CCRIF	Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility	カリビアン災害リスク保険機関
CDB	Caribbean Development Bank	カリビアン開発銀行
CDC	Civil Defence Commission	市民防衛局
CHPA	Central Housing & Planning Authority	中央住宅計画庁
DANA	Damage Assessment and Needs Analysis	被害評価/ニーズ分析
DRR	Dutch Risk Reduction	オランダ（水害）リスク削減
EDWC	East Demerara Water Conservancy	東デメララ貯水池
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護局
EU	European Union	欧州連合
GD	Georgetown Datum	ジョージタウン市基準標点
GDA	Georgetown Drainage Authority	ジョージタウン市排水庁
GIMU	Geospatial Information Management Unit	地理情報管理課
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GL&SC	Guyana Lands and Surveys Commission	ガイアナ土地測量局
GWA	Guyana Water Authority	ガイアナ水道局
GWI	Guyana Water Incorporated	ガイアナ水道公社
HS	Hydrometeorological Services	水文気象局
IDB	Inter American Development Bank	米州開発銀行
IDRM	Integrated Disaster Risk Management	統合災害リスク管理
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
JCCCP	Japan-Caribbean Climate Change Partnership	日・カリブ・気候変動パートナーシップ
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LAT	Lowest Astronomical Tide	天文最低低潮面
LCDS	Low Carbon Development Strategy	低炭素開発戦略
MARAD	Maritime Administration Department	海事管理局
MOA	Ministry of Agriculture	農業省
MOC	Ministry of Communities	地域省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOLA	Ministry of Legal Affairs	法務省
MONR	Ministry of Natural Resources	天然資源省
MOP	Ministry of the Presidency	大統領省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPI	Ministry of Public Infrastructure	公共インフラ省
MSL	Mean Sea Level	平均潮位
M&CC	Mayor and City Council	市長・市議会
NDIA	National Drainage and Irrigation Authority	国家排水灌漑庁
NTFC	National Task Force Commission	国家タスクフォース局
OCC	Office of Climate Change	気候変動室
SRDD	Sea and River Defence Division	海岸・河川防衛部
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
WB	World Bank	世界銀行
WSG	Work Services Group	事業サービスグループ

【長さ／距離】

mm	: millimeter(s)
cm	: centimeter(s)
m	: meter(s)
km	: kilometer(s)

【面積】

mm ²	: square millimeter(s)
cm ²	: square centimeter(s)
m ²	: square meter(s)
km ²	: square kilometer(s)
ha	: hectare(s)

【体積】

cm ³	: cubic centimeter(s)
m ³	: cubic meter(s)
ℓ	: liter(s)

【流量】

ℓ/sec, ℓ/s	: liter per second
m ³ /sec, m ³ /s	: cubic meter per second
m ³ /yr, m ³ /y	: cubic meter per year

【電気】

W	: watt(s)
kW	: kilowatt(s)
MW	: megawatt(s)
kWh	: kilowatt-hour
MWh	: megawatt-hour
GWh	: gigawatt-hour
V	: volt(s)
kV	: kilovolt(s)

【重量】

mg	: milligram(s)
g, gr	: gram(s)
kg	: kilogram(s)
ton	: tonne(s)

【時間】

s, sec	: second(s)
min	: minute(s)
h(hrs)	: hour(s)
d(dys)	: day(s)
y, yr(yrs)	: year(s)

【速度】

cm/sec, cm/s	: centimeter per second
m/sec, m/s	: meter per second
km/hr, km/h	: kilometer per hour

【濃度】

mg/ℓ	: milligram per liter
------	-----------------------

【圧力】

kg/cm ²	: kilogram per square centimeter
ton/m ²	: ton per square meter

【通貨単位】

¥	: Japanese Yen
US\$: United States Dollar
G\$: Guyana Dollar

第1章 ジョージタウン市の排水システムに係る現況

1.1 業務の背景

ガイアナ国の政治・経済の中心地である首都ジョージタウン市には、総人口（約 74 万人）の 15%に当たる 11.8 万人が居住している（ガイアナ国政府人口センサス 2012 年）。同市には、砂糖プランテーション時代に発達した水路が張り巡らされているが、地盤標高が海拔以下のため、重力排水が可能なのは一日 8～10 時間に限られており、満潮時は排水ゲートが閉鎖されポンプ排水を行っている。満潮時の海水流入による洪水被害はないが、近年では市内水路の内水氾濫が発生しやすい状況にあり、年 4 回以上の床上浸水が発生していることから、市内の排水能力の改善が喫緊の課題となっている。洪水被害も、首都ジョージタウン市が位置するデメララ川下流沿岸部の地域に集中して集中豪雨時に発生しており、同市に大きな被害をもたらしている。特に、2005 年の洪水では 34 名が死亡し、経済的損失は GDP の約 6 割にのぼった。また、同市にはカリブ共同体（CARICOM。以下、カリコム）事務局が置かれている。これらの状況を受けて、ガイアナ国の国家総合災害リスクマネジメント計画（2013-2023）においても、洪水・渇水に対する持続的で安全な減災と災害復旧力の強化が掲げられている。また、JICA が実施した「カリコム諸国防災分野に係る情報収集・確認調査」（2015 年）においても同市の排水能力改善の必要性は認められている。かかる状況の下、ガイアナ国政府は、ジョージタウン市内の排水能力の改善について、2015 年 9 月、我が国にポンプ場新設及び排水路改修等に係る無償資金協力を要請した。

一方、同市の排水能力に関する取り組みについては、ガイアナ水公社（Guyana Water Authority）により 1994 年に作成されたマスタープラン以降更新されておらず、各水路の容量や接続状況に関する正確なデータはなく、さらに同市の都市開発計画は排水システムを関連付けせずに進められている状況である。また、都市化や沈泥、植生などにより各水路の排水能力が低下していることが、オランダが 2016 年に行った調査¹で指摘されており、さらには、同市の排水システムに影響を及ぼす地下水位および地下水利用に関するデータも乏しい。JICA としては、同市の洪水は経済的損失や健康被害の観点から重要な課題と考えるが、有効かつ持続的な対策を実施し得るかどうかを検討するためにはさらなる情報の収集及び整理が必要と考え、ジョージタウン市における洪水発生 の 主 要 因 と 排 水 能 力 に 係 る 状 況 を 把 握 し、無 償 資 金 協 力 の 要 請 に 限 定 せ ず 将 来 的 な 対 策 方 針 の 策 定 に 寄 与 す る 情 報 を 収 集 ・ 整 理 す る こ と を 目 的 に、本 業 務 を 実 施 した。

¹ DRR(Dutch Risk Reduction) Team Mission Report (2016 年)

1.2 洪水被害状況

1.2.1 洪水被害履歴・経済的損失等

ガイアナ国の洪水被害は、デメララ川下流沿岸部の地域に集中している。ガイアナ国の首都ジョージタウン市は、このデメララ川下流沿岸部地域の Region4 に位置している。1971 年から 2016 年までの間にガイアナ国で発生した主な洪水被害の状況を表 R 1.2.1 に示す。

表 R 1.2.1 ガイアナ国の主な洪水被害（1971 年～2016 年）

発生時期	被災 Region	被影響者数 (人)	経済損失額 (US\$10 ⁶)	GDP (US\$10 ⁶)	経済損失額/GDP (%)
1971 年 7 月	—	21,000	0.2	282	0.1
1996 年 7 月	全 Region	38,000	—	705	—
2005 年 1 月	2, 3, 4, 5, 6	274,774	465.1	825	56.4
2006 年 1 月	2, 5	35,000	169.0	1,458	11.6
2008 年 12 月	2, 4, 5, 6, 10	100,000	—	1,923	—
2015 年 7 月	3, 4, 5	199,000	—	3,166	—

※ ジョージタウン市は Region 4 に位置する。

出典：EM-DAT (http://www.emdat.be/advanced_search/index.html)、reliefweb (<http://reliefweb.int/disaster/fl-2015-000093-guy>)

Progress and challenges in disaster risk management in Guyana, 2014, CDC

(<http://dipecholac.net/docs/files/785-guyana-cd-v38-finaldraft-all-low-res.pdf>)

ジョージタウン市の浸水被害の主たる原因は内水氾濫である。集中豪雨の発生の際に内水氾濫に起因する大小の規模の浸水被害が発生している。ジョージタウン市において近年発生した内水氾濫の様子を写真 R1.2.1 に示す。



2005 年洪水（日雨量 196mm）

出典：Guyana News and Information
(<http://guyana.hoop.la/topic/g-t-has-been-renamed-to>)



2014 年洪水（日雨量 186mm）

出典：News Source
(<http://newsourcegy.com/news/georgetown-flood-waters-heavy-rainfall-expected/>)



2015 年洪水（日雨量 208mm）

出典：News Source
(<http://newsourcegy.com/news/georgetown-under-flood-waters-again-after-rain-batters-coastland/>)

写真 R 1.2.1 近年におけるジョージタウン市の内水氾濫の様子

ジョージタウン市ではこのような内水氾濫の発生により主に家屋や商業施設、インフラに経済的被害を及ぼしている。またジョージタウン市民の主な移動手段は車両であるため、浸水により交通機関が麻痺すると、経済活動への影響を及ぼし、さらに行政が適切に機能しないと社会的被害を及ぼしている。

ジョージタウン市において近年発生した内水氾濫による浸水被害の中で最も深刻であったのは 2005 年に発生した被害であり、ジョージタウン市の一部では約 3 週間もの長期間浸水が継続し、34 名が死亡、経済的損失は GDP の約 6 割にのぼった。2005 年 1 月洪水による被害損失額の概要を表 R 1.2.2 に示す。

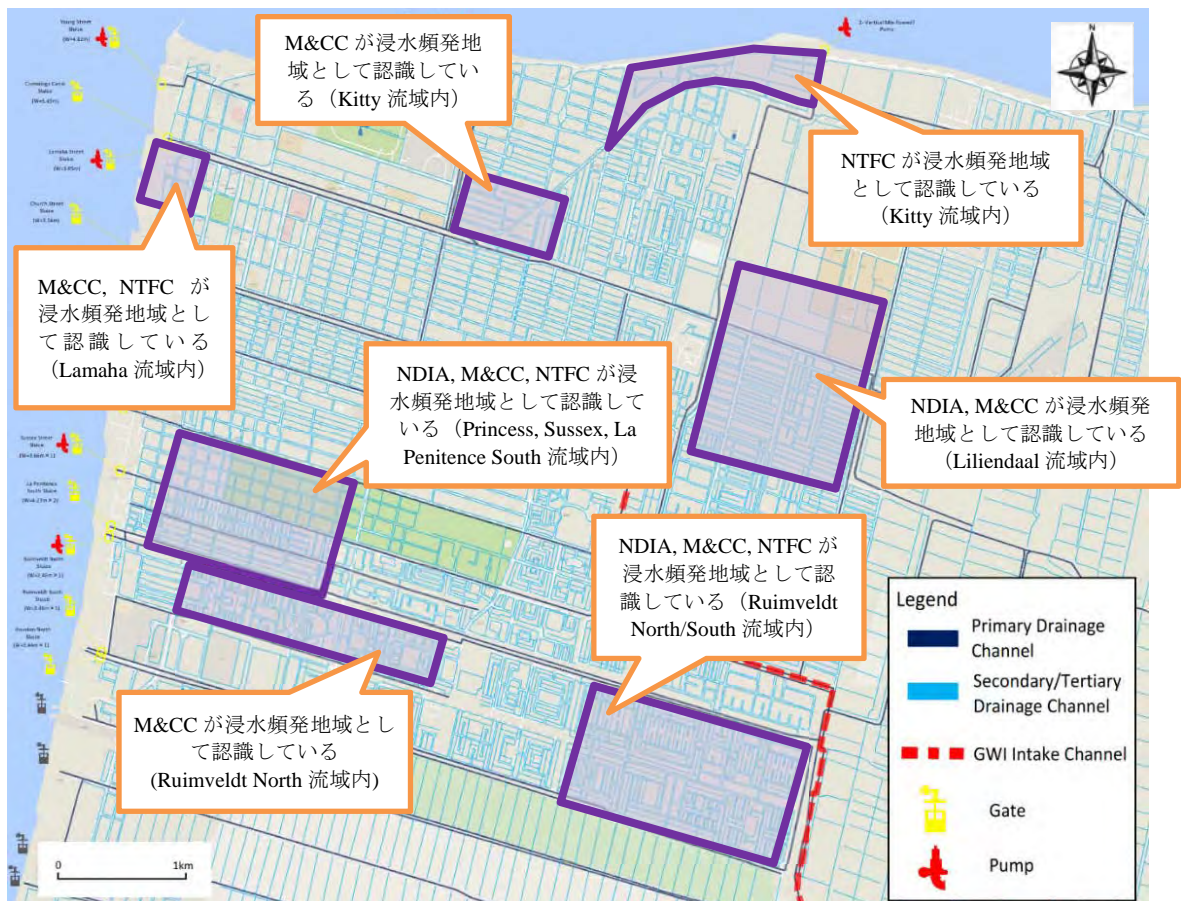
本業務の第 1 回現地調査においては、ジョージタウン市の浸水被害頻発地域に関するヒアリング調査を行った。そのヒアリング調査結果を図 R 1.2.1 に示す。

表 R 1.2.2 2005 年 1 月洪水による被害損失額の概要

単位：G\$10⁶

セクター及びサブセクター	合計被害額	直接被害額	間接被害額
Social Sectors	55,665.90	55,247.20	418.7
Housing	55,120.80	54,842.60	278.2
Education and culture	371.7	352.1	19.6
Health	173.4	52.5	120.9
Productive sectors	27,458.60	20,945.00	6,513.70
Agriculture	10,894.30	10,018.80	875.5
Commerce	14,476.10	10,213.10	4,263.00
Tourism	1,126.80	47	1,079.80
Manufacturing	961.5	666.1	295.4
Infrastructure	9,143.30	7,452.20	1,691.10
Drainage and irrigation	1,311.10	194.8	1,116.40
Water supply and water disposal	3,943.70	3,763.70	180
Road transport	3,529.00	3,349.00	180
Telecommunications	152.7	91.3	61.4
Electricity	206.7	53.4	153.4
Environment	15.1	15.1	
Total Emergency Relief	740		740
Grand Total	93,022.90	83,659.50	9,363.40

出典：National Integrated Disaster Risk Management Plan and Implementation Strategy for Guyana (CDC)



出典：NDIA（国家排水灌漑庁）、M&CC（ジョージタウン市）、NTFC（国家タスクフォース局）からのヒアリング結果に基づき、調査団が作成。浸水頻発地域は、。

図 R 1.2.1 ヒアリング調査結果によるジョージタウン市の浸水頻発地域

ジョージタウン市の浸水被害における内水氾濫以外の要因としては、デメララ川からの外水氾濫による洪水被害や、大西洋側からの潮位上昇（高潮）や高波による浸水被害の可能性も考えられる。しかしながら、現地ヒアリング結果によると、デメララ川からの外水氾濫でジョージタウン市が浸水した記録は確認できなかった。また、大西洋側からの潮位上昇や高波による浸水被害については、2013年4月に満潮時に高波が防潮堤を越え沿岸部の一部で浸水被害を生じたが、ジョージタウン市全体への浸水被害は生じなかった。



出典：stabroek news

(<http://www.stabroeknews.com/2013/news/stories/04/29/high-tides-flood-parts-of-georgetown-west-coast/>)

写真 R 1.2.2 高波が防潮堤を越える様子(2013年)

ガイアナの浸水被害（内水氾濫）については、市民防衛局（Civil Defence Commission：CDC）が、大西洋側からの潮位上昇や高波による浸水被害については、公共インフラ省事業サービスグループ（Work Services Group, Ministry of Public Works and Infrastructure：WSG-MPI）が担当部局として被害記録の取りまとめを行っているとのことであるが、本調査では情報を入手できなかった。

1.2.2 気候変動予測

ガイアナ国の気候変動については、大統領府（Ministry of the Presidency）の気候変動室（Office of Climate Change：OCC）が担当しており、下表に示す気候変動に係る主な取組みを行っている。

表 R 1.2.3 ガイアナ国における気候変動に係る主な取組み

名称	作成年
Guyana Initial National Communication to the UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)	2002年
Guyana Climate Change Action Plan	2001年
National Climate Change Adaptation Policy and Implementation Plan	2001年
National Agricultural Sector Adaptation Strategy to Address Climate Change (2009-2018)	2009年
Low-Carbon Development Strategy	2010年
Low-Carbon Development Strategy Update	2013年
Climate Resilience Strategy and Action Plan for Guyana	2015年

出典：Guyana Review of current and planned adaptation action, Climate Resilience Strategy and Action Plan for Guyana

「Guyana Initial National Communication to the UNFCCC」および「Guyana Climate Change Action Plan」において沿岸部、農業、漁業、水、エネルギー、森林、土地利用、廃棄といった、各分

野、セクターにおいて、社会経済と脆弱性の両方に配慮した、気候変動対策に係る優先活動を特定した。その後、「Low-Carbon Development Strategy」において、主要な気候変動適応策として、以下が提案されている。

- 既存インフラや資産のアップグレード（排水システム改善、防潮壁建設等）
- 既存システムや活動に係る解決（建築基準法の強化、早期予警報システム構築等）
- 洪水後の強靱性向上のための金融開発と保険システムの整備
- 洪水に耐性がある作物への移行
- 森林地帯を含めたガイアナ内陸地の気候変動適応策の構築
- 長期的な洪水対策施設や防潮壁の機能向上、排水・灌漑施設の拡大

気候変動予測については、OCC がこれから実施予定である。2017年3月現在、日・カリブ・気候変動パートナーシップ（Japan-Caribbean Climate Change Partnership : JCCCP）の資金を使って民間コンサルタントを雇用し、基礎データ収集を行っている最中である。

1.3 排水システムに係る基本データ

1.3.1 気象・水文

(1) 気象・水文観測地点

ジョージタウン市における気象・水文観測所位置を図 R 1.3.1 に示す。

気象観測所は、農業省近くにある植物園内にあり、農業省水文気象局（Hydrometeorological Service, Ministry of Agriculture : HS-MOA）が観測を行っている。観測項目としては、主に降雨量、気温、湿度、風向・風速、土壌温度、日照量、蒸発散量があり、降雨量、気温、湿度、土壌温度については、デジタル式とマニュアル式の両方で観測を行っている。最終的には、マニュアル式で観測したものを公表データとして用いるが、デジタル式で観測したものと比較を行っている。

公共インフラ省海事管理局（Maritime Administration Department, Ministry of Public Works and Infrastructure : MARAD-MPI）は、デメララ川の水位観測、海岸沿いの潮位観測を行っているが、ジョージタウン市における観測所は、MARAD-MPI 事務所そばにある、潮位観測所のみである。HS-MOA もデメララ川の水位観測を行なっているが、ジョージタウン市の上流約 100 マイル（約 160km）の地点で水力発電のために行なっている水位観測所が最も近く、ジョージタウン市内では観測を行っていない。



図 R 1.3.1 ジョージタウン市における気象・潮位観測所位置



デジタル式
(USB でデータを回収)



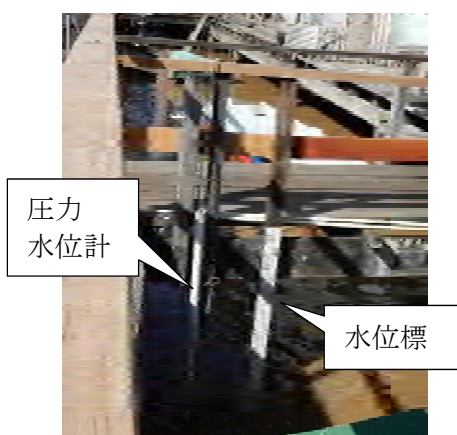
デジタル式
(記録用紙を回収)



マニュアル式

写真 R 1.3.1

気象観測所に設置された雨量計



圧力
水位計

水位標



レーダー
水位計

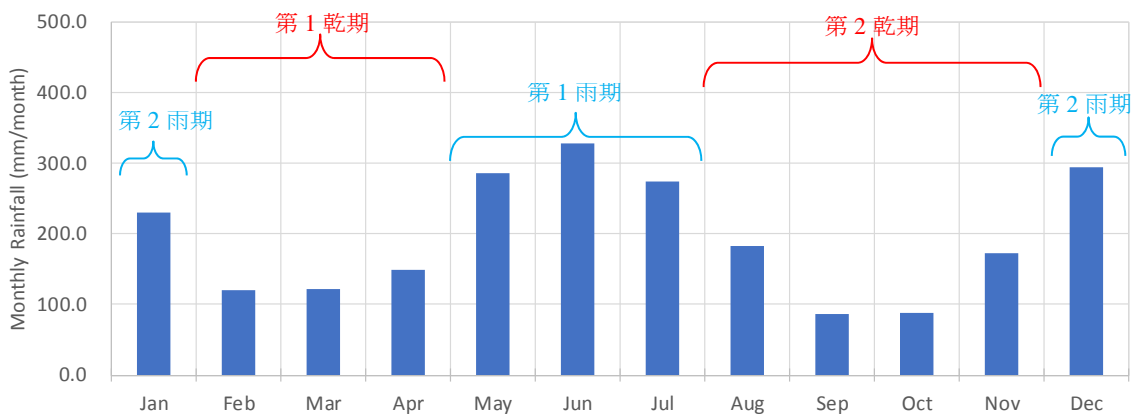
写真 R 1.3.2 潮位観測所

(2) 降水量

HS-MOA より、ジョージタウンにおける気象観測所（Botanical Gardens Meteorological Observatory）の 1886 年から 2016 年までの日雨量データを入手した。このうち 1890 年、1905 年～1915 年については降雨データがなく、また 1903 年、1904 年については多くのデータが欠損しているものの、長期で日雨量データを観測し、データが蓄積されている。一方、時間雨量についても観測を行っているが、観測結果が整理されておらず本調査期間で情報が得られなかった。時間雨量の観測データの整理と蓄積を今後進めていく必要がある。

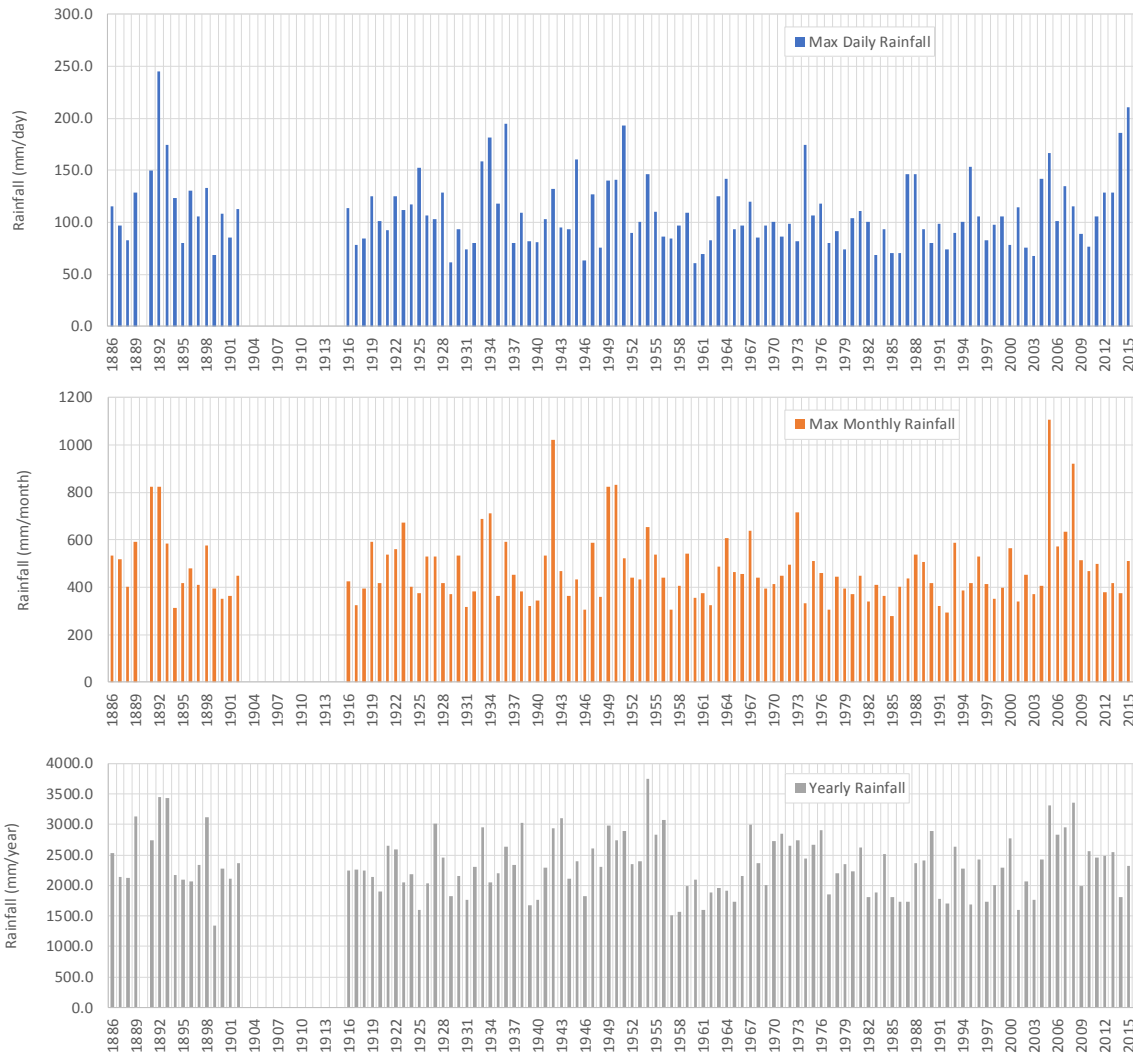
図 R 1.3.2 に示すとおり、ジョージタウン市では、毎年 2 期の雨期と乾期があり、第 1 乾期は 2 月から 4 月、第 1 雨期は 5 月から 7 月、第 2 乾期は 8 月から 11 月、第 2 雨期は 12 月から 1 月と区分されている。

図 R 1.3.3 にジョージタウン市における各年の日最大降雨量、月最大降雨量、年降雨量の推移（1886 年～2016 年）を、表 R 1.3.1 に日最大降雨量、月最大降雨量、年降雨量の順位（1886 年～2016 年）を示す。図 R 1.3.3 からは、近年の降雨が増加している傾向はみられない。ただし 2005 年、2014 年、2015 年の浸水状況は、過去約 130 年間の雨量観測の中で、上位に入る日雨量がもたらしたものであり、平均年間降雨量の約 2,333mm に対して、2005 年 1 月の月間降雨量は 1,108.2mm であり、平均年間降雨量の約半分の降雨があった。



出典：HS-MOA

図 R 1.3.2 ジョージタウン市の平均月降雨（1886 年～2016 年）



出典：HS-MOA

図 R 1.3.3 各年の日最大降雨量、月最大降雨量、年降雨量の推移（1886 年～2016 年）

表 R 1.3.1 日最大降雨量、月最大降雨量、年降雨量の順位（1886 年～2016 年）

順位	日最大降雨量		月最大降雨量		年降雨量	
	mm/day	Date	mm/month	Date	mm/year	Date
1	245.1	1892 年 6 月 14 日	1108.2	2005 年 1 月	3749.3	1954 年
2	210.2	2015 年 7 月 15 日	1022.0	1942 年 12 月	3454.3	1892 年
3	194.3	1936 年 12 月 1 日	919.6	2008 年 12 月	3434.7	1893 年
4	192.8	1951 年 5 月 8 日	831.0	1950 年 1 月	3365.2	2008 年
5	186.0	2014 年 11 月 19 日	824.5	1949 年 12 月	3315.5	2005 年
6	181.9	1934 年 1 月 7 日	822.7	1891 年 12 月	3137.9	1889 年
7	174.8	1893 年 12 月 26 日	822.2	1892 年 6 月	3122.0	1898 年
8	174.0	1974 年 11 月 1 日	716.8	1973 年 12 月	3097.4	1943 年
9	166.1	2005 年 1 月 16 日	711.1	1934 年 1 月	3076.6	1956 年
10	160.0	1945 年 5 月 14 日	688.5	1933 年 12 月	3022.5	1938 年

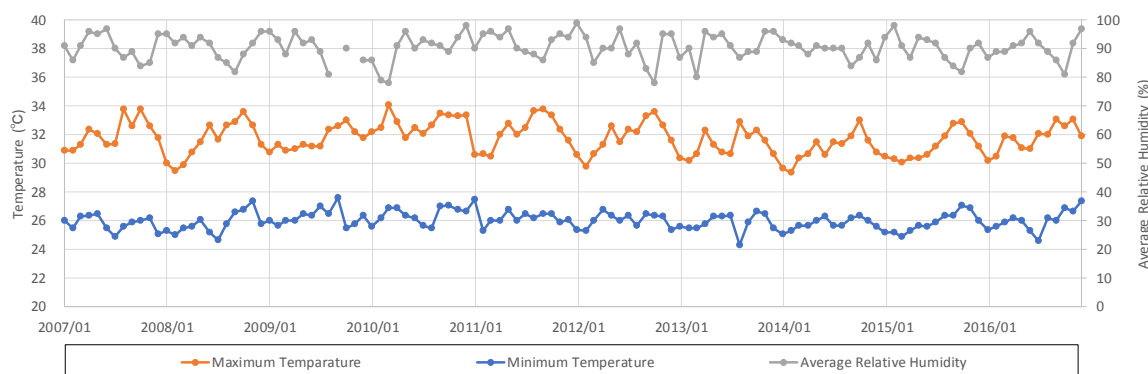
出典：HS-MOA (: 直近 15 年以内の降雨量)

(3) 気温、湿度

HS-MOA より、ジョージタウンにおける気象観測所 (Botanical Gardens Meteorological

Observatory) の 1954 年から 2016 年までの日最高気温、日最低気温、相対湿度に関するデータを入手した。このうち 1955 年、1956 年、1958 年～1961 年についてはデータがなく、またそれ以外についても、所々データが欠損している。

ジョージタウン市における、過去 10 年の日最高気温、日最低気温、相対湿度を図 R 1.3.4 に示す。過去 10 年の平均最高気温は 31.8℃、平均最低気温は 26.0℃である。平均湿度は 90.5%であり、典型的な高温多湿の気候が 1 年を通じて維持される。日最高気温、日最低気温、相対湿度について経年的な大きな変化はない。

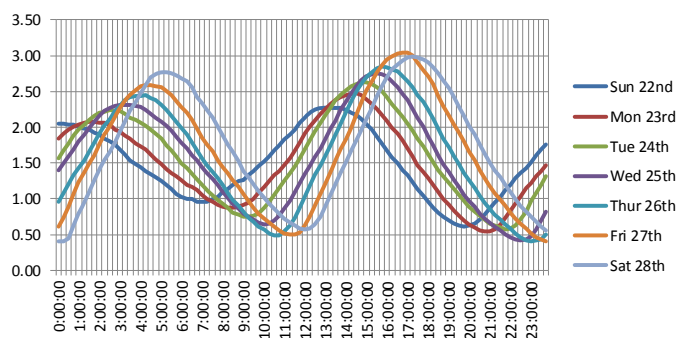


出典：HS-MOA

図 R 1.3.4 ジョージタウン市における、日最高気温、日最低気温、相対湿度 (2007 年～2016 年)

(4) 潮位

ジョージタウン市の潮位は、圧力水位計、レーダー水位計、水位標の目視により観測されている。圧力水位計およびレーダー水位計による観測は 2007 年 1 月以降行っており、24 時間継続して 15 分毎に自動観測を行っている。水位標の読み取りによる観測は、1962 年から 1983 年までは干潮と満潮のみを観測し、1984 年以降は就業時間である午前 8 時から午後 4 時半までに限られた時間帯で観測している。天文潮位 (Astronomical tide level) の解析を行っており、「Tide Table」として、毎年発行し一般に向けても販売している。



出典：MARAD-MPI

図 R 1.3.5 ジョージタウン市における潮位観測結果 (2007 年 1 月 22 日～2017 年 1 月 28 日)

図 R 1.3.5 に示す通り、ジョージタウン市では平均して 1 日に 2 回ずつの満潮と干潮を繰り返しており、干潮時に排水路のゲートを開けて自然流下で排水している。

平均潮位（Mean Sea Level : MSL）は 1979 年、1999 年、2010 年に解析されており、その結果を表 R 1.3.2 に示す。1979 年から 2016 年までの 37 年間に 15.52mGD（Georgetown Datum : GD）から 15.75mGD に 23cm 上昇している。この上昇率は世界の年平均海面上昇率よりも大きい。

潮位観測の 0m は海図基準（Chart Datum または Admiralty Datum）と同等であり、ジョージタウン市基準標点（GD）に換算すると 13.76mGD に等しい。これは天文最低低潮面（Lowest Astronomical Tide : LAT）と同標高である。表 R 1.3.3 に MARAD-MPI が 2016 年 2 月から 2017 年 2 月までの潮位データを用いて計算した海水面潮位を示す。

表 R 1.3.2 MARAD-MPI が行った MSL の解析結果

年	MSL (mGD)
1979	15.52
1999	15.56
2010	15.66

出典 : MARAD-MPI

表 R 1.3.3 MARAD-MPI が行った海水面の解析結果

Name	Elevation	Analyzed year	Remarks
既往最大潮位 (Highest Recorded Tide)	17.39 mGD	2017	17.19 mGD on M/P*
大潮平均高潮 (Mean High Water Spring)	16.97 mGD	2017	16.65 mGD on M/P*
小潮平均高潮 (Mean High Water Neap)	16.51 mGD	2017	15.98 mGD on M/P*
平均潮位 (Mean Sea Level)	15.75 mGD	2017	15.52 mGD on M/P*
小潮平均低潮 (Mean Low Water Neap)	14.83 mGD	2017	14.79 mGD on M/P*
大潮平均低潮 (Mean Low Water Spring)	14.48 mGD	2017	14.09 mGD on M/P*

出典 : MARAD-MPI

* M/P: Georgetown Water and Sewerage Master Plan (1994), Guyana Water Authority

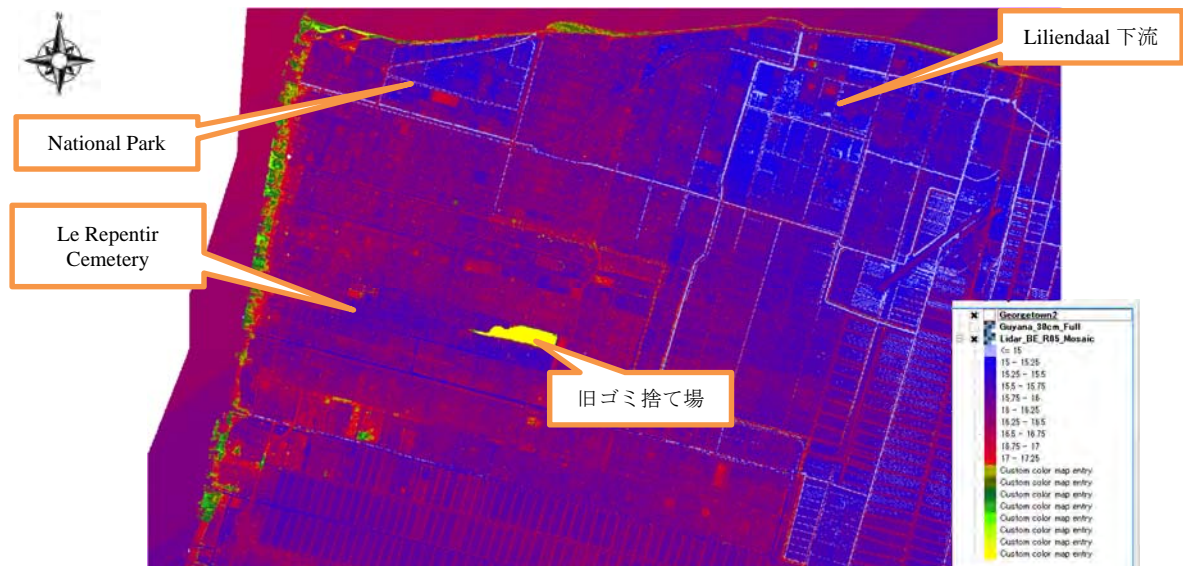
1.3.2 地形・標高

ガイアナ国の地形・標高に係る業務はガイアナ土地測量局（Guyana Lands and Surveys Commission : GL&SC）が行っている。ガイアナの標高基準は Georgetown Datum (GD) であり、ガイアナの座標基準は、以前は PSAD56 (Provisional South American Datum of 1956) が標準であったが、現在は WGS 84 (World Geodetic System 1984) が主流である。

図 R 1.3.6 にジョージタウン市の標高データを示す。ジョージタウン市は標高約 15mGD～17mGD 程度の平坦な地形を有している。市の中央部（Le Repentir Cemetery 東側）に旧ゴミ捨て場があり、ゴミの山が覆土されて周辺より地盤が高くなっている。また Liliendaal 下流部、National Park、Le Repentir Cemetery の緑地帯は、周辺地盤に比べ標高が比較的低くなっている。

図 R 1.3.7 にジョージタウン市の基準点の位置図を示す。GL&SC で登録されている基準点は GT1～GT31 であるが、現在は劣化したもの、舗装や盛土下に埋没してしまったもの、その他現場で確認できないもの等、使用できない基準点が存在する。

GL&SC により定期的に基準点の精度・標高を確認するための測量を実施し、基準点の状況によっては、復元や移設を考慮することが望ましい。



出典：国家排水灌漑庁（National Drainage and Irrigation Authority：NDIA）

図 R 1.3.6 ジョージタウン市の標高データ（Lidar データ）



出典：GL&SC の基準点情報を元に測量会社（Surveying & Project Management Inc.）と調査団が現地で確認

図 R 1.3.7 ジョージタウン市の基準点の位置図



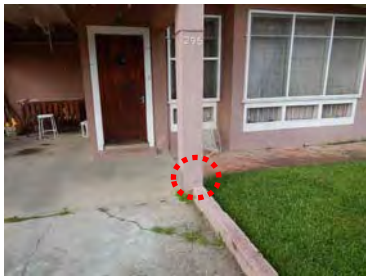
GT1（Court of Appeal Building の柱に設置）



GT2（Sea Wall に設置）



GT7（一般家庭の壁に設置）



GT8 (一般家庭の柱に設置)



GT13 (旧電気通信施設基礎に設置)

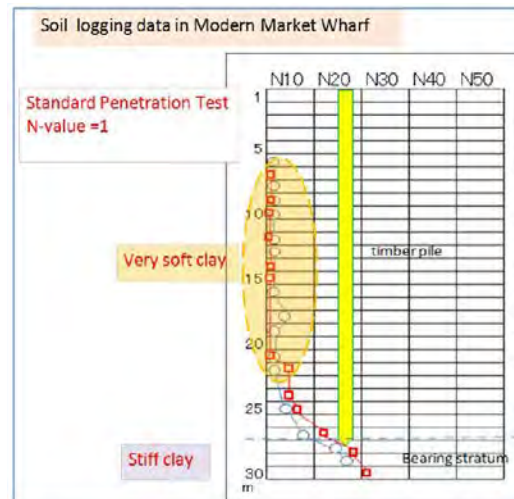


GT20 (Church St.水路の橋梁。鋼棒が紛失し現在未使用。)

写真 R 1.3.3 基準点の状況

ジョージタウン市上下水道マスタープラン (Georgetown Water and Sewerage Master Plan (1994), Guyana Water Authority : M/P (1994)) によると『ジョージタウン市の地盤表層の直ぐ下は粘性層が存在し、都市化による雨水流出量の増加は洪水発生に大きな影響を及ぼさない』との記載があり、ジョージタウン市の表層付近は、図 R 1.3.8 に示す通り、N 値が低い、粘性層が堆積している。

したがって、ジョージタウン市は都市化される以前も、地盤への浸透量は小さく、排水路への流出量は比較的高かったものと想定される。



出典：筒井 JICA シニアボランティア最終報告書

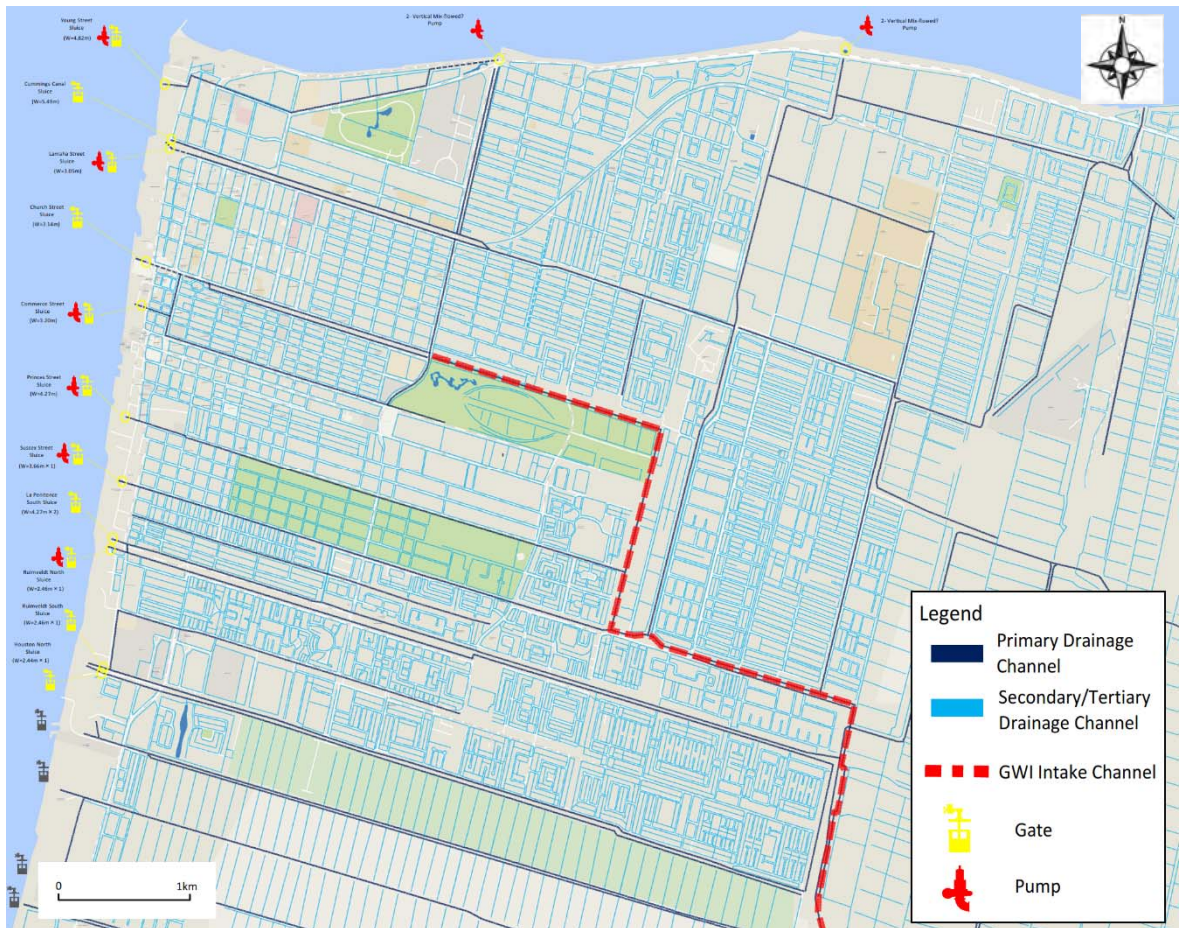
図 R 1.3.8 Modern Market Wharf 地点のボーリング柱状図

1.3.3 既存排水施設の現況

(1) 排水路

ジョージタウン市の排水路は、17 世紀頃から始まった、砂糖プランテーション時代に建設された農業用の灌漑水路が発達したもので、基本的には開水路である。現在の開水路が近接して並走している箇所(例えば Cummings 排水路と Lamaha St.排水路や、La Penitence South 排水路と Ruimveldt North 排水路)があるが、砂糖プランテーション時代は用水路と排水路が並走していたもの名残である。

既存排水路は、1 次 (幹線)、2 次、3 次排水路に区分される。排水路以外に、ジョージタウン市には、ガイアナ水道公社 (Guyana Water Incorporated : GWI) の取水路が存在する。JICA シニアボランティアが作成したジョージタウン市内の排水路・取水路配置図を図 R 1.3.9 に示す。この配置図は、NDIA 内部およびオランダリスク削減 (Dutch Risk Reduction : DRR) チーム報告書でも活用されている。



出典：樋口 JICA シニアボランティア作成資料に調査団が GWI 用水路を追記

図 R 1.3.9 ジョージタウン市内の排水路・取水路配置図

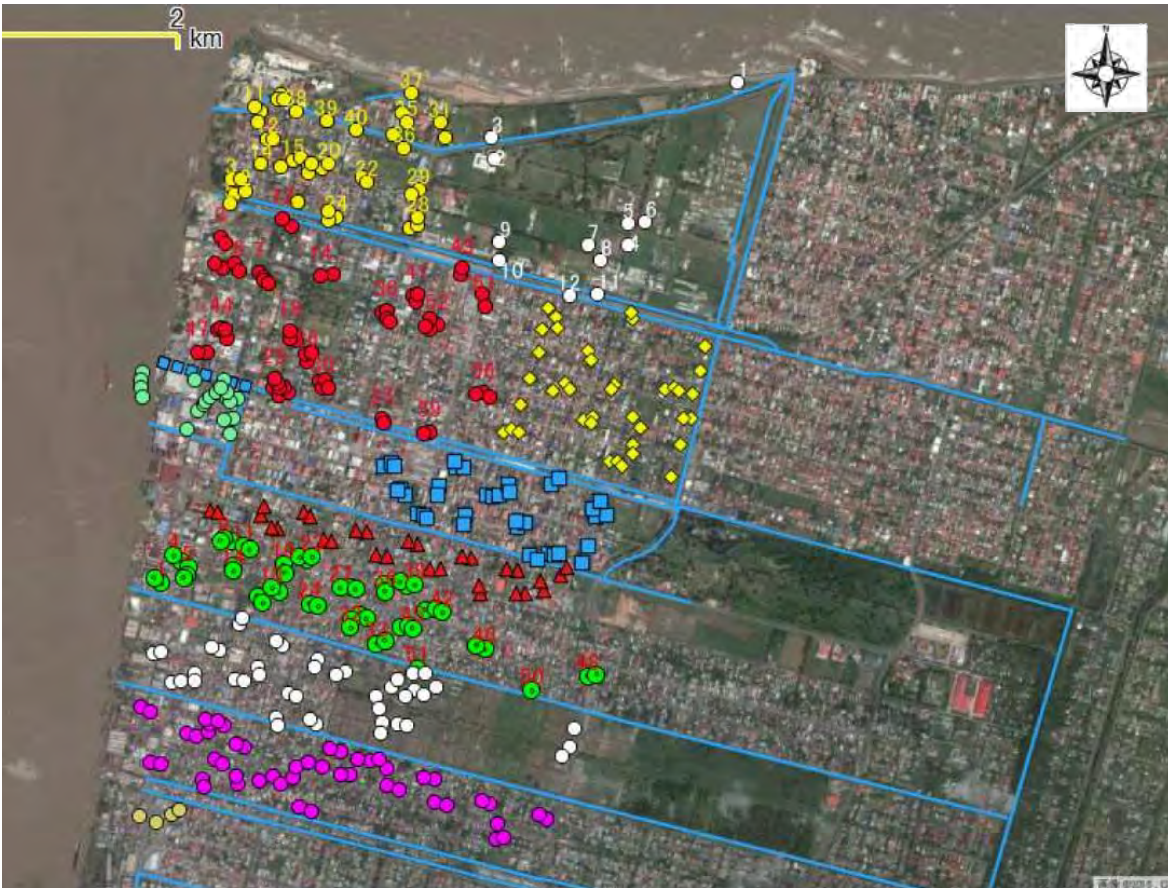
M/P (1994) では、ジョージタウン市内の 1 次（幹線）排水路の横断測量を行っている。以下に M/P (1994) で測量した横断面数を示す。

表 R 1.3.4 M/P (1994)で測量した横断面数

1 次（幹線）排水路	測量横断面数	1 次（幹線）排水路	測量横断面数
Young St.	3	Princes Street (North)	9
Carifesta Ave.	2	Princes Street (South)	4
Cummings Canal	3	Sussex Street (South)	6
Lamaha St.	5	Durban Backlands	1
Church St.	4	La Penitence (South)	8
North Rd.	2	Ruimveldt (North)	9
South Rd.	2	Ruimveldt (South)	3
Republic Facade	1	Sophia- Bel Air	1
		Downer Canal	1

出典：M/P (1994)

また、2016 年に JICA シニア海外ボランティアが、一部の 2 次・3 次排水路において簡易測量を行っており、その測量箇所の位置図を下図に示す。



出典：筒井 JICA シニアボランティア作成資料

図 R 1.3.10 2次・3次排水路における簡易測量位置図（350地点）2016年

関連機関へのヒアリングの結果、上記以外にはジョージタウン市の排水路の測量結果は存在しなかった。本調査では現地再委託にて1次排水路のうち、主要な排水路について縦横断測量を行っており、その内容を以下に示す。

表 R 1.3.5 現地再委託で実施した測量内容

1次（幹線）排水路	縦断測量延長（m）	横断測量数（断面）
Liliendaal	4,200	22
Kitty-1	1,000	6
Kitty-2	1,000	6
Young St.	1,000	6
Cummings Canal	4,387	12
Lamaha St.	2,400	23
Church St.	2,198	12
Commerce St.	4,000	21
Princess St.	3,724	22
Sussex St.	5,629	29
La Penitence South	5,636	29
Ruimveldt North	5,636	29
Ruimveldt South	5,493	28

出典：JICA 調査団作成

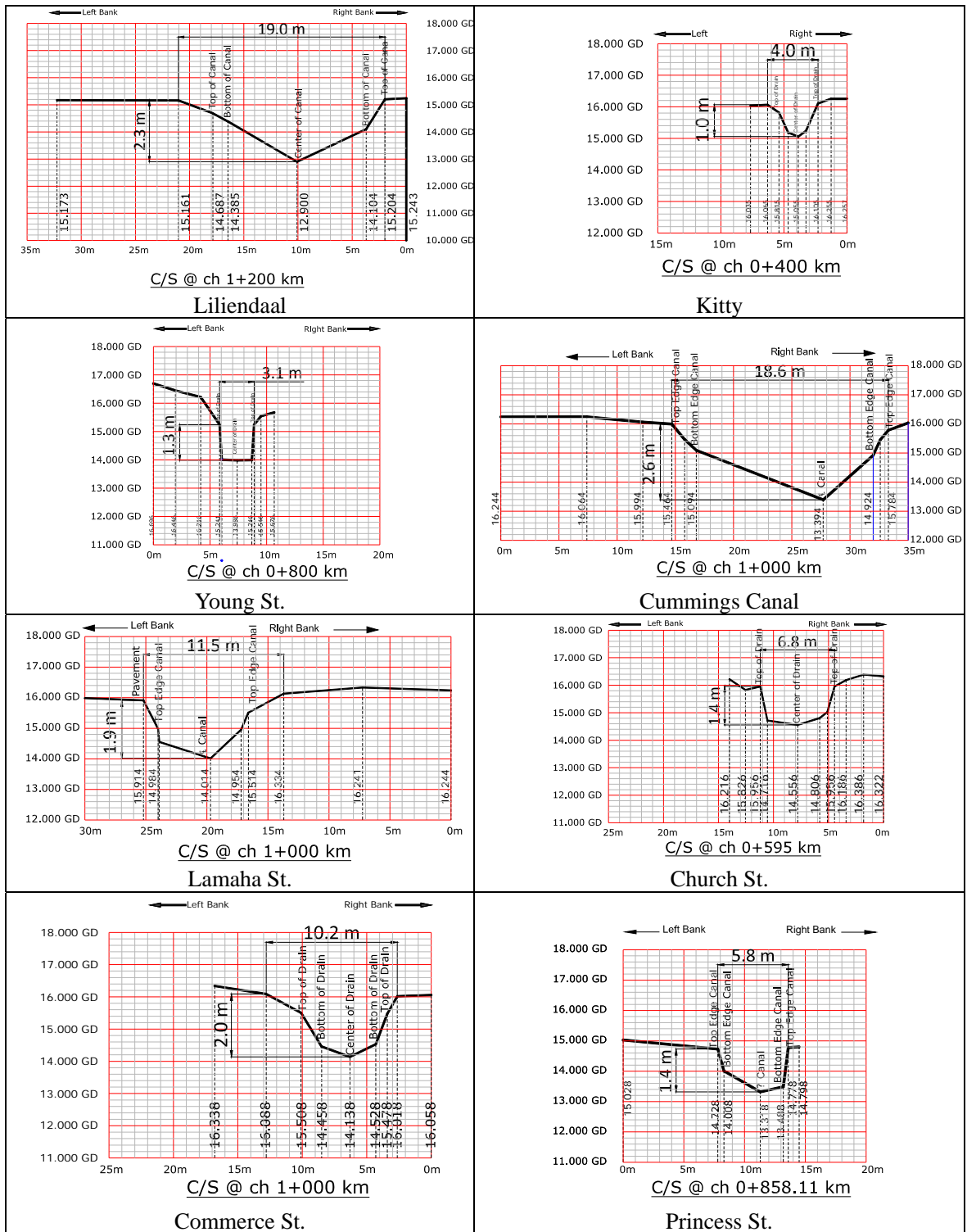


図 R 1.3.11 代表的な横断測量結果 (1次排水路) (1)

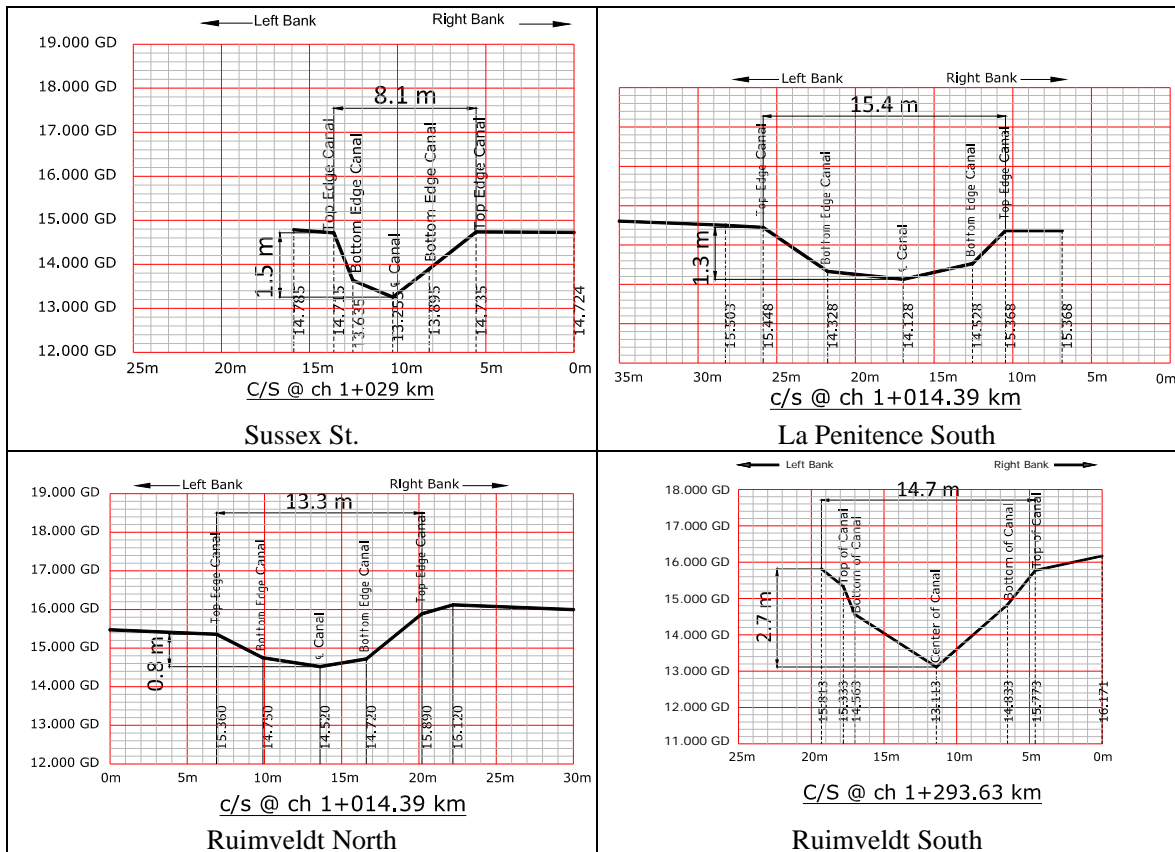


図 R 1.3.12 代表的な横断測量結果（1次排水路）（2）

(2) 水門・排水ポンプ施設

ジョージタウン市では、市街地北側の海岸沿いに2箇所の排水ポンプ施設、市街地西側のデメララ川沿いに10箇所の水門および6箇所の移動式ポンプが設置されている。

水門は、今から約90年以上前の1923年頃から建設され始め、Modeling of Floods in Georgetown (2015年)、NDIA (以下、「NDIA 報告書 (2015)」)によると、当時の平均海面は現在より低く、重力排水のみでも排水能力は確保できていた。ジョージタウン市の都市化による排水路の狭小化、および海面上昇に伴い、重力排水のみでは排水能力が確保できないようになり、約45年前に海岸沿いにKittyポンプ場(1968年)、Liliendaalポンプ場(1973年)が建設された。2005年の洪水時には、緊急対応としてNDIAによりデメララ川沿いに移動式ポンプ施設が複数箇所で開催されたが、ポンプ機材はいずれも古く、老朽化が進んでいる。移動式ポンプの多くは、2005年に据え付けて以来、移動されていない。

既存水門・排水ポンプ施設の概要を表 R 1.3.6 に示す。

表 R 1.3.6 既存水門・排水ポンプ施設の概要

No	名称	能力・仕様	
1	Liliendaal		
		NDIA 報告書 (2015) M/P (1994)	排水区域面積 : 1,335 ha、ポンプ排水能力 : 8.5 (m ³ /s) 排水区域面積 : 835 ha、ポンプ排水能力 : 4.2 (m ³ /s)×2 基 (1993 年に計測した際は Pump No.2 で 3.5(m ³ /s)であった)、1973 年建設 (1987 年頃、1994 年頃に修繕済)
2	Kitty		
		NDIA 報告書 (2015) M/P (1994)	排水区域面積 : 243 ha、ポンプ排水能力 : 4.3 (m ³ /s) 排水区域面積 : 243 ha、ポンプ排水能力 (2 基合わせて) : 1.2 (m ³ /s)、1968 年建設 (1993 年に分解修理済)
		現地ヒアリングの結果	2010 年頃に NDIA が建屋以外のポンプ施設を改修し排水能力を向上させた
3	Young St.		
		排水区域面積 : 65 ha、ポンプ排水能力 : 1.1(m ³ /s)、水門流下能力 7.8(m ³ /s)、建設年不明	
4	Cummings Canal		
		排水区域面積 : 127 ha、水門流下能力 10.6 (m ³ /s)、1923 年建設	

No	名称	能力・仕様
5	Lamaha St.	<div data-bbox="379 309 555 398" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">水門 幅：3.05m</div>  <div data-bbox="1145 465 1321 510" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">移動式ポンプ</div> <p data-bbox="379 564 1220 593">排水区域面積：88 ha、ポンプ排水能力：1.1(m³/s)、水門流下能力 3.6(m³/s)、1935 年建設</p>
6	Church St.	<div data-bbox="379 622 555 712" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">水門 幅：3.14m 高：3.36m</div>   <div data-bbox="1145 654 1321 698" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">移動式ポンプ</div> <p data-bbox="379 974 1316 1025">排水区域面積：146 ha、ポンプ排水能力：1.1(m³/s)、水門流下能力 4.0(m³/s)、1923 年建設（工場内に設置されている）</p>
7	Commerce St.	<div data-bbox="379 1057 555 1146" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">水門 幅：3.2m 高：4.0m</div>   <div data-bbox="1225 1057 1305 1102" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">水門</div> <div data-bbox="1050 1303 1225 1348" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">移動式ポンプ</div> <p data-bbox="379 1348 1228 1377">排水区域面積：153 ha、ポンプ排水能力：1.1(m³/s)、水門流下能力 2.8(m³/s)、1924 年建設</p>
8	Princess St.	<div data-bbox="379 1451 555 1541" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">水門 幅：4.27m 高：5.2m</div>   <div data-bbox="1082 1527 1257 1572" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">移動式ポンプ</div> <p data-bbox="379 1796 1236 1816">排水区域面積：211 ha、ポンプ排水能力：1.1(m³/s)、水門流下能力 6.2(m³/s)、1932 年建設</p>

No	名称	能力・仕様	
9	Sussex St.	 排水区域面積：107 ha、水門流下能力 4.9(m ³ /s)、建設年不明	
10	La Penitence South	 排水区域面積：64 ha、水門流下能力 19.1(m ³ /s)、1954 年建設	
11	Ruimveldt North	 排水区域面積：119 ha、ポンプ排水能力：1.1(m ³ /s)、水門流下能力 5.3(m ³ /s)、建設年不明	
12	Ruimveldt South	 排水区域面積：117 ha、水門流下能力 5.0(m ³ /s)、建設年不明	
Total		排水区域合計面積：2,775 ha、ポンプ排水能力：20.0(m ³ /s)、水門流下能力 69.0 (m ³ /s)	

出典：NDIA 報告書（2015）、M/P（1994）を元に調査団が作成

1.3.4 排水システムの運営維持管理状況

排水システムの運営維持管理は、ジョージタウン市（Mayor and City Council of Georgetown：M&CC）が主に行っており、MOA は施設全体を管理する立場にある。また、費用がかかる維持管理については、必要に応じてその費用を NDIA や MPI が負担する。維持管理について、M&CC が直接雇用して行うこともあるが、規模や時期に応じて外部委託して実施する場合もある。既存水門・排水ポンプの運営は数名の操作員を配置し、24 時間体制で行っている。

既存水門・排水ポンプ施設の運営状況を次表に整理する。

表 R 1.3.7 既存水門・排水ポンプ施設の運営状況

No.	名称	施設	運営状況	
1	Liliendaal	固定式ポンプ	操作状況	2台あるポンプを基本的には1台ずつ交互に運転している。水位によっては2台同時に運転する。操作のタイミングは操作員の判断で行っている。
			操作員	1人×3シフト(計3名)
			管理小屋	ポンプ場近くに屋根付きの操作室および操作員待機小屋がある。
2	Kitty	固定式ポンプ	操作状況	2台あるポンプを基本的には1台ずつ交互に運転している。水位によっては2台同時に運転する。操作のタイミングは操作員の判断で行っている。
			操作員	1人×3シフト(計3名)
			管理小屋	ポンプ場が屋根付きの建物となっており、建屋内に操作盤および操作員待機場所となっている。
3	Young St.	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。ワイヤーロープウインチ式(手動)で扉体引き上げ。
			操作員	1人×3シフト(計3名)
			管理小屋	あり
		移動式ポンプ	基本的には監督員の指示に従いポンプを運転している。(操作員によると概ねポンプ呑口のスクリーン上部まで水位が到達したらポンプ運転を開始すること)	
4	Cummings Canal	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。ワイヤーロープウインチ式(手動)で扉体引き上げ。
			操作員	2人×3シフト(計6名:Lamaha St.水門と兼務)
			管理小屋	あり
5	Lamaha St.	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。チェーン巻き上げ式(手動)で扉体を引き上げているが、昨年壊れ、現在扉体は閉めっぱなし。
			操作員	2人×3シフト(計6名:Cummings Canal 水門と兼務)
			管理小屋	なし
		移動式ポンプ	基本的には監督員の指示に従いポンプを運転している。	
6	Church St.	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。チェーン巻き上げ式(手動)で扉体を引き上げ。
			操作員	2人×3シフト(計6名:Commerce St.水門と兼務)
			管理小屋	なし(水門は工場敷地内にある)
		移動式ポンプ	バッテリーがないため、現在機能していない。	
7	Commerce St.	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。チェーンブロック式(手動)で扉体を引き上げ。門扉に漏水部あり。河口付近にマングローブあり。
			操作員	2人×3シフト(計6名:Church St.水門と兼務)
			管理小屋	あり
		移動式ポンプ	基本的には監督員の指示に従いポンプを運転している。	
8	Princess St.	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。ワイヤーロープウインチ式(手動)で扉体引き上げ。門扉に漏水部あり
			操作員	1人×3シフト(計3名)
			管理小屋	あり
		移動式ポンプ	吸込み部のプロペラが壊れたため、現在機能していない。	
9	Sussex St.	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。チェーンブロック式(手動)で扉体を引き上げ。
			操作員	1人
			管理小屋	あり
		移動式ポンプ(現在なし)	2005年に設置したが、2017年1月に撤去した。	
10	La Penitence South	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。ワイヤーロープウインチ式(手動)で扉体引き上げ。(2連ゲートで別々に引き上げ装置が設置されている)
			操作員	1人×3シフト(計3名:Ruimveldt North 水門と兼務)
			管理小屋	なし
11	Ruimveldt North	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。ワイヤーロープウインチ式(手動)で扉体引き上げ。
			操作員	1人×3シフト(計3名:La Penitence South 水門と兼務)
			管理小屋	あり
		移動式ポンプ	基本的には監督員の指示に従いポンプを運転している。	
12	Ruimveldt South	水門	操作状況	1日4回(概ね満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉)操作を行う。ワイヤーロープウインチ式(手動)で扉体引き上げ。
			操作員	1人
			管理小屋	あり(監督員:Mr. Winston Josephの自宅)

出典: 現地踏査およびヒアリング結果に基づき調査団が作成

水門の開閉は全て手動であるため、開閉に時間が掛かる（チェーンブロック式では開扉：20分・閉扉：5分、ワイヤーロープウインチ式では開扉：約30分・閉扉：約1分）。開扉時には、操作作業の省力化のため水門を完全に開扉せずゲートの下端は水面程度まで留めている場合が多い。閉扉は重力を利用して行っている。

これらの開閉作業の特性のため、水門の上下流で水位差がある場合や流速が大きい場合はゲートの開閉が困難となる。このためジョージタウン市は経験に基づいて、概ね水位が上下流で均衡する、満潮時の3時間後に開扉、干潮時の3時間後に閉扉を行っている。

過去には操作員が水門を満潮時に開扉したままにしてデメララ川から排水路に逆流した事例がある。ただし、これによる大きな被害報告はなく、操作時における操作員の怪我等の記録は無い。

既存水門・排水ポンプ施設の維持管理状況を下表に整理する。

表 R 1.3.8 既存水路・水門・排水ポンプ施設の維持管理状況

施設	維持管理状況
水路	浚渫 ：毎年ではないが、状況に応じて排水路内、水門付近の浚渫を行っている。 植生およびゴミの撤去 ：年に1～2回程度行っている。ゴミの撤去については、M&CC内の Engineer's Department と Solid Waste Department と連携して行っている。
水門	門扉 ：水門の門扉は全て木製で、Greenheart Tree というガイアナ特産の丈夫な木材が原材料であり、概ね5～6年毎に木製ゲートを交換。 潤滑油 ：門扉の動きを円滑にするための潤滑油は、必要に応じて門柱に塗布している。（定期的には行っていない） 引き上げ機 ：壊れてから修理・交換を行っている。Lamaha St.の引き上げ機は2016年に壊れ機能しなくなったが、2017年3月現在で未だ修理・交換されていない。
ポンプ	基本的には部品が壊れてから修理・交換を行っている。 水門がない Liliendaal ポンプ場と Kitty ポンプ場については、毎日スクリーン前のゴミを撤去・清掃している。

出典：現地踏査およびヒアリング結果に基づき調査団が作成

1.3.5 既存のジョージタウン市における洪水解析結果概要

ジョージタウン市の洪水解析は、NDIA 報告書（2015）で検討されており、その概要を以下に示す。またこれ以外には、オランダ学生チームがジョージタウン市の一部（南部の Ruimveldt 水路）で実施した洪水解析を、現在のガイアナ大学でその更新または市全体への拡充を行っている。

NDIA 報告書（2015）における洪水解析条件に関するヒアリング結果、および NDIA 報告書（2015）の解析結果を以下に示す。

表 R 1.3.9 NDIA 報告書 (2015) における洪水解析条件に関するヒアリング結果

項目	洪水解析条件	ヒアリング結果
地形データ	LIDAR データ	Conservancy Adaptation Project (CAP), WB で 2008 年に撮影したもの。
洪水解析ソフト	CityCAT	2015 年報告書以前より、NDIA では洪水解析ソフトとして CityCAT を使っていたため採用した。(ただし実際の解析はイギリスのコンサルタント (Mott MacDonald) が行っており、このコンサルタントは CAP における東デメララ貯水池 (East Demerara Water Conservancy : EDWC) の洪水解析も担当していた)
既存排水路	1 次排水路のみ考慮	2 次水路、3 次水路は水路幅も狭く浅いため、解析上は考慮していない。解析モデルで考慮した 1 次水路は、M/P (1994) の情報から代表断面を設定して、解析に反映させた。ただし既存排水路の流下能力の算定は行っていない。
水門やポンプの排水能力	75% または 95% 程度まで低下させている	現地で水門・ポンプ付近の排水能力を計測し、その結果より 75%、95% という値を設定した。HS-MOA より超音波流速計 (Acoustic Doppler Current Profiler : ADCP) を借り、大学生を使って流速を計測し、現況排水能力を算定した。
整備規模	5 年確率	南米に限らず、幾つかの開発途上国の整備実績を考慮して設定した。(国名は不明)
現存している移動式ポンプの取り扱い	移動式ポンプは考慮しない	現在常設されている移動式ポンプは、既に老朽化しており、将来撤去する予定である。撤去後は JICA 無償資金協力による常設ポンプを設置する計画としている。
気候変動対応	考慮していない	将来的には、気候変動による降雨強度の増加の割合など、気候変動を考慮した解析が望ましい。現時点では、ガイアナでは気候変動を考慮した解析パラメータは設定されていない。

出典：NDIA 報告書 (2015) およびヒアリング結果に基づき調査団が作成

表 R 1.3.10 排水施設能力一覧表 (既存施設と NDIA 提案施設)

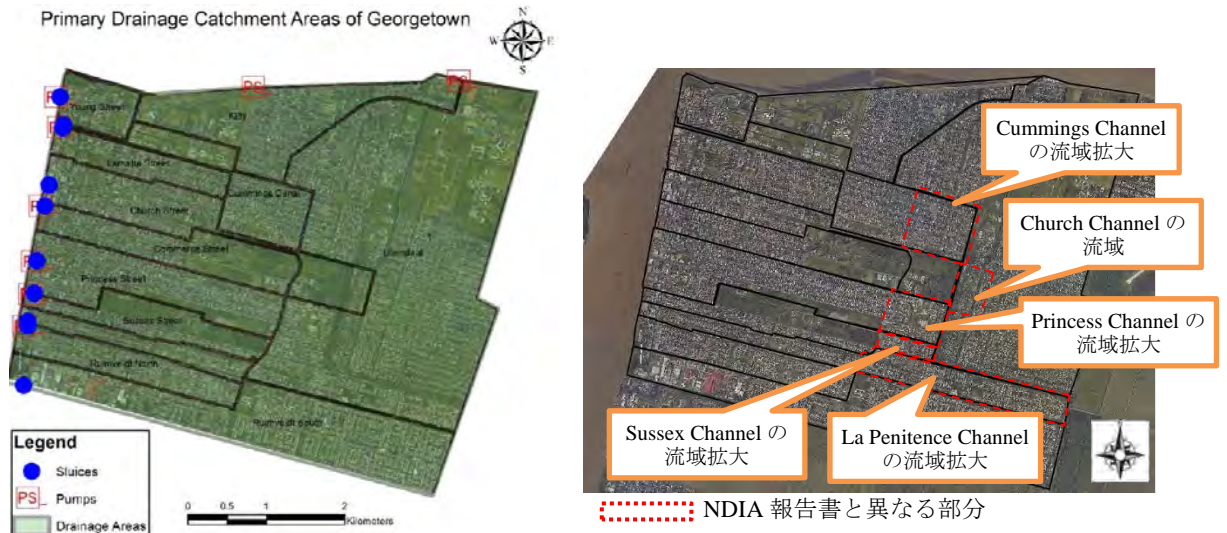
No	名称	排水区域面積 (ha)	既存排水能力				NDIA 提案の排水能力				
			水門 (m ³ /s)	ポンプ (m ³ /s)	合計		追加ポンプ (m ³ /s) ²	水門 (m ³ /s)	ポンプ (m ³ /s)	合計	
					(m ³ /日)	(mm/日)				(m ³ /日)	(mm/日)
1	Liliendaal	1,335	—	8.5	550,800	20	4.2	—	12.7	822,960	30
2	Kitty	243	—	4.3	137,700	5	—	—	4.3	275,400	10
3	Young St.	65	7.8	1.1 ^{*1}	253,469	9	—	7.8	— ^{*3}	210,755	8
4	Cummings Canal	127	10.6	—	286,531	10	5.6	10.6	5.6	554,659	20
5	Lamaha St.	88	3.6	1.1 ^{*1}	139,392	5	—	3.6	— ^{*3}	96,678	3
6	Church St.	146	4.0	—	108,717	4	—	4.0	—	108,717	4
7	Commerce St.	153	2.8	1.1 ^{*1}	117,101	4	2.2	2.8	2.2 ^{*3}	179,723	6
8	Princess St.	211	6.2	1.1 ^{*1}	209,988	8	2.2	6.2	2.2 ^{*3}	272,610	10
9	Sussex St.	107	4.9	1.1 ^{*1}	174,194	6	—	4.9	— ^{*3}	131,480	5
10	La Penitence South	64	19.1	—	514,990	19	5.6	19.1	5.6	783,118	28
11	Ruimveldt North	119	5.3	1.1 ^{*1}	185,463	7	—	5.3	— ^{*3}	142,749	5
12	Ruimveldt South	117	5.0	—	133,952	5	—	5.0	—	133,952	5
Total		2,775	69.0	20.00	2,812,298	101	19.8	69.2	32.6	3,712,802	134

*1: 移動式ポンプを設置した場合の既存排水能力。場所によっては、常時も移動式ポンプを据え付けたままにしている。

*2: NDIA は JICA 無償資金協力で追加ポンプを調達することを想定している。

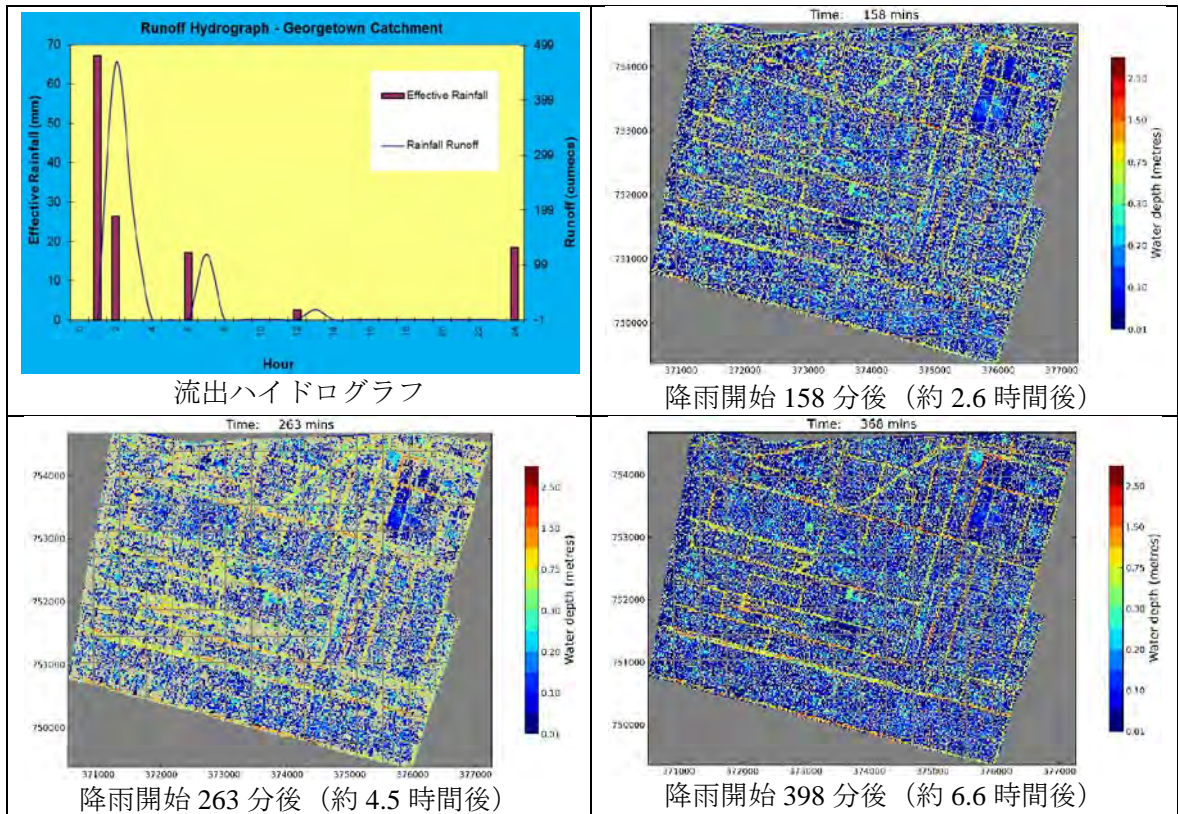
*3: NDIA 提案では、移動式ポンプを考慮していない。

出典：NDIA 報告書 (Modeling of Floods in Georgetown 2015)



出典： NDIA 報告書（Modeling of Floods in Georgetown 2015） 出典： NDIA 解析担当者より入手

図 R 1.3.13 1次排水路の流域区分図



出典： NDIA 報告書（Modeling of Floods in Georgetown 2015）

図 R 1.3.14 流出ハイドログラフと洪水解析結果（5年確率、現況排水施設）

1.4 排水システム改善および洪水対策に係る取組現況

1.4.1 国家レベルおよび地方レベルにおける政策・戦略、法規・制度、計画、枠組・体制、基準、予算

洪水対策をはじめとする災害に関する国家レベルの取組みは、国際機関の支援を受けながら市民防衛局（Civil Defence Commission : CDC）を中心に整備されてきた。また排水施設の建設・維持管理の役割分担については、「Laws of Guyana」の中で記載されている。

排水システム改善および洪水対策に係る、国家レベルおよび地方レベルにおける政策・戦略、法規・制度、計画、枠組・体制、基準を以下に示す。

表 R 1.4.1 排水システムの改善および洪水対策に係る政策・戦略、法規・制度、計画、枠組・体制、基準

区分	名称	作成機関	支援機関
政策・戦略	National Development Strategy (2001 to 2010)	MOF	-
	A National Strategy for Agriculture in Guyana (2013 to 2020)	MOA	-
	Damage Assessment & Needs Analysis Policy Statement (2010)	CDC	-
	National Integrated Disaster Risk Management Implementation Strategy for Guyana (2013)	CDC	IDB
	Disaster Risk Management Policy (2013)	CDC	UNDP
	Strategic Plan for the Civil Defence Commission of Guyana (2014 to 2017)	CDC	-
	Sea and River Defence Sector Policy (2015)	MPI	-
法規・制度	Law of Guyana (Chapter 28-01), Municipal and District Councils Act (1998)	MOLA	-
	Laws of Guyana (Chapter 30-01) Water and Sewerage Act (2012)	MOLA	-
	Laws of Guyana (Chapter 64-02) Sea Defence Act (2012)	MOLA	-
	Laws of Guyana (Chapter 64-03) Drainage and Irrigation Act (2012)	MOLA	-
計画	Georgetown Water and Sewerage Master Plan (1994)	GWA	-
	Damage Assessment & Needs Analysis Plan (2010)	CDC	-
	Flood Preparedness & Response Plan (2011)	CDC	UNDP
	National Integrated Disaster Risk Management Plan for Guyana (2013)	CDC	IDB
	Multi-hazard Disaster Preparedness & Response Plan (2013)	CDC	UNDP
枠組・体制	Damage Assessment & Needs Analysis Framework (2010)	CDC	-
	Early Warning System Framework (2013)	CDC	UNDP
基準	Guideline for Incorporating Integrated Disaster Risk Management in Agricultural Planning (2013)	CDC	-
	Guideline for Incorporating Integrated Disaster Risk Management in Environmental Management (2013)	CDC	-

出典： MOLA (Ministry of Legal Affairs) 法務省 (<http://mola.gov.gy/information/laws-of-guyana>)
 CDC (<http://cdc.gy/wp-content/uploads/2016/05/Document-for-Website/>)
 MPI (http://publicworks.gov.gy/files/docs/Policy_Final_GoG_Cover_Cabinet_8_2015.pdf)
 National Development Strategy (<http://www.ndsguyana.org/downloads/annex15.pdf>)
 MOA (http://cms2.caricom.org/documents/11264-moa_agriculture_strategy_2013-2020_-_cd.pdf)
 M/P (1994)

*GWA (Guyana Water Authority) ガイアナ水道局

*IDB (Inter American Development Bank) : 米州開発銀行

*MOF (Ministry of Finance) 財務省

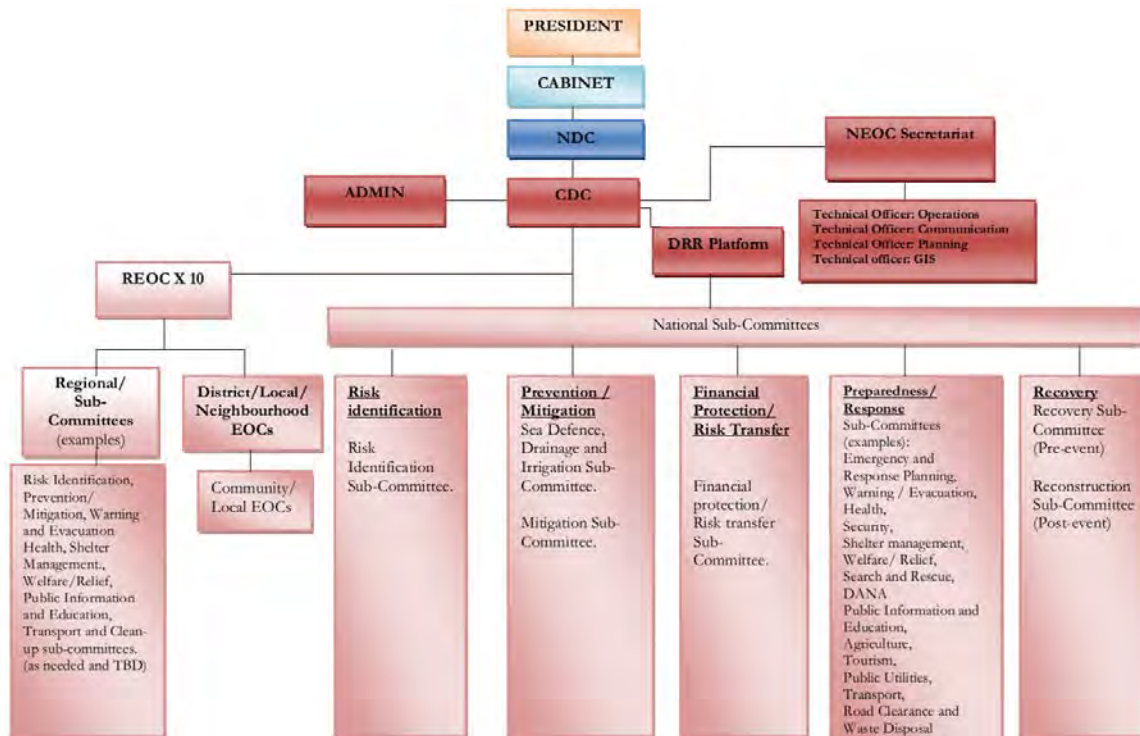
(1) 政策・戦略

国家レベルの洪水対策については、「National Integrated Disaster Risk Management Plan」で記載され、排水改善についても洪水対策の一環として記載されている。「National Development Strategy (2001 to 2010) (ANNEX 15 Water)」や「A National Strategy for Agriculture in Guyana (2013 to 2020)」では、排水改善は国家的な課題の一つとして挙げられている。各政策・戦略の概要を次表に示す。

表 R 1.4.2 排水システム改善および洪水対策に係る政策・戦略

名称	概要
National Development Strategy (2001 to 2010)	「ANNEX 15 Water」で「Sea Defences」、「Drainage and Irrigation」、「Hydrometeorological Service」について、これまでの国家としての取組みや、将来の開発戦略（排水改善に係る長期計画や、今後の提言等含む）について記載。
A National Strategy for Agriculture in Guyana (2013 to 2020)	「Guyana's Vision for Agriculture 2020 – Twenty-Five Priorities for Success」が示されており、その中の優先活動「Priority 3 reaffirms that Water Security and, therefore, Water Management is crucial for success.」で既存排水施設の脆弱性、改善の必要性について記載。
Damage Assessment & Needs Analysis Policy Statement (2010)	CDC の下の「Damage Assessment and Needs Analysis (DANA) Committee」が主体となって洪水を含む全ての災害による被害評価やニーズ分析を行う。被害評価における民間と省庁の役割や、データベースの構築等に関して記載。洪水や排水改善に特化していない。
National Integrated Disaster Risk Management Implementation Strategy for Guyana (2013)	2013 年から 10 年間を目的に、国家として進めるべき災害リスク管理のための活動や事業を提案。ガイアナ国の災害リスク管理体制図を図 R 1.4.1 に示す。 <u>Risk Identification</u> : リスクの特定、ハザードマップの作成 <u>Prevention/Mitigation</u> : 洪水（排水不良）について脆弱性を評価、対策工（排水改善）の実施 <u>Financial Protection/Risk Transfer</u> : 地方レベルでカリブ災害リスク保険機関（Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility : CCRIF）と保険契約を結ぶ <u>Preparedness/Response</u> : 災害対応について全省庁の連携。必要な法律やガイドラインの整備 <u>Recovery</u> : 災害復旧について全省庁の連携。National Contingency Fund の運用
Disaster Risk Management Policy (2013)	災害リスク管理について、12 のゴール、14 の戦略目標、20 の取組み等を記載。ガイアナ国における 2005 年洪水の経験や兵庫行動枠組み等を参照して作成。ガイアナ国の災害リスク管理に係る組織を図 R 1.4.2 に示す。
Sea and River Defence Sector Policy (2015)	MPI 直轄の海岸・河川防御部（Sea and River Defence Division : SRDD）が海岸・河川工事の計画、設計、施工を担当するが、海岸・河川部の排水・灌漑施設（水路出口や水門等）は NDIA が担当することが記載されている。

出典 : CDC (<http://cdc.gy/wp-content/uploads/2016/05/Document-for-Website/>)
 MPI (http://publicworks.gov.gy/files/docs/Policy_Final_GoG_Cover_Cabinet_December_8_2015.pdf)
 National Development Strategy (<http://www.ndsguyana.org/downloads/annex15.pdf>)
 MOA (http://cms2.caricom.org/documents/11264-moa_agriculture_strategy_2013-2020_-_cd.pdf)



出典 : National Integrated Disaster Risk Management Implementation Strategy for Guyana

図 R 1.4.1 ガイアナ国の災害リスク管理体制

Public Awareness, Education and Research University of Guyana Nat. Communication Network GINA MEDIA UNICEF The New Guyana School	Human Capacity Development Ministry of Human Services/ Social Security Ministry of Labour Ministry of Amerindian Affairs, Amerindian Village Councils, Community-based institutions	Climate Smart Disaster Risk Management Climate Change Committee Disaster Preparedness, Response and National Security Ministry of Home Affairs Guyana Fire Service Guyana Police Force Mayor and Councilors of the City Georgetown Ministry of Local Government National Democratic Councils Regional Democratic Organs Guyana Red Cross Society Private Sector Commission Faith Based Organizations Guyana Tourism and Hospitality Association Air-Craft Owners Association Guyana Civil Aviation Authority Chamber of Commerce of Georgetown
	Development, Monitoring & Enforcing Legislative DRM Frameworks / International Commitments Ministry of Legal Affairs Guyana Defence Force Guyana Association of Women Lawyers Courts of Law – Magistrates Court, High Court, Court of Appeal, Caribbean Court of Justice, Ministry of Foreign Affairs	
	Disaster Prevention / Disaster Mitigation Rice Development Board Guyana Geology and Mines Commission Central Housing and Planning Authority Guyana Lands and Surveys Commission Sea and River Defence Board National Drainage and Irrigation Authority Habitat for Humanity Guyana	
Early Warning & Information Communications Technology OP / OPM GINA MEDIA Nat. Communications Network Digicel Guyana Telephone & Telegraph Company Amateur Radio Operators Guyana Sugar Corporation Guyana Water Incorp. Guyana Power & Light Nat. Drainage & Irrigation Auth Sea and River Defence Board	All Aspects of DRM Line Ministries via DRM Sector Plans Key: Finance, Agriculture/Health /Natural Resources & Environment Environmental Protection Agency and Local Government, UNDP	DRM Development Partners, and Supporters United Nations / Multilateral Bodies International Financial Institutions Bi-lateral Donors International HGO's Volunteer Organizations at all levels Civil Society Organizations
	Human-Rights Based DRM DRM Human Rights Committee: Gender, Equality and Social Protection (To be developed) National Commission on Disability UNICEF	

出典 : Disaster Risk Management Policy

図 R 1.4.2 ガイアナ国の災害リスク管理に係る組織

(2) 法規・制度

ガイアナ国の法制度は「Law of Guyana」で整備されており、特に排水システムの維持管理・改善に関して、国家レベルでは「Chapter 64-03 Drainage and Irrigation Act」、地方レベルでは「Chapter 28-01 Municipal and District Councils Act (Part IX Drainage and Irrigation)」に記載されている。各法規・制度の概要を下表に示す。

表 R 1.4.3 排水システム改善および洪水対策に係る法規・制度

名称	概要
Law of Guyana (Chapter 28-01), Municipal and District Councils Act (1998)	「Part IX Drainage and Irrigation」に排水工事（排水路、暗渠、水門、ポンプ施設、橋梁、道路等を含む）に係る、維持管理は地方（ジョージタウン市の場合は M&CC）の責務であることが記載されている。
Laws of Guyana (Chapter 30-01) Water and Sewerage Act (2012)	上・下水道に係る規定、および HS-MOA の設置や水文気象に係る所掌が定められている。
Laws of Guyana (Chapter 64-02) Sea Defence Act (2012)	「Part III Maintenance, Management and Construction of Sea Defences」に、海岸沿いにある排水施設（水門等）は、その所有者や地方自治体（ジョージタウン市の場合は NDIA や M&CC）に管理責任があることが記載されている。また海岸防御のための工事や管理上で排水施設が障害となる場合、適切な処理を行うよう、所有者や地方自治体に必要な処置（工事費含む）を要請できる。
Laws of Guyana (Chapter 64-03) Drainage and Irrigation Act (2012)	「Part VI Construction, Acquisition and Maintenance of Works」にて、NDIA が排水改善に係る新設工事の計画、積算、実施を行うことが記載されている。また工事の承認は農業大臣が行い、工事開始に際して、最低 1 社の日刊新聞で公表する義務がある。 国、Region および地方の排水システムの維持管理費用については、NDIA の負担で行うことが記載されている。 排水施設から 12ft. (約 3.7m) の範囲は柵や NDIA の活動（維持管理等）を妨げるものを建設することは禁止されており、この範囲は NDIA の所有となることが定められている。 またこの中で、「Flood Control」は Conservancy（貯水池）およびその付帯施設で洪水を制御することと定義されており、海岸や河岸を越流する洪水は「Sea Defence Board」の責務であり、この Act には含まれていない。

出典： Ministry of Legal Affairs (MOLA) (<http://mola.gov.gy/information/laws-of-guyana>)

(3) 計画

排水システム改善に係る国家レベルの計画はなく、ジョージタウン市の排水システム改善に係る計画は、M/P (1994) のみである。国家レベルの洪水対策は、UNDP や IDB といった国際機関の支援を受け、CDC が計画策定している。各計画の概要を次表に示す。

表 R 1.4.4 排水システム改善および洪水対策に係る計画

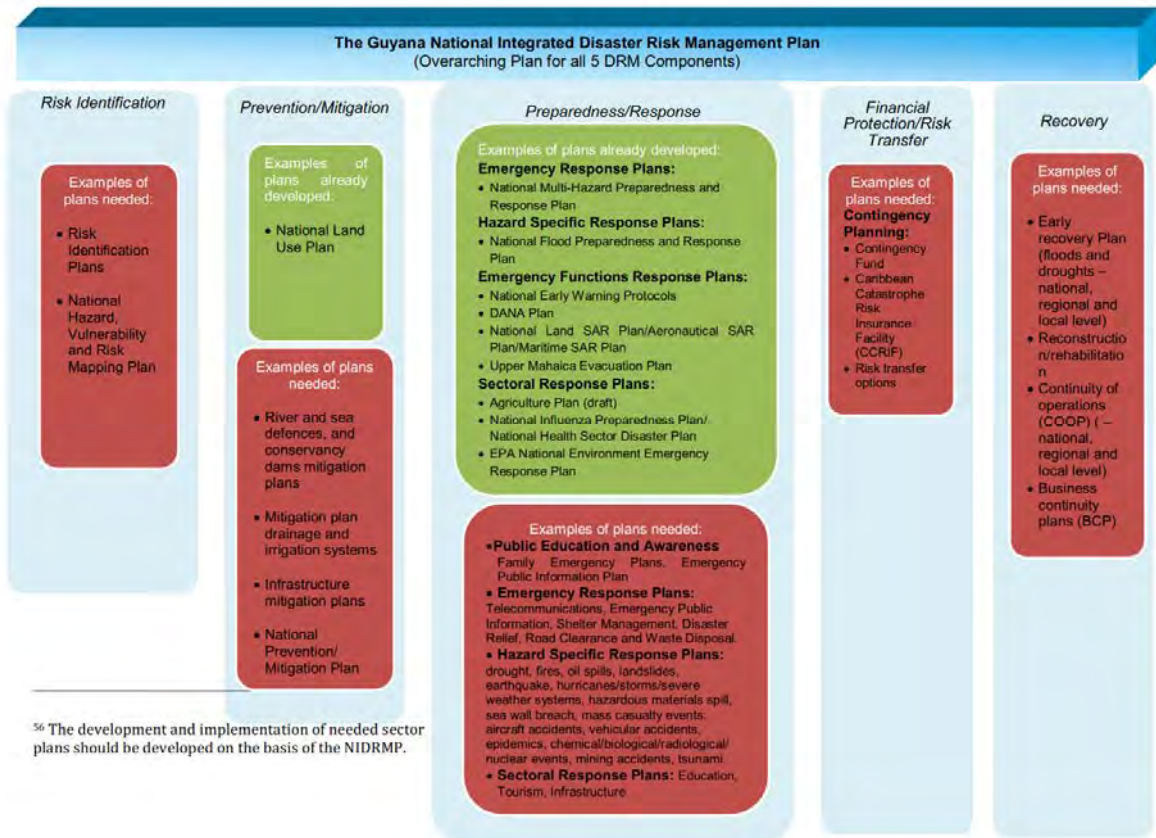
名称	概要
Georgetown Water and Sewerage Master Plan (1994)	「Part IV Primary Drainage System」に Volume 1 Existing Services と Volume 2 Future Services があり、1 次水路およびそれに接続している水門、ポンプ場の現状と将来計画が示されている。将来計画としては、排水路浚渫、排水路の一部をコンクリート 3 面張り、水門付近の浚渫、暗渠部の断面拡大、Kitty および Likiendaal ポンプ場、水門、暗渠、サイフォン等のリハビリ、維持管理用重機の調達等が提案されている。
Damage Assessment & Needs Analysis Plan (2010)	この計画では、災害のタイプや規模によって以下の被害評価チームを構成し、段階的な被害評価を行うことが記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> - Rapid Damage Assessment Team - National Damage Assessment Team - Regional Democratic Council Damage Assessment Team - Sector Assessment Team この計画で記載されている段階的な被害評価レポートの概要を表 R 1.4.5 に示す。
Flood Preparedness & Response Plan (2011)	この計画では、主に下記の事項について記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> - Profile of Guyana - Disaster Management Systems in Guyana - Disaster Management Functions - Disaster Response Function - Early Recovery Frameworks - Flood Mitigation: Approaches and Strategies - Flood Safety Measure また洪水対策としては、以下が挙げられている。 <u>構造物対策</u> ：築堤、流域管理（水路の流下能力確保）、貯水タンク・池、遊水地、嵩上げ地域への住宅建設 <u>非構造物対策</u> ：氾濫原の建築規制、洪水予警報、洪水対策計画の策定
National Integrated Disaster Risk Management Plan for Guyana (2013)	これまでのガイアナ国における災害状況、取組み、各関連機関の役割、およびこれらの課題を整理した上で、2013 年から 10 年間を目途に、国家として進めるべき災害リスク管理のための計画を立案。 <ul style="list-style-type: none"> - Risk Identification - Prevention/Mitigation - Financial Protection/Risk Transfer - Preparedness/Response - Recovery
Multi-hazard Disaster Preparedness & Response Plan (2013)	対象としている災害は洪水、地すべりなどの自然災害や、火災や石油流出などの人災、Sea wall や Conservancy (貯水池) の堤防決壊も災害対象として位置付けている。またこの計画では CDC が災害時に始動させ、災害時に各関連機関が集まり災害対応方針を検討・決定する「National Emergency Operation Center」についても記載されている。

出典： CDC (<http://cdc.gy/wp-content/uploads/2016/05/Document-for-Website/>)、M/P (1994)

表 R 1.4.5 Damage Assessment & Needs Analysis Plan (2010)における段階的な被害評価レポートの概要

評価段階	評価のタイミング	目的
ステージ 1	災害または警報解除の 4~8 時間後	災害範囲・規模の確認と外部支援の必要性を決定
ステージ 2	災害または警報解除の 7 日後	被害規模や位置に関する情報提供、ニーズ分析の促進、緊急支援物資の割り当て
ステージ 3	災害の 21 日後	公共サービスの復旧状況やガイアナ国の物資在庫に関する情報提供

出典： Damage Assessment & Needs Analysis Plan (2010)



出典：National Integrated Disaster Risk Management Plan for Guyana (2013)

図 R 1.4.3 National Integrated Disaster Risk Management Plan と他の計画との関係

表 R 1.4.6 Disaster Risk Reduction Platform メンバー²

National Drainage and Irrigation Authority	Guyana Red Cross
United Nations Development Programme	Guyana Lands and Survey Commission
Ministry of Communities	Ministry of Public Health
United Nations Children's Fund	Ministry of Finance
Sea and River Defence, Ministry of Public Infrastructure	Hydrometeorological Services, Ministry of Agriculture
Guyana Fire Service	Guyana Police Force
Environmental Protection Agency	Guyana Defence Force
Private Sector Commission	Inter American Development Bank

出典：Multi-hazard Disaster Preparedness & Response Plan (2013)

² ガイアナ国の災害管理システムの中で、技術面で CDC がリーダーシップをとっており、Disaster Risk Reduction Platform メンバーは CDC を技術面でサポートする。

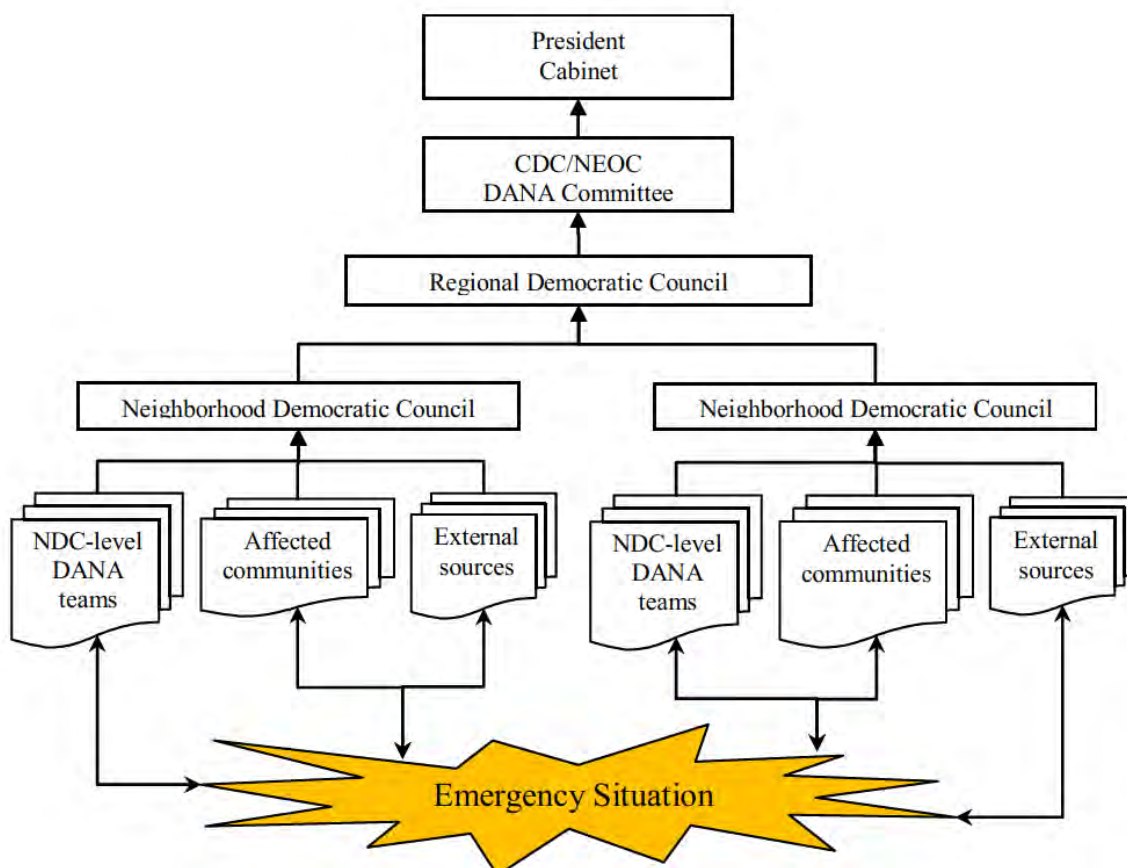
(4) 枠組・体制

ガイアナ国では排水システム改善に特化した体制・枠組はなく、洪水および自然災害全般に関する被害評価および早期警報システムに関する体制・枠組みが構築されている。各体制の概要を次表に示す。

表 R 1.4.7 洪水および自然災害に係る体制

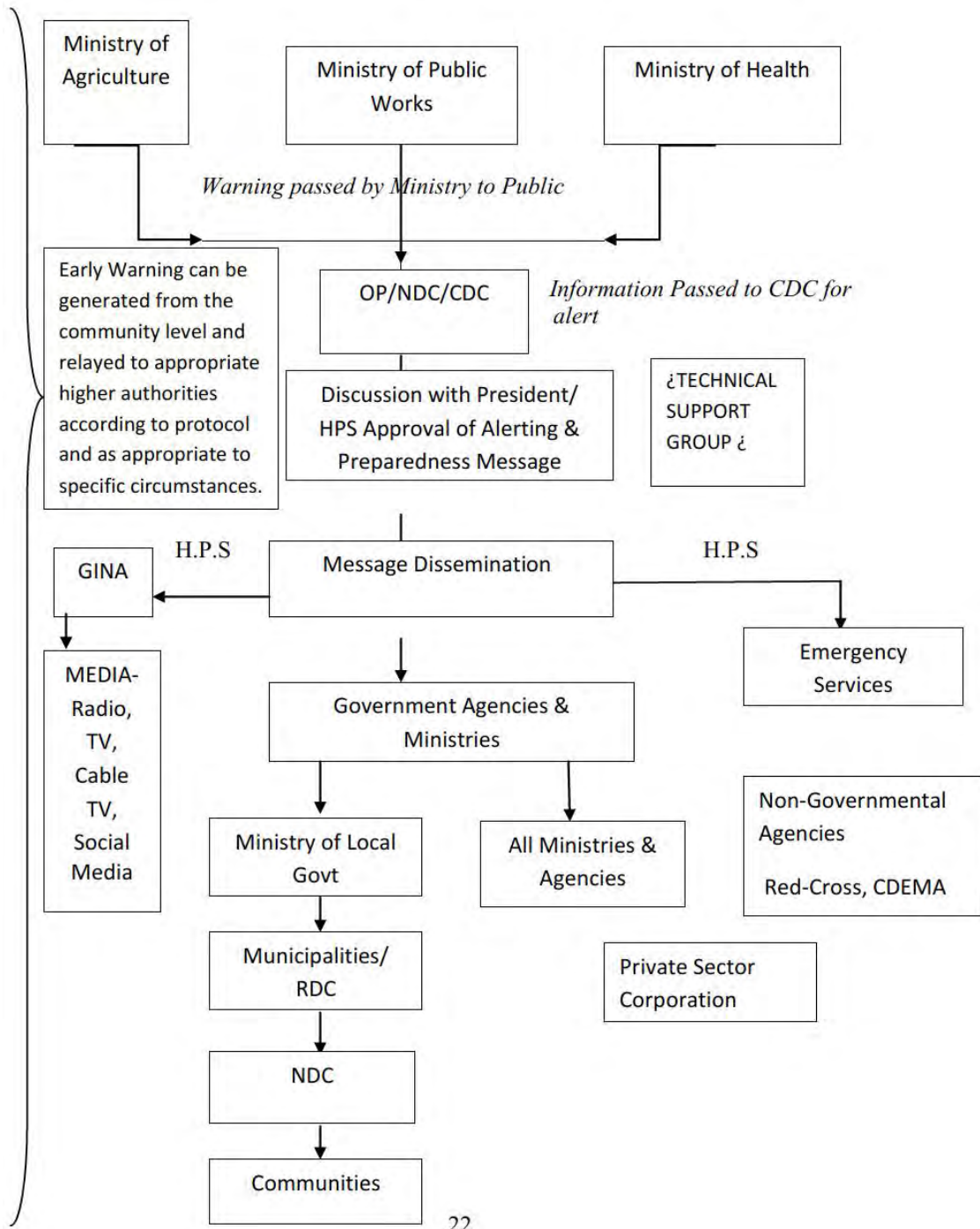
名称	概要
Damage Assessment & Needs Analysis Framework (2010)	<p>この中では主に、以下に示す各ステージの被害評価の方法について記載されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ステージ1：災害または警報解除の4～8時間後（被害者、被害家屋、インフラ等の有無およびそれについてのコメントを記載する様式が定められている） ● ステージ2：災害または警報解除の7日後（家屋、インフラ、ライフライン、家畜、農作物等の概算被害額を算定） ● ステージ3：災害の21日後（DANA（Damage Assessment & Needs Analysis）報告書の作成、直接被害額の算定、中期・長期的な必需品を見積り） <p>また、この中で示されている被害評価データのフロー図を図 R 1.4.4 に示す。</p>
Early Warning System Framework (2013)	<p>国家早期警報システムの体制が記載されている。構造としては、「National Early Warning System Sub Committee」の下に「Technical Support」と「National Emergency Operations Centre」があり連携を図っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● National Early Warning System Sub Committee メンバー：MOH、MOA、MPI、MOC、CDC、OCC 等 ● Technical Support メンバー：Sea and River Defence Division -MPI、MARAD-MPI、NDIA、HS-MOA、GL&SC、環境保護局、GWI 等

出典： CDC (<http://cdc.gy/wp-content/uploads/2016/05/Document-for-Website/>)



出典： Damage Assessment & Needs Analysis Framework (2010)

図 R 1.4.4 被害評価データのフロー図



22

出典 : Early Warning System Framework (2013)

図 R 1.4.5 国家早期警報システム手順 (案)



出典 : Early Warning System Framework (2013)

図 R 1.4.6 国家早期警報システム管理の構造

(5) 基準

ガイアナ国では排水システム改善や洪水対策に特化した基準はない。自然災害に関する各基準の概要を下表に示す。

表 R 1.4.8 自然災害に係る基準

名称	概要
Guideline for Incorporating Integrated Disaster Risk Management in Agricultural Planning (2013)	このガイドラインでは、農業分野における統合災害リスク管理を実施するための手順として、以下が示されている。 <ul style="list-style-type: none"> ● Step1 : Get Started ● Step2 : Identify Risks and Consequences ● Step3 : Assess and Prioritize Consequences of Risks ● Step4 : Prepare a Draft Action Plan for Integrated Disaster Risk Management (IDRM) ● Step5 : Implement IDRM for Agricultural Planning 農業分野における統合災害リスク管理活動計画（案）についても記載があり表 R 1.4.9 に示す。ここで定義されている短期は 1～5 年、中期は 6～15 年、長期は 15 年以上である。
Guideline for Incorporating Integrated Disaster Risk Management in Environmental Management (2013)	このガイドラインでは、環境管理に関する統合災害リスク管理を実施するための手順として、以下が示されている。 <ul style="list-style-type: none"> ● Step1 : Get Started ● Step2 : Identify Risks and Consequences ● Step3 : Assess and Prioritize Consequences of Risks ● Step4 : Prepare a Draft Action Plan for IDRM ● Step5 : Implement IDRM for Environmental Management 環境管理に関する統合災害リスク管理活動計画（案）についても記載があり表 R 1.4.10 に示す。ここで定義されている短期は 1～5 年、中期は 6～15 年、長期は 15 年以上である。

出典： CDC (<http://cdc.gov/wp-content/uploads/2016/05/Document-for-Website/>)

表 R 1.4.9 農業分野における統合災害リスク管理活動計画（案）

Consequence in Priority Order	Prevention Action(s)	Mitigation / Adaption Action(s)	Financial Risk Management Action(s)	Rehabilitation / Reconstruction Action(s)	Agency Responsible	Time Frame
Washed out road	Not applicable	Raise road elevation	Not applicable	Replace road at same elevation	Public Works	Short term
Increased costs for farm inputs	Change crop varieties	Breed new varieties of same crop	Crop insurance	Not applicable	Ministry of Agriculture and Agricultural Research Institute	Long term
Community abandonment	Build dikes	Relocated to higher ground	Disaster relief fund	Not applicable	Civil Defense Commission	Long term
Contamination of farm wells	Not applicable	Berm well-heads	Public / private sector contributions	Drill new wells	Farmers and Ministry of Agriculture	Short term
Destruction of irrigation infrastructure	Not applicable	Develop flood proof pumps	Disaster relief fund	Replace infrastructure	Civil Defense Commission	Medium term
Destruction of farm buildings	Improved construction standards	Improved construction standards	Public / private sector contributions	Farmers rebuild	Farmers and Ministry of Agriculture	Medium term
Crop Destruction	Not applicable	Not applicable	Crop insurance	Replant when possible	Farmers and Ministry of Agriculture	Short term
Current Crops become uneconomic	Not applicable	Change crop varieties	Crop subsidization	Not applicable	Ministry of Agriculture	Medium term

出典： Guideline for Incorporating Integrated Disaster Risk Management in Agricultural Planning (2013)

表 R 1.4.10 環境管理に関する統合災害リスク管理活動計画（案）

Consequence in Priority Order	Prevention Action(s)	Mitigation Adaption Action(s)	Financial Risk Management Action(s)	Rehabilitation Reconstruction Action(s)	Agency Responsible	Time Frame
Loss of timber production from fire	Early detection of forest fires	Enhanced fire fighting capacity	Not applicable	Replanting or natural regeneration	Guyana Forestry Commission	Long term
Threat to Amerindian villages	Early warning and creation of buffer areas	Relocation of village to safer area	Establish insurance program(s)	Rebuild village in same location	CDC	Short term
Destruction of mangrove swamps	Prohibition of logging and enforcement	Not applicable	Establish national mangrove restoration fund	Mangrove restoration program	Ministry of Agriculture (Mangrove Restoration Project)	Medium term
Destruction of coastal wetlands	Prohibit development on wetlands	Continuous rehabilitation	Not applicable	Not applicable	MNR&E	Medium term
Destruction of forest access roads	Build higher and better roads	Improve road drainage	Not applicable	Rebuild road	Forestry Commission and Public Works	Short term
Damage to national parks	Not applicable	Flood proof park buildings	Private fundraising (naming rights)	Rebuild buildings, equipment and restore park en	National Parks Commission	Short term
Stream contamination from runoff	Not applicable	Reduce fertilizer use	Not applicable	Clean up stream	EPA	Short term
Loss of certain tree species	Spray for pests	Replant to different species	Allow rapid harvesting	Not applicable	Forestry Commission	Long term

出典：Guideline for Incorporating Integrated Disaster Risk Management in Environmental Management (2013)

上記以外にも、EDWC の運営マニュアルはあるが、一般的または個別の排水施設運営や維持管理に係るマニュアルはない。

また排水施設に特化した設計基準はないが、コンクリートの品質基準としては、米国材料試験協会（American Society for Testing and Materials：ASTM）、米国コンクリート学会（American Concrete Institute：ACI）、Europe Standard および British Standard を状況に応じて活用しており、コンクリートの材料試験は大学や MPI の実験室で行っている。また建築基準としては、一般的に「GUYANA NATIONAL BUREAU OF STANDARDS」の Building Code を用いているが、一部建築物では Indian Standard に準拠しているものもある。

インフラの設計に関しては、米運輸交通担当者協会（American Association of State Highway and Transportation Officials：AASHTO）や米国材料試験協会（American Society for Testing and Materials：ASTM）等の基準は、事業によっては参考にはしているが、特定の設計基準は存在しない。また、ガイアナ国では通常、構造物設計に外力として地震は考慮しない。

(6) 予算

本調査において入手した、排水システム改善、洪水対策に係る主要関連機関の予算状況を下表に示す。

表 R 1.4.11 主要関連機関の予算状況

単位：G\$

年	NDIA	WSG-MPI	EPA-MONR
2012	6,625,874,000	17,795,798,530	192,037,000
2013	3,970,923,500	14,410,992,076	229,381,000
2014	4,613,618,331	18,686,132,000	248,282,000
2015	4,294,856,317	11,353,831,488	285,557,000
2016	3,698,055,000	24,782,268,565	357,773,000

出典：NDIA、WSG-MPI、EPA-MONR より

1.4.2 関連機関の役割・責務

排水システム改善に係る関連機関の役割・責務を下表に示す。

表 R 1.4.12 排水システム改善に係る関連機関の役割・責務

組織	役割・責務
国家排水灌漑庁 National Drainage and Irrigation Authority (NDIA)	農業省の下部組織。「Georgetown Drainage Authority」のメンバーであり、ガイアナ国の排水・灌漑に係る新設工事の計画、積算、実施や全体的な排水施設の維持管理を担当している。ジョージタウン市では、移動式ポンプの設置やポンプ場の改修、維持管理費用の一部を負担している。所掌については、Laws of Guyana の「Drainage and Irrigation Act」に定められている。
水文気象局 Hydrometeorological Services (HS)	農業省の下部組織。ガイアナ国の水文気象業務を担当。ジョージタウン市では Botanical Gardens で気象観測を行っている。また水力発電所や貯水池にて水位観測を行っているが、ジョージタウン市には水位観測所はない。気象の観測データに基づいて、洪水発生予測は行っているが、現時点では洪水解析や早期予警報等は行っていない。所掌については Laws of Guyana の「Water and Sewerage Act」に定められているが、ここで定められている、地下水や気候変動に関する国家的システムの運営管理や観測については、現時点では行われていない。
事業サービスグループ Work Services Group (WSG)	公共インフラ省の下部組織。「Georgetown Drainage Authority」のメンバーであり、河川・海岸防御施設の全体的な管理を担当しているが、堤防と接続する排水路や水門、ポンプ場は管轄外である。基本的には WSG-MPI は排水システム改善に関して直接的な責務を負っていないが、災害発生時には NDIA、ジョージタウン市や CDC をサポートする形で、洪水対策の一環として間接的に排水改善にも取り組んでいる。ジョージタウン市では、移動式ポンプ、排水路清掃道具の提供などを、M&CC からのリクエストベースで行っている。また道路への影響が大きく、緊急性が高いと判断される場合には、Kitty ポンプ場に接続する排水管の復旧工事なども行っている。
海事管理局 Maritime Administration Department (MARAD)	公共インフラ省の下部組織。MARAD-MPI は、ガイアナ国の潮位観測・解析を行っている。ジョージタウン市における観測所は、デメララ川河口に位置する MARAD-MPI 事務所にある潮位観測所のみである。ここでの潮位データについては、圧力水位計、レーダー水位計、水位標の目視により観測しており、年間の天文潮位 (Astronomical tide level) 解析結果は「Tide Table」として、毎年発行し一般に向けても販売している。
地域省 Ministry of Communities (MOC)	「Georgetown Drainage Authority」のメンバーであるが、MOC は直接的に排水システム改善や洪水対策に係る責務はない。ただし、MOC には地方自治体の発展を促進する役割があるため、ジョージタウン市と Memorandum of Understanding (MOU) を交わし、排水路清掃作業 (浚渫、堆砂除去、ゴミ除去等)、清掃機材調達を資金面で支援しており、排水システム改善について間接的に貢献している。ただし施設建設や人を派遣するなどの直接的な支援は行っていない。

組織	役割・責務
中央住宅計画庁 Central Housing & Planning Authority (CHPA)	地域省の下部組織。 ジョージタウン市の土地利用計画について、2002年3月にCHPAが「Greater Georgetown Development Plan 2001-2010」を策定している。
ジョージタウン市 Mayor and City Council of Georgetown (M&CC)	「Georgetown Drainage Authority」のメンバーであり、ジョージタウン市の排水施設の日常保守を担当。排水施設を含むインフラ施設は、中央政府が計画・設計・施工したものを、ジョージタウン市に譲渡され、運営・維持管理を行っている。M&CCの排水施設に係る所掌はLaws of Guyanaの「Municipal and District Councils Act」に定められている。ただし、M&CCには維持管理費用が十分に割り当てられておらず、実際は排水施設の維持管理は、中央政府からの支援によっても行われている。Drainage and Irrigation Actについて、排水路沿いの不法住居者の移転はM&CCがメインで行うべき仕事であるが、Ministry of Social Protection、Ministry of Communitiesの協力が不可欠であり、また移転実施は住民との合意形成や移転先用地の確保等が容易でないため滞っている（Ministry of Social Protectionは移転対象者の生活面の保証として、Ministry of Communitiesが移転先の土地の用意を担当する）。
地理情報管理課 Geospatial Information Management Unit (GIMU)	天然資源省（Ministry of Natural Resources : MONR）の下部組織。MONR自体には、排水改善や洪水軽減に関する責務は無い。Geospatial Information Management Unit (GIMU)はMONRのPermanent Secretary（事務次官）直轄の部署であり、GISを駆使して水資源解析や流出解析などを行うスキルを有しているため、多方面（省庁、国際援助機関等）から職員へ、個人的に作業の依頼を受けることがある。
環境保護局 Environmental Protection Agency (EPA)	天然資源省の下部組織。EPAは直接的に排水システム改善や洪水対策に係る責務はないが、事業が実施される場合、EPAが環境影響評価（Environmental Impact Assessment : EIA）調査の審査・承認を行う。所掌はLaws of Guyanaの「Environmental Protection Act」に定められている。
気候変動室 Office of Climate Change (OCC)	2009年に大統領省（Ministry of the Presidency : MOP）の下部機関として設立され、ガイアナ国の気候変動対応（適応・緩和）に、国際機関の支援を受けながら取り組んでいる。現在、「National Climate Change Policy」をカリブ開発銀行（Caribbean Development Bank : CDB）の支援を受けながら作成中である。近年には低炭素開発戦略（Low Carbon Development Strategy : LCDS）を2009年に作成、2013年に見直しを行っている。またLCDSに基づいて、「Climate Resilience Strategy and Action Plan」を2015年に作成した。 今後、気候変動予測を行う予定であり、現在基礎資料を収集中である。
ガイアナ土地測量局 Guyana Lands and Surveys Commission (GL&SC)	大統領省の下部組織。地形、海洋、地籍測量の実施および地図作成を担当している。洪水ハザードマップ自体は作成していないが、基礎となる地図や地形データを関連省庁に提供している。所掌はLaws of Guyanaの「Chapter 59-05 Guyana Lands and Surveys Commission」に定められている。不定期であるが、ジョージタウン市及びその周辺における基準点について、標高を測定しており、その結果、ほとんど標高に変化はなく、ジョージタウン市の地盤沈下は認められていない。
市民防衛局 Civil Defence Commission (CDC)	大統領省の下部組織。CDCの排水改善や洪水対策に係る主な役割は、包括的な防災計画の策定や、災害時・災害後におけるNDIAやMPI等、関連機関との調整である。活動例としては「National Integrated Disaster Risk Management Plan」の策定、「National Emergency Operation Center」の始動や災害時の運営が挙げられる。また洪水被害はガイアナ国でも大きな課題であるが、干ばつ、地すべり等の自然災害、火事などの人災、伝染病などの病気もCDCは対象としている。
ガイアナ水道公社 Guyana Water Incorporated (GWI)	GWIは水セクター近代化プログラムの一環として、水道事業の一元管理、事業の近代化、安全で十分な水を国民に供給することを目的として、首都ジョージタウン市の上下水道運営機関であったガイアナ上下水道局（Guyana Sewerage and Water Commission）とジョージタウン市以外の全国の水道事業を担当していたガイアナ水道局（Guyana Water Authority）を統合して2002年に設立された。GWIは100%政府が株式を所有する国営会社である。所掌はLaws of Guyanaの「Chapter 30-01 Water and Sewerage Act」に定められている。また、給水事業に加え、ジョージタウン市内の24か所の下水ポンプ場の管理を行っている。
国家タスクフォース局 National Task Force Commission (NTFC)	NTFCは「Project Restore Guyana」の実施のため2015年にガイアナ国内閣の任命に基づいて設立された。NTFC事務局には開発課題別に委員会が存在し、この委員会を通じて各省庁と連携を図り、各開発課題に取り組んでいる。直接的

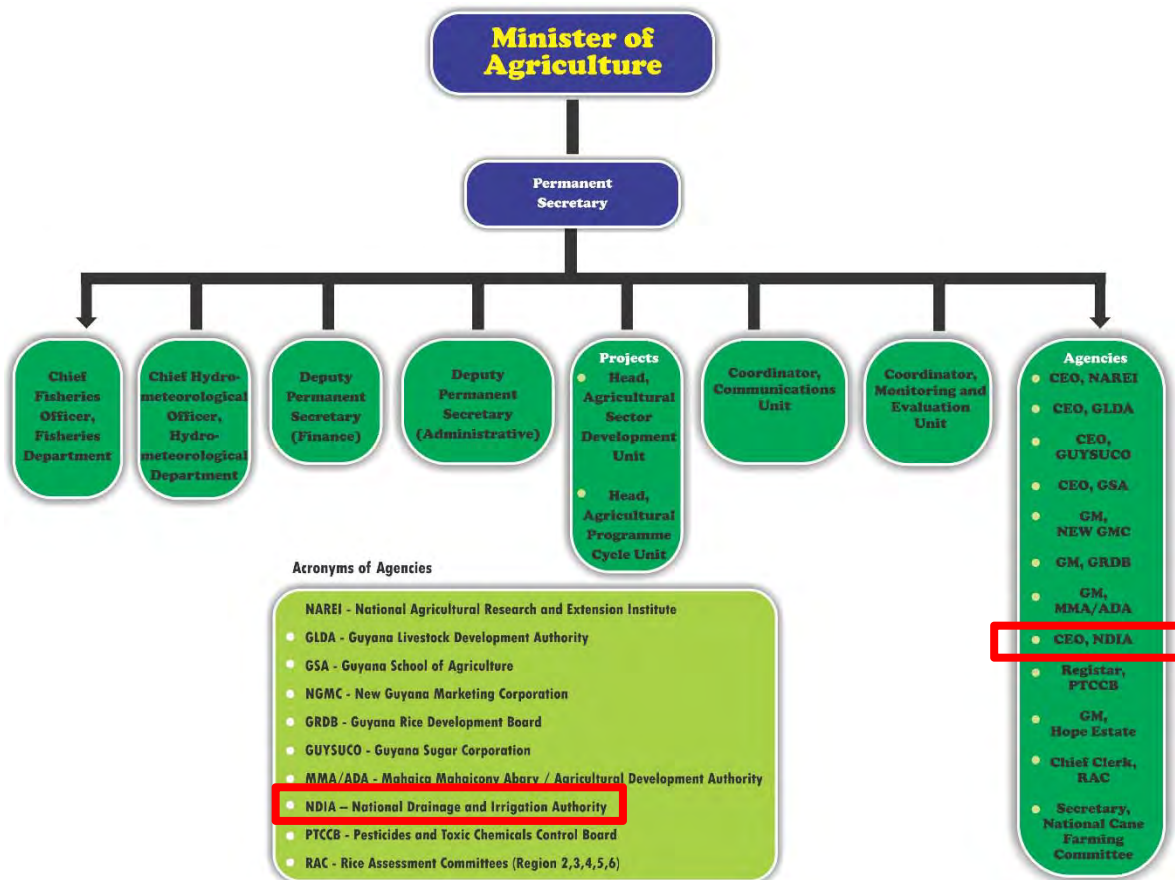
組織	役割・責務
	<p>には MPI との関わりが深い。ただし、NTFC 自体には予算がなく、浚渫等の実施やその資金的支援は行っていない。</p> <p>GDA とは連携を図っているが、GDA がジョージタウン市の排水対策に特化した組織であるのに対して、NTFC は国家レベルの排水改善に関し計画から維持管理まで対応している。また CDC は国家レベルの災害全般の緊急対策を対象としており、国家レベルの開発課題（6つの Committee）に計画的に取り組んでいる NTFC とは所掌内容が異なる。</p> <p>現在 NTFC はジョージタウン市の排水システムに係る地図を作成中である。この中には排水路（1次、2次、3次）、水門、ポンプの他、暗渠についても位置・サイズを記載予定である。また、ジョージタウン市の洪水解析については、以前オランダ学生チームが実施した洪水解析（ジョージタウン市南部の Ruimveldt 水路）の更新または市全体への拡充を、NTFC がガイアナ大学の生徒に依頼し行っている。現在 Hydraulic Drainage Model を構築している途中であり、まだ完成していない。</p>
ジョージタウン市排水庁 Georgetown Drainage Authority (GDA)	GDA は、ジョージタウン市における適切な排水施設の維持管理を行うため、2017年1月に設立された。メンバーは、NDIA、M&CC、MPI、MOC の代表で構成されている。

出典：ヒアリング結果を元に調査団が作成

(1) 農業省 (MOA : Ministry of Agriculture)

(a) 国家排水灌漑庁 (NDIA-MOA : National Drainage and Irrigation Authority-MOA)

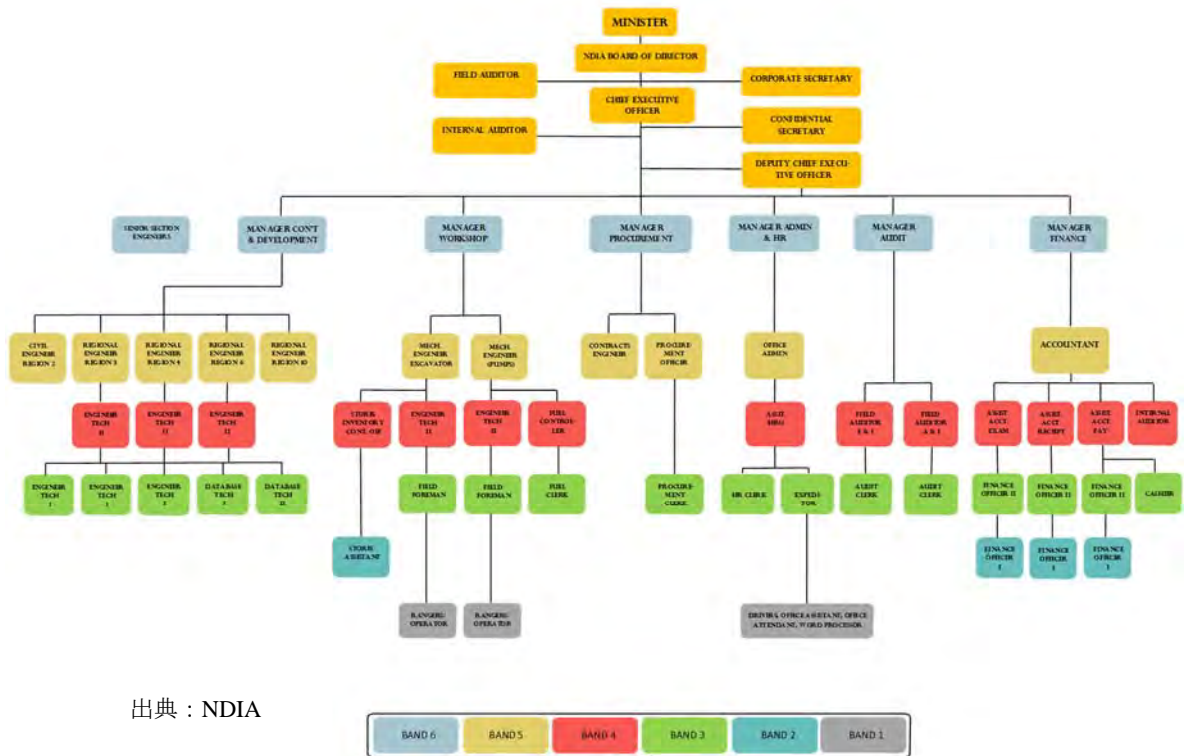
NDIA は図 R 1.4.7 に示す通り、MOA の下部組織であり、2004 年に設立された。



出典：http://agriculture.gov.gy/organization-structure/

図 R 1.4.7 MOA の組織図

管理部門職員 31 名（運転手 13 名含む）、経理部門職員 12 名、機械技術部門職員 9 名、技術部門職員 25 名、調達部門職員 4 名が所属している。図 R 1.4.8 に NDIA の組織図を示す。

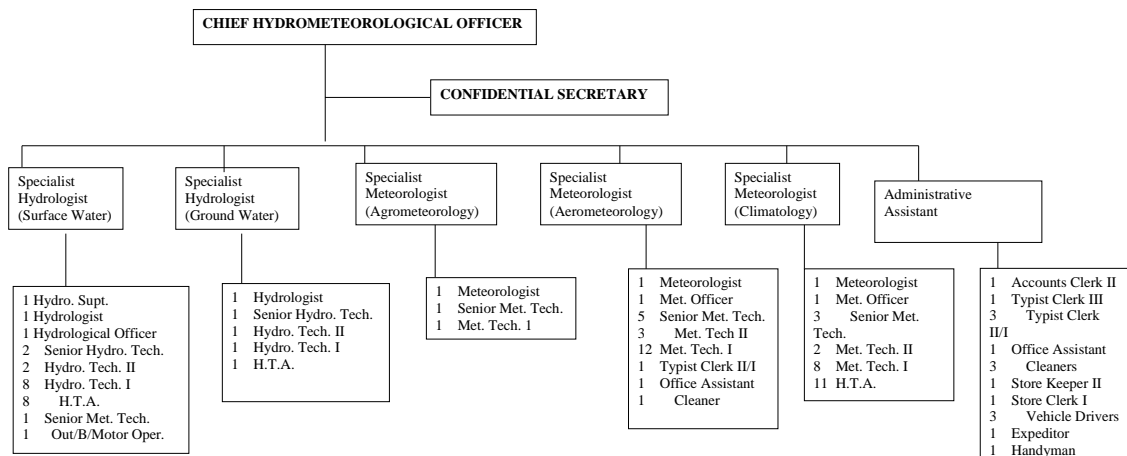


出典：NDIA

図 R 1.4.8 NDIA の組織図

(b) 水文気象局 (HS-MOA : Hydrometeorological Services-MOA)

HS-MOA は World Meteorological Organization の推奨により 1965 年に設立され、1992 年に MOA の下部組織となった。総スタッフ数 32 名に対して、博士、修士、学士を修了・卒業したスタッフはそれぞれ 1 名、4 名、9 名が所属する。図 R 1.4.9 に HS-MOA の組織図を示す。



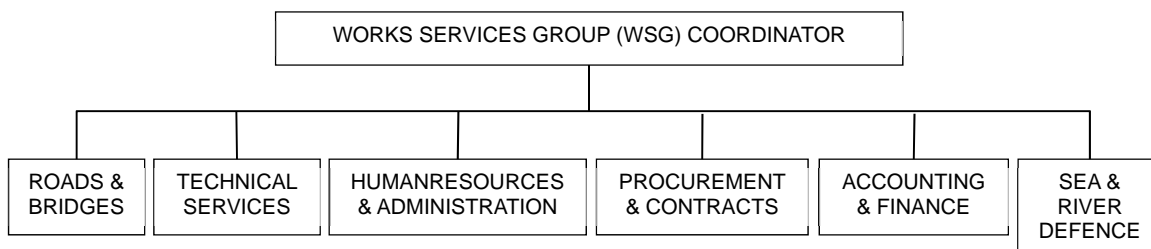
出典：HS-MOA

図 R 1.4.9 HS-MOA の組織図

(2) 公共インフラ省 (MPI : Ministry of Public Infrastructure)

(a) 事業サービスグループ (WSG-MPI : Work Services Group-MPI)

WSG-MPIは2002年に設立され、2008年に Sea and River Defences Division (SRDD)を合併した。所属している技術者は59名いる。図 R 1.4.10 に WSG-MPI の組織図を示す。



出典 : MPI

図 R 1.4.10 WSG-MPI の組織図

(b) 海事管理局 (MARAD-MPI : Maritime Administration Department-MPI)

MARAD-MPI は国際海事機関 (International Maritime Organization) に従い運営しており、2003年に1997 Merchant Shipping Act に従い設立・規制されている。

(3) 地域省 (MOC : Ministry of Communities)

MOC には地方自治体の発展を促進する役割があるため、ジョージタウン市と Memorandum of Understanding (MOU) を交わし、排水路清掃作業 (浚渫、堆砂除去、ゴミ除去等)、清掃機材調達を資金面で支援しており、排水システム改善について間接的に貢献している。近年では、機材の調達や修理費用への助成金として、ジョージタウン市へ下記の資金援助を行っている。

表 R 1.4.13 近年の排水改善に係る MOC からジョージタウン市への資金援助状況

Year	Amount of Allocation	Contents of Execution
2011	G\$20,000,000	Rehabilitation of City Hall Building
2012	G\$20,000,000	Acquisition of Two Compactors Purchase of One Hook Lift Truck
2013	G\$20,000,000	Purchase Two used ten ton DAF trucks (2006) Repairs to Daewood Slid Steer Loader o.22210
2014	G\$22,000,000	Purchase One new Hyundai Excavator on wheels and slush bucket
2015	G\$24,000,000	Purchase of Fogging Machine Purchase of Skip Bin Truck Purchase of Tow Truck Purchase of Pick Up Truck

出典 : MOC より

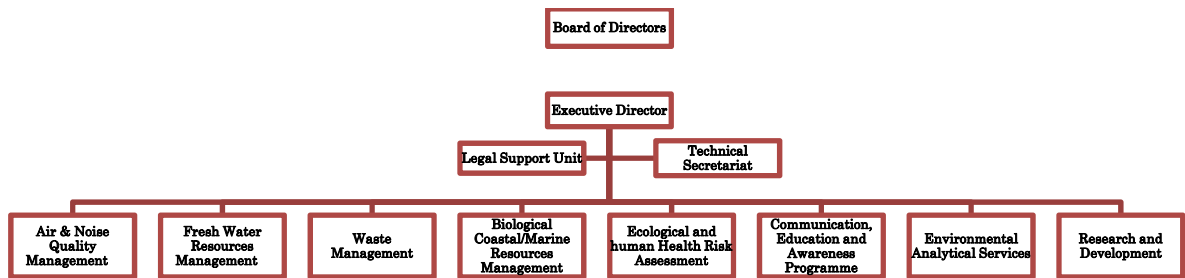
(4) ジョージタウン市 (M&CC : Mayor and City Council of Georgetown)

ジョージタウン市 M&CC は「Georgetown Drainage Authority」のメンバーであり、ジョージタウン市の排水施設の日常保守を担当。排水施設を含むインフラ施設は、中央政府が計画・設計・施工したものを、ジョージタウン市に譲渡され、運営・維持管理を行っている。M&CC の排水施設に係る所掌は Laws of Guyana の「Municipal and District Councils Act」に定められている。ただし、M&CC には維持管理費用が十分に割り当てられておらず、実際は排水施設の維持管理は、中央政府からの支援によっても行われている。

(5) 天然資源省 (MONR : Ministry of Natural Resources)

(a) 環境保護局 (EPA-MONR : Environmental Protection Agency-MONR)

図 R 1.4.11 に EPA-MONR の組織図を示す。EPA の全職員数は 97 名（技術職、一般職を含む）。職員の多くはガイアナ国の大学を卒業しており、1 名の博士課程、12 名の修士課程（ロンドンやオーストラリア等）があり、多くが環境に係る学部・学科を卒業・修了している。



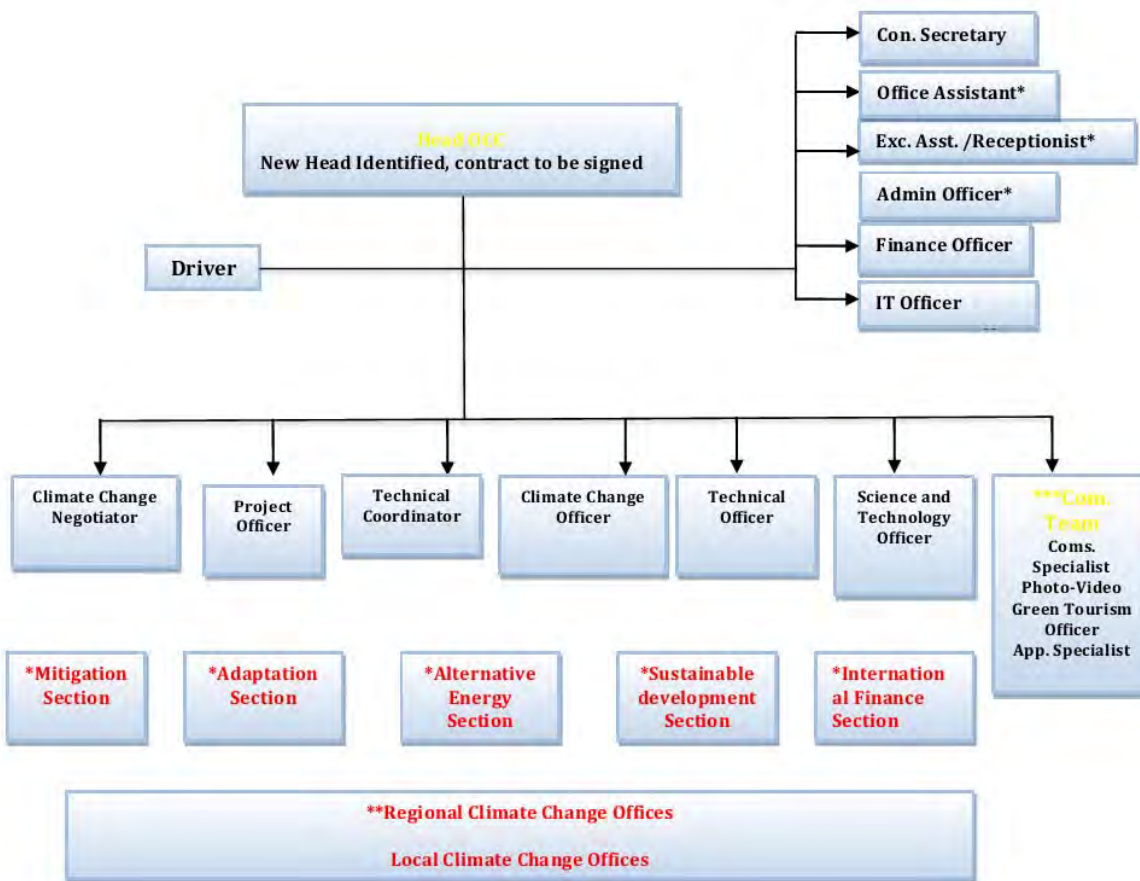
出典：EPA-MONR

図 R 1.4.11 EPA-MONR の組織図

(6) 大統領省 (MOP : Ministry of the Presidency)

(a) 気候変動室 (OCC-MOP : Office of Climate Change-MOP)

図 R 1.4.12 に OCC-MOP の組織図を示す。OCC の職員数は 12 名。3 名の修士課程、8 名の大学卒業者が従事している。



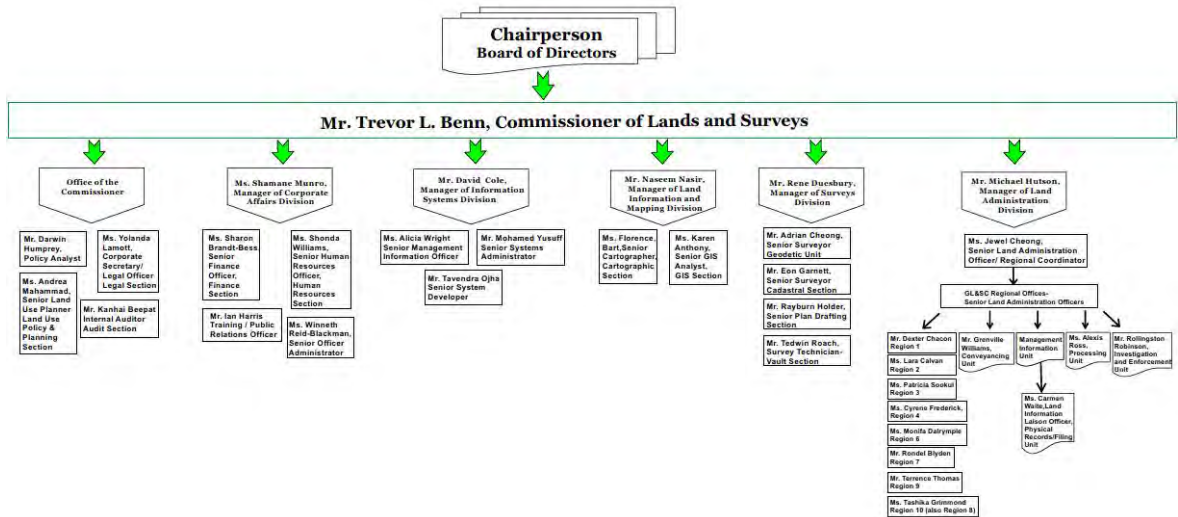
*To be rationalized for efficiency
 * MSC at minimum
 ** BSC at minimum
 *** MSC, BSC, BSC, Specialist

出典 : OCC-MOP

図 R 1.4.12 OCC-MOP の組織図

(b) **ガイアナ土地測量局 (GL&SC-MOP : Guyana Lands and Surveys Commission-MOP)**

図 R 1.4.13 に GL&SC-MOP の組織図を示す。GL&SC の総職員数は 232 名であり、国内に 11 箇所の地方事務所がある。職員のうち 8 名が大学院修了、18 名が大学卒、3 名が測量士の資格を取得している。

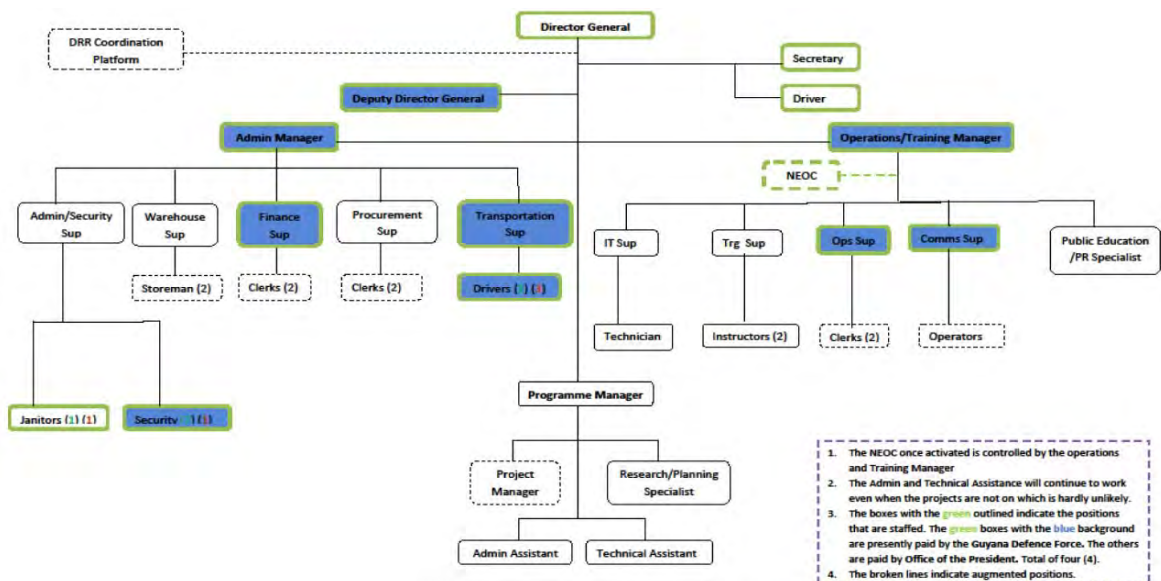


出典 : GL&SC-MOP

図 R 1.4.13 GL&SC の組織図

(c) **市民防衛局 (CDC-MOP : Civil Defence Commission-MOP)**

図 R 1.4.14 に CDC-MOP の組織図を示す。CDC の総職員数は 15 名（運転手を含む）であり、大学院卒が 2 名、学部卒が 5 名である。Disaster Management の分野を習得した職員で構成されており、土木分野の職員はいない。

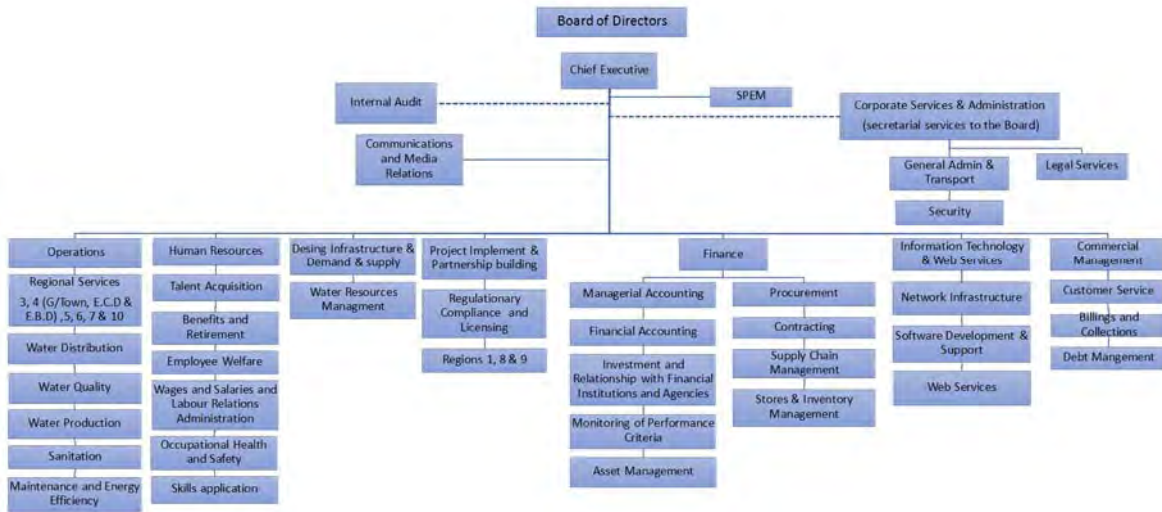


出典 : National Integrated Disaster Risk Management Plan for Guyana (2013)

図 R 1.4.14 CDC の組織図

(7) ガイアナ水道公社 (GWI : Guyana Water Incorporated)

図 R 1.4.15 に GWI の組織図を示す。GWI の正規職員数は 807 名であり、契約ベースのスタッフを合わせると総計 856 名 (男性 569 名、女性 287 名) が所属する。

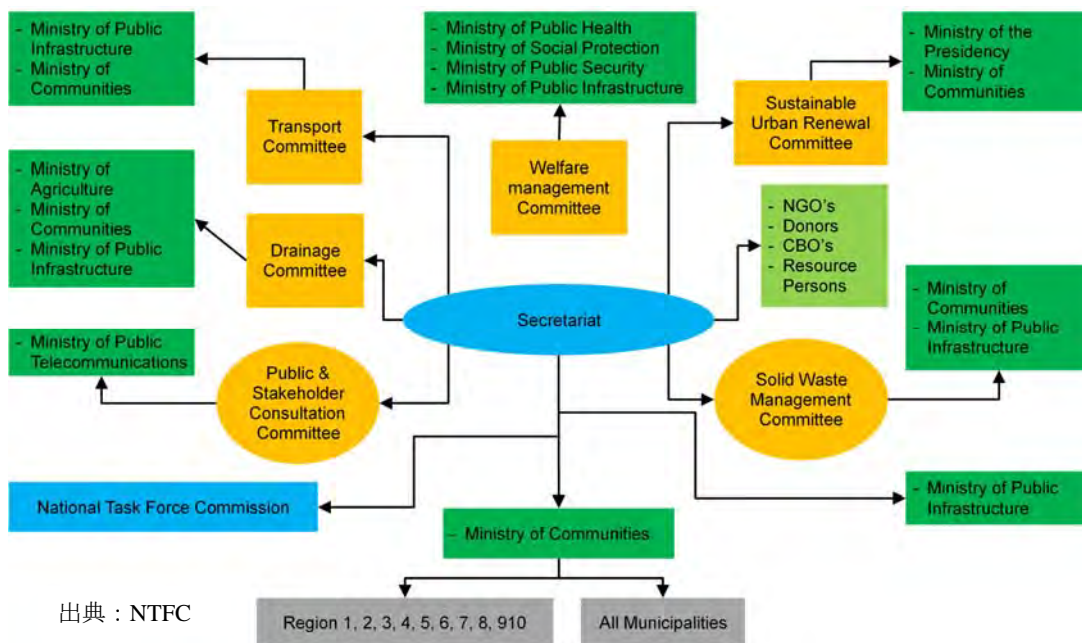


出典 : GWI

図 R 1.4.15 GWI の組織図

(8) 国家タスクフォース局 (NTFC : National Task Force Commission)

図 R 1.4.16 に NTFC の組織図を示す。



出典 : NTFC

図 R 1.4.16 NTFC の組織図

NTFC はジョージタウン市の排水について 1 年以内に着手すべき対策を Short-term プログラムとして実施中である (ただし現段階で殆どの活動が未着手であり、着手済のものも現在実施中である)。主な取組みとしては排水路の流下能力の強化があり、具体的には水

路内の浚渫や、薬品を使った水路内植生の駆除などがある。これらの実施機関は M&CC であるが、予算、技術、人員については、各省庁（具体的には、Ministry of Agriculture、Ministry of Communities、Ministry of Public Infrastructure）が支援を行っている。なお NTFC 自体には予算がなく、浚渫等の実施やその資金的支援は行っていない。

表 R 1.4.14 NTFC のジョージタウン市排水改善に関する Short-Term プログラム

Themes	What	Why	Where	When	Who Leads	Support	Cost
Drains	Desilting	Increase reservoir capacity & the rate of flow	Railway Embankment	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$25M
		Clear inlet channel	Meadowbank	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$ 5M
			Sussex St. form Cemetery Rd. to the outfall	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$20M
			Agricola/ Rome	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$5M
	Desilting	Provide temp. relief to North Ruimveldt	South Ruimveldt Gardens	Immediate	MPI	M&CC, MOC and NDIA	
		Clear drains	Newtown	10-Apr.	MPI	M&CC, MOC and NDIA	G\$13.7M
Sluice	Repair Door& Winch	Make operational	Meadowbank	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$5M
	Total rehab.	Make operational	Agricola/Rome, South	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$8.5M
	Repair winch& door	Make operational	Lamaha St.	Immediate	M&CC	MOC, MPI and NDIA	G\$5.2M
Outfalls	Desilting	To ensure that water is discharge quickly	All	17-Apr.	NDIA	M&CC, MOC and NDIA	

出典：NTFC（ は実施開始、それ以外は未着手）

(9) ジョージタウン市排水庁（GDA : Georgetown Drainage Authority）

GDA は閣議による承認に基づいて、実施機関で排水改善のための事業資金を割り当てる。GDA では以下の活動内容が付託条項として合意されている。

- ジョージタウン市内の排水改善に必要な事項の特定
- ジョージタウン市内の水門、ポンプ施設、排水路の短・長期的維持管理スケジュールの提案
- ジョージタウン市内の優先排水改善事業の決定
- 現行の排水事業および関連事業のモニタリングと評価、排水施設改善に必要な活動の査定のための、現地視察の日程調整
- ジョージタウン市の排水改善のための国策の考案（1次、2次、3次排水路の浚渫・清掃・建設・暗渠化・護岸に係る基準を設定）

1.4.3 他ドナーの支援状況

様々な国際機関がガイアナ国の支援を行っている。排水システム改善、洪水対策については、特に 2005 年の洪水被害以降、国際機関による支援が行われており、以下にその概要を示す。

(1) オランダ政府

オランダ政府は、2015 年から DRR チーム (Dutch Risk Reduction Team) を派遣し、ジョージタウン市の排水システム改善および洪水被害軽減を目的とした調査を行った。その内容を 2016 年に「DRR-Team Mission Report」として取りまとめており、現地踏査や関連機関からのヒアリング調査を基に、以下の提案を行っている。

(a) 排水システムのモデル化に係る能力強化

- 排水システムに係る長期事業計画を立案し、プロジェクトを通じて段階的にジョージタウン市の水理解析モデルの精度を向上させる。
- 初期段階としては、スプレッドシートタイプの水理解析を実施し、包括的なジョージタウン市の排水システムの水理的状況を把握する。
- 2~3 名の技術者を選出し、水理解析モデル構築の訓練を行う。

(b) 住民の洪水に対する強靱性改善

- ジョージタウン市の市民とどのように対話をすすめるか、コミュニケーションプランを作成し、住民の洪水に対する理解を促す。
- ジョージタウン市の浸水マップを作成し、住民に説明する。
- 住民説明用の資料を作成 (例えば Youtube 等) し、排水のためのスペースを確保する重要性 (排水路付近の建設やゴミ投棄の抑制) について啓蒙する。

(c) 浚渫能力の強化

- フローティング型の小型浚渫船の活用方法と仕様を決定。(便益の検討や、公的機関と民間のどちらが維持管理を行うかの検討を含む)
- フローティング型の小型浚渫船の購入と運用。

(d) リスクアプローチに基づいた長期計画の策定

- 洪水ハザードマップの作成
- 海岸防護に係るリスク分析・評価のためのフレームワーク作成

(e) 「水とともに生きる」の試験的展開

- ガイアナの特性に見合った排水管理に配慮した「水とともに生きる」事業の展開。パイロットサイトは農業地帯を選定。
- ジョージタウン市の都市部で「水とともに生きる」事業の展開。

(f) 排水施設のアセットマネジメント

- ジョージタウン市の排水施設のアセットマネジメントの実施（全ての排水施設位置図の作成、現実的な費用分担を考慮した維持管理システムの構築等含む）

(g) データ管理

- ジョージタウン市の既存排水システムに関するデータ管理（位置、サイズ、排水能力等）
- 排水システムおよび海岸防御システムに関するリスク分析を行うための水文気象データ管理
- 土地利用、海岸線変化、洪水履歴情報のデータ管理
- 収集したデータを用いたリスク分析

(h) 排水システムに係る技術向上

- 既存水門の改善（角落しの整備、鋼製ゲートへ交換、緊急時に活用するための重機や土のうの確保）
- 水理的損失や効率を考慮した排水路接合部の検討（堆積土砂の軽減）

上記で提案された項目およびその活動のための概算費用を下表に示す。

表 R 1.4.15 DRR チームの提案内容および活動のための概算費用

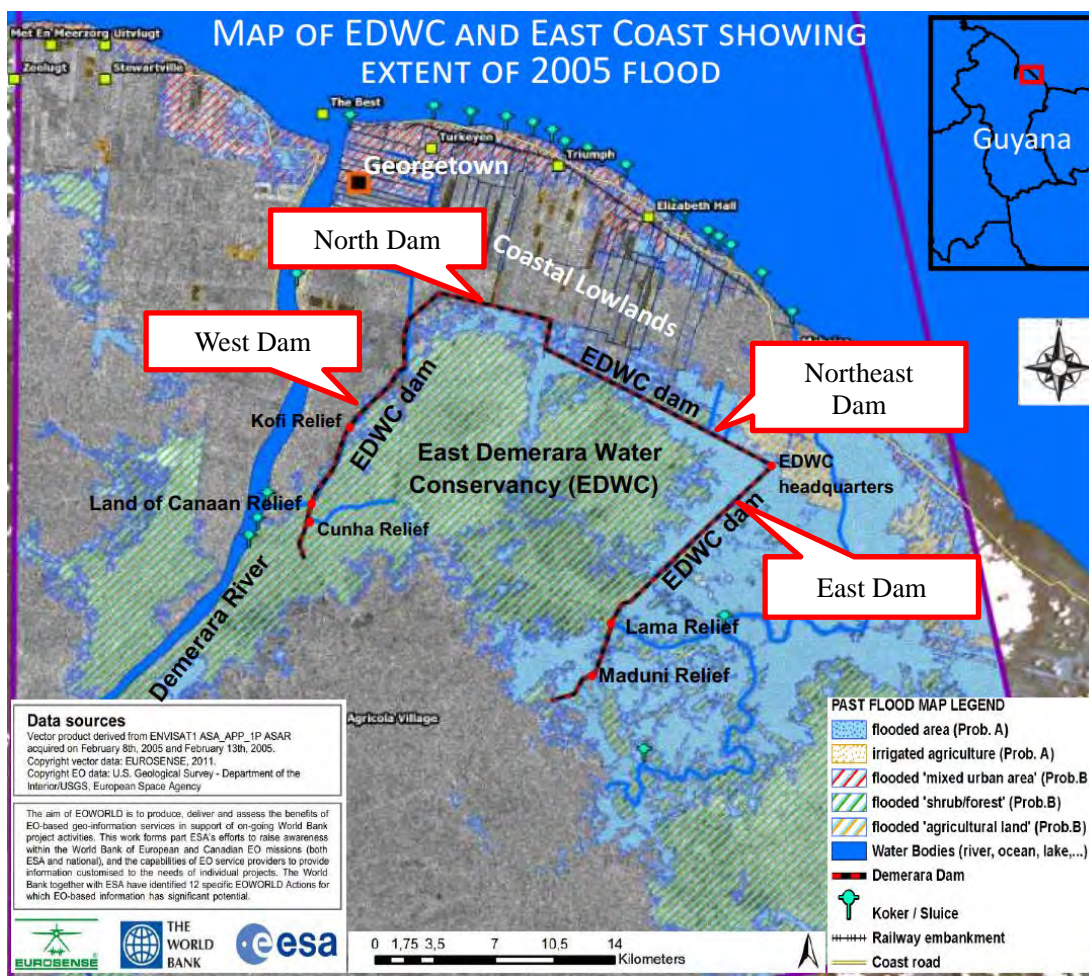
		<i>first tentative estimate - only meant for rough indication</i>			
	topic	personnel costs foreign experts [kEUR]	material costs (incl travel and materials) [kEUR]	duration of activity (weeks abroad to prepare)	duration of activity (weeks in Guyana)
R1a	Roadmap to develop hydraulic drainage model	8 - 20	4 - 8	0 - 1	1 - 2
R1b	Spreadsheet-type of first model (Georgetown)	15 - 25	8 - 10	0 - 1	2 - 3
R1c	Training Guyanese hydraulic experts	14 - 25	4 - 8	1 - 2	1 - 2
R2a	Communication plan on flood resiliency	25 - 40	8 - 10	2 - 3	2 - 3
R2b	Flood hazard map catchment area Georgetown	8 - 20	4 - 8	0 - 1	1 - 2
R2c	Youtube video on the drainage system	10 - 25	0 - 5	1 - 2	0 - 1
R3a	Business plan floating mini urban dredgers	20 - 32	4 - 8	2 - 3	1 - 2
R3b	Purchase equipment and guidance operations	t.b.d.	t.b.d.	-	-
R4a	Flood hazard mapping	25 - 40	8 - 10	2 - 3	2 - 3
R4b	Rational Risk Approach and National Debate	45 - 80	12 - 22	3 - 4	4 - 6
R5a	Pilot Living Water rural area	25 - 40	5 - 10	2 - 3	2 - 3
R5b	Idem, highly urbanised area (Georgetown)	25 - 40	5 - 10	2 - 3	2 - 3
R6a	Develop asset management instruments	14 - 25	4 - 8	1 - 2	1 - 2
R7a	Collect and digitise data on current drainage	15 - 35	8 - 14	0 - 1	2 - 4
R7b	Idem, for hydraulic extremes analysis	15 - 35	8 - 14	0 - 1	2 - 4
R7b	Idem, on land use using geo-informatics	15 - 25	8 - 10	0 - 1	2 - 3
R7d	Analyse data to get data for risk assessment	30 - 50	12 - 22	1 - 2	3 - 6
R8a	Elaborate on technical suggestions Section 3.9	6 - 12	4 - 8	0 - 1	1
R8b	Idem, streamlining options	6 - 12	4 - 8	0 - 1	1

出典：DRR-Team Mission Report

(2) 世界銀行 (WB : World Bank)

WB は 2008 年から 2013 年で「The Conservancy Adaptation Project (CAP)」を 3.8 百万 US\$ で実施した。このプロジェクトでは、ジョージタウン市をはじめとする沿岸人口密集地域の水源および洪水対策施設として機能している、東デメララ貯水池 (East Demerara Water Conservancy : EDWC) の洪水調節の評価と機能向上を検討している。このプロジェクトの実施機関は MOA であり、検討された内容を以下に示す。

- 水文気象データの収集 (雨量計 : 8 箇所、水位計 : 29 箇所、流量計 : 18 箇所)
- 測量の実施 (Lidar データ)
- EDWC および東海岸部の洪水モデル構築
- EDWC 堤防の安全性の検討
- Lama の水門 2 基の補修、ロングアーム掘削機の調達、船着き場の設計・施工、水文観測機器、測量機器、コンピューター等の調達
- 組織体制の強化



出典 : CAP

図 R 1.4.17 CAP で作成した 2005 年洪水の浸水図

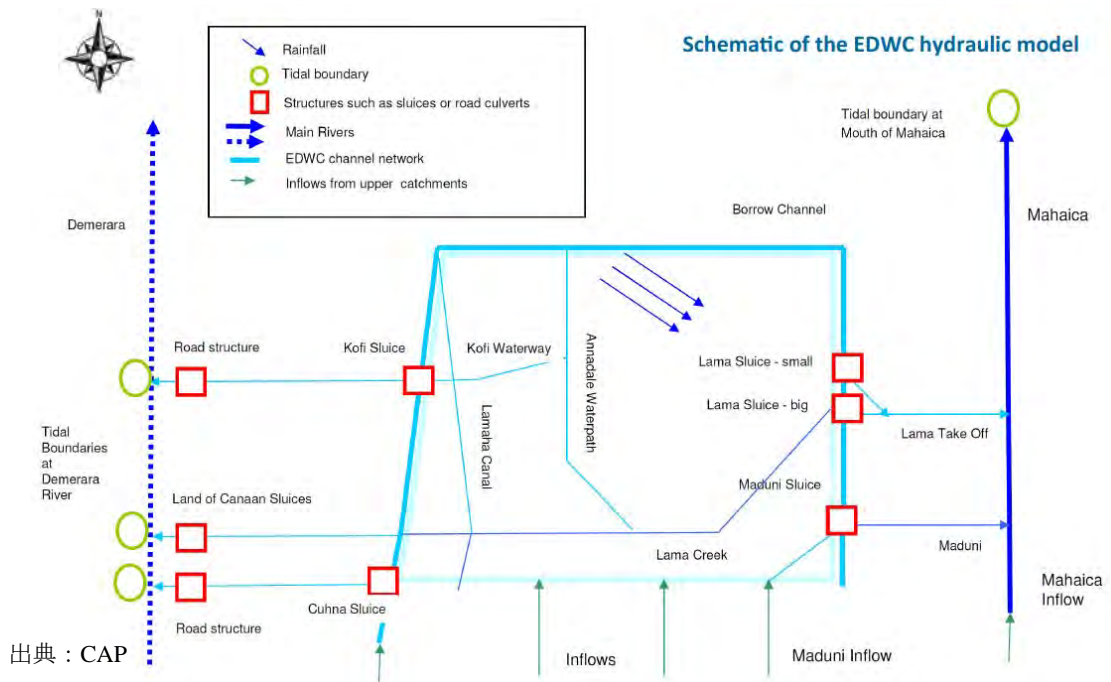


図 R 1.4.18 EDWC 水理解析モデル

表 R 1.4.16 CAP で提案された事業概要とその費用

Description of Proposed Interventions	Cost US\$
EDWC Interventions:	45,000,000
Excavations within EDWC (widening of channel from Flagstaff to Kofi, connectivity channels)	40,000,000
Optimization of Demerara drainage (works, dredging, channel upgrading)	5,000,000
EDWC dam upgrading:	54,002,500
Reconstruction of the Northeast dam	12,780,000
Reconstruction of North dam	9,220,000
Reconstruction of East dam	10,800,000
Reconstruction of West dam	9,200,000
Heavy Earth Moving Plant equipment	12,000,000
Dam inspection & maintenance equipment	2,500
East Coast drainage interventions:	20,048,000
Liliendaal: Additional pumping capacity	1,130,000
Ogle: Additional pumping capacity	2,328,000
Embankment raising between pump station & outfall koker	21,000
Mon Repos/Annandale	
Additional pumping capacity at Good Hope	2,019,000
Additional pumping capacity at Lusignan	2,052,000
Additional pumping capacity at Annandale	2,062,000
Enterprise/Strathspey/Paradise	
New pump station 1 + culverts + channel widening	1,189,000
New pump station 2 + culverts + channel widening	7,190,000
Additional pumping capacity at Hope + culverts + channel widening	2,057,000
East Coast drainage interventions (separation of urban & agricultural drainage):	4,735,000
Mon Repos/Annandale	1,200,000
Enterprise/Strathspey/Paradise	1,600,000
Beehive/Clonbrook	435,000
Montrose/Spendaam	1,500,000
Safety improvements to existing water control structures	730,000
Total	123,385,500

上記 CAP の後、WB の支援で「Flood Risk Management Project」および「Cunha Canal Rehabilitation Project」を、MOA を実施機関として現在実施しており、いずれも EDWC の排水能力強化を目的としている。

「Flood Risk Management Project」では、下表に示す3つのコンポーネントを実施した。各コンポーネントの内容と実施費用を示す。

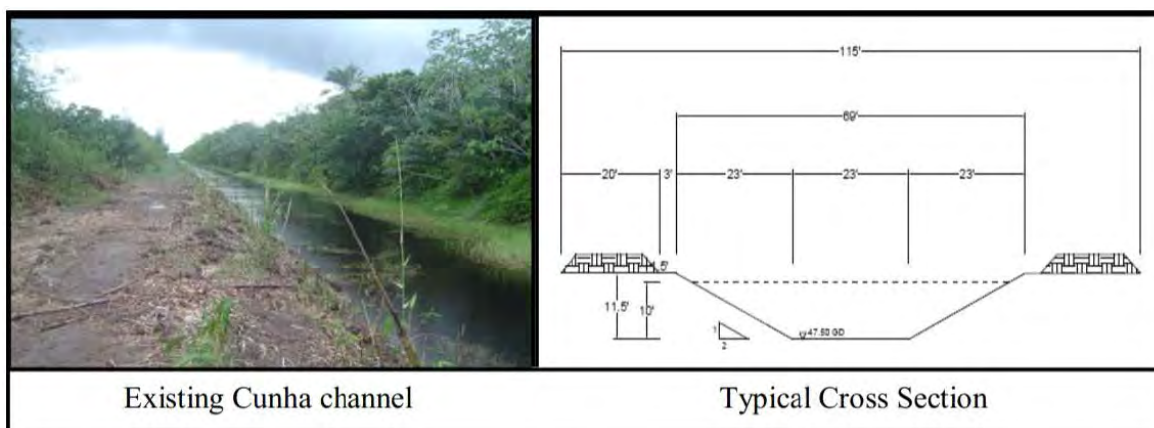
表 R 1.4.17 Flood Risk Management Project の各コンポーネントの内容と実施費用

No.	コンポーネント	内容	費用
1.	洪水リスク削減のための優先事業	<ul style="list-style-type: none"> ● Northeast Dam 堤防の補修 (US\$ 2.0 x 10⁶) ● 土工用の重機購入 (US\$ 2.0 x 10⁶) ● East Coast における排水機場建設 (Lusignan, Buxton, Hope の3箇所) (US\$ 5.5 x 10⁶) ● コンサルタント費 (施工監理・品質管理) (US\$ 0.8 x 10⁶) 	US\$ 10.3 x 10 ⁶
2.	洪水リスク削減のための組織強化	<ul style="list-style-type: none"> ● 品質管理計画、維持管理計画の策定 ● 水文気象観測機器の調達・設置 ● EDWC における緊急時対応計画の策定 ● 洪水解析モデルに関する支援 	US\$ 0.5 x 10 ⁶
3.	事業管理および事業実施支援	<ul style="list-style-type: none"> ● MOA の事業管理および事業実施能力向上に係る支援 	US\$ 1.2 x 10 ⁶

「Cunha Canal Rehabilitation Project」では、下表に示す3つのコンポーネントを実施した。各コンポーネントの内容と実施費用を示す。

表 R 1.4.18 Cunha Canal Rehabilitation Project の各コンポーネントの内容と実施費用

No.	コンポーネント	内容	費用
1.	Cunha Canal 改修事業	<ul style="list-style-type: none"> ● EDWC 側の取水門建設 (US\$ 0.17 x 10⁶) ● デメララ川側の水門建設 (US\$ 0.21 x 10⁶) ● 橋梁建設 (US\$ 1.5 x 10⁶) ● 水文観測機器等 (US\$ 0.03 x 10⁶) ● 水路自体の改修はガイアナ政府負担で実施 (事業費 : US\$ 0.27 x 10⁶) した。 	US\$ 1.91 x 10 ⁶
2.	住民移転 (移転補償)	<ul style="list-style-type: none"> ● Barama Company Limited が所有する約 2 万 m² の土地収用および移転補償費 	US\$ 0.57 x 10 ⁶
3.	事業管理支援	<ul style="list-style-type: none"> ● コンサルタント費等 	US\$ 0.52 x 10 ⁶



出典 : Cunha Canal Rehabilitation Project (WB)

図 R 1.4.19 Cunha Canal の改修断面

(3) 国連開発計画 (UNDP : United Nations Development Programme)

UNDP はガイアナ国全体の洪水対策を含めた災害リスク管理に関して、主にガイアナ国の災害リスク管理に関する政策や計画策定を支援しており、以下の支援を CDC に対して

行っている。

- Disaster Risk Management Policy (2013)
- Flood Preparedness & Response Plan (2011)
- Multi-hazard Disaster Preparedness & Response Plan (2013)
- Early Warning System Framework (2013)

(4) 米州開発銀行 (IDB : Inter-American Development Bank)

IDB は UNDP と同様にガイアナ国全体の洪水対策を含めた災害リスク管理に関して、以下の支援を CDC に対して行っている。

- National Integrated Disaster Risk Management Implementation Strategy for Guyana (2013)
- National Integrated Disaster Risk Management Plan for Guyana (2013)

その他、IDB の支援で 2012 年に実施した「Disaster Risk Indicators and Flood Risk Evaluation」では、EDWC が破堤した場合の洪水シミュレーションを、幾つかのシナリオを想定して行っており、その例を以下に示す。

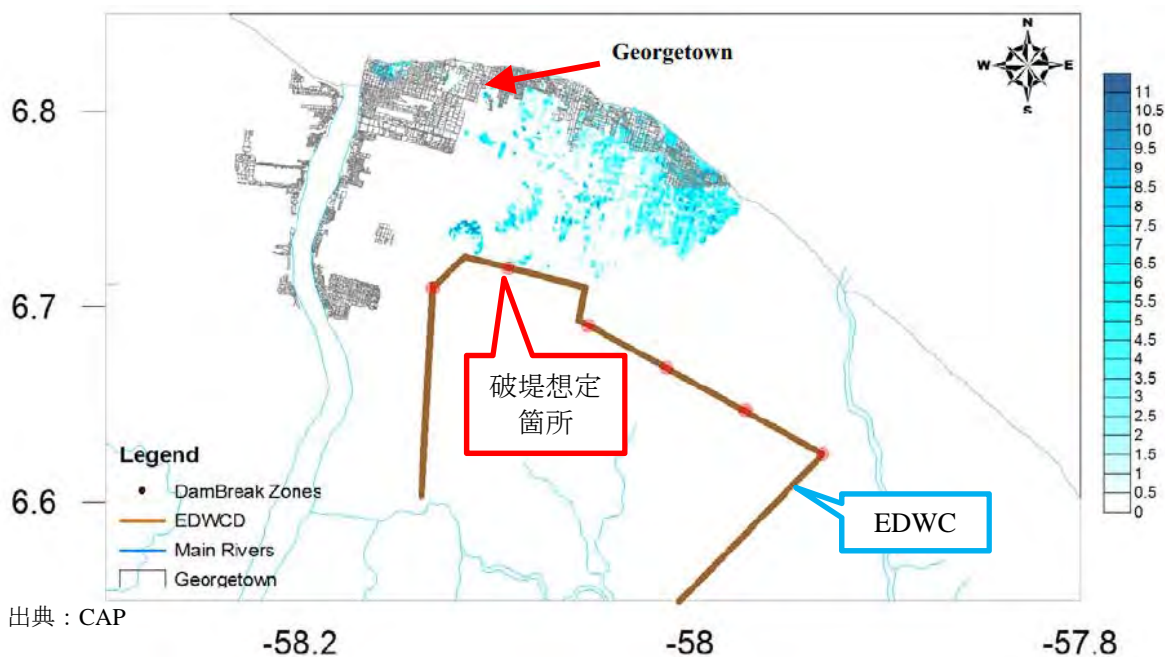


図 R 1.4.20 IDB が実施した洪水シミュレーション結果例

(5) インド輸出入銀行 (Export-Import Bank of India)

インド輸出入銀行による借款事業「Design and Supply of Nine (9) Fixed Drainage Pumps and Five (5) Mobile Drainage Pumps」が 2017 年 2 月に調印された。この事業により、9 基の固定ポンプが Region 2 (Hampton Court、Devonshire Castle)、Region 3 (Den Amstel)、Region 4 (Hope、Nooten Zuil)、Region 5 (Mora Point)、Region 6 (Rose Hall) に設置される予定である。5 基の移動式ポンプについては、ジョージタウン市を拠点として、洪水時に主に市

内で活用される予定であり、2017年3月現在、業者選定が行われている。

(6) その他

(a) 気候変動対応（適応・緩和）への支援

気候変動対応（適応・緩和）に係る国際機関からの支援は、OCC に対して行われており、支援概要を下表に示す。

表 R 1.4.19 OCC への国際機関からの支援概要

Project Title	Project Partner (s)	Project Cost (US\$)	Duration	Beneficiaries	Geographic Location
Institutional Strengthening Project (ISP)	Guyana REDD Investment Fund (GRIF) through Partner Entity IDB	3,073,904	2012-2017	Government of Guyana	National
Technology Needs Assessment Project under the UN Framework Convention on Climate Change (TNA)	United Nations Environment Programme Department of Management Engineering - Technical University of Denmark Partnership (UDP)	134,800	2015-2017	Government of Guyana	National
Japan-Caribbean Climate Change Partnership Project (JCCCP)	Government of Japan through UNDP	600,000	2016-2018	Government of Guyana	National
Republic of Guyana: Preparation of the Third National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change (TNC)	United Nations Environment Programme (UNEP)	564,000	2013-2019	Government of Guyana	National
Guyana: Initial Biennial Update Report (BUR1) under the United Nations Framework Convention on Climate Change	United Nations Environment Programme (UNEP)	372,000	2016-2018	Government of Guyana	National
Technical Assistance - Capacity Strengthening for The Office of Climate Change Through Preparation of National Climate Change Policy and Strategic Plan	Caribbean Development Bank (CDB)	150,000	2017-2018	Office of Climate Change	National
Climate Change Adaptation Program (CCAP)	The United States Agency for International Development (USAID) with the Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC)	1,000,000	2016-2020	Government of Guyana	National
Caribbean Climate Online Risk and Adaptation Tool (CCORAL)	Caribbean Community Climate Change Centre (CCCCC)		ongoing	Government of Guyana	National
Reporting for Results-Based REDD+ Actions (RRR+) project	Norwegian Agency for Aid Development (NORAD) with partner Coalition of Rainforest Nations (CfRN)		2016-2019	Government of Guyana	National
A Proposal for The Institutional Arrangement to Implement a MRVS System in Energy Efficiency in the Public Buildings	Latin American Energy Organization (OLADE)	30,000	4 months	Government of Guyana	National
Transitioning to National Energy Security: Bartica as a Model Green Town	Government of Italy in collaboration with Caribbean Community Climate Change	650,000	4 months	Government of Guyana	Bartica
Mainstreaming Low-emission Energy Technologies to build Guyana's Green Economy	Global Environment Facility (GEF) through UNDP	2,000,000	48 months	Government of Guyana	National

出典：OCC

(b) その他インフラ事業への支援

海岸堤防等のその他インフラ事業への支援は、主に MPI に対して行われている。

1.5 都市開発計画と排水システムの関連性

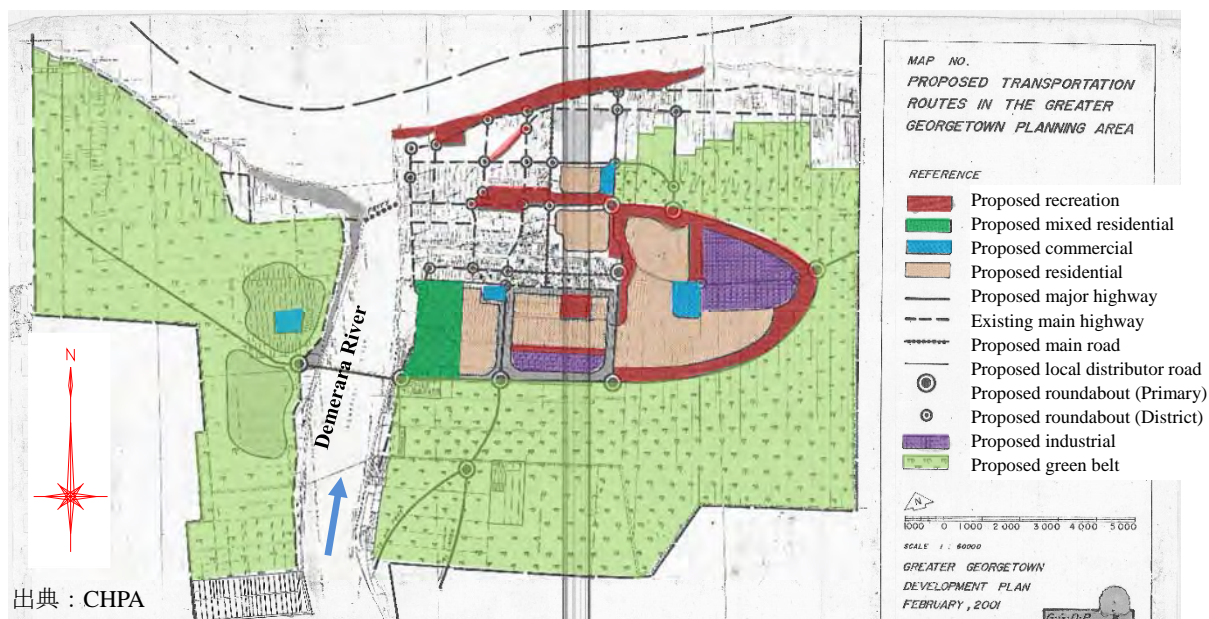
1.5.1 都市開発計画

近年のジョージタウン市の都市開発計画に係る概要を下表に示す。最新のジョージタウン市の開発計画は、中央住宅計画庁（Central Housing & Planning Authority : CHPA）が 2002 年 3 月に策定した「Greater Georgetown Development Plan 2001-2010」である。

表 R 1.5.1 近年のジョージタウン市の開発計画に係る概要

名称	概要
Greater Georgetown Planning Area Scheme	1951 年 10 月に承認された。East Bank Road につながる幹線道路として Camp Street が提案された。
The Draft Varying Scheme (1961)	1962 年の Stabroek Market での火事を受けて、CHPA は Stabroek Market の改善や、ショッピングストリートの歩道拡幅等の提案が行われた。
Georgetown Planning Area (Development Plan) -1982	UN や現地立案者により 1982 年 6 月に策定されたが、政府の承認までは至らなかった。
Greater Georgetown Development Plan 2001-2010	2002 年 3 月に CHPA が策定した。

出典：Greater Georgetown Development Plan 2001-2010

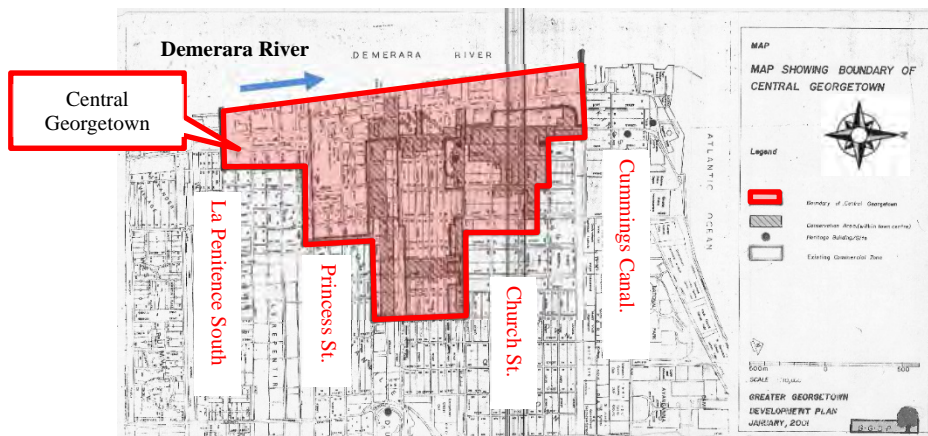


出典：CHPA

図 R 1.5.1 ジョージタウン市の開発計画（Greater Georgetown Development Plan 2001-2010）

「Greater Georgetown Development Plan 2001-2010」によると、ジョージタウン市の行政・商業の中心地を「Central Georgetown」として位置付け、特に Stabroek 市場と Bourda 市場を中心に近代的な商業エリアとして開発することを計画している。このエリアの資産価値が今後さらに上がる可能性がある。「Greater Georgetown Development Plan 2001-2010」で示された Central

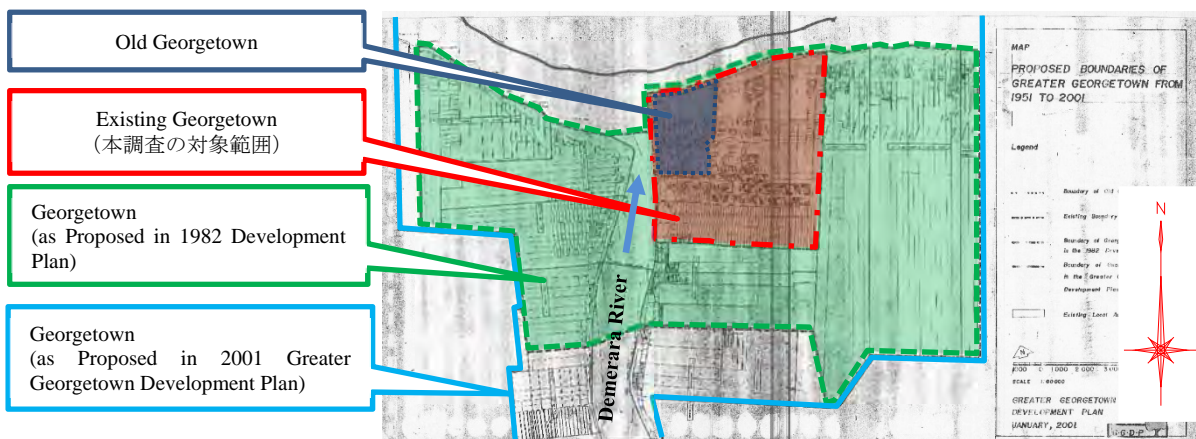
Georgetown の境界線を図 R 1.5.2 に示す。Central Georgetown の全域が本調査対象範囲に含まれている。



出典：CHPA

図 R 1.5.2 Central Georgetown の境界線

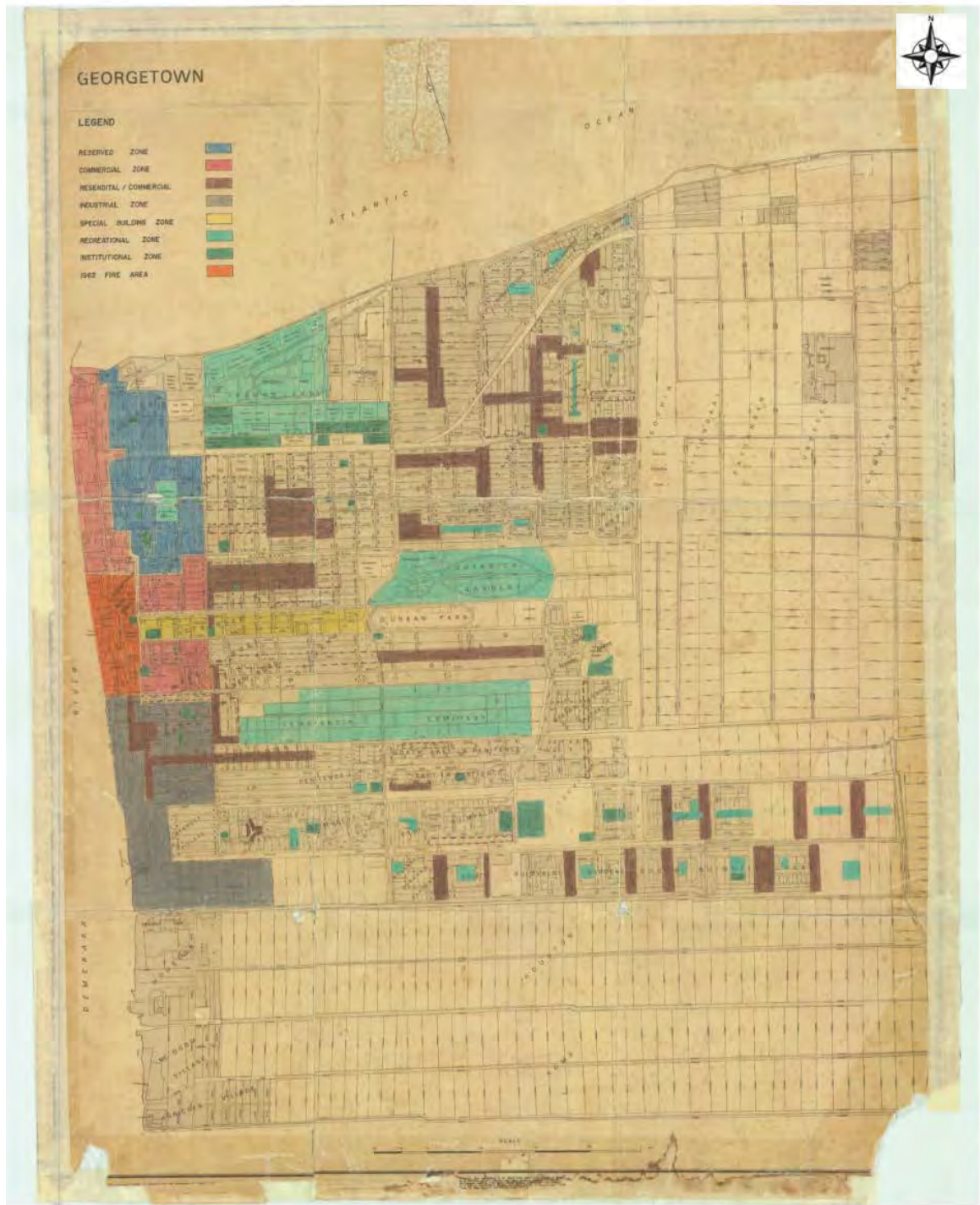
現状のジョージタウン市は 5km 四方程度の小さな首都であるが、1982 年、2001 年の都市開発計画では、その範囲を拡大することを提案している。旧ジョージタウン市、現ジョージタウン市（本調査対象範囲）および提案されたジョージタウン市の境界線を図 R 1.5.3 に示す。



出典：CHPA

図 R 1.5.3 ジョージタウン市の境界線

「Greater Georgetown Development Plan 2001-2010」の提案では、上図に示す範囲までジョージタウン市を拡大する計画としており、図 R 1.5.1 に示す通り、居住区を現ジョージタウン市の東側に拡大し、その他は緑地帯とする計画となっている。



出典：CHPA

図 R 1.5.4 過去のジョージタウン市の開発計画

ガイアナ国全土の土地利用計画については、2013年に欧州連合（European Union：EU）の支援により GL&SC が「Guyana National Land Use Plan」を策定した。サンプルを図 R 1.5.5 に示す。

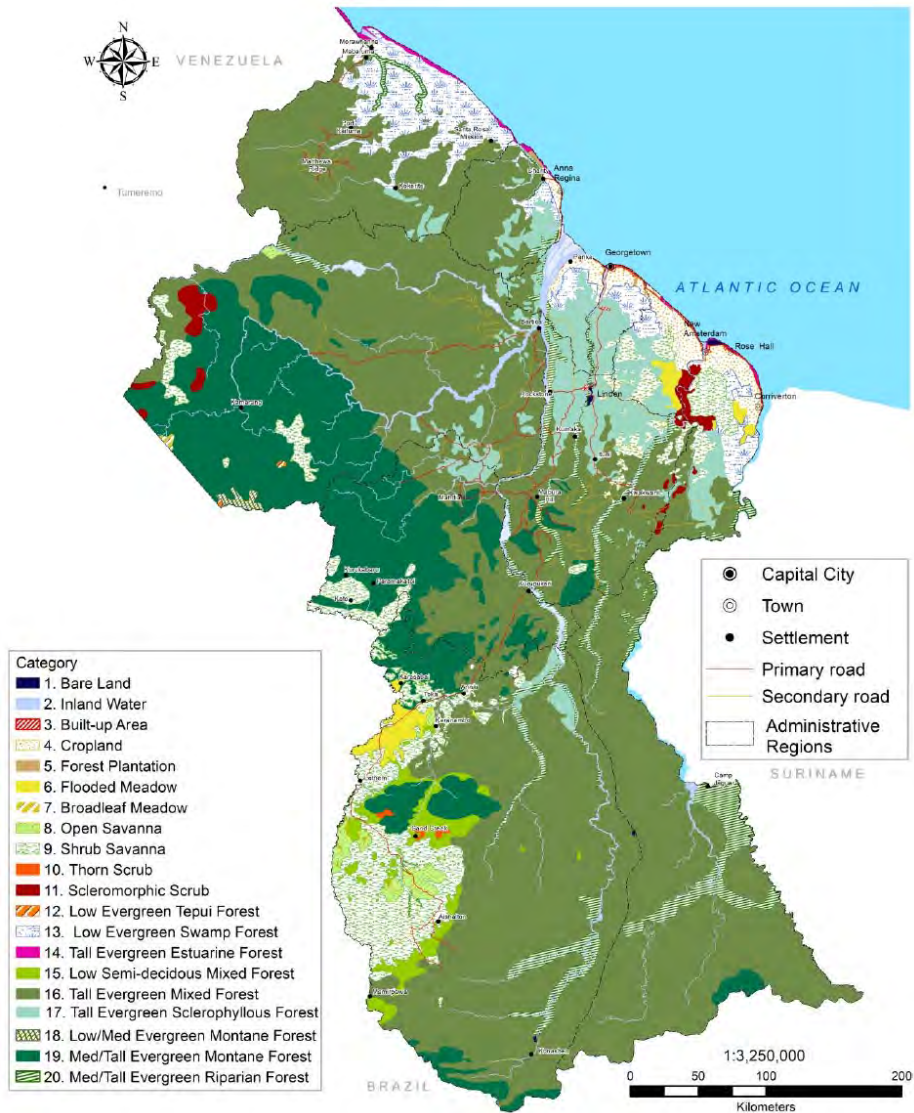


図 R 1.5.5 Development of Land Use Planning Project で作成した
国家土地利用計画図のサンプル

現時点では、ジョージタウン市の排水改善計画と開発計画は関連付けされておらず、お互いの計画に反映されていない。

1.5.2 道路計画

ジョージタウン市内の道路について、舗装改修、道路拡幅、交差点改良は部分的に行われているが、計画的にはなく必要に応じて実施している。また市内に関しては将来的な道路整備計画もない。近年ジョージタウン市外から市内への通勤・通学のために渋滞が発生しており、この解消のための市外から市内へのアクセス道路や、市の外側の環状道路について、インド政府の支援を受けて新規道路計画が策定されている。

都市計画についても、道路計画と同様、市内の新規計画はない。ジョージタウン市とその周辺では過去 10 年で急激に増加し、近年ジョージタウン市西側（デメララ川対岸）や南部の都市開発が進められている。

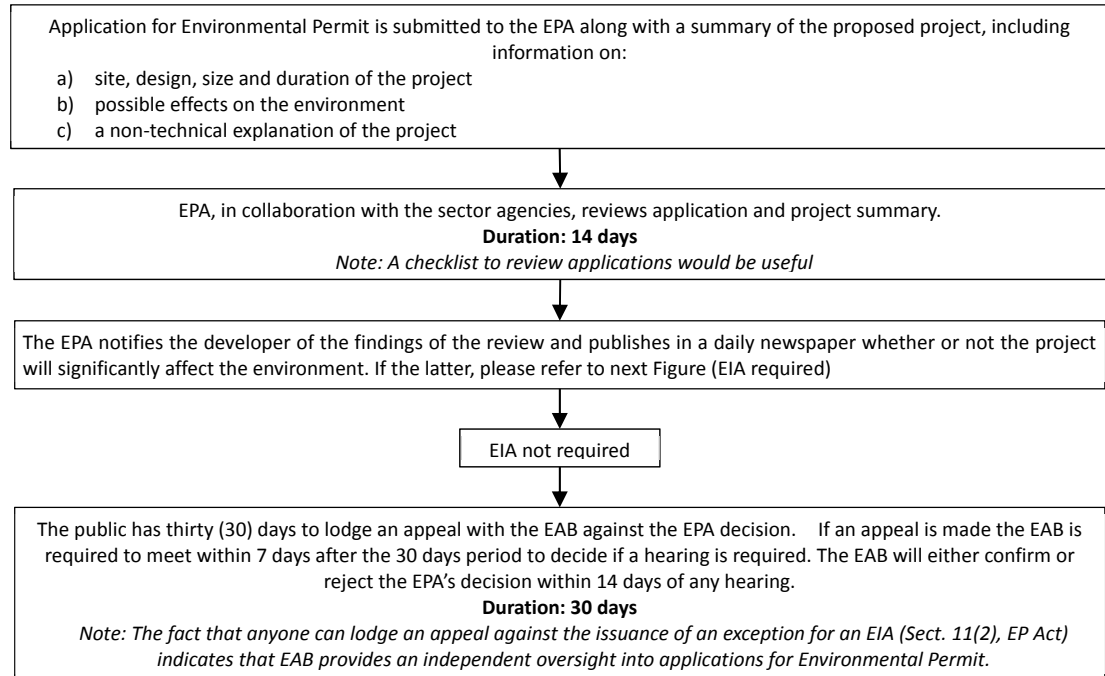
またジョージタウン市内の道路計画はないが、人や車両の移動に焦点を当てた、Traffic Development Plan は検討中である。

1.5.3 環境影響評価

ガイアナ国の環境影響評価で従うべき法律は「LAWS OF GUYANA (Chapter 20-05) Environmental Protection Act」があり、これに付随する Regulations (騒音、大気、水質、廃棄物等) や Guidelines (Environmental Management Plan 等) がある。通常環境影響評価に係る申請手順は下記の通り。

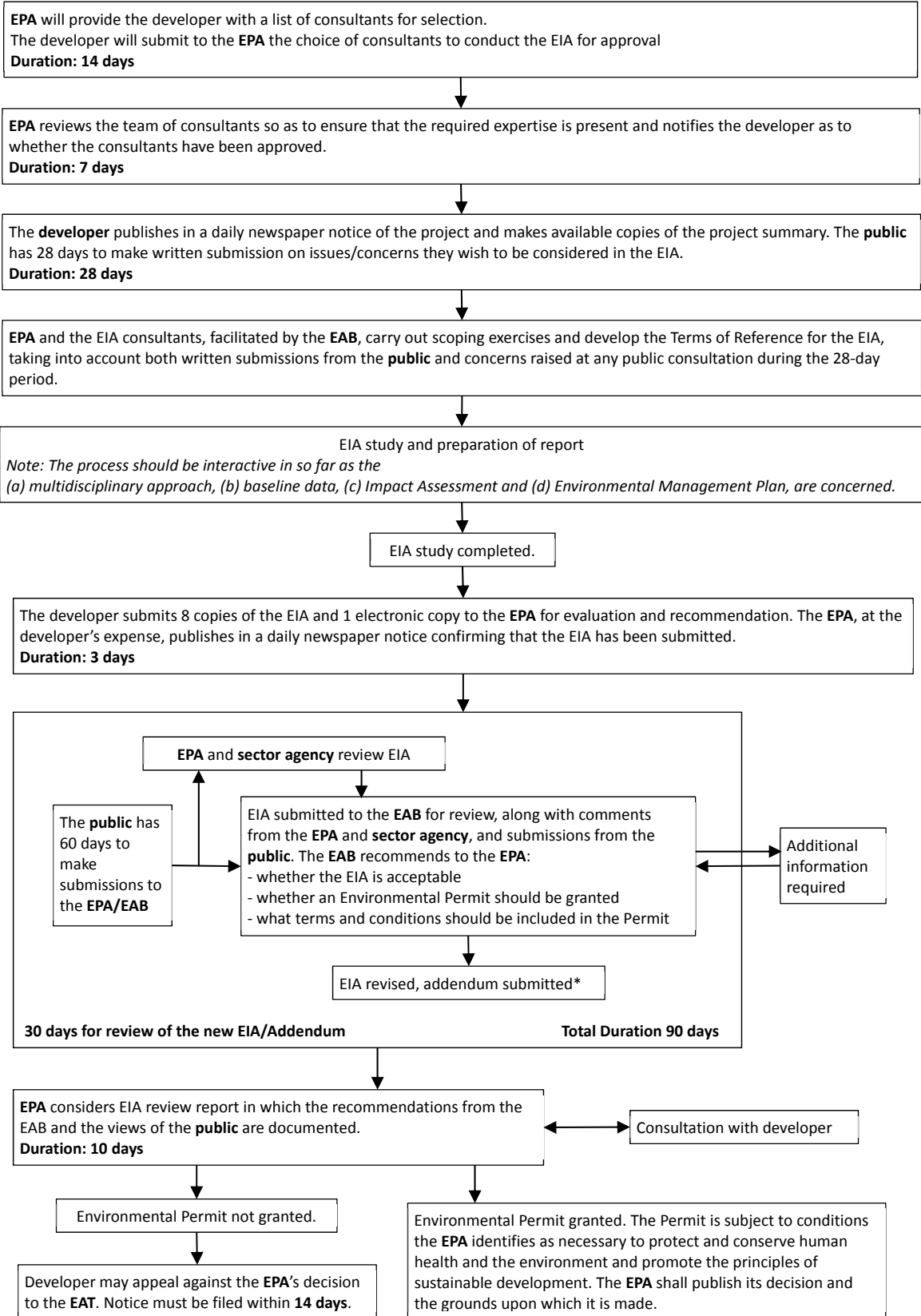
- 事業者から EPA に Application Form を提出
- EIA が必要か、EPA が審査
- EIA が必要な場合、事業者が EIA 調査を実施して結果を EPA に提出
- 調査結果を EPA が審査し、適切であれば EIA 書類を承認 (審査では事業内容を一般公開し意見公募も行う。)

EPA から入手した、EIA が必要な場合と、EIA が不要でない場合の環境審査手順について、下図に示す。EIA が不要な場合は、約 2 ヶ月程度の手続きが必要となり、EIA が必要な場合は、最初の申請書を提出してから承認まで概ね 1 年程度掛かる。



出典：EPA

図 R 1.5.6 EIA が不要でない場合の環境審査手順 (約 2 ヶ月)



*Depending on the significance of the information requested, the EIA may need to be re-submitted either as a revised document or as an addendum to the EIA.

出典：EPA

図 R 1.5.7 EIAが必要な場合の環境審査手順（約1年）

ガイアナの環境影響評価では、初期環境調査（Initial Environmental Examination：IEE）や初期環境影響評価（Initial Environmental Impact Assessment：IEIA）といった手順は必要ないが、EIAの審査基準等は「Environmental Protection Act」に従っている。審査基準を作成した際には、IDBの援助を得てカナダの基準を参考にし、他の International Standard も考慮しているが、基準をそのまま引用していることはない。

日本の支援により事業を実施し、環境影響評価を行う場合の留意点を、以下に示す。

- 事業規模・内容によるが、ポンプ場の新設などの一般的な土木工事の場合は、EPA の「Application Form for Environmental Authorization」を記載、必要書類を添付し EPA に提出する。
- 一般的な調査・設計業務では「Application Forms for Research」は提出する必要がない場合が多いが、調査の一環として薬品を排水路に流す場合などは EPA に確認する必要がある。また、測量業務で「Application Forms for Research」の提出の必要はないが、ボーリング試験等の土質調査においては、提出の必要がある可能性があり、EPA に確認する必要がある。
- 環境承認を得るために EIA 調査などの環境調査を行う会社は EPA に「Application Form for Registration of Environmental Consultants」を提出し、審査に合格し登録する必要がある。（JICA の調査で EIA 調査などの環境調査の現地再委託を行う場合は、再委託する予定の会社が EPA の審査に合格し登録済みかどうか確認する必要がある）

1.6 地下水および地盤沈下と洪水の関連性

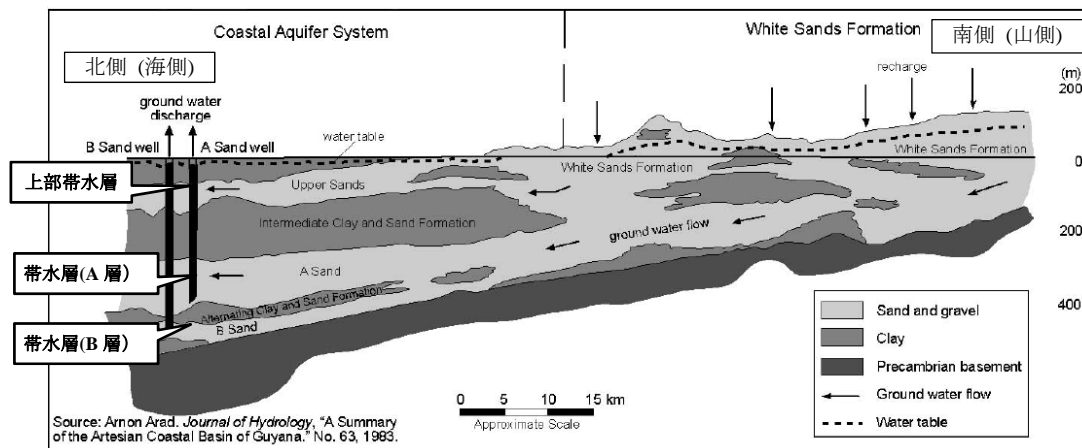
1.6.1 地下水の利用・管理状況

ジョージタウン市の上水道は GWI が管理している。規模の比較的大きなホテルや工場等は、自分の地下水取水施設を有していることがあるが、それ以外は基本的に GWI の浄水場から上水を供給している。

GWI の本部がある浄水場の水源は、取水量の 60% が東デメララ貯水池から取水路を通じて取水した表流水で、残りの 40% が GWI 本部敷地内の 7 箇所地下水取水井から取水した地下水である。GWI はジョージタウン市内には他に 2 箇所の浄水場（Ruimveldt Central、Sophia）を有しており、これら 2 箇所の浄水場の水源は 100% 地下水である。

図 R 1.6.1 にジョージタウン市付近の地層縦断図を示す。ジョージタウン市および沿岸部の地下水系は 3 つの帯水層で構成される。最も浅いところにある上部帯水層は地表（Ground Level: GL.）から 30m～60m 以深に位置し、層厚は 15m～120m 程度である。ただしこの層の地下水には鉄分、塩分が比較的多く含まれているため、飲用水としての利用は行われていない。最も飲料水に適するのは、2 番目に浅い帯水層（A 層）の地下水で、地表から 200m～300m 以深に位

置し、層厚は 15m～60m 程度である。ただし鉄分を取り除く処理が必要である。また最も深い帯水層は B 層と呼ばれ、地表から 300m～400m 以深に位置し、層厚は 350m～800m 程度である。B 層に含まれる地下水は高温で微量の鉄分、および空気混入で処理できる程度の微量の硫化水素を含んでいる。ジョージタウン市における A 層及び B 層の地下水は被圧しており、GWI では主にこれらの A 層、B 層より地下水を取水している。GWI は 1997 年以降、月毎の A 層の地下水位の観測をしている。GWI によると、Region3、4 の地下水位は観測開始以降低下し続けており、1997 年には GL.-16m であった地下水位が 2017 年には GL.-30m へと大きく低下している箇所があるとのことであった。



出典：Water Resources Assessment of Guyana, US Army Corps, 1998 年

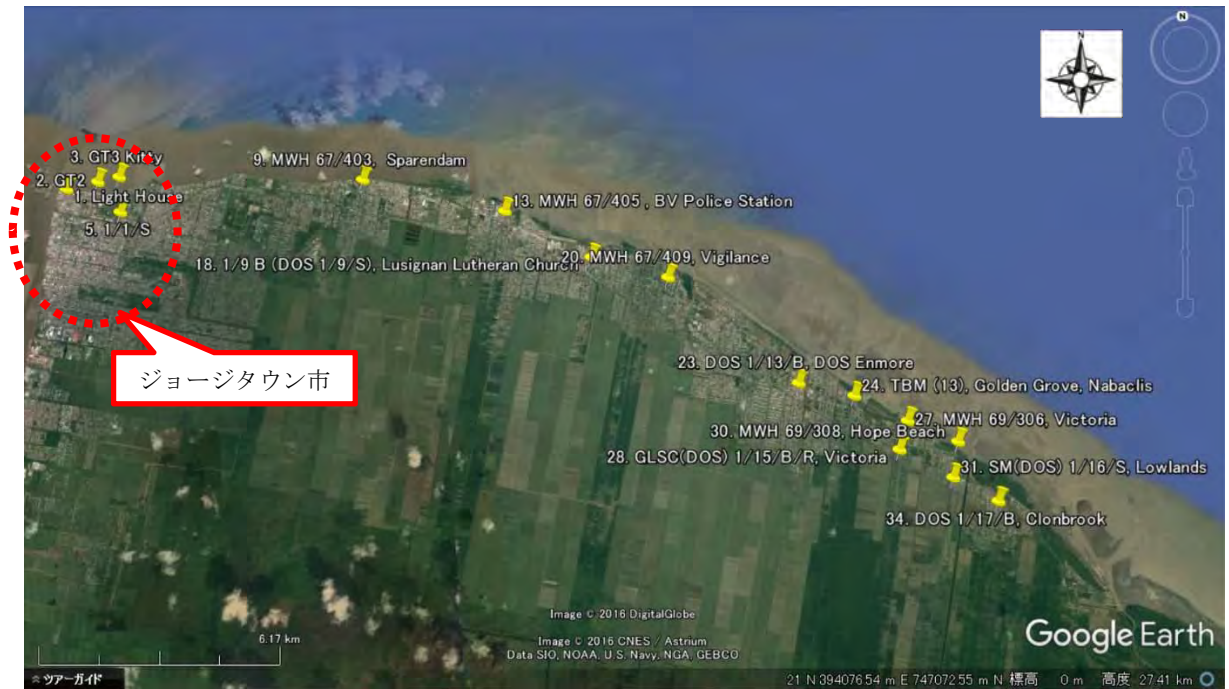
図 R 1.6.1 ジョージタウン市付近の地層縦断面図

GWI は地下水位観測を行っているが、観測結果が整理されておらず本調査期間で情報が得られなかった。地下水位の観測データの整理と蓄積を今後進めていく必要がある。

1.6.2 地盤標高データ

ジョージタウン市の地盤標高に関する基本情報は、前述の「1.3.2 地形・標高」に示した通りである。第 1 回現地調査にて、関連機関への地盤沈下に関してヒアリングを行ったが、GL&SC をはじめ、どの担当機関・担当者もジョージタウン市の地盤沈下に関する認識はなかった。

GL&SC が沿岸部で、不定期にジョージタウン市内および東側の沿岸部で国家基準点の標高を測量しており、この位置図、測量結果をそれぞれ図 R 1.6.2、表 R 1.6.1 に示す。



出典：GL&SC から提供された基準点座標を元に調査団が作成

図 R 1.6.2 GL&SC から提供された国家基準点位置

表 R 1.6.1 国家基準点の標高測量結果

基準点位置	1974 年		1997 年		2010 年	
	Foot GD	mGD	Foot GD	mGD	Foot GD	mGD
LH	57.11	17.41	57.11	17.41	56.9793	17.37
GT2	61.58443	18.77	61.4078	18.72	61.2886	18.68
GT3 (Kitty PS)	58.1538	17.73	57.4664	17.52	57.1623	17.42
1/1/S	54.4588	16.60	-	-	54.0552	16.48
MWH 67/403	50.412	15.37	50.3758	15.35	50.2105	15.30
MWH 67/405	50.144	15.28	50.2494	15.32	50.1436	15.28
DOS 1/9/S	50.1913	15.30	50.1834	15.30	49.8667	15.20
MWH 67/409	52.411	15.97	52.1848	15.91	52.0712	15.87
DOS 1/13/B	51.3663	15.66	51.3209	15.64	51.271	15.63
TBM Grove/N	55.635	16.96	-	-	55.6961	16.98
MWH 69/306	50.167	15.29	50.2431	15.31	50.2352	15.31
DOS 1/15/B	50.9328	15.52	50.7734	15.48	50.7196	15.46
MWH 69/308	55.995	17.07	-	-	55.7663	17.00
DOS 1/16/S	55.71654	16.98	-	-	55.7601	17.00
DOS 1/17/B	49.3085	15.03	-	-	49.3328	15.04

出典：GL&SC (はジョージタウン市内の基準点を示す)

上記、国家基準点の標高測量結果について、測量年毎の測量された標高の差を下表に示す。このうち、Kitty ポンプ場付近にある基準点「GT3(Kitty PS)」では、測量された標高が 1974 年から 2010 年までの 36 年間で約 30cm 程度変動（低下）しているが、それ以外の基準点においては、36 年間で約 10cm 程度の低下と大きな変動（低下）は生じていない。

表 R 1.6.2 国家基準点の標高測定差

基準点位置	1974年→1997年 (m)	1997年→2010年 (m)	1974年→2010年 (m)
LH	0.00	-0.04	-0.04
GT2	-0.05	-0.04	-0.09
GT3 (Kitty PS)	-0.21	-0.09	-0.30
I/1/S	-	-	-0.12
MWH 67/403	-0.01	-0.05	-0.06
MWH 67/405	0.03	-0.03	-0.00
DOS 1/9/S	-0.00	-0.10	-0.10
MWH 67/409	-0.07	-0.03	-0.10
DOS 1/13/B	-0.01	-0.02	-0.03
TBM Grove/N	-	-	0.02
MWH 69/306	0.02	-0.00	0.02
DOS 1/15/B	-0.05	-0.02	-0.06
MWH 69/308	-	-	-0.07
DOS 1/16/S	-	-	0.01
DOS 1/17/B	-	-	0.01

(-)マイナスは地盤鉛直下（沈下）方向（ はジョージタウン市内の基準点を示す）

1.6.3 今後の観測計画方針案

現地でのヒアリング結果および既存資料から判断すると、36年間で10cm程度の僅かな地盤沈下の可能性が考えられるが、ジョージタウン市において将来問題になるような速度の地盤沈下が進行中あることを証明するような明確な情報は得られなかった。

しかしながら、ジョージタウン市では長年、上水の水源を地下水に大きく依存してきたこと、および GWI が行っている地下水観測の結果、地下水位が経年的に低下していることを考慮すると、今後将来的に地盤沈下が生じ、浸水被害が起きやすい環境になる可能性がある。したがって、今後地盤標高と地下水位を継続的に観測し、データを蓄積し、地盤沈下の有無についてモニタリングする必要がある。そこで、両データの観測計画を以下のとおり立案する。

(1) 地盤標高の観測計画

地盤標高については、GL&SC が不定期にジョージタウン市内および東側の沿岸部で国家基準点の標高を測定しているが、不定期であることと、ジョージタウン市を包括する箇所での測定を行っていないため、地盤沈下の観測を行うには適当でないと判断される。

したがって、ジョージタウン市の地盤沈下の傾向を把握するために、既存の国家基準点を活用した、図 R 1.6.3 に示した位置での定期的な地盤標高観測を計画する。表 R 1.6.3 に地盤観測計画の概要を示す。

(2) 地下水位の観測計画

地下水位観測は1997年以降 GWI が毎月実施しているため、新たな観測井で実施する必要はない。GWI における地下水位の観測を今後も継続して実施し、観測データを関連する機関（MOA、MPI、MOC、MONR 等）で共有する。





出典：GL&SCの基準点情報を元に測量会社（Surveying & Project Management Inc.）と調査団が現地を確認（ は、今後の地盤標高観測位置を示す）

図 R 1.6.3 地盤標高観測位置図

表 R 1.6.3 地盤観測計画の概要

観測頻度：年に1回*		
観測方法：基準点 LH を基点として、水準測量により地盤標高を観測する。		
基準点名：LH (Lighthouse)  標高：17.37 mGD (2010年観測結果)	基準点名：GT3 (Kitty PS)  標高：17.42 mGD (2010年観測結果)	基準点名：GT10  標高：16.35 mGD (GL&SC 基準点表)
基準点名：GT13  標高：16.22 mGD (GL&SC 基準点表)	基準点名：GT17  標高：16.61 mGD (GL&SC 基準点表)	基準点名：GT26  標高：16.59 mGD (GL&SC 基準点表)

*「地盤沈下監視ガイドライン」を参照 (<https://www.env.go.jp/houdou/gazou/6132/6914/2356.pdf>)
 ( は、今後の地盤標高観測位置を示す)

第2章 ジョージタウン市の排水システムに係る課題

2.1 洪水の主な要因

現地関連機関へのヒアリング、収集した資料を元に想定される、洪水の主な要因を以下に示す。

2.1.1 海面上昇

ジョージタウン市沿岸の MSL は表 R 2.1.1 に示すとおり、1994 年から 2017 年の 23 年間で 23cm 上昇しており、その上昇率は約 10mm/年である。これは世界の年平均海面上昇率の約 2～4mm/年（出典：IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 第 5 次評価報告書 (2013)）を大きく上回る。海面上昇は、水門による重力排水が可能な時間（1 日に 8～10 時間程度）の短縮等、排水能力の低下に繋がり、ジョージタウン市内の浸水・洪水発生の原因の一つになっていると想定される。

表 R 2.1.1 海水面の上昇

Name	1979 年 [mGD]	M/P (1994) [mGD]	1999 年 [mGD]	2010 年 [mGD]	2017 年 [mGD]	海面上昇 [m]
既往最大潮位 (Highest Recorded Tide)	—	17.19	—	17.19	17.39	+0.20
大潮平均高潮 (Mean High Water Spring)	—	16.65	—	16.65	16.97	+0.32
小潮平均高潮 (Mean High Water Neap)	—	15.98	—	15.98	16.51	+0.53
平均潮位 (Mean Sea Level)	15.52	15.52	15.56	15.66	15.75	+0.23
小潮平均低潮 (Mean Low Water Neap)	—	14.79	—	14.79	14.83	+0.04
大潮平均低潮 (Mean Low Water Spring)	—	14.09	—	14.09	14.48	+0.39

出典：MARAD-MPI

また、「1.6.2 地盤標高データ」に示す通り、国家基準点の標高測量結果では各基準点の標高が 1974 年から 2010 年までの 36 年間に 10cm 程度低くなっている。この 10cm の変位が測量誤差でなく地盤沈下が原因であると仮定すると、ジョージタウン市における海面上昇から地盤沈下分を引いた上昇率は 3.27mm/年となり、ジョージタウン市における海面上昇率は、世界の年平均海面上昇率の約 2～4mm/年の範囲内であるという見方も出来る。

表 R 2.1.2 地盤沈下を考慮したジョージタウン市における海水面の上昇率

	観測年	変位	年平均変位	
ジョージタウン市の平均潮位	1979~2017 (38 年)	+230mm	+6.05mm/年	+3.27mm/年
ジョージタウン市の国家基準点高	1974~2010 (36 年)	-100mm	-2.78mm/年	
世界の年平均海面上昇率	—	—	+2~4mm/年	

出展：調査団

すなわち海水位については、ジョージタウン市の全体的な地盤沈下による、相対的な海面上昇の可能性も考えられる。この裏付けデータのためにも、「1.6.3 今後の観測計画方針案」に示す定期的な地盤標高観測を行い、地盤沈下現象の確認を行うことは有用である。

2.1.2 都市化・開発行為・不法住居者等の人為的な排水路の閉塞・狭小化

近年の都市化・開発行為、道路・交通網の発達等に伴い、部分的な水路幅の狭小化、開水路の暗渠化が発生している。また、産業活動や船舶の係留等により、排水路のデメララ川への排水口が塞がれ、排水能力の低下や、排水口（水門）付近での堆砂を助長している可能性がある。

排水路を道路が横断する箇所では、排水路の幅が狭められる、十分な桁下高さが確保されない、等のことが原因で排水路の流下断面が小さくなっている箇所が多くある。さらに、近年の都市化で、元々開水路であった箇所が、工場や道路横断（橋梁）で暗渠化されている箇所が数多く存在しており、暗渠部断面が既存排水路断面よりも極端に小さい箇所も数多く存在する。

人為的な排水路の狭小化による影響を分析するため、主要道路を横断する箇所の排水路幅を、直近の既存排水断面より 25% 低減させた場合の洪水解析を実施し、排水路から雨水が溢れる状況を確認した。解析結果を図 R 2.1.1 に示す。

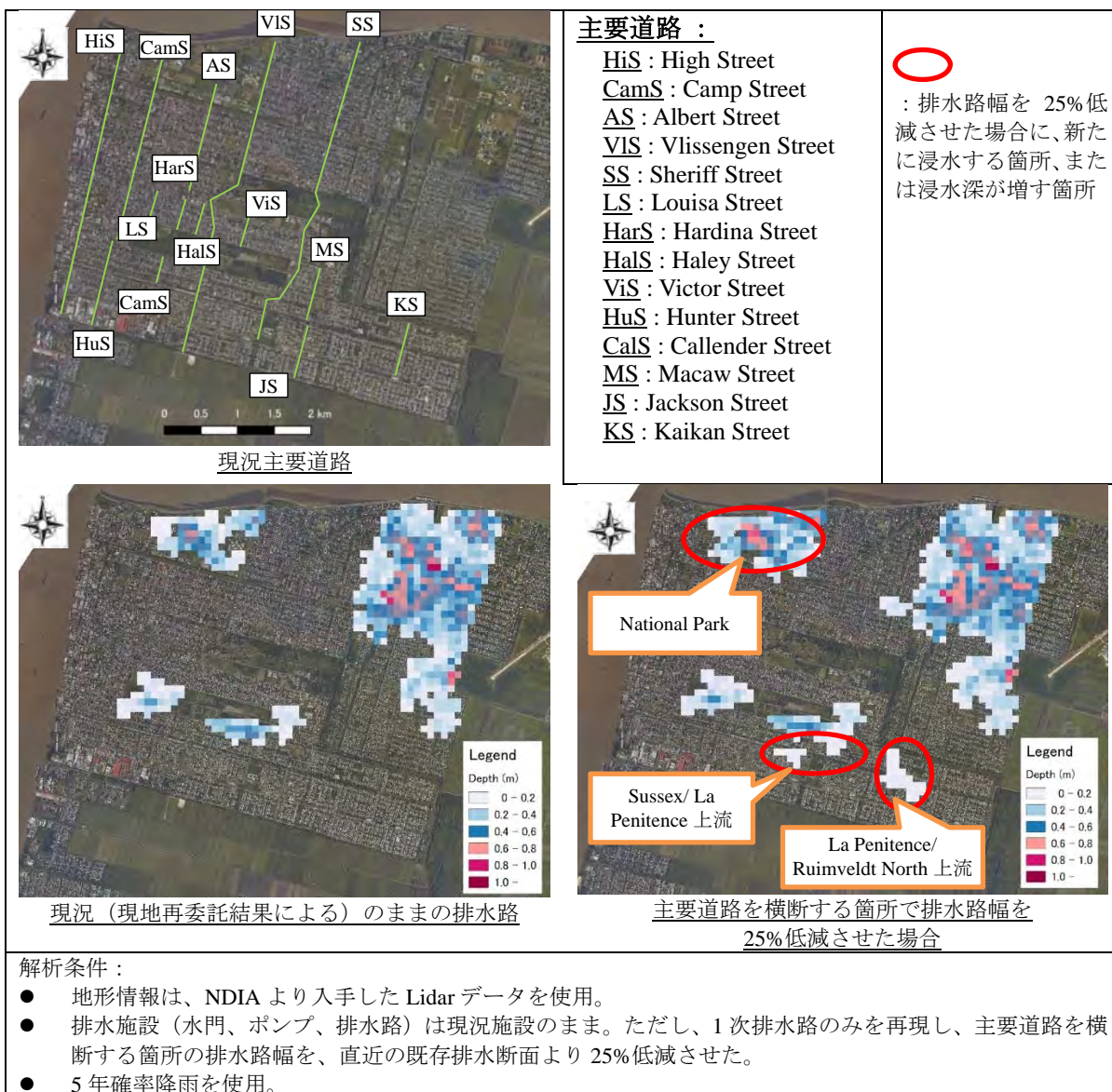


図 R 2.1.1 洪水解析結果（排水路から雨水が溢れている箇所のみを表示）

解析の結果、道路横断部で水路幅を低減させた影響により新たに浸水する箇所、または浸水深が増す箇所は、National Park、Sussex/ La Penitence 上流、La Penitence/ Ruimveldt North 上流で発生した。

この解析結果より、人為的な排水路の閉塞・狭小化が排水路の流下能力低下に繋がり、ジョージタウン市内の浸水・洪水発生の原因の一つになっていると想定される。(写真 R 2.1.1 参照)



写真 R 2.1.1 人為的な排水路の閉塞・狭小化

ガイアナ国では「1.4.1 国家レベルおよび地方レベルにおける政策・戦略、法規・制度、計画、体制、基準、予算」に示すとおり、洪水対策、排水システム改善に関する様々な政策・制度・法的枠組について、整備されつつある。

他方、排水に関する法制度としては、「Laws of Guyana (Chapter 64-03) Drainage and Irrigation Act」があり、この中で、排水施設から 12ft. (約 3.7m) の範囲は NDIA の活動 (維持管理等) を妨げるものを建設することは禁止されており、この範囲は NDIA の所有となることが定められている。しかし実際は、写真 R 2.1.2 に示すとおり既存排水施設付近に、多くの施設・家屋が建設されている。



写真 R 2.1.2 既存排水施設付近に建設された施設・家屋

Drainage and Irrigation Act では排水施設周辺は、NDIA が包括的に管理することが定められている。実情としては、排水路周辺の不法建築物の処置はジョージタウン市が Ministry of Social Protection や Ministry of Communities と協力して家屋移転を行っているが、移転先の準備・調整も必要であり、移転実施は困難な状況である。

また、**Drainage and Irrigation Act** が施行される以前に、既存排水施設付近に建設された施設・家屋は、法的には移転できないこととなっており、既に都市化が進み、既存排水路付近に施設や家屋が密集しているジョージタウン市では、排水路改修は容易ではない。

ヒアリングの結果、ジョージタウン市内の道路について、舗装改修、道路拡幅、交差点改良等は部分的に、必要に応じて行われているが、将来的な道路整備計画はない。特に排水路を横断する道路については、現況水路断面よりも小さな断面積の橋梁や暗渠が設置されている状況である。また開発計画は策定されているが、計画の内容は関連機関に周知されておらず、実施は進められていない状況である。

道路整備を含む都市化・開発行為が、排水路の流下能力を配慮せずに進められていることは、ジョージタウン市内の浸水・洪水発生の原因の一つになっていると想定される。

2.1.3 土砂堆積や植生繁茂による排水路流下能力の低下

多くの排水路内で堆砂し植生が繁茂しており、流下能力を妨げる一因となっている。特に排水路下流部で堆砂が進んでおり、排水路上流部で植生が繁茂している。これらの大きな理由は、図 R 2.1.2 に示す通り、多くの既存水路で縦断勾配が緩いまたは部分的に逆勾配であることで、流速が出ないことが挙げられる。

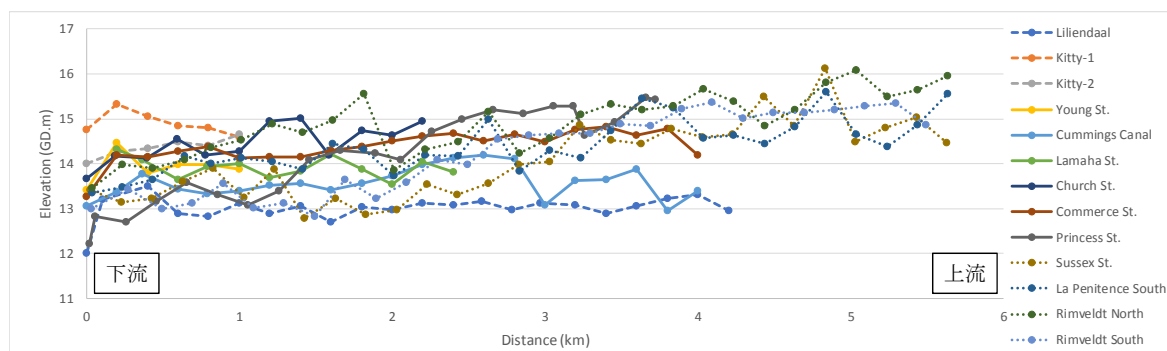


図 R 2.1.2 1次排水路（水路床）の縦断図

さらにジョージタウン市の地盤標高は、ほぼ 15mGD～18mGD の範囲内にあり、水門を開けて自然流下による重力排水が可能なのは、干潮時に潮位が 15mGD（平均潮位(Mean Sea Level)は 15.75mGD (2017 年)) よりも低くなる時間帯（一日 8～10 時間）に限られており、一日の半分以上の時間で水門が閉められ、排水路内の流速がゼロとなる。このことも排水路内の堆砂や植生繁茂を助長し、排水路の流下能力低下の一因となっている。

上記で述べた土砂堆積や植生繁茂による流下能力の低下は、ジョージタウン市内の浸水・洪水発生の原因の一つになっていると想定される。

写真 R 2.1.3 に既存排水路における土砂堆積、写真 R 2.1.4 に既存排水路における植生繁茂の様子を示す。



Cummings 水門下流の水路



La Penitence South 水門下流の水路



Sussex St. 水門下流の水路

写真 R 2.1.3 既存排水路における土砂堆積



Church St.水路



Commerce St.水路



Princess St.水路



Sussex St.水路



La Penitence South 水路



Ruimveldt North 水路

写真 R 2.1.4 既存排水路における植生繁茂

2.2 排水システムの現状に関する課題

現地関連機関へのヒアリング、収集した資料を元に認識された、排水システムの現状に関する課題を以下に示す。

2.2.1 既存排水システムの能力不足

NDIA は今後の排水施設について NDIA 報告書（2015）の中で、5年確率規模で整備することを提案しており、長期計画では10年確率規模の洪水からジョージタウン市を守ることを目指している。

一方、表 R 1.3.10 の排水施設能力一覧表（既存施設と NDIA 提案施設）に示すとおり、既存排水システムの排水能力は NDIA より 101mm/日と試算されている。この排水能力は2年確率規模程度である。

したがって、ジョージタウン市の既存排水システムの能力は整備目標に達しておらず、毎年のように市内で浸水被害が発生している。

2.2.2 排水施設（排水路・水門・ポンプ場）の老朽化、維持管理不足

既存排水施設の設置・建設時期、修繕履歴を表 R 2.2.1 に整理する。排水路は建設後 300 年以上、ポンプ場は建設後 40 年以上、水門は建設後 60 年以上経過しており、表 R 2.2.2 に示す、施設としての耐用年数の目安を超えている。特に、ジョージタウン市は、毎日水門の開閉やポンプ施設の運転を行っているため、施設および各部位の消耗は激しく老朽化が進んでいる。

表 R 2.2.1 既存排水施設の設置・建設時期、修繕履歴

施設	名称	設置・建設時期・修繕履歴
排水路		17 世紀頃から始まったオランダの植民時代に建設された農業用の灌漑水路が発達したもので、基本的には素掘りの開水路である。都市化に伴い、閉塞・狭小化された暗渠排水路も多い。
固定式排水ポンプ	Liliendaal	1973 年建設（1987 年頃、1994 年頃に修繕済）
	Kitty	1968 年建設（1993 年に分解修理済、2010 年頃に建屋以外を全て取り替え）
移動式排水ポンプ		2005 年の洪水時に、応急措置として移動式排水ポンプを既存水門の隣に設置した。製造年は 2005 年以前であるが、正確には不明。2017 年現在では Young St. 水門、Lamaha St. 水門、Church St. 水門（バッテリーが無いため現在運転していない）、Commerce St. 水門、Princess St. 水門（吸込み部のプロペラが壊れたため、現在運転していない）、Ruimveldt North 水門の隣に設置されている。
水門	共通事項	門扉は全て木製で、Greenheart Tree というガイアナ特産の丈夫な木材が原材料であり、概ね 5～6 年毎に木製ゲートを交換。門扉の動きを円滑にするための潤滑油は、必要に応じて門柱に塗布している（定期的には行っていない）。引き上げ機は壊れてから修理・交換を行っている。
	Young St.	建設年不明
	Cummings Canal	1923 年建設
	Lamaha St.	1935 年建設（引揚げ機（チェーン巻き上げ式）が昨年壊れ、現在扉体は閉めっぱなし）
	Church St.	1923 年建設（工場内に設置されている）
	Commerce St.	1924 年建設（門扉に漏水部あり）
	Princess St.	1932 年建設（門扉に漏水部あり）
	Sussex St.	建設年不明
	La Penitence South	1954 年建設
	Ruimveldt North	建設年不明
Ruimveldt South	建設年不明	

出典：M/P（1994）および現地ヒアリングを元に調査団が作成

表 R 2.2.2 排水施設耐用年数の目安

基準	施設／部品	耐用年数	
		信頼性による取替・更新年数	平均取替・更新年数
減価償却資産の耐用年数等に関する省令*1	水路	30	
	水門・樋門	25	
	ポンプ施設（防災用）	15	
河川用ゲート設備 点検・整備・更新検討 マニュアル*2	扉体構造部	32	56
	ゲート扉体ローラー部	23～32	49～55
	ワイヤーロープ	14（常用）、17（待機）	35
	ブレーキ、減速装置	27～30	41～43
河川ポンプ設備 点検・整備・更新検討 マニュアル*3	主ポンプ（立軸）	12～26	20～32
	主ポンプ（横軸）	12～25	30～36
	ディーゼル機関	14～26	37
	系統機器	6～15	23～35

出典：

*1 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/chikoujiken/pdf/070730_1_1_2_04_B02.pdf

*2 <https://www.mlit.go.jp/common/000014193.pdf>

*3 <https://www.mlit.go.jp/common/000014194.pdf>

排水路の維持管理については、人力による堆積土砂の撤去や排水路内の草刈りを行っている(写真 R 2.2.1 参照)。ジョージタウン市が関連省庁の支援を受けながら排水路内の清掃や浚渫を行っているが、水路延長(主要水路のみの総延長で約 50km)に対して、十分な頻度で維持管理作業が行えていない状況である。



写真 R 2.2.1 排水路内草刈りの様子

また水門および排水ポンプの維持管理については、基本的には破損後に必要に応じて部品交換を行っている状況であり、門扉の開閉ができない、または漏水が認められる状況であっても、修復作業が遅延している施設箇所も存在する。

2.2.3 水門・ポンプ施設の手動操作による開閉操作の制限

ジョージタウン市は地形的に排水処理に不利な条件な場所に位置し、頻繁に施設の操作(手動)が必要であり、操作の遅れは洪水発生要因の一つとなり得る。ヒアリング調査によると、過去には操作員が水門を満潮時に開扉したままにしてデメララ川から排水路に逆流した事例があるが、これによる大きな被害報告はなく、操作時における操作員の怪我等の記録は無かった。操作員の配置については、3シフト制で常駐し、機械式の排水ポンプ運転および手動式の水門ゲート操作を行っており、十分な人の配置が配慮されている。

ただし水門の開閉は全て手動であるため、開閉に時間が掛かるという課題がある(チェーンブロック式では開扉:20分・閉扉:5分、ワイヤーロープウインチ式では開扉:約30分・閉扉:約1分)。さらに閉扉は重力落下で行っているため、水門の上下流で水位差がある場合や流速が大きい場合はゲートの開閉が困難となり、緊急時のゲート操作に対応できず、1日の内開閉操作可能な時間帯に制限がある。



ワイヤーロープウインチ式 (Princess St.水門)



チェーンブロック式 (Commerce St.水門)

写真 R 2.2.2 既存水門のゲート巻き上げ機のタイプ

第3章 排水改善対策（案）

3.1 ジョージタウン市の排水改善のための対策案の提案

3.1.1 既存施設の機能回復策

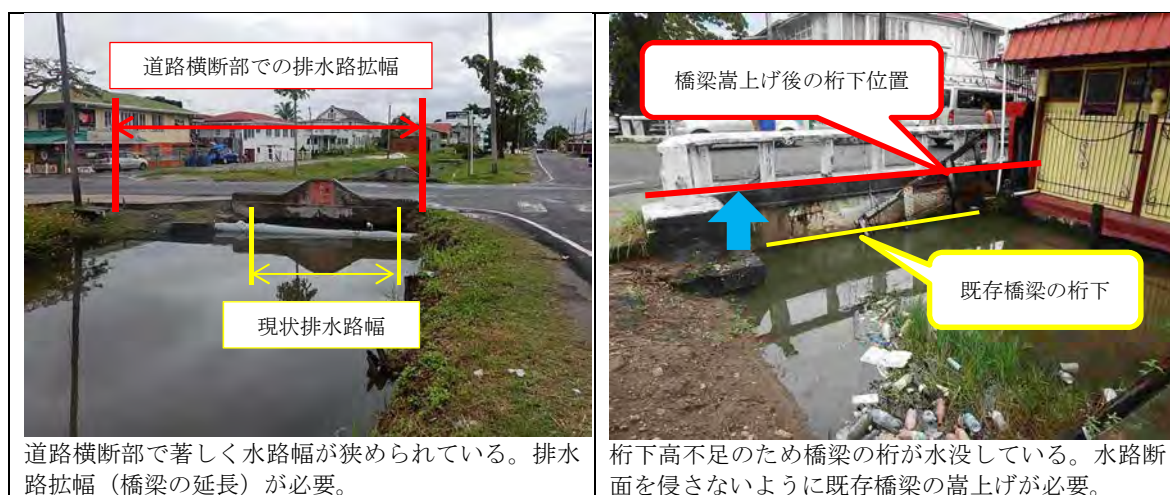
(1) 既存排水路

2章に述べた通り、既存排水路の課題は以下が挙げられる。

- 都市化・開発行為・不法住居者等の人為的な排水路の閉塞・狭小化
- 土砂堆積や植生繁茂による排水路流下能力の低下

(a) 水路幅及び流下断面の回復・確保

現状のジョージタウン市では、都市化や開発行為に伴い、排水路の流下断面が人為的に閉塞・狭小化されている箇所がある。このような箇所では、既存排水路の機能回復のために、下図に示すような道路横断部での排水路拡幅や、既存橋梁の嵩上げが必要である。



出典：調査団

図 R 3.1.1 狭小化された排水路断面の拡幅・拡張

既存橋梁は老朽化しているものも多く、これら橋梁の改修や架け替えのタイミングで、最低でも直上下流の既存水路と同程度の流下能力を確保するような、断面を確保することが必要である。このためには、道路計画、都市開発計画に係る実施機関である、M&CC、MPI、CHPA 等と NDIA の連携が重要である。

一方、「Laws of Guyana (Chapter 64-03) Drainage and Irrigation Act」で、排水施設から 12ft. (約 3.7m) 以内での建設は禁止されていることから、今後更なる都市化・開発行為・不法住居者等の人為的な排水路の閉塞・狭小化を防ぐために、また適切な維持管理スペースを確保するために、Drainage Act について関連機関や民間企業や周辺住民への周知および法令順守が重要である。

Liliendaal ポンプ場調整池流入部のボックスカルバートにおける流下断面の確保

Liliendaal ポンプ場の排水能力は $8.5\text{m}^3/\text{s}$ であるが、ポンプ場の調整池に流入部に位置するボックスカルバートの幅は 7m ($3.5\text{m} \times 2$ 列) であり、その流下能力は $2\sim 6\text{m}^3/\text{s}$ 程度（水深によって流量が変化する）であると推定される。従って、現状においてポンプ場調整池流入部ボックスカルバートの流下能力がポンプの排水能力よりも小さいため、同ポンプ場の排水能力が十分に発揮されていない状況にある。Liliendaal ポンプ場において既存のポンプの排水能力を十分に発揮させるためには、調整池流入部ボックスカルバートの幅を現状の2倍、 14m 程度まで拡幅することが望ましい。



図 R 3.1.2 Liliendaal ポンプ場調整池流入部の拡幅

(b) 排水路の維持管理

土砂堆積や植生繁茂により排水路流下能力が低下しており、このような箇所の既存排水路の機能回復のために、図 R 3.1.3 に示すような堆積土砂の撤去（掘削、浚渫）や繁茂した植生の撤去が定期的に必要なである。



出典：調査団

図 R 3.1.3 排水路内の土砂堆積や植生繁茂の撤去

M&CC は排水路の維持管理作業として、掘削・浚渫（状況に応じて適宜実施）、人力作業による水路内のゴミや植生の撤去（年に $1\sim 2$ 回程度実施）を行っている。しかしなが

ら、全ての排水路（1次、2次、3次排水路を含む）延長は長く、費用及び人手の確保、人力による作業効率の制限のため、排水路の維持管理を十分に行えていない状況にある。

排水路の機能回復のための維持管理における留意点は、以下のとおりである。

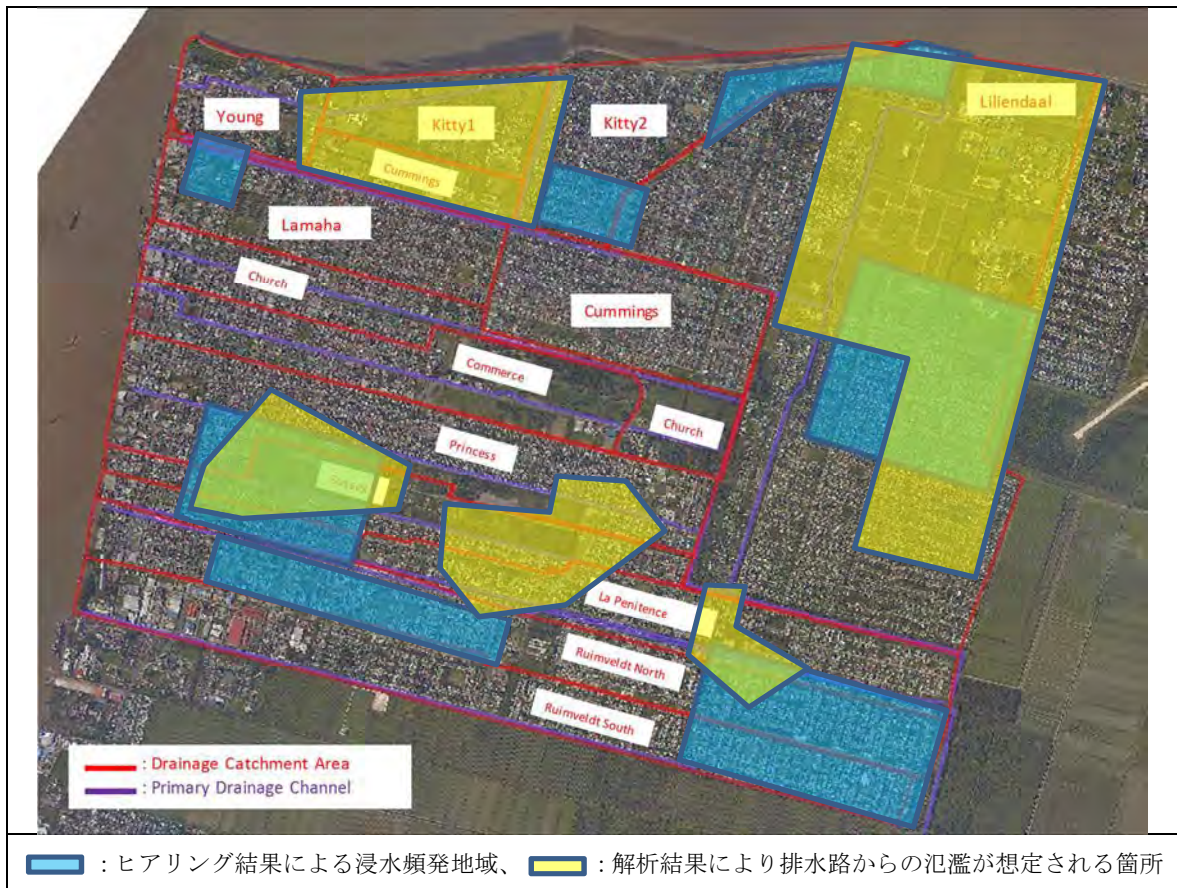
- 効率的な維持管理作業（バックホウ等の重機による浚渫作業、運搬サイクルを考慮した適切なダンプトラックの配置）
- 効果的な維持管理作業（土砂堆積や植生繁茂が顕著な箇所、排水路縦断勾配が緩い箇所、浸水頻発地域や、解析結果で排水路からの氾濫が想定される箇所等で、優先的に浚渫作業を行う）

ヒアリング結果による浸水頻発地域や、解析結果により排水路からの氾濫が想定される箇所、および水路・流域の位置図を図 R 3.1.4 に示す。これに基づき、優先的に浚渫作業を行うべき箇所を表 R 3.1.1 に示す。

表 R 3.1.1 優先的に浚渫作業を行うべき箇所

Liliendaal : 中流から下流	Princess St. : 中流から下流
Kitty1、2 : 上流から下流	Sussex St. : 中流から下流
Young St. : 上流部	La Penitence South : 上流から下流
Cummings Canal : 上流部と下流部	Ruimveldt North : 上流部と下流部
Lamaha St. : 中流部と下流部	Ruimveldt South : 上流部

出典：調査団



出典：調査団

図 R 3.1.4 浸水頻発地域、排水路からの氾濫箇所および水路・流域の位置図

(2) 既存水門

「2.2.2 排水施設（排水路・水門・ポンプ場）の老朽化、維持管理不足」に示した通り、既存水門は全て建設後 60 年以上経過しており、門柱など交換ができない部位は既に老朽化が進んでいる。扉体は全て Greenheart Tree というガイアナ特産の丈夫な木材を使用した木製で、概ね 5～6 年毎に木製の扉体を交換している。M&CC がこれらの維持管理作業を行っており、扉体の動きを円滑にするための潤滑油を必要に応じて門柱に塗布しているが、水門の開閉を平均で 1 日 2 回行うため扉体の消耗が激しい。したがって機能回復のためには、全ての既存水門の改築が望ましい。

既存水門全体の改築は建設工事のための時間と高額な費用が必要であることから、既存水門の機能回復における緊急対策としては、少なくとも現在機能していない下表に示す部位の応急的な修繕が必要である。

表 R 3.1.2 応急的な修繕が必要な既存水門

水門	修繕内容
Lamaha St.	引揚げ機（チェーン巻き上げ式）の修繕
Princess St.	門扉漏水部の修繕

出典：調査団

なお、門扉漏水部の修繕について Princess St.水門のみを応急修繕の対象としたが、ヒアリングの結果から、全ての木製の門扉の隙間から少量であるが漏水は発生していることには留意する必要がある。

また、上記以外の既存水門の機能回復策としては、各水門の上下流で堆積している土砂の浚渫・掘削、繁茂している植生やゴミ等の撤去を定期的に行う必要がある。

(3) 既存排水ポンプ

「2.2.2 排水施設（排水路・水門・ポンプ場）の老朽化、維持管理不足」に示した通り、既存固定式排水ポンプ（Liliendaal、Kitty）場は建設後 40 年以上経過しており、故障と修繕を繰り返し現在に至っている。Liliendaal ポンプ場では 2014 年にポンプのインペラ（羽根車）及び吸出しパイプを交換し、Kitty ポンプ場では 2010 年頃に建屋以外の機器類を全て取り替えている。したがって、排水ポンプ場の機能は、維持されていると考えられる。

一方、移動式排水ポンプは、2005 年の洪水時に、応急措置として既存水門の隣に設置されており、製造年は正確には不明であるが、少なくとも 2005 年以前であり、老朽化が進んでいる。2017 年現在では Young St.水門、Lamaha St.水門、Church St.水門、Commerce St.水門、Princess St.水門、Ruimveldt North 水門の隣に設置されている。これらの内、Princess St.水門では、第 1 次現地調査時（2017 年 2 月）には吸込み部のプロペラが故障しており排水ポンプとして機能していなかったが、第 2 次現地調査時（2017 年 8 月）にはプロペラが修理され再設置されており、排水ポンプとしての機能が復旧されていることを確認した。現状において、排水ポンプとして機能しておらず、現況機器の機能回復における緊急対策としては必要な修繕は次表に示すとおりである。

表 R 3.1.3 修繕が必要な移動式排水ポンプ

移動式排水ポンプ	修繕内容
Church St.水門の隣	新規バッテリーの設置

出典：調査団

また、上記以外で既存排水ポンプの機能回復のために、各ポンプの吸込み口付近で堆積している土砂の浚渫、繁茂している植生やゴミ等の撤去を定期的に行う必要がある。

(4) 維持管理

現時点では排水施設に関して、M&CC や NDIA で維持管理計画は策定されておらず、維持管理費の試算やその確保も行われていない。ジョージタウン市内の水門、ポンプ施設、排水路の短・長期的維持管理スケジュールの提案は GDA の責務であり、今後 GDA による適切な維持管理計画の策定、M&CC の主導による計画的かつ定期的な維持管理作業の実施、維持管理機材の調達が必要である。

また、既存施設における排水能力の計測は、施設が正常に機能しているかの大きな指標となり得る。ヒアリング調査によると、NDIA は現地で水門・ポンプ付近の排水能力を計測した経験があるとのことであるが、既存施設の機能回復のためには、適切な維持管理の実施を行い、既存施設の排水能力の定期的な測定を行うことが望ましい。

3.1.2 将来の排水改善策（案）

3.1.2.1 基本方針

(1) 整備水準（排水計画規模）の設定

ジョージタウン市の雨水排水における基幹排水施設の将来的な整備水準は、5年確率降雨対応とする。

一般的に都市における基幹排水施設の整備計画目標に採用される降雨確率年は、5年～10年とすることが標準とされている。ジョージタウンの降雨特性はピーク時の降雨強度が大きく、高強度の降雨継続時間が短いことから、過大な施設計画となることを避けること考慮しつつ、NDIA 報告書（2015）との整合を図り、5年確率降雨に対する排水施設整備を計画規模に設定する。この降雨確率は NDIA 報告書（2015）で採用されたものと同じである。なお計画規模以上の降雨発生時には、浸水を許容することになる。

(2) 排水対策手法の選定

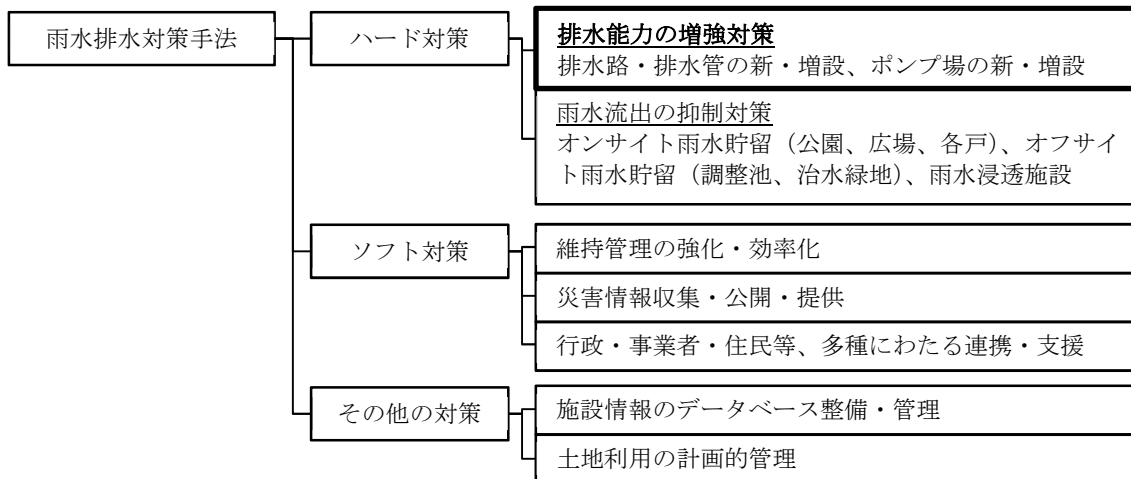
2章で述べた、洪水の主な要因、および排水システムの現状に関する課題を解決するための対策工について下表に示す。

表 R 3.1.4 洪水主要因、排水システムの課題を解決するための対策工

項目	要因/課題	課題を解決するための対策案
洪水の主な要因	海面上昇（水門による重力排水可能時間の短縮）	● 排水能力の増強対策（水門開閉の迅速化、排水ポンプ能力の向上）
	都市化・開発行為・不法住居者等の人為的な排水路の閉塞・狭小化	● 排水能力の増強対策（排水路改修） ● 雨水流出の抑制対策 ● 行政・事業者・住民等、多種にわたる連携・支援 ● 土地利用の計画的な管理
	土砂堆積や植生繁茂による排水路流下能力の低下	● 排水能力の増強対策（排水路改修） ● 維持管理の強化・効率化
排水システムの現状に関する課題	既存排水システムの能力不足	● 排水能力の増強対策（排水路改修、水門改築、排水ポンプ能力の向上）
	排水施設（排水路・水門・ポンプ場）の老朽化、維持管理不足	● 排水能力の増強対策（排水路改修、水門改築） ● 維持管理の強化・効率化
	水門施設の手動操作による開閉操作の制限	● 排水能力の増強対策（水門開閉の迅速化）
その他の洪水対策、排水改善対策		● 災害に強い街づくりの推進 ● 災害情報収集・公開・提供 ● 施設情報のデータベース整備・管理

出典：調査団

上記を整理すると、ジョージタウン市の雨水排水対策の手法は、次図に示すように分類される。



出典：調査団

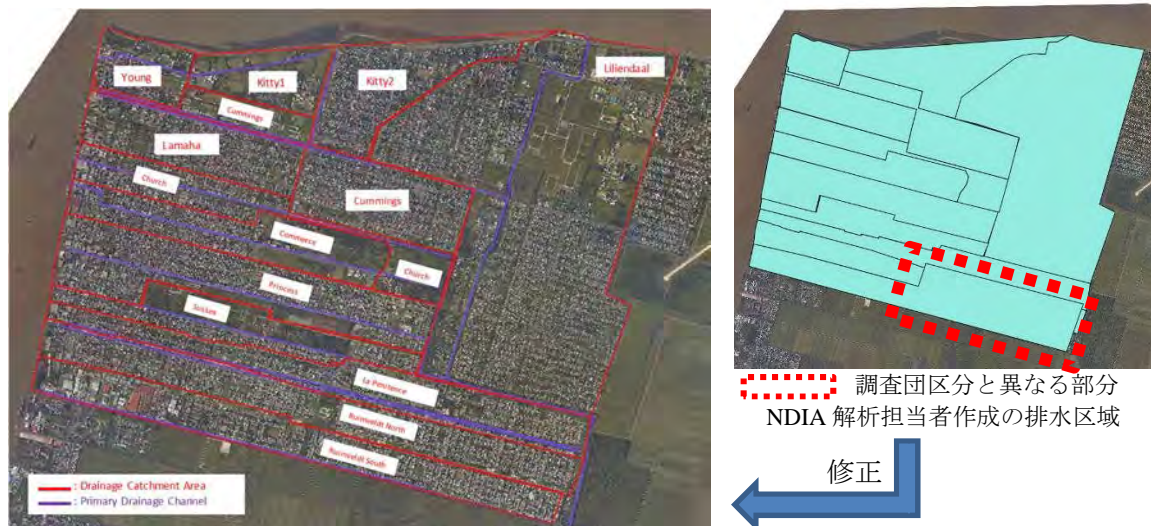
図 R 3.1.5 雨水排水対策手法の分類

雨水排水対策は、目標を達成するために必要となるハード対策を計画することが基本となる。ソフト対策は、施設整備後の効率的な維持管理、計画規模を超過する降雨発生時の被害最小化を目的としている。

3.1.2.2 計画立案の自然条件

(1) ジョージタウン市内の排水区域

NDIA の解析担当者より入手した排水区域図、および Lidar データを基に、ジョージタウン市の排水区域のレビューを行った。その結果、Ruimveldt North と Ruimveldt South の流域区分が、現況排水路に合っていないため下図の通り変更した。



調査団作成の排水区域

出典：NDIA 解析担当者より入手した排水区域、および Lidar データを基に調査団が作成

図 R 3.1.6 ジョージタウン市内の排水区域（調査団）

表 R 3.1.5 1次排水路の排水区域面積（調査団）

1次排水路	排水区域面積 (km ²)	排水路延長 (km)
Liliendaal	8.19	4.37
Kitty-1	0.81	1.53
Kitty-2	1.59	1.10
Young St.	0.63	1.10
Cummings Canal	1.88	3.25
Lamaha St.	1.36	2.24
Church St.	1.33	4.07
Commerce St.	1.53	3.54
Princess St.	2.42	3.87
Sussex St.	1.30	3.93
La Penitence South	1.97	5.74
Ruimveldt North	2.30	5.72
Ruimveldt South	2.25	5.62

(2) 降雨条件

(a) 確率降雨

本調査において HS-MOA より入手した、ジョージタウンにおける気象観測所 (Botanical Gardens Meteorological Observatory) の 1886 年から 2016 年 12 月までの日雨量データを基に、降雨解析を行った。確率降雨については、NDIA と調査団が算定した結果に大きな相違は無かった。以下に、NDIA 及び本調査における降雨解析結果を示す。

表 R 3.1.6 確率降雨

確率年	確率降雨 (mm/day)	
	NDIA 算定 (1886年～2015年の降雨データで算定)	調査団算定 (1886年～2016年12月の降雨データで算定)
2	102	102.7
3	116	116.5
5	132	132.4
10	151	153.3
50	194	203.0
100	225	225.8

出典：NDIA、調査団

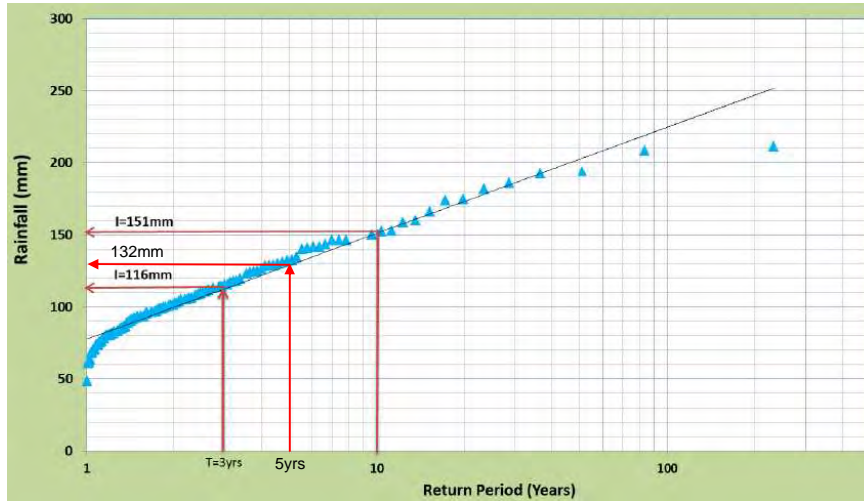


図 R 3.1.7 NDIA 降雨解析結果 (1886年～2015年の降雨データで算定)

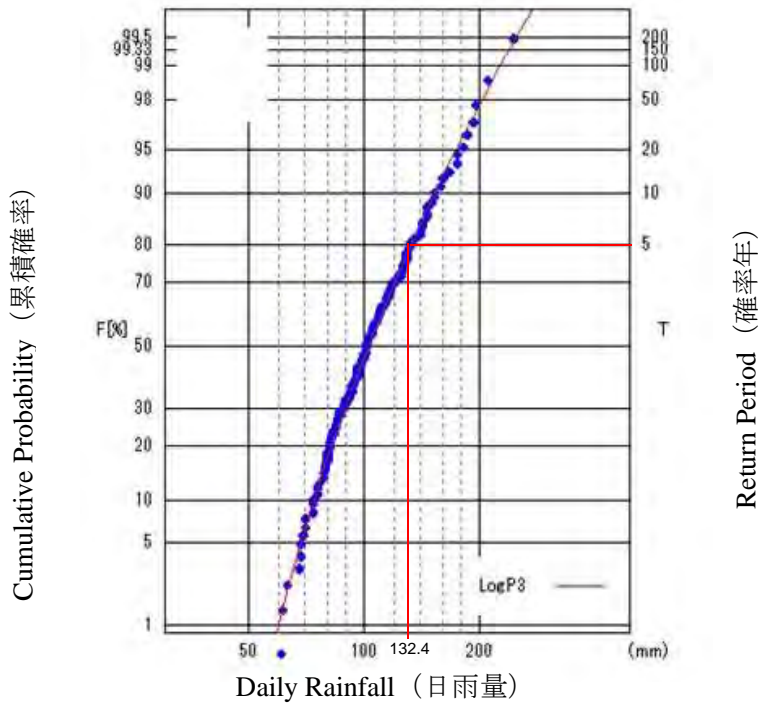


図 R 3.1.8 調査団の降雨解析結果 (1886年～2016年12月の降雨データで算定)

(b) ハイエトグラフ

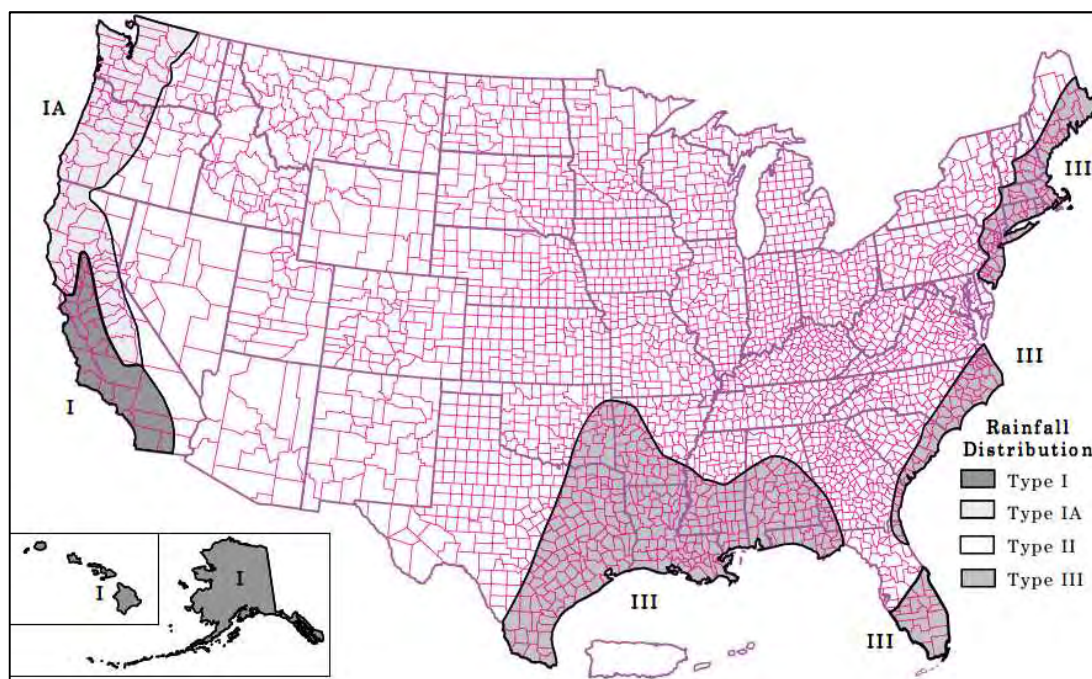
本調査では時間雨量が入手できなかったため、入手した24時間降雨（日雨量）からハイエトグラフを想定する必要がある。

図 R 3.1.9 は、NDIA 報告書（2015）における流出解析において適用されたハイエトグラフであるが、他に例のない非常に特殊なグラフとなっている上、時間雨量データが無く妥当性が検証できないことから、本調査においてはこれを採用せず、一般的な降雨分布を採用し、ハイエトグラフを想定する。ただし、ピーク時の雨量強度が大きいほど、時間当たりの流出量が大きくなり、排水路に与える負荷は大きくなる傾向があるため、ピーク時の実績雨量強度が 67.32mm/時と、比較的大きいという特徴には留意する。



図 R 3.1.9 5年確率降雨におけるハイエトグラフ（NDIA 報告書（2015））

24時間雨量曲線の想定は、アメリカ陸軍工兵隊（United States Army Corps of Engineers, USACE）の HEC-HMS（The Hydrologic Engineering Centre - Hydrologic Modeling System）において一般的に用いられている SCS (Soil Conservation Service) hypothetical storm を用い、中央集中型モデル降雨とした。この方法は USA における降雨データの解析結果から導き出されたもので、24時間降雨量を4タイプの降雨時間曲線により表している。USA における24時間降雨量曲線のタイプと適用地域を図 R 3.1.10 に、SCS Hypothetical Storm における24時間降雨量累加曲線を表 R 3.1.7 に示す。



出典：Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55

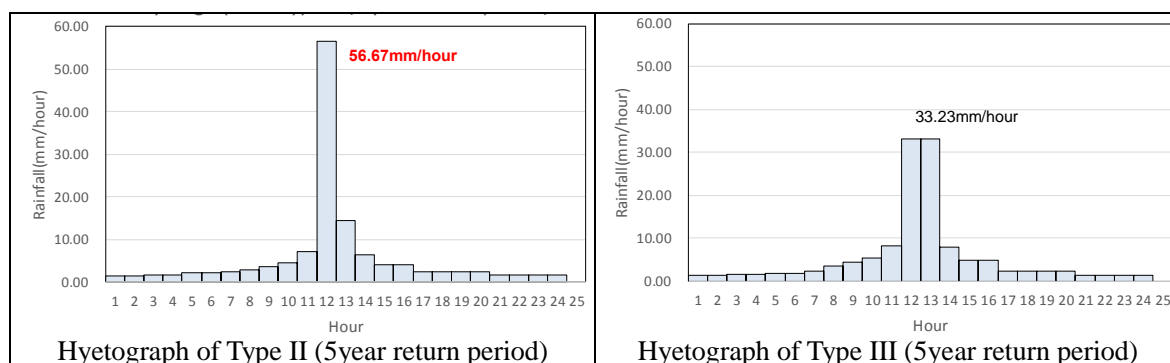
図 R 3.1.10 USA における24時間降雨量曲線のタイプと適用地域

表 R 3.1.7 SCS Hypothetical Storm における 24 時間降雨量累加曲線

Time(hr)	24hr precipitation temporal distribution			
	Type I	Type IA	Type II	Type III
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
2.00	0.035	0.050	0.022	0.020
4.00	0.076	0.116	0.048	0.043
6.00	0.125	0.206	0.080	0.072
7.00	0.156	0.268	0.098	0.089
8.00	0.194	0.425	0.120	0.115
9.00	0.254	0.520	0.147	0.148
10.00	0.515	0.577	0.181	0.189
11.00	0.624	0.624	0.235	0.250
12.00	0.682	0.664	0.663	0.500
13.00	0.727	0.701	0.772	0.751
14.00	0.767	0.736	0.820	0.811
16.00	0.830	0.800	0.880	0.886
20.00	0.926	0.906	0.952	0.957
24.00	1.000	1.000	1.000	1.000

出典：NRCS (<https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/.../SCSrainfallDistTimeTransformations.xlsx>)

24 時間降雨量曲線のタイプについては、ガイアナ国はアメリカ大陸の東南部に位置するため、全米で多く採用されている Type II または Type III のいずれかを採用することが考えられるが、図 R 3.1.11 の 24 時間降雨量曲線の Type II と Type III におけるハイトグラフの比較（5 年確率降雨）で示すとおり、Type II の方がピーク時の雨量強度が 56.67mm/時と、比較的大きいという特徴があり、NDIA 報告書で示されたハイトグラフの特徴と傾向が類似しているため、本調査では Type II を用いることとする。



出典：調査団

図 R 3.1.11 24 時間降雨量曲線の Type II と Type III におけるハイトグラフの比較（5 年確率降雨）

3.1.2.3 将来の排水改善策の提案

(1) 排水能力の増強対策（排水路、水門、排水ポンプ場の整備）

ジョージタウン市の雨水排水におけるハード対策は、基幹排水施設の整備を行うこととし、既存排水路の改修・強化、及びポンプ場の新設・増設を行う方針とする。

基幹排水施設は、5 年計画確率年降雨に対応したピーク雨水流出量に対して、これを排

水路により自然流下で速やかに流下させ、ポンプで遅滞無く排水することが出来る規模とする。

(a) 計画降雨量

基幹排水施設の整備水準である5年確率規模の日雨量、及び最大時間雨量（ピーク雨量）は次表に示すとおりである。

表 R 3.1.8 計画降雨量

項目	単位	5年確率降雨	10年確率降雨
日雨量	mm/day	<u>132.4</u> (表 R 3.1.6 参照)	153.3
最大時間雨量	mm/hour	<u>56.67</u> (図 R 3.1.11 参照)	65.61

出典：調査団による算定

(b) 計画雨水流出量

(i) 計画雨水流出量算定式

計画降雨に対して排水路に流出してくる雨水量である計画雨水流出量は、合理式により算定する。

都市排水における内水被害の多くは、高強度の短時間降雨によって、ピーク流量時の排水能力が不足することで発生する。よって、雨水排水計画に係る流出量の算定は、ピーク時の流量を安全側に評価できる以下の合理式を用いて実施する。

$$\text{合理式} \quad Q = \frac{1}{360} \cdot C \cdot I \cdot A$$

ここに、

$$Q : \text{流出量(m}^3\text{/s)} \quad I : \text{降雨強度(mm/h)}$$

$$C : \text{流出係数} \quad A : \text{排水面積(ha)}$$

(ii) 流出係数

流出係数については、現況の土地利用状況に基づき用途別流出係数を設定し、用途別流出係数に基づき排水区域の都市計画、用途地域を考慮の上、総括流出係数を算出した。

《総括流出係数》

$$C = \frac{\sum_{m=1}^m C_i \cdot A_i}{\sum_{m=1}^m A_i}$$

ここに、
 C : 総括流出係数
 C_i : i 用途別流出係数
 A_i : i 用途別の面積
 m : 用途数

表 R 3.1.9 用途別流出係数

用途		流出係数
住宅地域	敷地内に間地が非常に少ない住宅地域	0.80
郊外地域 1	若干庭がある郊外地域	0.65
郊外地域 2	庭がある郊外地域	0.40
工業地域		0.65
農地		0.30
公園		0.25

出典：下水道施設計画・設計指針と解説（日本下水道協会）を基に調査団が作成

雨水流出量の算定においては、オンサイト雨水貯留施設として機能している国立公園（National Park）、植物園（Botanical Gardens）、墓地（Le Repentir Cemetery）等の緑地が保全され、これらの緑地による雨水の流出抑制効果が将来的にも確保されることを前提条件として算定した総括流出係数を適用した。

(iii) 計画雨水流出量の算定

合理式による各排水区の計画雨水流出量の算定結果を次表に示す。

表 R 3.1.10 計画雨水流出量の算定結果

No.	Name of Sub-Catchment Area	Catchment Area	Runoff Coefficient	Rainfall Intensity	Design Discharge
		(A) [km ²]	(C)	(I) [mm/hr]	(Q) [m ³ /s]
1	Liliendaal	8.19	0.35	13.8	11.0
2-1	Kitty1(West)	0.81	0.25	27.9	2.0
2-2	Kitty2(East)	1.59	0.60	24.9	7.0
3	Young Street	0.63	0.60	48.8	6.0
4	Cummings Canal	1.88	0.65	22.1	8.0
5	Lamaha Street	1.36	0.65	23.1	6.0
6	Church Street	1.33	0.60	30.2	7.0
7	Commerce Street	1.53	0.35	18.7	3.0
8	Princess Street	2.42	0.60	23.1	10.0
9	Sussex Street	1.30	0.60	21.0	5.0
10	La Penitence South	1.97	0.50	22.0	7.0
11	Ruimveldt North	2.30	0.50	22.1	8.0
12	Ruimveldt South	2.25	0.50	19.8	7.0

出典：調査団

(c) 将来的な排水路、水門及びポンプ場の整備案

計画雨水流出量の算定結果に基づき、将来的に整備すべき排水路及びポンプ場の整備計画を次表にまとめる。

既存の全ての排水路の改修を行い、各排水路の下流端にポンプ場を整備する必要がある。ポンプ場の整備に際しては、干潮時に自然排水を行い、満潮時に逆流を防ぐための水門の改修を含む。

表 R 3.1.11 将来的に整備すべき排水施設

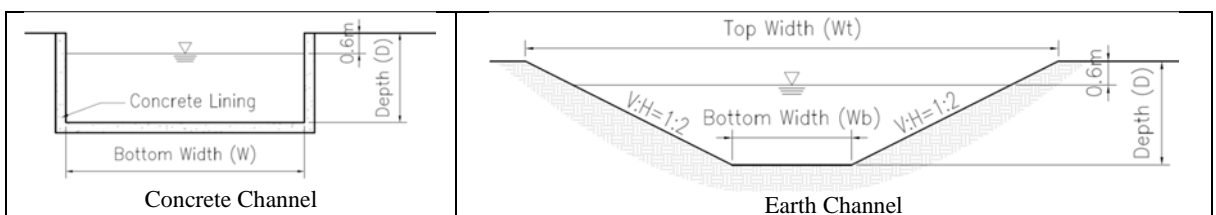
No.	Name of Sub-Catchment Area	Catchment Area [km ²]	Design Flow Q [m ³ /s]	Proposed Facilities			
				Pumping Station Discharge Capacity [m ³ /s]		Improvement of Drainage Channel	
1	Liliendaal	8.19	11.0	11.0	+		Sluice
2-1	Kitty1(West)	0.81	2.0	2.0	+	Sluice	
2-2	Kitty2(East)	1.59	7.0	7.0	+	Sluice	
3	Young Street	0.63	6.0	6.0	+	Sluice	
4	Cummings Canal	1.88	8.0	8.0	+	Sluice	
5	Lamaha Street	1.36	6.0	6.0	+	Sluice	
6	Church Street	1.33	7.0	7.0	+	Sluice	
7	Commerce Street	1.53	3.0	3.0	+	Sluice	
8	Princess Street	2.42	10.0	10.0	+	Sluice	
9	Sussex Street	1.30	5.0	5.0	+	Sluice	
10	La Penitence South	1.97	7.0	7.0	+	Sluice	
11	Ruimveldt North	2.30	8.0	8.0	+	Sluice	
12	Ruimveldt South	2.25	7.0	7.0	+	Sluice	

出典：調査団

表 R 3.1.12 整備すべき排水路の緒元

No.	Name of Sub-Catchment Area	Catchment Area [km ²]	Design Flow Q [m ³ /s]	Length of Main Channel L [km]	Longitudinal Gradient -	Channel Depth D [m]	Channel Width		
							Concrete Channel W [m]	Earth Channel Wb [m] Wt [m]	
1	Liliendaal	8.19	11.0	4.37	1/7,000	2.6	10.0	10.0	18.0
2-1	Kitty1(West)	0.81	2.0	1.53	1/8,000	2.6	3.0	1.0	9.0
2-2	Kitty2(East)	1.59	7.0	1.10	1/2,000	2.6	4.0	2.0	10.0
3	Young Street	0.63	6.0	1.10	1/2,500	2.6	4.0	2.0	10.0
4	Cummings Canal	1.88	8.0	3.25	1/10,000	2.6	9.0	8.0	16.0
5	Lamaha Street	1.36	6.0	2.24	1/6,000	2.6	6.0	4.0	12.0
6	Church Street	1.33	7.0	4.07	1/3,000	2.6	5.0	3.0	11.0
7	Commerce Street	1.53	3.0	3.54	1/4,000	2.1	4.0	2.0	8.0
8	Princess Street	2.42	10.0	3.87	1/2,000	2.6	6.0	4.0	12.0
9	Sussex Street	1.30	5.0	3.93	1/4,000	2.6	4.0	2.0	10.0
10	La Penitence South	1.97	7.0	5.74	1/3,000	2.1	7.0	6.0	12.0
11	Ruimveldt North	2.30	8.0	5.72	1/3,000	2.6	6.0	3.0	11.0
12	Ruimveldt South	2.25	7.0	5.62	1/4,000	2.6	6.0	3.0	11.0

出典：調査団



出典：調査団

図 R 3.1.12 排水路の標準断面図（例）

(d) 将来的な排水路、水門及びポンプ場の整備の実施における問題点

将来的な排水路、水門及びポンプ場の整備の実施においては、現状で下記の問題点が想定される。

- ジョージタウンは都市化の進展により一部の排水路が暗渠化されている。今後も都市化のさらなる進展が予測されるため、既存の排水路（土水路）を拡張するための用地の確保が困難となることが予想される。そこで、既存の排水路用地範囲内で

排水路の流下能力を向上させるため、排水路をコンクリート 3 面張の人工水路化する選択肢が考えられる。但し、コンクリート水路の工事は土水路の 5 倍～6 倍の工事費が必要となる。

- Lamaha Street、Church Street では排水機場を建設するスペースが十分確保できない。
- Liliendaal の下流域には未使用の土地があるが、今後土地の有効利用促進のため、埋立てが進む可能性がある。その場合、流域からの流出量が増加するため、排水路及びポンプ場の排水能力を増加させる必要がある。
- 排水路には汚水（下水）が入り込んでおり、将来的には水質悪化と悪臭の問題が顕在化すると予想される。

(e) 将来整備計画（排水路、及びポンプ場）のコスト

表 R 3.1.13 排水路及びポンプ場の概略コスト算定結果

No.	Name of Sub-Catchment Area	Design Flow	Pumping Station + Sluice	Drainage Channel					
				Length	Depth	Concrete Channel		Earth Channel	
		Q [m ³ /s]	[x 10 ⁶ US\$]	L [km]	D [m]	W [m]	[x 10 ⁶ US\$]	Wt [m]	[x 10 ⁶ US\$]
1	Liliendaal	11.0	9.7	4.37	2.6	10.0	14.0	18.0	4.0
2-1	Kitty1(West)	2.0	3.5	1.53	2.6	3.0	2.7	9.0	0.5
2-2	Kitty2(East)	7.0	7.4	1.10	2.6	4.0	2.1	10.0	0.4
3	Young Street	6.0	6.8	1.10	2.6	4.0	2.1	10.0	0.4
4	Cummings Canal	8.0	8.0	3.25	2.6	9.0	9.7	16.0	2.5
5	Lamaha Street	6.0	6.8	2.24	2.6	6.0	5.3	12.0	1.2
6	Church Street	7.0	7.4	4.07	2.6	5.0	8.8	11.0	1.8
7	Commerce Street	3.0	4.5	3.54	2.1	4.0	6.2	8.0	0.9
8	Princess Street	10.0	9.2	3.87	2.6	6.0	9.2	12.0	2.0
9	Sussex Street	5.0	6.1	3.93	2.6	4.0	7.7	10.0	1.5
10	La Penitence South	7.0	7.4	5.74	2.1	7.0	13.5	12.0	2.5
11	Ruimveldt North	8.0	8.0	5.72	2.6	6.0	13.5	11.0	2.6
12	Ruimveldt South	7.0	7.4	5.62	2.6	6.0	13.3	11.0	2.5
Total			92.2				108.1		22.8

出典：調査団

(2) 雨水流出の抑制対策

オンサイト貯留施設により、雨水の流出抑制を図る。公園や運動場等の空地において、本来の土地利用機能を損なわない範囲で、比較的浅い水深で雨水を一時的に貯留する。

図 R 3.1.13 に貯留施設概念図を、図 R 3.1.14 にジョージタウン市における貯留施設候補地を示す。これらの候補地は、現状で緑地になっており、既に遊水効果を保有していると考えられるが、周辺地盤より掘り下げることによって、貯留効果が上がり、市街地の浸水被害の軽減に寄与することが期待できる。ただし貯留施設建設の際は、既存施設への影響や、掘削深や湛水深の設定には留意する必要がある。

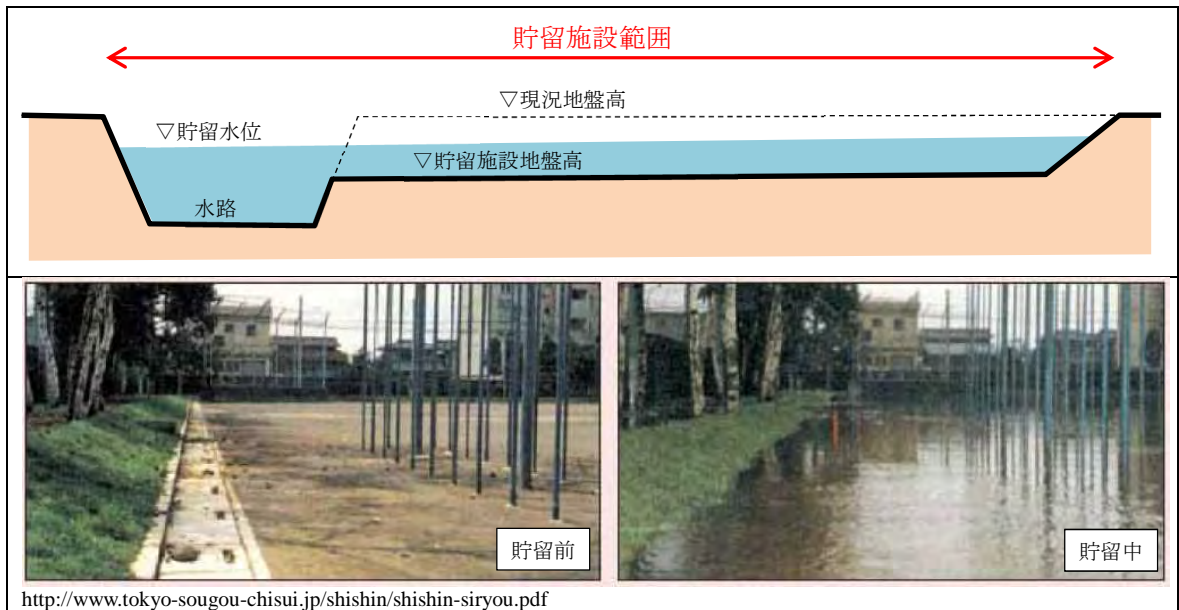


図 R 3.1.13 貯留施設概念図



図 R 3.1.14 ジョージタウン市における主要な貯留施設候補地

表 R 3.1.14 貯留施設の概略コストの算定結果

Name	Quantity	Unit Cost	Total Amount	Remarks
Excavation and Hauling at National Park	850,000 m ³	5 US\$/m ³	4.3 x 10 ⁶ US\$	1m depth excavation
Excavation and Hauling at Botanical Gardens	570,000 m ³	5 US\$/m ³	2.9 x 10 ⁶ US\$	1m depth excavation
Excavation and Hauling at Downstream of Liliendaal	1,700,000 m ³	5 US\$/m ³	8.5 x 10 ⁶ US\$	1m depth excavation
Sub-Total			15.7 x 10 ⁶ US\$	
付帯構造物建設費	30 %		5.0 x 10 ⁶ US\$	30 % of Excavation and Hauling Cost
Total			20.7 x 10 ⁶ US\$	

出典：調査団

(3) 行政・事業者・住民等、多種にわたる連携・支援

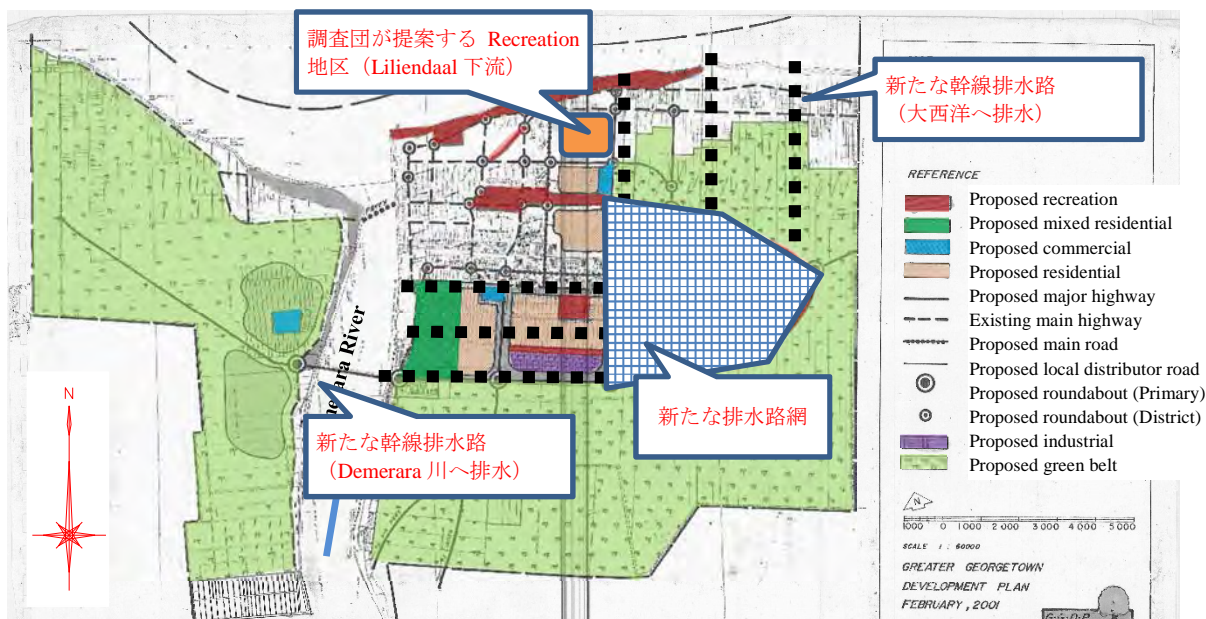
「Laws of Guyana (Chapter 64-03) Drainage and Irrigation Act」で、排水施設から 12ft. (約 3.7m) 以内での建設は禁止されている。今後更なる都市化・開発行為・不法住居者等の人為的な排水路の閉塞・狭小化を防ぐために、また適切な維持管理スペースを確保するために、関連機関（行政・事業者・住民等）と連携を図り、Drainage Act について周知し、法令を順守させることが重要である。また Drainage Act が施行される以前に、既存排水施設付近に建設された施設・家屋は、法的には移転できないこととなっており、既に都市化が進み、既存排水路付近に施設や家屋が密集しているジョージタウン市では、排水路改修は容易ではない。

今後の排水路改修を促進するため、Drainage Act が施行される以前に、既存排水施設付近に建設された施設・家屋の移転を促すような Drainage Act の見直し、または新たな条例の制定が有効である。Drainage Act の見直しは、GDA を中心に行われる必要がある。

(4) 土地利用の計画的管理

CHPA はジョージタウン市の開発計画 (Greater Georgetown Development Plan 2001-2010) を策定しているが、計画の内容は関連機関に周知されておらず、計画に基づく実施が進んでいない状況である。

今後は、GDA メンバー等の関連機関との情報共有、協議、調整を行い、排水計画を考慮した都市開発計画を実施していくことが必要となる。この実施に際しては、新たな開発地区内の排水路網や、デメララ川や大西洋へ繋がる幹線排水路、オンサイト／オフサイト貯留施設の設置等が考慮される必要がある。特に雨水流出の抑制対策であるオンサイト／オフサイト貯留施設の建設には、都市開発計画内で用地を確保し、必要に応じてジョージタウン市の条例等で開発を制限する地域を定めることが望ましい。



出典：CHPA からの情報を基に調査団が追記

図 R 3.1.15 ジョージタウン市の開発計画（Greater Georgetown Development Plan 2001-2010）に含まれる排水計画

(5) 維持管理の強化・効率化

現時点では排水施設に関して、M&CC や NDIA で維持管理計画は策定されておらず、維持管理費の試算やその確保も行われていない。ジョージタウン市内の水門、ポンプ施設、排水路の短・長期的維持管理スケジュールの提案は GDA の責務であり、今後 GDA による適切な維持管理計画の策定、M&CC の主導による計画的な維持管理作業の実施が必要である。また、効率的に作業を行うためには、維持管理機材の調達も必要である。

適切な維持管理の実施のため、費用は M&CC のみが負担するのではなく、必要に応じて他の GDA メンバー（NDIA、MPI、MOC）が負担する仕組み作りが重要であると考えられる。以下に想定される維持管理費用の概算を示す。

表 R 3.1.15 排水施設の年間維持管理費の概略算定結果

Name	Quantity	Unit Cost	Total Amount	Remarks
Dredging of Outfall of Drainage Channel (1.4 km in total)	2,800 m ³	30 US\$/m ³	84 x 10 ³ US\$/Year	2m ² excavation per channel length
Excavation / Dredging and Hauling of Primary Drainage Channel (46 km in total)	46,000 m ³	7 US\$/m ³	322 x 10 ³ US\$/Year	1m ² excavation per channel length
Maintenance Cost of Pump and Sluice	0.5 %		460 x 10 ³ US\$/Year	0.5 % of Construction Cost of Pump and Sluice (US\$ 92 x 10 ⁶)
Total			0.9 x 10 ⁶ US\$/Year	

出典：調査団

排水路における堆積物の除去、掘削、浚渫作業は、陸上からのアクセスが可能な、水門よりも上流の区間と、デメララ川からしかアクセスできない、水門下流の区間で、必要な機材が異なる。各々の区間において堆積物の除去を主とした維持管理作業を行う際に必

要とされる維持管理調達機材の一覧を次表に示す。

表 R 3.1.16 維持管理調達機材一覧表

使用場所	機材	用途	数量 (Unit)	単価 US\$ x 10 ⁶	金額 US\$ x 10 ⁶	備考
水門下流 の流路 (排水路 出口)	ロングアーム掘削機	堆積土砂の浚渫	1	0.3	0.3	
	作業台船	掘削機の作業台船	1	0.1	0.1	
	引船	作業台船、土砂運搬船の 曳航	2	0.3	0.6	
	土砂運搬船	浚渫土砂の運搬	2	0.25	0.5	
排水路 (水門よ り上流)	ロングアーム掘削機	1次、2次排水路の浚渫	2	0.3	0.6	M/P(1994)で提案
	汚泥ポンプ	2次、3次排水路の浚渫	4	0.025	0.1	
	排水ポンプ車	緊急時の排水作業	6	0.8	4.8	
	ダンプトラック	浚渫土の運搬	6	0.15	0.9	M/P(1994)で提案
総額					7.9	

出典：調査団

(6) 災害に強い街づくりの推進

ジョージタウン市では従来から、洪水被害が発生しており、伝統的にピロティー構造の家屋が普及していた（写真 R 3.1.1 参照）。この構造は、建物の1階に相当する部分が空間になっていることから、浸水被害の回避等に効果的な対策である。

災害に強い街づくりの推進として、ピロティー構造家屋の奨励（建設に際する補助金、税金や災害保険での優遇等）が挙げられる。



出典：調査団

写真 R 3.1.1 ジョージタウン市内のピロティー構造家屋

(7) 災害情報収集・公開・提供

災害情報収集・公開・提供のアウトプットとして、ハザードマップ作成・提供が挙げられる。現時点でジョージタウン市の洪水ハザードマップは作成されていない。

ジョージタウン市内の浸水マップは MONR の下部組織である「Geospatial Information Management Unit (GIMU)」が現在作成中である。一方で、「National Integrated Disaster Risk Management Implementation Strategy for Guyana (2013)」によると、ハザードマップは GL&SC

を中心として、CDC や CHPA 等の関連機関と作成する計画になっている。

GIMU が作成した浸水マップを基に、GL&SC、CDC、CHPA、GDA を含めた関連機関が中心となり、今後洪水ハザードマップを作成する必要がある。

(8) 施設情報のデータベース整備・管理

現時点では、既存排水施設に関する情報は十分に整備されていない。

ヒアリング調査によると、現在 NTFC はジョージタウン市の排水システムに係る GIS マップを作成中である。これには、排水路（1次、2次、3次）、水文、ポンプの他、暗渠に関しても位置・サイズを記載する予定とのことである。これを用いて、施設の建設年、被災履歴、修復履歴、今後の排水改善計画情報や維持管理情報を含め、データベースとして適宜情報を更新することで、総合的なジョージタウン市の排水システム情報管理が改善される。

3.1.2.4 排水改善策（案）の優先度

上記で述べたジョージタウン市の排水改善対策案について、優先順位付けを検討する。表 R 3.1.17 に評価項目の考え方、表 R 3.1.18 に各排水改善策（案）の優先度の評価を示す。

表 R 3.1.17 評価項目の考え方

評価項目	説明	評価点
緊急度	ジョージタウン市の排水改善に関して、即時の対応が要求される項目	0点 ←————→ 5点 緊急度が低い 緊急度が高い
効果	実施することで、ジョージタウン市の洪水軽減、排水改善に資する対策	0点 ←————→ 5点 効果が低い 効果が高い

出典：調査団

表 R 3.1.18 整備計画（案）における優先順位

対策案	緊急度	効果
排水能力の増強対策（排水路改修）	既存排水路の流下能力は十分でなく、人為的な狭小は、洪水被害の要因の一つとなっている。緊急度は高い。 評点：5	現況排水路は幅・縦断勾配が不均一で部分的に逆勾配になっている。改修することで流下能力が確保でき、洪水被害軽減、排水改善に貢献できるため効果は高い。 評点：5
排水能力の増強対策（水門改築・ポンプ場整備）	既存水門は築60年以上と老朽化が進んでおり、改築の緊急度は高い。現状では十分な排水ポンプ場が配置されておらず、排水能力が不足している。排水ポンプ場建設は早急に必要である。 評点：5	水門改築、排水ポンプ場建設は、直接的に洪水被害軽減、排水改善に資するため、効果は高い。 評点：5
貯留施設	貯留施設は、公園、運動場、空き地を利用するもので、都市化に伴い、その面積は減少する可能性がある。緊急度は比較的高い 評点：4	貯留施設規模（面積・深さ）によるが、貯留による洪水軽減の地域が限定されるが、比較的效果は高い。 評点：4
「Drainage and Irrigation Act」見直し	法律の改訂を伴うため、十分な議論を必要とし、多くの手続きを踏む必要がある。緊急度は低い。 評点：2	「Drainage and Irrigation Act」の見直しは、排水路改修作業を促し、維持管理作業スペースの確保に資するが、直接的に洪水被害軽減に資するものではなく、効果は限定的。 評点：2

対策案	緊急度	効果
排水計画を考慮した都市開発計画の実行	都市開発計画を進める上で多くの関連機関との協議・調整が必要であり、排水計画との関連性は高いが、緊急度は高くない。 評点：3	都市開発と排水計画の関連性は高いが、直接的に洪水被害軽減に資するものではなく、効果は限定的。 評点：3
適切な維持管理計画の策定・実施	現状では、限られた予算内で維持管理を行っているが、計画的なものではなく、維持管理計画の策定とそれに基づく実施が必要である。緊急度は高い。 評点：5	特に排水路の浚渫や清掃は、ジョージタウン市の洪水被害の軽減に直接的に資するため、維持管理計画の策定・実施は、効果が高い。 評点：5
維持管理用機材の活用	現状では、排水路内の浚渫・清掃を主に人力で行っており、非効率である。維持管理機材の調達・活用による効率的な維持管理が必要であり、緊急度は比較的高い。 評点：4	特に排水路の浚渫や清掃は、ジョージタウン市の洪水被害の軽減に直接的に資するため、維持管理機材の調達・活用は、効果が高い。 評点：5
ピロティ構造家屋の普及	最近では近代的なデザインの平屋の家屋が増えてきているが、ピロティ構造の家屋はジョージタウン市で伝統的に建設されてきた。緊急度としては高くない。 評点：3	ピロティ構造家屋の普及は限られた資産が洪水被害から守られるが、洪水被害そのものを軽減、排水改善する施策ではないため、効果は限定的。 評点：3
洪水ハザードマップ作成	洪水リスクの分析は非常に重要であり、国家災害リスク管理計画の中で洪水ハザードマップ作成が定められているが、未だ作成されておらず、緊急度は比較的高い。 評点：4	洪水ハザードマップの作成により、洪水危険箇所の把握や、避難計画に活用できるが、洪水被害そのものを軽減、排水改善する施策ではないため、効果は限定的。 評点：2
施設情報のデータベース整備・管理	排水施設の維持情報の把握は今後の排水改善計画、および維持管理計画を策定・実施する上で非常に重要である。特に排水路網については、未だ十分に把握されておらず、排水路網のインベントリ整理や台帳作成が必要であり、緊急度は高い。 評点：5	洪水被害そのものを軽減するものではないが、排水施設計画や維持管理計画に活用でき、排水改善に資する施策であるため、効果は比較的高い。 評点：4

出典：調査団

上記の結果を踏まえ、排水改善策（案）の優先度をまとめ、次表に示す。

表 R 3.1.19 排水改善対策の優先度

優先度	排水改善対策	実施機関
優先度：高 (実施が必須)	- 排水路改修	NDIA
	- 水門改築・ポンプ場整備	NDIA
	- 適切な維持管理計画の策定・実施	GDA
	- 施設情報のデータベース整備・管理	GDA
	- 維持管理用機材の活用	GDA
優先度：低 (実施が望ましい)	- 貯留施設	NDIA
	- 洪水ハザードマップ作成	GL&SC
	- 排水計画を考慮した都市開発計画の実行	CHPA
	- ピロティ構造家屋の普及	M&CC
	- 「Drainage and Irrigation Act」見直し	GDA


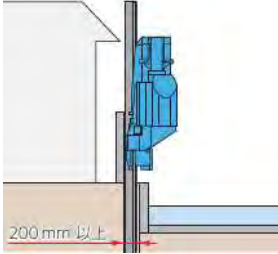
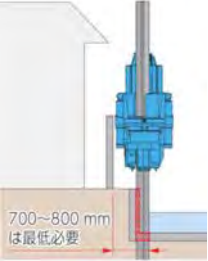
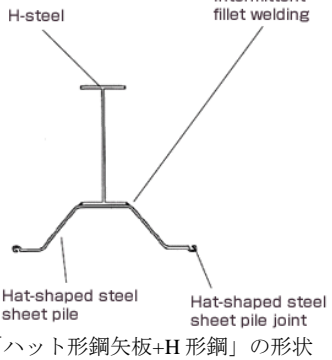
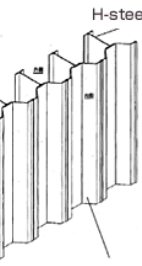

出典：調査団

上記の優先度が高い対策では、ハード対策（維持管理機材の活用、排水路改修、水門改築・ポンプ場整備）を実施するとともに、特に維持管理のための体制・組織強化や予算の確保・執行を含む、適切な維持管理計画を行うことが重要である。これらを実施しないことには、ハード対策の効果も限定的になると考えられることから、ハード対策とともにガイアナ側による適切な維持管理計画の策定・実施を推奨する。

3.2 活用可能性のある本邦技術（工法）

ジョージタウン市の洪水対策、排水改善に寄与し、活用可能性のある工法としての本邦技術を以下に示す。

表 R 3.2.1 活用可能性のある本邦技術（工法）

項目	概要
<p>ゼロクリアランス工法</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;">ゼロクリアランス工法 出典：全国圧入協会</p> <p style="text-align: right;">従来工法（U型鋼矢板圧入機）</p> <p>ゼロクリアランス工法は、近接構造物との隙間が矢板高（200mm）以上あれば、専用に開発された油圧圧入機により矢板を圧入施工することが可能な工法。 この工法により、近接構造物に影響を与えず、既設水路の用地境界に矢板を打設することが出来、用地内で水路幅を最大限に確保することができる。但し、水路が深く、鋼矢板が自立しない場合には矢板の転倒を防ぐための切梁が必要となる。 【参考単価】US\$ 400/矢板面積 m²（材料費込み）</p>
<p>ハット形鋼矢板+H形鋼工法</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p style="text-align: center;">「ハット形鋼矢板+H形鋼」の形状</p> <p style="text-align: center;">左：ハット形鋼矢板+H形鋼 右：ハット形鋼矢板</p> <p style="text-align: center;">出典：新日鐵住金ステンレス株式会社資料</p> <p style="text-align: right;">ハット形鋼矢板+H形鋼施工状況</p> <p>鋼矢板の剛性を高めるため「ハット形鋼矢板」の背面に「H形鋼」を溶接して一体化する、日本で開発された技術である。通常ハット形鋼矢板より高剛性であるため、高さ 6m 程度までの自立式直壁護岸に適用できる。他の自立式工法（タイロッド工法等）より省スペースで施工でき、土地収用範囲を最小化できる。硬質な地盤への打設にはウォータージェットを併用する。 【参考単価】US\$ 600/矢板面積 m²（材料費込み）</p>

出典：調査団

3.3 ジョージタウン市の洪水解析

本調査で得られたデータに基づきジョージタウン市の洪水解析を行った。その解析条件および結果を以下に示す。

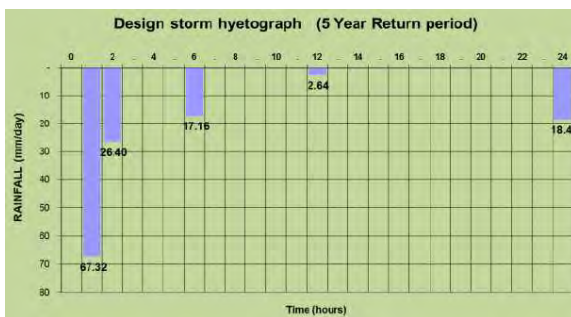
(1) 解析条件

NDIA 報告書（2015）と、本調査で行った洪水解析条件の比較表を以下に示す。

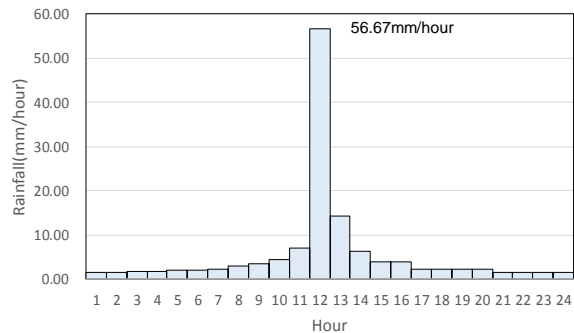
表 R 3.3.1 NDIA 報告書（2015）と本調査の洪水解析条件比較表

項目	NDIA 報告書（2015）	本調査
排水区域	「図 R 3.1.6」および「表 R 3.1.5」参照	
確率降雨	5 年確率降雨	
ハイエトグラフ	「図 R 3.3.1」参照	
地形データ	LIDAR データ（2008 年）を使用	
既存排水路	M/P（1994）で測量した 1 次排水路のみ考慮	本調査で測量した 1 次排水路のみ考慮
洪水解析ソフト	CityCAT	MIKE FLOOD

出典：NDIA、調査団



NDIA 報告書（2015）



調査団（中央集中型）

図 R 3.3.1 5 年確率降雨におけるハイエトグラフ

確率降雨については、NDIA と調査団が算定した結果に大きな相違は無かった。本調査における解析では、NDIA 報告書（2015）との整合を図り、5 年確率降雨を対象とする。

(2) 洪水解析結果

また、本調査で行った洪水解析のケースを表 R 3.3.2 に、解析結果を以降に示す。

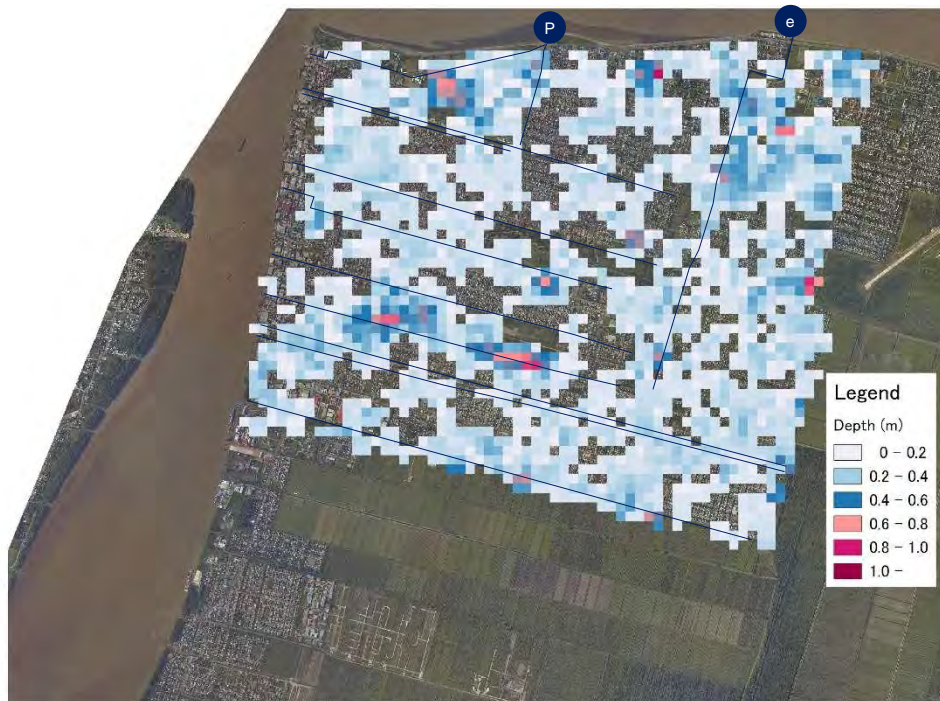
表 R 3.3.2 洪水解析ケース一覧表

項目	検討内容	運転ポンプ
ケース 1	現況排水施設（降雨のピークと満潮が同時に発生、ピーク雨量の 3 時間後）	[既存] Liliendaal: 8.5m ³ /s, Kitty: 4.3m ³ /s
ケース 2	要請書内容にもとづく施設整備（Cummings, Commerce, Princess, La Penitence South ポンプ場建設）	[既存] Liliendaal: 8.5m ³ /s, Kitty: 4.3m ³ /s [新設] Cummings: 6.0m ³ /s, Commerce: 1.5m ³ /s, Princess: 3.5m ³ /s, La Penitence South: 6.0m ³ /s
ケース 3	将来整備計画通りの排水路改修とポンプ場建設	[増設] Liliendaal: 11.0m ³ /s (8.5+2.5), Kitty: 9.0m ³ /s (4.3+4.7) [新設] Young: 6.0m ³ /s, Cummings: 8.0m ³ /s, Lamaha: 6.0m ³ /s, Church: 7.0m ³ /s, Commerce: 3.0m ³ /s, Princess: 10.0m ³ /s, Sussex: 5.0m ³ /s, La Penitence South: 7.0m ³ /s, Ruimveldt North: 8.0m ³ /s, Ruimveldt South: 7.0m ³ /s

出典：調査団

(a) ケース 1：現在の排水施設整備状況における浸水発生状況

全体的に浸水が発生している。

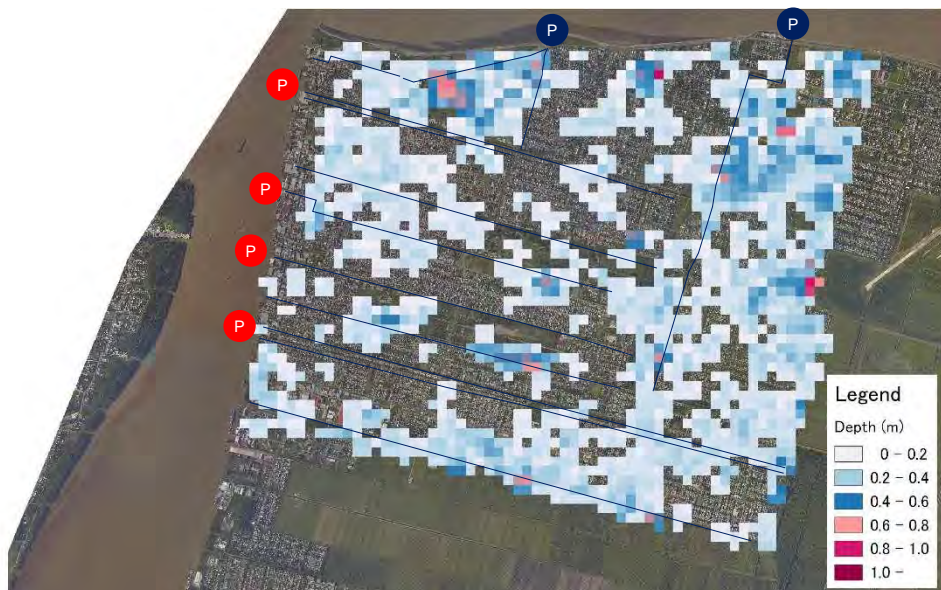


出典：調査団 ● P：新設／増設ポンプ場、● P：既存ポンプ場

図 R 3.3.2 洪水解析結果（ケース 1：現況）（浸水面積：19.3km²）

(b) ケース 2：要請書内容に基づく施設整備を実施した場合の浸水発生状況

ポンプ場を整備した水路沿いのみで浸水発生状況が改善している。



出典：調査団 ● P：新設／増設ポンプ場、● P：既存ポンプ場

図 R 3.3.3 洪水解析結果（ケース 2：要請ベース案）（浸水面積：15.9km²）

(c) ケース 3：将来整備計画通りの排水路改修とポンプ場建設を実施した場合の浸水発生状況

ほぼ全域で浸水が解消する。国立公園（National Park）がオンサイト雨水貯留施設として機能していることが確認できる。Liliendaal ポンプ場上流の湿地では、排水路に接続していないため湛水している。その他の浸水部分は、排水路に接続していないか、詳細な排水施設整備状況がモデル上に反映されていないため。排水路に接続していない地域では、排水路もしくは排水管の面的整備が必要である。



出典：調査団 ● P：新設／増設ポンプ場、● P：既存ポンプ場

図 R 3.3.4 洪水解析結果（ケース 3：将来の目標）（浸水面積：8.8km²）

3.4 JICA の協力案の検討及び提案

3.4.1 要請内容の妥当性の検証

(1) 維持管理用機材の調達

ジョージタウン市の排水改善のために最優先に着手すべきは、既存施設の機能回復である。既存施設の機能回復において最も効果的であり優先度が高いのは、既存排水路の機能回復のための排水路の浚渫である。

したがって、排水路の維持管理機材として、排水路の浚渫に必要な下記の機材を調達することが必要となる。

- ロングアーム掘削機：排水路の掘削・浚渫作業に汎用性が高い。作業半径 18m以上。複数箇所での同時作業を可能にするよう、2基の調達とする。
- ダンプトラック：掘削（浚渫）土運搬用。土捨て場への運搬に係る時間を考慮し、掘削機 1 基当たり 3 台で 1 組とする。都市部での通行性、及び交換部品の入手可能性、修理を含む維持管理性を考慮し、工事用ダンプトラックとして一般的なサイズである積載容量 10t（5～7m³）クラスのダンプトラックとする。
- 汚泥ポンプ：大型機械の進入できない場所での汚泥・堆砂除去作業。4 班体制の作業を想定し、4 基の調達とする。

表 R 3.4.1 機材調達内容

種別	要請内容		調査団による提案内容	
	内容/仕様	数量	内容/仕様	数量
機材 調達	自走式カッター浚渫船（浚渫深 6m 以上）	1 セット	効果が低い	—
	汚泥ポンプ	2 基	汚泥ポンプ	4 基
	ロングアーム掘削機	2 基	ロングアーム掘削機	2 基
	ダンプトラック（積載量 15m ³ ）（=25ton）	5 台	ダンプトラック積載容量 10 ton	6 台

出典：調査団

要請内容に挙げられている浚渫船については、排水路の維持管理の観点から効果が低い。浚渫作業には浚渫船に加え、浚渫土砂を運ぶための排砂管、フロート、排砂ポンプ、土砂運搬船、タグボート（引船、押船）等の機材の調達、並びに浚渫土砂を廃棄するための埋立地/排砂池の準備が必要となり、高額な投資となる上、特殊機械であるため、運転・運用技術の習得、修理を含む維持管理技術の習得が必要となる。また、調達機材の排水改善対策としての運用が排水路の河口部に限定されるため汎用性が低い。

(2) 排水施設の建設

ジョージタウン市の排水改善のためのハード対策として最も優先度の高い対策は、排水施設の整備計画における排水路改修及び水門改築・ポンプ場整備である。現状で浸水被害が発生する最大の原因は、排水路の流下能力不足であり、このために水路の上流域等で排水路からの溢水が発生している。また、ポンプ場の整備レベルが不十分で、満潮時に排水できないことも浸水被害の発生を助長している。したがって、排水路を改修して流下能力

を上げ、満潮時でも排水できるように水門とポンプ場を整備することが最優先である。将来的にジョージタウンを浸水被害の無い都市にしていくためには、「3.1.2.3(1)(c) 将来的な排水路、水門及びポンプ場の整備案(c)」に示した規模の施設整備を行っていくことが望ましい。

しかしながら、本調査対象地域において排水路の改修を行うためには、排水路の拡幅や施工に伴う用地の確保が必要になり、排水路に隣接した建物・家屋の移転が発生する。都市部における建物・家屋移転の実施は困難を伴い、時間と費用がかかることが一般的であることから、多くの家屋移転を含む排水路改修は早期の事業実施を想定したプロジェクトの対象として適切でない。ガイアナ国政府による無償資金協力の要請書にも排水路改修は含まれておらず、排水施設としてはポンプ場の建設が要請されている。

要請されたポンプ場建設の内容に対し、下記の条件を考慮すると、現況水路から流下してくる雨を排水できる流量を有するポンプ場の建設及びそれに伴う排水門の改修が必要となる。

- 海水位が高く自然流下による排水が出来ない時間帯においても排水可能なように、ポンプ場を整備する。
- 現状で建設用地が確保可能である箇所へポンプ場を整備する。
- 現況の排水路の流下能力に制限があるので、過大な投資とならないよう、現況排水路の流下能力に応じた排水量を有するポンプ場を整備する。

表 R 3.4.2 施設建設内容

種別	場所	要請内容		調査団による提案内容	
		内容	排水量	内容	排水量
施設建設	Liliendaal	ポンプ場の増設	4.2 m ³ /s	除外	—
	Cummings	ポンプ場建設、排水門改修	5.6 m ³ /s	ポンプ場、排水門改修	6.0 m ³ /s
	Commerce St.	ポンプ場建設、排水門改修	2.2 m ³ /s	ポンプ場、排水門改修	1.5 m ³ /s
	Princess St.	ポンプ場建設、排水門改修	2.2 m ³ /s	ポンプ場、排水門改修	3.5 m ³ /s
	La Penitence South	ポンプ場建設、排水門改修	5.6 m ³ /s	ポンプ場、排水門改修	5.0 m ³ /s

出典：調査団

上記の場所選定と排水量の設定根拠は下記のとおりである。

- **Liliendaal**：ポンプ場への流入水路及び直上流の道路横断水路の現況における流下能力が 8m³/s 程度であり、既存 Liliendaal ポンプ場の排水能力 8.5m³/s 以下であるため、排水路の改修なしにポンプ場の排水容量を増加させることによる排水改善効果は無い。
- **Cummings**：ポンプ場の建設用地が確保でき、隣接する排水路よりも流下断面が大きいいため効率の良い排水が可能。水路下流部（排水門の上流区間）の現況における流下能力に相当する約 6m³/s の排水容量を有するポンプ場を整備する。
- **Commerce St.**：隣接する排水路の中でポンプ場の建設用地が確保できる。水路下流部（排水門の上流区間）の現況における流下能力に相当する約 1.5m³/s の排水容量を有するポンプ場を整備する。

- Princess St. : ポンプ場の建設用地が確保でき、隣接する排水路よりも流下断面が大きいいため効率の良い排水が可能。水路下流部（排水門の上流区間）の現況における流下能力に相当する約 3.5m³/s の排水容量を有するポンプ場を整備する。
- La Penitence South : ポンプ場の建設用地が確保でき、隣接する排水路よりも流下断面が大きいいため効率の良い排水が可能。水路下流部（排水門の上流区間）の現況における流下能力に相当する約 5m³/s の排水容量を有するポンプ場を整備する。

上記により、海水面が平均潮位以上の間（水門を閉めた状態）でも排水が可能となる。

(3) 要請内容と提案内容の比較

上述の検討を要請内容と比較して下表に示す。

表 R 3.4.3 要請内容を踏まえた検討（施設・機材混合案件の場合）

種別	要請内容		調査団による提案内容
施設建設	Liliendaal ポンプ場の増設	4.2 m ³ /s	除外
	Cummings 水路へのポンプ場建設と排水門の改修	5.6 m ³ /s	ポンプ場 6.0 m ³ /s 排水門改修
	Commerce St.水路へのポンプ場建設と排水門の改修	2.2 m ³ /s	ポンプ場 1.5 m ³ /s 排水門改修
	Princess St.水路へのポンプ場建設と排水門の改修	2.2 m ³ /s	ポンプ場 3.5 m ³ /s 排水門改修
	La Penitence South 水路へのポンプ場建設と排水門の改修	5.6 m ³ /s	ポンプ場 5.0 m ³ /s 排水門改修
機材調達	自走式カッター浚渫船 (浚渫深 6m 以上)	1 セット	除外
	汚泥ポンプ	2 基	4 基
	ロングアーム掘削機	2 基	要請通り 2 基
	ダンプトラック (積載量 15m ³)	5 台	積載容量 10 ton×6 台
ソフトコンポーネント	排水施設の運営・維持管理の人材育成		要請通り
設計・施工 監理			施設建設費+機材調達費の 10%

出典：調査団

要請内容に準じた形で事業を実施した場合、3.3(2)(b)に示した洪水解析結果のとおり、事業実施による排水改善効果は限定的である。ジョージタウン市全体の排水改善を対象として、事業実施による有意な効果を得るためには、3.1.2.3(1)に示した排水能力の増強対策（排水路、水門、排水ポンプ場の整備）を行い、さらに 3.1.2.4 に示される他の優先事業への対応についても担保される必要がある。

3.4.2 要請内容を踏まえた機材供与の検討

ガイアナ国において施設・機材混合案件の無償資金協力事業を実施する場合、入札が成立しない可能性も想定される。機材供与のみとした場合の検討を下表に示す。

施設・機材混合案件とした場合の機材調達内容に、排水ポンプ車を加えた。排水ポンプ車は、トラックに排水ポンプのセット 1 式が載せられているもので、小規模なポンプ場とほぼ同レベ

ルの排水能力があり、必要に応じてどこへでも移動可能で、人力でのポンプ設置が可能であるため、雨水排水作業における汎用性が高いことから、機材供与をする場合の提案内容に加えた。

表 R 3.4.4 要請内容を踏まえた検討（機材供与の場合）

種別	要請内容		調査団による提案内容
機材調達	自走式カッター浚渫船 (浚渫深 6m 以上)	1 セット	効果が低い
	汚泥ポンプ	2 基	4 基
	ロングアーム掘削機	2 基	要請通り 2 基
	ダンプトラック (積載量 15m ³)	5 台	積載容量 10 ton×6 台
	—	—	排水ポンプ車 1.0 m ³ /s ×6 台
ソフトコンポーネント	排水施設の運営・維持管理の人材育成		要請通り
設計・施工監理			機材調達費の 10%

出典：調査団

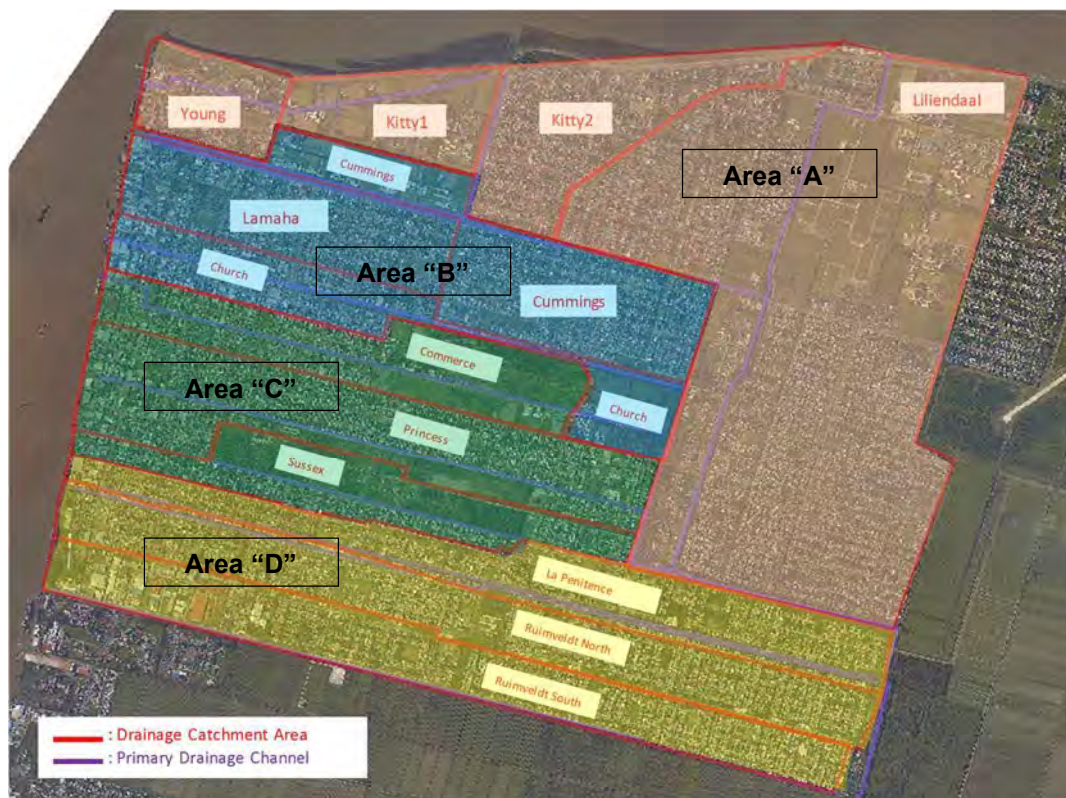
上記のように機材供与を実施した場合、改善される浸水被害（浸水面積、浸水深、浸水時間）は更に限定的となり、浸水被害の軽減効果の顕著な発現は期待できない。しかしながら、ガイアナ政府が排水改善事業に費やすことのできる資金が限られる場合、短期的な課題解決ではなく、排水路の維持管理及び段階的な拡幅、ポンプ場の整備を通じた長期的な課題の解消を目標とするという考え方もあり得る。ガイアナ政府がそうした目標設定を行う場合には、有効性は説明し得るものとなる。

3.4.3 「排水路改修」および「水門改築・ポンプ場整備」における地区的な優先度

「3.1.2.4 排水改善策（案）の優先度」において優先度が高いと評価し、ジョージタウン市の排水改善のためには将来的に確実な実施が推奨されるハード対策について、その概略を巻末の「資料 5 将来的に実施すべき排水改善策（案）（ハード対策）一覧。」にまとめた。これら優先度の高いハード対策の中で、最も優先度の高いのは、「排水路改修」および「水門改築・ポンプ場整備」であり、次いで維持管理用機材の調達と維持管理作業の実施である。「排水路改修」および「水門改築・ポンプ場整備」は、両者をともに整備することにより、最も効果的な排水改善を行うことが出来る。

一方、ガイアナ政府が短期的にこれらの事業実施に必要な資金を調達できないまでも、長期的にドナー資金や自己資金を投入して本課題に取り組む場合には、フェーズ分けをしたうえで優先度の高い地区、もしくは流域から取り組むという方法もある。そこで、本項では将来的に実施すべき「排水路改修」および「水門改築・ポンプ場整備」における地区的な優先度を提案する。

調査対象地域を市街地中心部と市街地周縁部に分類し、図 R 3.4.1 に示す A~D の 4 つの地区に分割した。それぞれの地区における浸水頻発地域の有無、浸水が与える影響の大きさ、想定される浸水による経済的損失の大きさ、に基づき優先度を検討した。その結果「排水路改修」および「水門改築・ポンプ場整備」における各地区の優先度は表 R 3.4.5 に示すとおりとした。



出典：調査団

図 R 3.4.1 ジョージタウン市内排水区エリア分け（調査団）

表 R 3.4.5 ジョージタウン市内排水区を4地区に分割した場合の排水改善優先度

No.	排水区	優先度評価のための地区	流域面積[km ²]		優先度
1	Liliendaal	A 地区 市街地周縁部の北側および東側	8.19	11.22	優先度 2 浸水頻発地域があり、流域面積が広いので排水改善の影響が大きい
2	Kitty		2.40		
3	Young Street		0.63		
4	Cummings Canal	B 地区 市街地中心部の北側	1.88	4.57	優先度 4 浸水頻発地域があるが小規模であり、緊急度は低い
5	Lamaha Street		1.36		
6	Church Street		1.33		
7	Commerce Street	C 地区 市街地中心部の南側	1.53	5.25	優先度 1 浸水頻発地域があり、市街地中心部に位置するため被害が大きい
8	Princess Street		2.42		
9	Sussex Street		1.30		
10	La Penitence South	D 地区 市街地周縁部の南側	1.97	6.52	優先度 3 浸水頻発地域があり、市街地周縁部に位置している
11	Ruimveldt North		2.30		
12	Ruimveldt South		2.25		
Total			27.56		

出典：調査団

C 地区は、Commerce Street 排水区、Princess Street 排水区、および Sussex Street 排水区で構成され、Albouystown という浸水頻発地域が含まれている。市街地中心部に位置していることから、経済的損失も大きいため、最優先の地区とした。

A 地区および D 地区は両地区ともに浸水頻発地域を有しているが、市街地の周縁部に位置しているため、C 地区よりは経済的損失は小さいと考えられる。A 地区は D 地区よりも面積が広いので、排水改善の影響範囲が大きいと考えられる。したがって、A 地区の優先度を 2 番目、D 地区の優先度を 3 番目とした。

B 地区は市街地中心部に位置し、流域内の最下流部で浸水が頻発しているが、その浸水面積が小さいため、経済的損失も小さいと考えられることから 4 番目の優先度とした。

将来的に実施すべき「水門改築・ポンプ場整備」の仕様と概略の費用を表 R 3.4.6 に、「排水路改修」の仕様と概略の費用を表 R 3.4.7 に示した。

表 R 3.4.6 将来的な水門改築・ポンプ場整備における地区的な優先度

No.	排水区	仕様	概算費用 [US\$ x 10 ⁶]	優先度
1	Liliendaal	増設：Q=2.5m ³ /s (合計:11.0 m ³ /s)	4.0	A 地区 優先度 2
2	Kitty	増設：Q=4.7m ³ /s (合計:9.0 m ³ /s)	5.8	
3	Young Street	新設：Q=6.0 m ³ /s	6.8	
4	Cummings Canal	新設：Q=8.0 m ³ /s	8.0	B 地区 優先度 4
5	Lamaha Street	新設：Q=6.0 m ³ /s	6.8	
6	Church Street	新設：Q=7.0 m ³ /s	7.4	C 地区 優先度 1
7	Commerce Street	新設：Q=3.0 m ³ /s	4.5	
8	Princess Street	新設：Q=10.0 m ³ /s	9.2	
9	Sussex Street	新設：Q=5.0 m ³ /s	6.1	D 地区 優先度 3
10	La Penitence South	新設：Q=7.0 m ³ /s	7.4	
11	Ruimveldt North	新設：Q=8.0 m ³ /s	8.0	
12	Ruimveldt South	新設：Q=7.0 m ³ /s	7.4	
Total			81.4	

出典：調査団

表 R 3.4.7 将来的な排水路改修における地区的な優先度

No.	排水区	仕様	概算費用 [US\$ x 10 ⁶]	優先度
1	Liliendaal	Earth Channel: L=4.37km, W=18.0m	4.0	A 地区 優先度 2
2-1	Kitty1(West)	Concrete Channel: L=1.53km, W=3.0m	2.7	
2-2	Kitty2(East)	Earth Channel: L=1.10km, W=10.0m	0.4	
3	Young Street	Concrete Channel: L=1.10 km, W=4.0m	2.1	B 地区 優先度 4
4	Cummings Canal	Earth Channel: L=3.25km, W=16.0m	2.5	
5	Lamaha Street	Earth Channel: L=2.24km, W=12.0m	1.2	C 地区 優先度 1
6	Church Street	Concrete Channel: L=4.07km, W=5.0m	8.8	
7-1	Commerce Street 下流	Concrete Channel: L=1.0km, W=4.0m	1.8	
7-2	Commerce Street 上流	Earth Channel: L=2.54km, W=8.0m	0.7	D 地区 優先度 3
8	Princess Street	Concrete Channel: L=3.87km, W=6.0m	9.2	
9	Sussex Street	Concrete Channel: L=3.93km, W=4.0m	7.7	
10	La Penitence South	Earth Channel: L=5.74km, W=12.0m	2.5	
11	Ruimveldt North	Earth Channel: L=5.72km, W=11.0m	2.6	
12	Ruimveldt South	Earth Channel: L=5.62km, W=11.0m	2.5	
Total			48.7	

注：現地の排水路の現況に応じて、用地に余裕があり拡幅が可能であると考えられる排水路は土水路とし、用地に余裕がなく拡幅が困難であると考えられる排水路はコンクリート水路として整備するものと仮定した。

出典：調査団

排水路の改修を行うためには、排水路沿いの用地取得や住民移転が必要になるが、求められる施工技術は一般的なものでよいと考えられることから、排水路の改修は先方政府が実施し、高度な施工技術や機械・電気技術を必要とする水門改築・ポンプ場整備を日本の援助等で実施するという分担も考えられる。

[資 料]

資料 1. 調査団員・氏名

資料 2. 調査行程

資料 3. 関係者（面会者）リスト

資料 4. ジョージタウン市における排水改善事業に活用可能性のある技術・経験

資料 5. 将来的に実施すべき排水改善策（案）（ハード対策）一覧

資料 1. 調査団員・氏名

1. 現地調査時 (February 12 to March 13, 2017)

氏名	担当	所属
松下 剛	総括／都市排水計画	株式会社 建設技研インターナショナル
田中 大文	排水路計画	株式会社 建設技研インターナショナル

2. ドラフトファイナルレポート現地説明時 (September 20 to September 26, 2017)

氏名	担当	所属
篠 克彦	団長	独立行政法人 国際協力機構 中南米部 中米・カリブ課 企画役/課長補佐
松下 剛	総括／都市排水計画	株式会社 建設技研インターナショナル
田中 大文	排水路計画	株式会社 建設技研インターナショナル

資料 2. 調査行程

1. 現地調査時 (February 12 to March 13, 2017)

No	Date	Destination to Visit	Team of Consultants	
			Mr. Tsuyoshi MATSUSHITA	Mr. Hirofumi TANAKA
1	2017/2/12	Sun PM		19:30 JL 0004 Narita → New York JFK 18:25
				1:25 BW 0527 New York JFK → Georgetown 7:55
2	2017/2/13	Mon	AM	Preparation of the Survey. Meeting with Mr. Morita (JICA Expert)
			PM	Courtesy call to NDIA and Georgetown: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection (including groundwater/ground elevation monitoring for subsidence, cross-section of drainage channel, and recommendable sub-contractor.
				Site Visit: Investigation of the existing drainage facilities (Lilliendaal and Kitty Pumping Station)
				Meeting with Sub-contractors (Drainage Channel Survey, Elevation Observation)
3	2017/2/14	Tue	AM	Meeting with HD-MA: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection (particularly, collection of meteorological/rainfall, and tide level data)
			PM	Site Visit: Investigation of the existing drainage sluice gate and mobile pump
4	2017/2/15	Wed	AM	Office work, internal meeting and confirmation of schedule with ASDU
			PM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
5	2017/2/16	Thu	AM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
			PM	Analysis of collected data/information
6	2017/2/17	Fri	AM	Meeting with engineer who prepared NDIA Report 2015: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
			PM	Site Visit: Investigation of the existing meteorological observatory station
7	2017/2/18	Sat	-	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
8	2017/2/19	Sun	-	Analysis of collected data
10	2017/2/20	Mon	AM	Meeting with ASDU: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
			PM	Request for Quotation for topographic survey (Longitudinal Profile and Cross Section Survey of Primary Drainage Channel) in Georgetown
11	2017/2/21	Tue	AM	Meeting with CDC: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
			PM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
9	2017/2/22	Wed	AM	Analysis of collected data/information
			PM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
				Meeting with GWI: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire, and tour of inspection at water treatment plant of GWI
12	2017/2/23	Thu	-	Collection of quotation for topographic survey (Longitudinal Profile and Cross Section Survey of Primary Drainage Channel) in Georgetown
			-	(National Holiday in Guyana)
13	2017/2/24	Fri	AM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel and sluice
			PM	Meeting with GL&SC: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire.
14	2017/2/25	Sat	AM	Negotiation with sub-contractor for topographic survey (Longitudinal Profile and Cross Section Survey of Primary Drainage Channel) in Georgetown
			PM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel after heavy rain
15	2017/2/26	Sun	-	Execution of agreement with sub-contractor for topographic survey (Longitudinal Profile and Cross Section Survey of Primary Drainage Channel) in Georgetown
			-	Analysis of collected data
16	2017/2/27	Mon	AM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
			PM	Analysis of collected data/information
17	2017/2/28	Tue	AM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
			PM	Meeting with MARAD-MPI: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
18	2017/3/1	Wed	AM	Meeting with MONR: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
			PM	Analysis of collected data/information
19	2017/3/2	Thu	AM	Meeting with M&CC: Interview about the existing condition and data collection based on the questionnaire.
			PM	Analysis of collected data/information
20	2017/3/3	Fri	AM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channel
			PM	Meeting with EPA: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
21	2017/3/4	Sat	-	Site Visit: Investigation of the existing benchmarks
22	2017/3/5	Sun	-	Preparing site survey report/Analysis of collected data/information
23	2017/3/6	Mon	AM	Meeting with National Task Force: Explanation of the Survey outline, interview about the existing condition and data
			PM	Preparing site survey report/Analysis of collected data/information
24	2017/3/7	Tue	AM	Preparing site survey report/Analysis of collected data/information
			PM	Site Visit: Investigation of the existing drainage channels, pums and sluices with JICA Expert Mr. Morita
25	2017/3/8	Wed	AM	Preparing site survey report/Analysis of collected data/information
			PM	Meeting with MPI: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
26	2017/3/9	Thu	AM	Meeting with OCC: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
			PM	Meeting with MC: Explanation of the Survey outline, interview of the existing condition and data collection based on the questionnaire
27	2017/3/10	Fri	-	Preparing site survey report/Analysis of collected data/information
28	2017/3/11	Sat	AM	Preparing site survey report
29	2017/3/12	Sun	PM	17:25 BW 0526 Georgetown → New York JFK 22:25
30	2017/3/13	Mon	-	12:15 JL 0005 New York JFK → Narita Narita 16:35

MOA	: Ministry of Agriculture	HS-MOA	: Hydrometeorological Service, Ministry of Agriculture
NDIA	: National Drainage and Irrigation Authority, MOA	MARAD-MPI	: Maritime Administration Department, MPI
ASDU	: Agriculture Sector Development Unit, MOA	MONR	: Ministry of Natural Resources
GL&SC	: Guyana Lands and Surveys Commission	M&CC	: Mayor and City Council
GWI	: Guyana Water Incorporated	EPA	: Environmental Protection Agency
MC	: Ministry of Communities	WB	: World Bank
MPI	: Ministry of Public Infrastructure	IDB	: Inter-American Development Bank
CDC	: Civil Defence Commission	OCC	: Office of Climate Change

2. ドラフトファイナルレポート現地説明時 (September 20 to September 26, 2017)

No	Date			JICA	Team of Consultants	
				Mr. Katsuhiko SHINO	Mr. Tsuyoshi MATSUSHITA	Mr. Hirofumi TANAKA
1	2017/8/20	Sun	PM	—	<i>Tokyo (Narita Airport), JAPAN → New York (JFK Airport), USA</i>	
2	2017/8/21	Mon	AM	<i>Arrive at GUYANA</i>	<i>New York (JFK Airport), USA → Georgetown (Roraima Airport), GUYANA</i>	
			PM		Preparation of Explanation of the Draft Final Report and Internal Meeting	
3	2017/8/22	Tue	AM	Site Visit: Investigation of the existing Pumping Station, Drainage Sluice Gate, Mobile Pump and Drainage Channel		
			PM			
4	2017/8/23	Wed	AM	Explanation and Discussion of the Draft Final Report with Related Agencies		
			PM			
5	2017/8/24	Thu	AM	<i>Leave GUYANA</i>	Preparing survey report and Revision of Draft Final Report	
			PM	—	<i>Georgetown, GUYANA → New York, USA</i>	
6	2017/8/25	Fri	-	—	<i>New York, USA → Tokyo, JAPAN</i>	
7	2017/8/26	Sat	-	—	<i>Tokyo, JAPAN</i>	

資料 3. 関係者（面会者）リスト

組織	氏名	役職	
Ministry of Agriculture (MOA)	Hon. Noel Holder	Minister	
	Mr. George Jervis	Permanent Secretary	
	National Drainage and Irrigation Authority (NDIA), MOA	Mr. Fredrick Flatts	Chief Executive Officer (CEO)
		Mr. Dave Hicks	Deputy CEO
		Ms. Cristal Conway	GIS Engineer
		Agriculture Sector Development Unit (ASDU), MOA	Mr. Raymond Latchman
	Mr. Trevaughn Waldron		Civil Engineer
	Mr. Benedict Yhap		Civil Engineer
	Hydrometeorological Service (HS-MOA), MOA	Mr. Garvin Cummings	Deputy Chief Hydrometeorological Officer
		Mr. Komalchand Dhiram	Head of Climatology
Ms. Viviana Critchlow		Specialist / Hydrologist	
Ms. Vidayshree Misir		Specialist / Hydrologist	
Ministry of Foreign Affairs	Ms. Vanessa Dickenson	Director	
	Ms. Rosshanda Bagot	Foreign Service Officer	
Caribbean Community Secretariat (CARICOM) / JICA	Mr. Tatsuya Morita	JICA Expert / Adviser, Regional Development Planning	
Georgetown Mayor and City Council Engineer's Department	Mr. Colvern Venture	City Engineer	
	Mr. Kenson Boston	Assistant City Engineer	
	Mr. Winston Joseph	Supervisor of Gate/Pump Operators	
	Mr. Horrings Worth	Gate Operator at Sussex Sluice	
Ministry of Public Infrastructure (MPI)	Mr. Carmichael Thorne (former NDIA Staff)	Project Manager of Airport Expansion	
		Mr. Maitland Stewart	Senior Engineer
	Maritime Administration Department (MARAD), MPI	Mr. Troy Clarke	Superintendent of Surveys (Ag)
		Ms. Thandi McAllister	Legal Officer
		Mr. Darrell Fraser	Hydrographer
	Works Services Group (WSG), MPI	Mr. Kevin Samad	Chief Sea and River Defence Officer
		Mr. Jermaine Braithwaite	Senior Engineer
	Transport Planning Office, MPI	Mr. Patrick Thompson	Chief of Transport Planning Officer
		Ms. Ramona Duncan	Economist
	Civil Defence Commission (CDC)	Mr. Chabilall Ramsarup	Director General / Colonel (Retired)
Guyana Water Incorporated (GWI)	Dr. Richard Van West-Charles	Chief Executive	
	Mr. Lancelot Mars	Head of Strategic Planning	
	Mr. Aubrey Roberts	Director of Procurement	
	Mr. Orin Browne	Water Resources Manager	
	Ms. Angelina Franklin	Hydrologist	
	Ms. Melissa Benjamin	Statistician	
Guyana Lands and Surveys Commission (GLSC)	Mr. Trevor L. Benn	Commissioner / Chief Executive Officer	
	Mr. Nseem Nasir	Manager of Land Information and Mapping Division	
	Ms. Alaira Murphy-Goodman	Executive Assistant	
	Mrs. Jewel Cheong	Senior Land Administration Officer / Regional Coordinator	
	Mr. Durwin Humphrey	Policy Analyst	
	Mr. Hilton Cheong	Senior Surveyor (Geodetic)	
	Ms. Andrea Mahammad	Senior Landuse Planner	
	Mr. Haimwant Persaud	Manager / Spatial Solution Specialist	
Ministry of Natural Resources Geospatial Information Management Unit Environmental Protection Agency (EPA)	Mr. Kemraj Parsram	Executive Director	
	Ms. Felicia Adams	Senior Environmental Officer	
	Mr. Colis Primo	Senior Environmental Officer	
	Ms. Teijvarti Persaud	Senior Environmental Officer	
	Ms. Diana Fernandes	Environmental Officer	
	Mr. Frank Grogan	Environmental Officer	
	Mr. Imole Mcdonald	Environmental Officer	
	National Task Force Commission (NTFC)	Dr. Sewnauth Punalall	Head of NTFC Secretariat
Mr. Lennox Lee		Research Engineer	
Ministry of the Presidency	Ms. Janelle Christian	Head of Office	
Office of Climate Change (OCC)	Ms. Carolyn Foo	Community Outreach Officer / Assistant	
	Mr. Shane Singh	Technical Officer	
Ministry of the Presidency	Mr. Rafael Gravesande	Project Manager, Project Management Office	
Ministry of Communities (MOC)	Mr. Emil Mcgarrell	Permanent Secretary	
	Mr. Puran Persaud	Senior Regional Development Officer	
	Ms. Nandranie J. Harrichan	Principal Municipal Services Officer	
	Ms. Denis Hodge	Legal Officer	
Central Planning and Housing Authority (CHPA)	Mr. Anthony Ragnauth	Civil Engineer	

資料 4. ジョージタウン市における排水改善事業に活用可能性のある技術・経験

ジョージタウン市の洪水対策、排水改善に寄与し、活用可能性のある技術・経験の一覧表を以下に示す。

活用可能性のある技術・経験の一覧表

項目	概要	
ゲートポンプ	 <p data-bbox="576 819 746 846">出典：クボタ HP</p>	<p data-bbox="895 421 1414 544">ポンプ運転により内水を強制的に排水。ゲートとポンプと直接取り付けることで、排水機場のスペースが不要となり、必要用地、費用、据付工費が削減できる。</p> <p data-bbox="895 548 1414 667">吐き出し口にフラップゲートを設置することで、ゲートを閉じた状態でも自然排水することができるのでゲートの開閉操作が簡略化される。通常上流側に除塵設備が必要となる。</p> <p data-bbox="895 672 1251 698">【参考単価】US\$ 700,000/1m³/s</p>
移動式排水ポンプ車	 <p data-bbox="464 1171 962 1223">出典：第四次ブノンペン洪水防御・排水改善計画準備調査報告書</p>	<p data-bbox="999 864 1414 987">浸水被害時、車両式のため緊急に対応できる。複数台で対応することで、現場の状況（必要排水量）に応じた排水作業が迅速に行うことが可能。</p> <p data-bbox="999 992 1414 1081">また機動力があるため、災害の状況に応じて、広域的な排水作業が可能である。</p> <p data-bbox="999 1086 1414 1205">発動発電機、排水ポンプを1台の車両に装備することで、速やかに現場に急行し、排水作業が迅速かつ効率的に行える。</p> <p data-bbox="1010 1209 1355 1236">【参考単価】US\$ 800,000/1m³/s</p>
汚泥ポンプ		 <p data-bbox="836 1545 1007 1572">出典：TACMINA</p> <p data-bbox="464 1588 1241 1615">2次、3次排水路や車両が入れない箇所の水路や側溝清掃で活用できる。</p> <p data-bbox="459 1619 847 1646">【参考単価】US\$ 25,000/1ユニット</p>
組立式台船(ユニフロート)	  <p data-bbox="847 1955 1002 1982">出典：松原建設</p> <p data-bbox="448 2000 1414 2058">組み立て式の台船として水上土木工事で多くの実績あり。必要な船形が組み立てられるので、クレーン船、杭打船、浚渫船、機材運搬船など、様々な台船として利用可能。</p> <p data-bbox="459 2063 1315 2089">【参考単価 (10t 用)】US\$ 20,000/1ユニット (5.5m×2.7m×1.3m：自重 3t)</p>	

項目	概要
<p>ロングアーム バックホウ</p>	 <p>ロングアーム（機械によっては、最大掘削半径 15m 程度、最大掘削深さ 12m 程度）のため、ある程度離れた所から排水路の浚渫が可能となり、排水路の浚渫作業への汎用性が高い。</p> <p>また、河川や水路の浚渫・清掃作業に特化したロングアームバックホウもあり、この場合、一般土木工事に対する使用制限がある。</p> <p>【参考単価】US\$ 300,000/1 ユニット</p> <p>出典：スーパーロングフロント（HITACHI）</p>
<p>オートゲート</p>	  <p>出典：旭イノベックス HP</p> <p>無人開閉。</p> <p>ゲート上部にバランスウェイトを取り付けているため、扉体の開閉力が小さな機構になっており、わずかな水位変動でも自動開閉を行う。扉体の内水側にフロートを取付けているため、ウェイトの作用と合わせ素早く開動作を行う。</p> <p>人力による開閉が不要である。また扉体材をステンレスとすることで、扉体の維持管理費が削減できる。【参考単価】US\$ 400,000/門（4m×4m：1 連、材料費・据付費込み）</p>

出典：調査団

資料 5. 将来的に実施すべき排水改善策（案）（ハード対策）一覧

1. 将来整備計画（排水路、及びポンプ場）

No.	排水区	施設	仕様	概算費用
1	Liliendaal	ポンプ場	増設：Q=2.5m ³ /s (合計：11.0 m ³ /s)	US\$ 4.0 x 10 ⁶
		排水路	Earth Channel: L=4.37km, W=18.0m	US\$ 4.0 x 10 ⁶
2	Kitty	ポンプ場	増設：Q=4.7m ³ /s (合計：9.0 m ³ /s)	US\$ 5.8 x 10 ⁶
		排水路(West)	Concrete Channel: L=1.53km, W=3.0m	US\$ 2.7 x 10 ⁶
		排水路(East)	Earth Channel: L=1.10km, W=10.0m	US\$ 0.4 x 10 ⁶
3	Young Street	ポンプ場 + 水門	新設：Q=6.0 m ³ /s	US\$ 6.8 x 10 ⁶
		排水路	Concrete Channel: L=1.10 km, W=4.0m	US\$ 2.1 x 10 ⁶
4	Cummings Canal	ポンプ場 + 水門	新設：Q=8.0 m ³ /s	US\$ 8.0 x 10 ⁶
		排水路	Earth Channel: L=3.25km, W=16.0m	US\$ 2.5 x 10 ⁶
5	Lamaha Street	ポンプ場 + 水門	新設：Q=6.0 m ³ /s	US\$ 6.8 x 10 ⁶
		排水路	Earth Channel: L=2.24km, W=12.0m	US\$ 1.2 x 10 ⁶
6	Church Street	ポンプ場 + 水門	新設：Q=7.0 m ³ /s	US\$ 7.4 x 10 ⁶
		排水路	Concrete Channel: L=4.07km, W=5.0m	US\$ 8.8 x 10 ⁶
7	Commerce Street	ポンプ場 + 水門	新設：Q=3.0 m ³ /s	US\$ 4.5 x 10 ⁶
		排水路(下流区間)	Concrete Channel: L=1.0km, W=4.0m	US\$ 1.8 x 10 ⁶
		排水路(上流区間)	Earth Channel: L=2.54km, W=8.0m	US\$ 0.7 x 10 ⁶
8	Princess Street	ポンプ場 + 水門	新設：Q=10.0 m ³ /s	US\$ 9.2 x 10 ⁶
		排水路	Concrete Channel: L=3.87km, W=6.0m	US\$ 9.2 x 10 ⁶
9	Sussex Street	ポンプ場 + 水門	新設：Q=5.0 m ³ /s	US\$ 6.1 x 10 ⁶
		排水路	Concrete Channel: L=3.93km, W=4.0m	US\$ 7.7 x 10 ⁶
10	La Penitence South	ポンプ場 + 水門	新設：Q=7.0 m ³ /s	US\$ 7.4 x 10 ⁶
		排水路	Earth Channel: L=5.74km, W=12.0m	US\$ 2.5 x 10 ⁶
11	Ruimveldt North	ポンプ場 + 水門	新設：Q=8.0 m ³ /s	US\$ 8.0 x 10 ⁶
		排水路	Earth Channel: L=5.72km, W=11.0m	US\$ 2.6 x 10 ⁶
12	Ruimveldt South	ポンプ場 + 水門	新設：Q=7.0 m ³ /s	US\$ 7.4 x 10 ⁶
		排水路	Earth Channel: L=5.62km, W=11.0m	US\$ 2.5 x 10 ⁶
Total				US\$ 130.1 x 10 ⁶

2. 維持管理用機材

使用場所	機材	用途	数量(Unit)	概算費用
水門下流の流路 (排水路出口)	ロングアーム掘削機	堆積土砂の浚渫	1	US\$ 0.3 x 10 ⁶
	作業台船	掘削機の作業台船	1	US\$ 0.1 x 10 ⁶
	引船	作業台船、土砂運搬船の曳航	2	US\$ 0.6 x 10 ⁶
	土砂運搬船	浚渫土砂の運搬	2	US\$ 0.5 x 10 ⁶
排水路 (水門より上流)	ロングアーム掘削機	1次、2次排水路の浚渫	2	US\$ 0.6 x 10 ⁶
	汚泥ポンプ	2次、3次排水路の浚渫	4	US\$ 0.1 x 10 ⁶
	排水ポンプ車	緊急時の排水作業	6	US\$ 4.8 x 10 ⁶
	ダンプトラック	浚渫土の運搬	6	US\$ 0.9 x 10 ⁶
合計				US\$ 7.9 x 10 ⁶

3. 排水施設の維持管理作業

維持管理作業項目	作業数量	概算費用
水門下流の流路(排水路出口)の浚渫 (総延長約 1.4 km)	2,800 m ³	US\$ 84 x 10 ³ /Year
排水路(水門より上流)の浚渫 (総延長約 46 km)	46,000 m ³	US\$ 322 x 10 ³ /Year
ポンプ場と水門の維持管理 (建設費の 0.5 %)		US\$ 460 x 10 ³ /Year
Total		US\$ 0.9 x 10 ⁶ /Year

4. 貯留施設の建設

施設建設場所	施工内容	施工数量	概算費用
National Park	掘削、整形、捨土	850,000 m ³	US\$ 4.3 x 10 ⁶
Botanical Gardens	掘削、整形、捨土	570,000 m ³	US\$ 2.9 x 10 ⁶
Liliendaal 排水路下流部の低湿地帯	掘削、整形、捨土	1,700,000 m ³	US\$ 8.5 x 10 ⁶
付帯構造物建設費		建設費の 30 %	US\$ 5.0 x 10 ⁶
Total			US\$ 20.7 x 10 ⁶

(注)各対策を示した表のうち、より上部にある表に示した対策がより優先度が高い。

