

パキスタン国
連邦洪水委員会（FFC）

パキスタン国
洪水管理アドバイザー業務

業務完了報告書

2023年9月

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

環境
JR
23-091

パキスタン国
連邦洪水委員会（FFC）

パキスタン国
洪水管理アドバイザー業務

業務完了報告書

2023年9月

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

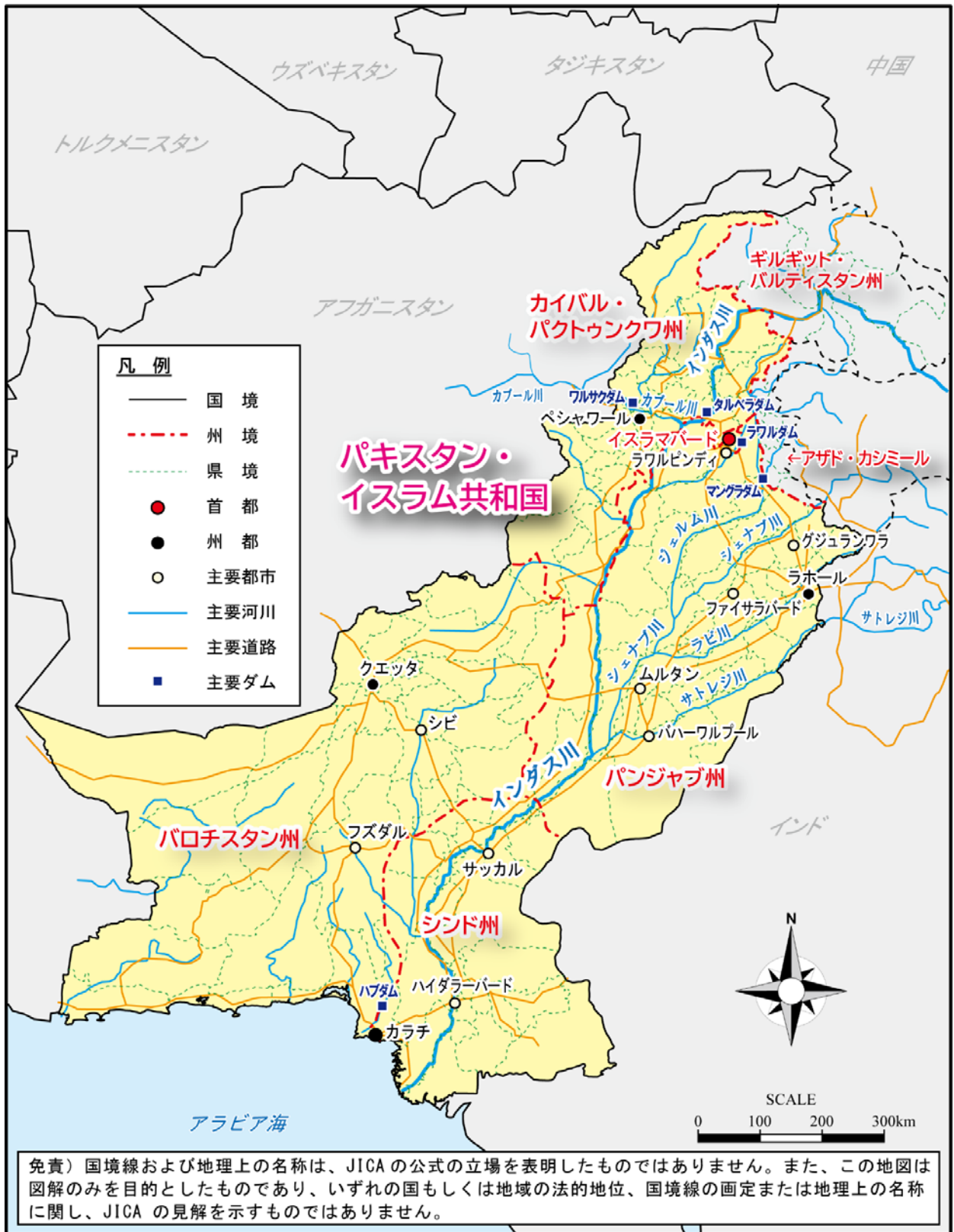
株式会社 建設技研インターナショナル

本報告書で使用された為替レート

1USD=303.094PKR=146.164JPY

1PKR=0.482240JPY

2023年9月時点



業務対象地域位置図

目次

調査対象地域位置図

	ページ
第1章 業務の概要.....	1-1
1.1 業務の背景.....	1-1
1.2 業務の目標.....	1-1
1.3 業務対象地域.....	1-1
1.4 関係省庁・機関.....	1-1
1.5 業務の内容.....	1-2
1.5.1 期待される成果.....	1-2
1.5.2 活動の概要.....	1-2
1.6 業務スケジュール.....	1-2
第2章 活動内容.....	2-1
2.1 主な活動項目.....	2-1
2.2 成果1に関わる活動内容.....	2-1
2.2.1 活動 1-1 法規・組織体制の現状把握.....	2-1
2.2.2 活動 1-2 治水事業を検討するにあたって重要となる政策・計画・事業の現状と分析	2-11
2.2.3 活動 1-3 水文観測、河川調査・流域調査、水文解析の現状と分析.....	2-15
2.2.4 活動 1-4 FFC の治水事業計画策定に係る現状や能力を把握及び課題の分析.....	2-25
2.2.5 活動 1-5 施設・堰などの施設の現状や運用操作・維持管理の現状及び分析.....	2-28
2.3 成果2に関わる活動内容.....	2-37
2.3.1 活動 2-1 NFPP-IV に係る予算配布状況の確認及び課題の分析.....	2-37
2.3.2 活動 2-2 NFPP-IV に係る各事業の進捗状況の確認及び課題の分析.....	2-41
2.3.3 活動 2-3 NFPP-IV の実施を促進・阻害している要因の分析及び実施促進のための提 言.....	2-43
2.3.4 その他 FFC の運営・治水技術上の問題点.....	2-44
2.4 成果3に関わる活動内容.....	2-46
2.4.1 活動 3-1 JICA 関連事業との調整.....	2-46
2.4.2 活動 3-2(1) 「治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査」の検討も踏まえ、 洪水被害ポテンシャルを考慮し、洪水リスク削減に必要なボトルネックが特定され必要と なる根本的な治水事業が検討される。.....	2-46
2.4.3 活動 3-2(2) ボトルネックに関する調査及び検討.....	2-47
2.4.4 活動 3-3 (1) : 成果 3-2 で検討された治水事業の内、JICA により優先的に協力を 検討すべき事業を整理する。(JICA 事業形成の流れ).....	2-80
2.4.5 活動 3-3 (2) : 成果 3-2 で検討された治水事業の内、JICA により優先的に協力を 検討すべき事業を整理する。(Pre-F/S 検討結果).....	2-81
2.4.6 活動 3-4: 活動 3-2 の検討結果をパキスタン政府及び他ドナーに対して説明を行い、	

今後取り組むべき治水事業の方向性に関し合意を得る.....	2-93
2.4.7 活動 3-5：活動 2、3-1~3-3 を踏まえて今後の治水計画を策定するにあたって重要な 理念・考え方について整理し、FFC 職員と認識共有を行う。.....	2-95
2.4.8 その他の事業について（FFC から JICA パキスタン事務所に申請済みのもの）.....	2-96
2.5 成果 4 に関わる活動内容.....	2-99
2.5.1 活動 4-1 能力強化に取り組むべき内容の設定.....	2-99
2.5.2 セミナー・ワークショップの実施及び結果.....	2-100
第 3 章 投入実績.....	3-1
3.1 日本側の投入について.....	3-1
3.1.1 アドバイザーの投入.....	3-1
3.1.2 資機材の購入等.....	3-2
3.2 パキスタン側の投入.....	3-2
第 4 章 業務の実施運営上の課題・工夫・教訓（業務実施方法、運営体制等）.....	4-1
4.1 長期現地備人の雇用による業務継続性の確立.....	4-1
4.2 現場調査の実施が困難な状況における現地経験者からの情報享受.....	4-1
4.3 FFC におけるステークホルダーとの会議開催における工夫.....	4-2
4.4 FFC 議長との良好な連携関係の醸成による業務推進の効率向上.....	4-2
4.5 FFC 及び各ウイングへの提言による効果.....	4-2
第 5 章 上位目標の達成に向けての提言.....	5-1
5.1 上位目標達成に向けての現時点での課題.....	5-1
5.2 達成に向けてのアイデア.....	5-1
添付資料.....	添付-1

図一覧

図 2.2.1 CEA および FFC の組織体制（2022 年 5 月時点）.....	2-3
図 2.2.2 PMD 組織図.....	2-6
図 2.2.3 PMD-FFD の NowCast 公開 WEB.....	2-8
図 2.2.4 WAPDA 本部の組織図.....	2-9
図 2.2.5 FPSP-III に対する各開発ドナーによる資金申し入れ状況（2023 年 6 月）.....	2-14
図 2.2.6 PMD 所轄の気象観測所位置図.....	2-15
図 2.2.7 パキスタン国のアニュアル降雨観測所.....	2-16
図 2.2.8 パキスタン国の既存・計画レーダー配置図.....	2-17
図 2.2.9 WAPDA の氷河湖モニタリングのための観測所の位置図.....	2-18
図 2.2.10 Indus 川堤防の脆弱性の地点（Sindh 州）.....	2-19
図 2.2.11 堰（Barrage）上流の Breach 指定箇所と 2010 年洪水時の Breach 発生場所の位置図.....	2-20
図 2.2.12 Barrage と Flood Bund 及び Approach Road の関係（Trimmu Barrage の例）.....	2-21
図 2.2.13 Jinnah Barrage の Breach 指定箇所と堤防の位置関係.....	2-22
図 2.2.14 Jinnah Barrage の Breach 箇所の 2010 年洪水前後の状況.....	2-23

図 2.2.15	Muhammad Wala 橋の Breach 指定箇所と堤防の位置関係	2-23
図 2.2.16	Muhammad Wala 橋における Breach の発生状況	2-24
図 2.2.17	パキスタン国における将来降水量の変化	2-25
図 2.2.18	アドバイザーチーム作成の地形図・施設位置図	2-29
図 2.2.19	Indus 川水系の堰の計画最大放流量	2-33
図 2.2.20	堤防浸透破壊の対策工	2-35
図 2.3.1	NFPP-IV 事業における連邦政府(Planning Commission)へ事業申請・承認の流れ	2-38
図 2.3.2	策定当初 (2015 年) から現在までの資金手配状況	2-39
図 2.3.3	NFPP-IV、FPSP-III 及び NDRMF 事業数と関連	2-40
図 2.3.4	治水対策投資の概略フロー	2-42
図 2.4.1	2022 年 8 月 4 日 (左) 及び 28 日 (右) の洪水範囲の比較	2-47
図 2.4.2	WWF による 2010 年と 2022 年洪水範囲の比較	2-53
図 2.4.3	2022 年降雨分布の動き (出典: JAXA)	2-53
図 2.4.4	洪水発生要因の考察	2-54
図 2.4.5	洪水発生要因の考察	2-54
図 2.4.6	Sindh-PID 洪水被害聞き取り調査位置図	2-56
図 2.4.7	RBOD 地域における 2010 年洪水と 2022 年洪水の比較	2-57
図 2.4.8	RBOD 地域における 2022 年洪水の冠水範囲の時系列変化	2-58
図 2.4.9	2022 年洪水において LBOD 地域の排水路網に発生した被害	2-59
図 2.4.10	カラチ開発公社聞き取り調査位置図	2-61
図 2.4.11	Dera Gazi Khan 灌漑地区の被害状況	2-63
図 2.4.12	Lahore 近隣の河川位置図	2-64
図 2.4.13	Aik Nullah の流路と Wazirabad 及び Sialkot の位置図	2-65
図 2.4.14	「Flood Protection of Sialkot against Aik Nullah」の計画位置図	2-65
図 2.4.15	Deg Nullah の状況説明図	2-66
図 2.4.16	Deg Nullah における河川構造物位置図	2-67
図 2.4.17	WAPDA 管轄下の主要ダムの貯水率 (2022 年 9 月 8 日)	2-69
図 2.4.18	WAPDA の建設計画進行中のダム位置図	2-69
図 2.4.19	WAPDA の Data Collection Platforms 観測所位置図	2-70
図 2.4.20	パキスタン国の地形及び河川 (左) 及び常襲的洪水氾濫エリア (右)	2-73
図 2.4.21	災害種別の災害発生頻度及び被害額	2-73
図 2.4.22	経済発展と災害の関係 (左) アジア諸国の治水投資額が GDP に占める割合の経年的な推移の比較 (右)	2-74
図 2.4.23	2005 年地震及び 2010 年洪水の有無における経済発展のシミュレーション結果	2-74
図 2.4.24	パキスタンの灌漑コマンドエリア (自然送水方式)	2-76
図 2.4.25	パキスタンの人口分布及び 2022 年洪水氾濫エリア	2-77
図 2.4.26	治水対策投資概略フロー	2-78
図 2.4.27	JICA 事業形成の流れ	2-81
図 2.4.28	Hill Torrent の分類	2-82
図 2.4.29	Hill Torrent 地域位置図	2-82

図 2.4.30	Hill Torrent 別事業概要	2-83
図 2.4.31	危険箇所の位置図（左:Sindh 州リスト、右:アドバイザーチームで抽出）	2-85
図 2.4.32	Akil Link Bund 周辺	2-86
図 2.4.33	Old Abad Bund 周辺	2-86
図 2.4.34	Indus 川左岸の各 Tehsil の人口密度	2-87
図 2.4.35	破堤或いは溢水した場合の氾濫可能性エリア（左:Akil Link、右:Old Abad から）	2-87
図 2.4.36	Akil Link Bund の堤防断面図（浸透対策重視）	2-88
図 2.4.37	Old Abad Bund の堤防断面図（侵食対策重視）	2-89
図 2.4.38	Manchar 湖流域及び排水量に関する水収支及び水理解析のフロー	2-90
図 2.4.39	Manchar 湖の水収支モデルのコンセプト（左）及び流入量の推定計算結果（右）	2-90
図 2.4.40	流域平均雨量のティーセン分割（左）及び各確率規模別流域平均ハイエト及び湖への流入量ハイドログラフ（右）	2-91
図 2.4.41	50 年確率雨量での計算結果例（左：現況、右：計画）	2-92
図 2.4.42	代替 3 案における排水路の規模	2-92
図 2.4.43	代替 3 案平面図（既存水路拡幅及びゲートの改築）	2-93
図 2.4.44	Sindh 州における 2 ヶ所の河川施設建設要請箇所位置図	2-96
図 2.4.45	Guddu 堰の下流堤防への護岸建設事業位置図	2-97
図 2.4.46	Gaj 転流工（堤防）への護岸建設事業位置図	2-98
図 2.4.47	Burma 橋付近 Korang 川擁壁護岸の建設事業位置図	2-99
図 2.5.1	問題分析結果	2-101
図 2.5.2	治水計画立案フロー	2-106
図 2.5.3	パキスタンの治水事業の実施方針	2-107
図 2.5.4	実施方針達成に必要なアクションの協議スライド	2-108

表一覧

表 2.1.1	業務実施フロー	2-1
表 2.2.1	FFC および関係機関の治水対策上の役割	2-2
表 2.2.2	CEA/FFC のポスト数、在職数及び空席数	2-4
表 2.2.3	Flood Management Committee (FMC) 会議のメンバー	2-5
表 2.2.4	WAPDA の保有する観測所	2-10
表 2.2.5	河川および流域管理に関するその他の関連法制度	2-10
表 2.2.6	National Water Policy(2018)の治水に関する条項	2-11
表 2.2.7	FPSPIII 事業案の中の堤防整備事業が占める割合（2022 年当時）	2-13
表 2.2.8	NFPP と FPSP の実施状況	2-13
表 2.2.9	堰の上流に Breach 指定箇所のある堰 (Barrage)	2-20
表 2.2.10	2010 年洪水時の Breach 箇所	2-21
表 2.2.11	パキスタン国内の州（地域）及び WAPDA の管理するダム概要	2-30
表 2.2.12	WAPDA の 9 大ダムの概要	2-30
表 2.2.13	Tarbela ダム許容放水量	2-31

表 2.2.14	水位上昇/低下時の操作ルール	2-32
表 2.2.15	貯水池流入量と制限水位	2-32
表 2.2.16	堰地点での計画流量及び水位	2-34
表 2.2.17	既往の堤防設計基準	2-34
表 2.2.18	堤体材料や施工管理基準	2-36
表 2.3.1	FPSP III 事業の資金ソース確保関連レター	2-38
表 2.3.2	NFPP の達成度	2-40
表 2.3.3	実施促進課題に関する提言	2-44
表 2.3.4	NFPP-IV レポートで指摘されている洪水管理に係る欠点・制約・不備：この分析	2-45
表 2.4.1	2022 年洪水における地域別被害、損失、ニーズ	2-47
表 2.4.2	2022 年洪水におけるセクター別被害、損失、ニーズ	2-49
表 2.4.3	災害復旧フレームワーク (Disaster Recovery Framework)	2-50
表 2.4.4	復旧・復興目標 (Recovery and Reconstruction Objectives)	2-50
表 2.4.5	指針 (Guiding Principles to Support the Vision)	2-50
表 2.4.6	2022 年洪水における水資源・灌漑セクターのインフラ施設別の被害	2-51
表 2.4.7	2022 年洪水における水資源・灌漑セクターの地域別の被害	2-51
表 2.4.8	2022 年洪水における水資源・灌漑セクターの復旧・復興戦略	2-52
表 2.4.9	Manchar 湖の堤防天端標高と洪水時の水位	2-59
表 2.4.10	Punjab 州内に設置された SCADA の稼働状況	2-68
表 2.4.11	WAPDA の建設計画進行中のダム	2-69
表 2.4.12	適切な国家治水計画策定に向けて整備・促進すべき事項	2-79
表 2.4.13	パキスタン国での JICA の支援方針案	2-80
表 2.4.14	脆弱性を把握するための指標	2-85
表 2.4.15	破堤ケース毎の想定被害額	2-87
表 2.4.16	Akil Link Bund の提案堤防の諸元及び建設費	2-89
表 2.4.17	Old Abad Bund の提案堤防の諸元及び総事業費	2-89
表 2.4.18	代替案 3 の必要建設・改築施設一覧	2-93
表 2.4.19	パキスタン国における治水整備の方向性 (案)	2-94
表 2.4.20	パキスタンの治水事業方針及び可及的対処項目	2-95
表 2.4.21	可及的対応項目の提示理由	2-95
表 2.4.22	Korang 川擁壁護岸施工延長	2-99
表 2.5.1	実施したワークショップ	2-99
表 3.1.1	アドバイザーの投入計画・実績	3-1

写真一覧

写真 2.4.1	Sindh 州 Malir 川における貯水堰の状況 (2022 年 9 月)	2-60
写真 2.4.2	Karachi 市内の排水路と老朽化した排水機場 (2022 年 9 月)	2-61
写真 2.4.3	Karachi 市 Malir 川の河口近くの Causeway の状況 (2022 年 9 月)	2-62
写真 2.4.4	WASA の地下貯水槽建設状況	2-71

写真 2.4.5	WASA 管轄下の Shadbagh Disposal Station の状況	2-72
写真 2.5.1	堤防・河川管理施設の強化ワークショップ（1）の状況.....	2-103
写真 2.5.2	堤防・河川管理施設の強化ワークショップ（2）の状況.....	2-104
写真 2.5.3	治水計画ワークショップの条項.....	2-106

略語集

ADB	Asian Development Bank
ADP	Annual Development Programme
AJ&K	Azad Jammu and Kashmir
CCI	Council of Common Interests
CDWP	Central Development Working Party
DG	Director General
D. G. Khan	Dera Ghazi Khan
D. I. Khan	Dera Ismail Khan
EAD	Economic Affair Division
FATA	Federally Administrated Tribal Areas
FEWS	Flood Early Warning System
FFC	Federal Flood Commission
FFD	Flood Forecasting Division
FMC	Flood Management Committee
FPSP	Flood Protection Sector Project
GB	Gilgit-Baltistan
GIS	Geographical Information System
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood
GoP	Government of Pakistan
IFM	Integrated Flood Management
IRSA	Indus River System Authority
JICA	Japan International Cooperation Agency
KPK	Khyber PakhtunKhwa
LiDAR	Laser Illuminated Detection and Ranging
LS	Lump Sum
MMF	Masajid & Madaris Foundation
MoCC	Ministry of Climate Change
MoEA	Ministry of Economic Affair
MoPS	Ministry of Planning, Development and Spatial Initiative
MoWR	Ministry of Water Resources
M/P	Master Plan
NDMA	National Disaster Management Authority
NDMP	National Disaster Management Plan
NESPAK	National Engineering Services Pakistan
NFPP	National Flood Protection Plan
NPO	Non-Profit Organization
O&M	Operation and Maintenance
PC	Planning Commission
PCIW	Pakistan Commissioner for Indus Waters
PDNA	Post Disaster Needs Assessment
PDMA	Provincial Disaster Management Authority
PID	Provincial Irrigation Department
PMD	Pakistan Meteorological Department
PSDP	Public Sector Development Program
SOP	Standard Operating Procedure
SUPARCO	Space & Upper Atmosphere Research Commission
TOR	Terms of Reference
UNDP	United Nations Development Programme
WAPDA	Water and Power Development Authority
WB	The World Bank

第1章 業務の概要

1.1 業務の背景

パキスタン国は、洪水、地震、土砂災害、サイクロンなど自然災害に常襲されている。災害の中でも洪水によって、2010年洪水（死者約2,000人、被災者約2,000万人）等、被害が頻発している。こうした中、パキスタン政府は、2015年から2025年の10年計画として第4次国家洪水防御計画（National Flood Protection Plan- IV : NFPP-IV）を策定したものの、実施機関である連邦洪水委員会（Federal Flood Commission : FFC）は、NFPP-IVに基づく治水事業を計画的に実施できていない状況にある。

このような状況で、FFCの治水事業に係る実施上の課題分析及び今後の治水事業計画の実施に向けた助言を通じて治水事業を促進するため、パキスタン政府は、洪水管理に係る技術アドバイザーの派遣を、Japan International Cooperation Agency (JICA) に要請した。本アドバイザーには、NFPP-IVの中で特に優先されるべき治水事業の特定に対する助言や、治水事業の計画策定・実施・管理能力の強化を行うことも期待されている。

また、パキスタンと我が国は、しばしば自然災害に見舞われる点で共通しており、気候変動リスクも高い。このため、第三回国連防災世界会議において採択された「仙台防災枠組み2015-2030」に基づき、日本の知見と技術を活用した支援により、災害リスクの削減を行うことがパキスタン側から期待されている。

1.2 業務の目標

(1) 上位目標

パキスタンにおいて、計画的な治水対策の重要性が理解され、人的及び経済損失が減少トレンドに移行できるレベルまで治水対策における事前防災投資が拡充される。

(2) 業務の目標

パキスタンにおける計画的な治水投資拡充のための課題が整理され、洪水リスク削減に向けた根本的な治水対策事業の実施促進・形成に向けた支援がなされる。

1.3 業務対象地域

本業務はパキスタン全土を対象とし、連邦洪水委員会内において主な活動を実施する。

1.4 関係省庁・機関

本業務における主な関係省庁・機関は下記のとおりである。

責任機関 : 水資源省 (Ministry of Water Resources : MoWR)

実施機関 : 連邦洪水委員会 (Federal Flood Commission : FFC)

1.5 業務の内容

1.5.1 期待される成果

- 成果 1 : パキスタンの洪水対策に係る基本的情報の収集及び課題の整理が行われる。
- 成果 2 : パキスタンが実施中の第 4 次国家洪水防御計画 (NFPP-IV) の進捗確認及び治水対策事業の実施促進に係る支援が行われる。
- 成果 3 : 洪水リスク削減に向けた根本的な治水事業が特定・形成される。
- 成果 4 : FFC の実施能力 (治水対策 MP 策定能力、治水事業計画策定能力等、施設運用・維持管理能力) が強化される。

1.5.2 活動の概要

- 1-1 : 法規・組織体制の現状を把握する。
- 1-2 : 治水事業を検討するにあたって重要となる政策・計画・事業の現状の分析を行う。
- 1-3 : 水文観測、河川調査・流域調査、水文解析の現状分析を行う。
- 1-4 : FFC の治水事業計画策定に係る現状や能力を把握し、課題の分析を行う。
- 1-5 : 施設・堰などの施設の現状や運用操作・維持管理の現状分析を行う。
- 2-1 : NFPP-IV に係る予算配布状況の確認や課題の分析を行う。
- 2-2 : NFPP-IV に係る各事業の進捗状況の確認や課題の分析を行う。
- 2-3 : NFPP-IV の実施を促進・阻害している要因を分析し、実施促進のための提言を取り纏める。
- 3-1 : JICA 関連事業に対する治水対策に係る助言を行う。
- 3-2 : 「治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査」の検討も踏まえ、洪水被害ポテンシャルを考慮し、洪水リスク削減に必要なボトルネックが特定され必要となる根本的な治水事業が検討される。
- 3-3 : 3-2 で検討された治水事業の内、JICA により優先的に協力を検討すべき事業 (資金協力あるいは技術協力) を整理する。
- 3-4 : 3-2 の検討結果をパキスタン政府及び他ドナーに対して説明を行い、今後取り組むべき治水事業の方向性に関し合意を得る。
- 3-5 : 活動 2、3-1~3-3 を踏まえて今後の治水計画を策定するにあたって重要な理念・考え方について整理し、FFC 職員と認識共有を行う。
- 4-1 : 活動 1 で分析した内容を踏まえ、本業務において能力強化に取り組むべき内容を検討する。
- 4-2 : 4-1 の検討に基づき、課題に応じた能力強化 (セミナー・ワークショップ等) を行う。

1.6 業務スケジュール

業務は 2021 年 9 月 15 日より開始し、2023 年 9 月 15 日に完了する。

第2章 活動内容

2.1 主な活動項目

本業務の活動フローの概略を、表 2.1.1 に示す。本業務は、4つの活動から成り、それぞれを構成する合計 15 の細分活動（1.5.2 参照）を行う。

表 2.1.1 業務実施フロー

年月 活動	2021				2022												2023											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
活動1	1-1 情報収集確認・分析																											
活動2					2-1,2-2 NFPP-IVに係る予算配布状況の確認・分析、各事業の進捗状況の確認や課題の分析を行う。				2-3 NFPP-IVの実施を促進・阻害している要因を分析し、実施促進のための提言を取り纏める。																			
活動3					3-1 JICA関連事業に対する治水対策に係る助言を行う。 3-2 「治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査」の検討も踏まえ、洪水被害ポテンシャルを考慮し、洪水リスク削減に必要なボトルネックが特定され必要となる根本的な治水事業が検討される。								3-3. 3-2で検討された治水事業の内、JICAにより優先的に協力を検討すべき事業を整理する。				3-4/バ政府及び他ドナーに対して説明・治水事業の方向性に関し合意を得る 3-5 重要な理念・考え方について整理し、FFC職員と認識共有する。											
活動4					4-1 本業務において能力強化に取り組むべき内容を検			4-2 課題に応じた能力強化(セミナー・ワークショップ等)を行う。																				
報告書				△						△								△								△		
				Work Plan						P/R1							P/R2									C/R		

P/R: Progress Report, W/P: Work Plan Report, C/R: Completion Report

出典：アドバイザーチーム

2.2 成果 1 に関わる活動内容

成果 1：パキスタンの洪水対策に係る基本的情報の収集及び課題の整理が行われる。

2.2.1 活動 1-1 法規・組織体制の現状把握

2.2.1.1 関連組織の役割及び体制等

NFPP-IV に掲載されている治水対策に係る主な 8 関係機関の役割と責任を表 2.2.1 に整理する。これらは構造物対策や非構造物対策等を実施する洪水リスク削減に係る機関と洪水時の対応、救助・リハビリ等の危機管理に係る機関と大きく分けられる。本アドバイザー業務の目標である事前投資の拡充には、洪水リスク削減に係る機関が大きく関わり、地方分権化が進んでいる現状であっても、Indus 川等 Inter-Provincial 河川を有するパキスタンでは、本件の実施機関である連邦洪水委員会 (FFC)

は治水対策計画策定・治水事業の管理上重要な役割を担うべき機関である。ここでは、洪水防御計画に深く関係する FFC、WAPDA(Water and Power Development Authority)、PMD(Pakistan Meteorological Department)等の関係機関にヒアリングを行い、2.2.1 節に詳細を整理する。

表 2.2.1 FFC および関係機関の治水対策上の役割

機関		治水対策に係る役割と責任
洪水リスク削減機関	水資源省・連邦洪水委員会 (FFC)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 国家洪水防御計画 (NFPP) の作成及び実施 ➢ 州政府もしくは関係連邦機関によって作成された洪水防御計画の審査・承認 ➢ 洪水後の治水インフラの損傷状況及び修復・再建工事計画のレビュー ➢ 洪水予報警報システム (Flood Early Warning System : FEWS) の改善 ➢ 治水対策施設の設計と仕様の標準化 ➢ 洪水制御と防御に係る研究プログラムの作成 ➢ 洪水調節のための貯水池の標準的操作手順の作成
	水利電力公社 (WAPDA)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 全国の主要河川の水位観測ネットワークの整備・維持・管理・運用 ➢ 河川水位観測データのリアルタイム観測・送信システムを通じた洪水警報 ➢ 主要な水力発電ダム貯水池の操作・運用を通じた河川洪水流量の調節
	州灌漑局 (PID)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 河川水位・流量の観測及び河川測量の実施 ➢ 洪水時の灌漑ダムや灌漑堰の操作及び河川や灌漑水路の維持・管理 ➢ 灌漑排水事業の計画、実施
	国防省 パキスタン気象局 (PMD)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 気象、地震観測システムの運用と維持管理 ➢ 気象予報や洪水・地震情報警報の提供 ➢ 洪水早期警戒システムの運用と維持管理
	パキスタン・Indus 水利委員会コミッショナー (PCIW)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ パキスタンとインドを縦貫する河川の水資源における両国間の紛争の解決、共同の水資源開発の協力の促進 ➢ インド側で観測された越境河川の水位・流量データの受領し、PMD の洪水予測部門に提供
危機管理機関	気象変動省 国家災害管理庁 (NDMA)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 災害管理の実施、調整、モニタリング ➢ 国家委員会によって承認される国家計画の作成とその実施のモニタリング ➢ 省庁及び州当局による災害管理計画作成のためのガイドライン策定と作成のための技術支援 ➢ 関係省庁または州政府及び州当局災害対応の調整及び指示 ➢ 防災意識向上のため防災教育の促進
	州/災害管理庁 (PDMA)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 州防災管理計画の策定及び実施の調整・モニタリング ➢ 州内の各種災害に対する脆弱性及び被害軽減対策検討 ➢ 州政府組織・非政府組織の災害への備えを確認 ➢ 災害対応に関する州政府関係機関への指示 ➢ 災害管理に関する基礎的教育、及びコミュニティへのトレーニング実施
	パキスタン陸軍 (Pakistan Army)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ PID と共同して、河川堤防、堰、その他主要な河川構造物について必要な施設の補修・補強の実施 ➢ 洪水発生時の堤防決壊の防御等の水防活動及び被災住民救援活動の実施 ➢ 洪水後の復旧・復興活動の支援

出典：NFPP-IV 調査レポート

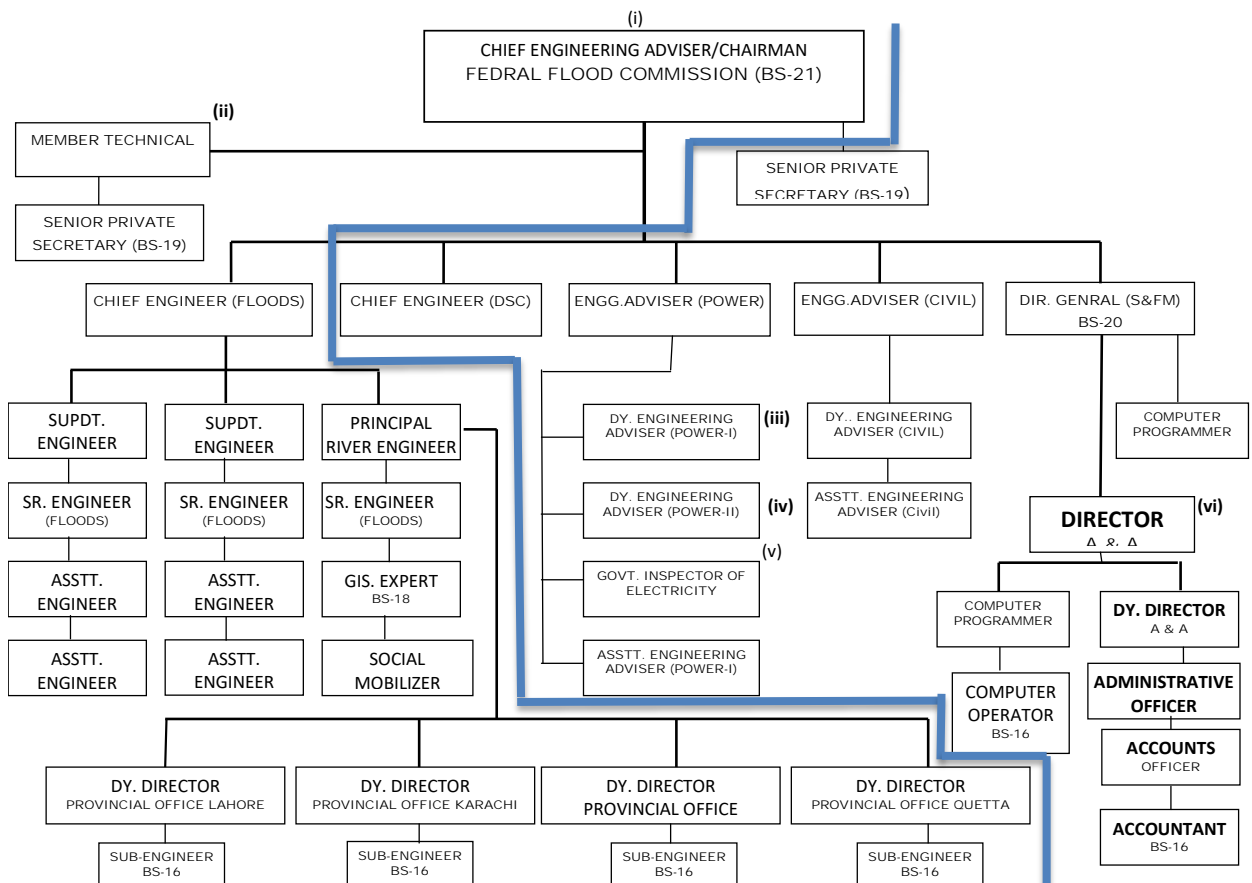
一般に個々の治水対策事業計画は州灌漑局 (PID: Provincial Irrigation Department) 及び関係省庁によって作成される。FFC はそれら事業計画の審査・承認を行い、さらに国家洪水防御計画 (NFPP) として纏める役割を有している。FFC によって承認された個々の事業は、FFC の財務・技術支援の下で、計画を作成した機関によって実施される。また、FFC は事業の質の向上ために治水対策施設の設計と仕様の標準化という役割も担っている。

2.2.1.2 FFC の組織体制

(1) FFC の組織構成

C/P 機関である FFC の現在の組織構成を図に示す。この組織図は “Organization Chart of Office of the Chief Engineering Adviser (CEA) / Chairman of Federal Flood Commission (FFC)” として入手したものであり、FFC の組織・機能が 1977 年に Office of CEA に組み込まれたものである。厳密に言えば、図 2.2.1 の青線の左側部分が FFC の組織構造となる。CEA と FFC 議長の下には、Flood Management Wing (図中の Floods より下部構造), Dams & Barrages Safety Council Wing (同図の DSC より下部構造)、Power Wing (Power より下部構造)、Civil Engineering Wing (図中の Civil より下部構造)、Services & Financial Management (図中の S&FM より下部構造) の 5 つの部署が配置されており、同図の Chief Engineer (Floods) から下部構造が FFC のコア部分である (つまり、Flood Management Wing)。

ORGANIZATION CHART OF OFFICE OF THE CHIEF ENGINEERING ADVISER/CHAIRMAN FEDERAL FLOOD COMMISSION



出典：FFC

図 2.2.1 CEA および FFC の組織体制 (2022 年 5 月時点)

(2) FFC の機能・役割等

FFC の歴史、機能及び達成事項等は、毎年 3 月に Office of CEA/CFCC から発行される Annual Report に詳述されている。FFC の役割・機能は以下のとおりである。特に第 5 項目の計画準備であるが、NFPP-IV の作成プロセスから見ると、治水対策の計画 (特に構造物対策) は、各州及び関連機関が

らの計画を収集・検討するようであり、FFC がオリジナルの計画を立てているわけではない。また、治水対策について計画・提言・モニタリング等は実施するが、入札・工事は実施しない。

1. 国の洪水防御計画の準備および管理
2. “連邦政府から資金提供された”或いは“州政府及び連邦関係機関が準備した”洪水調節・防御対策の精査
3. 洪水防御施設被害のレビュー及び復旧・復興計画のレビュー
4. 洪水予警報システムの改善方法
5. 洪水調節・防御のための調査計画の準備
6. 洪水防御施設の設計及び仕様の標準化
7. 洪水調節池の操作原則に関する提言
8. 国家洪水防御計画実施の進捗のモニタリング及び評価
9. 分科委員会への適切な通知

(3) FFC の人員体制

FFC には総計 153 のポストがあり、そのうち公務員には 37 ポストが用意されている。現時点ではその 37 のうち 16 が空席の状態である。FFC の機能を適切に発揮するためにもこれらの空きポストにも適切に人員が配置される必要がある。このような状況となっている原因の一つは、FFC 強化事業の Planning Commission 1 レポート (PC1 レポート-各機関による連邦政府への予算申請のためのレポート) によると、給料及び特典 (事業実施による副次的な収入等) が低い事であると述べられている。これに加えて、議長からは、「現在 FFC のそれほど大きくないビルに MoWR の職員が合流しており、部屋数が足りていない。FFC の組織改善に関わる提案及び屋舎新設など職員の適切な労働環境を確保できるようにしたい」との言及があった。

表 2.2.2 CEA/FFC のポスト数、在職数及び空席数

雇用形態	ポスト数	在職数	空席数
公務員	37	21	16
支援職員	116	101	15
合計	153	122	31

出典：FFC (2022)

(4) FFC の組織改善計画

FFC は、連邦政府 Inter Provincial Coordination Division 下の Council of Common Interest (CCI) で承認された “Strengthening and Capacity Building of OCEA/FFC” のプロジェクトの予算 (367 mil. PKR) を Ministry of Planning, Development and Spatial Initiative (MoPS) の Planning Commission (PC) に申請している。これは、2022 年 3 月時点においても承認されていなかったが、3 月末に FFC は更に PC1 レポートを更新して提出している。カマル議長から、FFC/OCEA 強化に関する PC1 レポートの改定に当たって組織強化についてのアドバイスを求められた。カマル議長は、Office of CEA に新たな Wing を追加することを考えており、これまでよりも調査・研究、計画、洪水モニタリング・伝達等に力を入れ、できれば Water and Power Development Authority (WAPDA) 等のような半官半民の組織になりたいと話していた。改定版 PC1 レポート作成の際には、カマル議長と組織強化のアイデア交換を実施した。

一方で、上述のカマル議長による考えについては、カマル議長とエンジニア職員との間での意思疎通はうまくいっていない様子である。エンジニア職員は新たな Wing というより、FFC の役割に関する政府からの Notification に従い、FFC Wing の機能を補強する方針だと認識していた。NFPP-IV では、約 332 bil. PKR の資金が構造物対策および非構造物対策の実施に必要であるとされているが、パブリックセクター開発プログラム（Public Sector Development Program : PSDP）(2021-2022)を通じて、FFC はこれらのプロジェクトの予算確保を企んでいる。このような水分野の既存組織の強化については、National Water Policy (2018)においても励行されている。

本件については、未だ PC1 レポートの承認が下りていない。その原因は、①FFC が全国治水に果たす役割の重要性及び役割相当の必要な組織機能が関係機関に理解されていない、②Authority 化の必要性に関する疑義、等が挙げられる。

(5) Flood Management Committee (FMC) 会議の運営

FFC は必要に応じて会議に各関係機関を招聘する等、各種会議を運営する役割を有している。FMC 会議における FFC の活動は、モンスーン前（モンスーン前の予防措置を計画等）、モンスーン時（洪水伝達組織設置、デイリー洪水レポートの発行、Pakistan Meteorological Department (PMD) による予警報情報の確認・伝達等）、モンスーン後（洪水施設の復旧復興に関する協議・計画等）、精査委員会（関係機関から上がってきた各種対策について協議・助言を実施。これを通過すれば政府機関に予算を申請する運びとなる。）、年間委員会等において、協議のための招集及び主たる資料・情報を準備並びに議事進行・助言・取り纏めを行う役割を担っている。FMC 会議では FFC 議長が議長を務め、表 2.2.3 に示す 13 の関連機関からのメンバーが協議に参加する。なお、洪水対策の検討に必要な気候変動・環境政策を進める Ministry of Climate Change はメンバーに入っていないが、当該アドバイザーが参加したプレモンスーン会議、精査委員会には参加していた。また、MoPS-PC も会議に参加する場合もある。

表 2.2.3 Flood Management Committee (FMC) 会議のメンバー

番号	参加者・組織	役割
1.	Chief Engineering Advisor, M/o Water Resources	議長
2.	Secretary, Irrigation Department Government of the Punjab	委員会 メンバー
3.	Secretary, Irrigation Department Government of Sindh	
4.	Secretary, Irrigation Department Government of Khyber Pakhtunkhawa	
5.	Secretary, Irrigation Department Government of Balochistan	
6.	Chairman, National Highway Authority	
7.	Chief Executive Officer, Pakistan Railways	
8.	Member (Infrastructure), Planning Commission of Pakistan	
9.	Member (Water), WAPDA	
10.	Member (DRR), National Disaster Management Authority (NDMA)	
11.	Pakistan Commissioner for Indus Water (PCIW)	
12.	Chairman, Indus River System Authority (IRSA)	
13.	Director General, PMD	

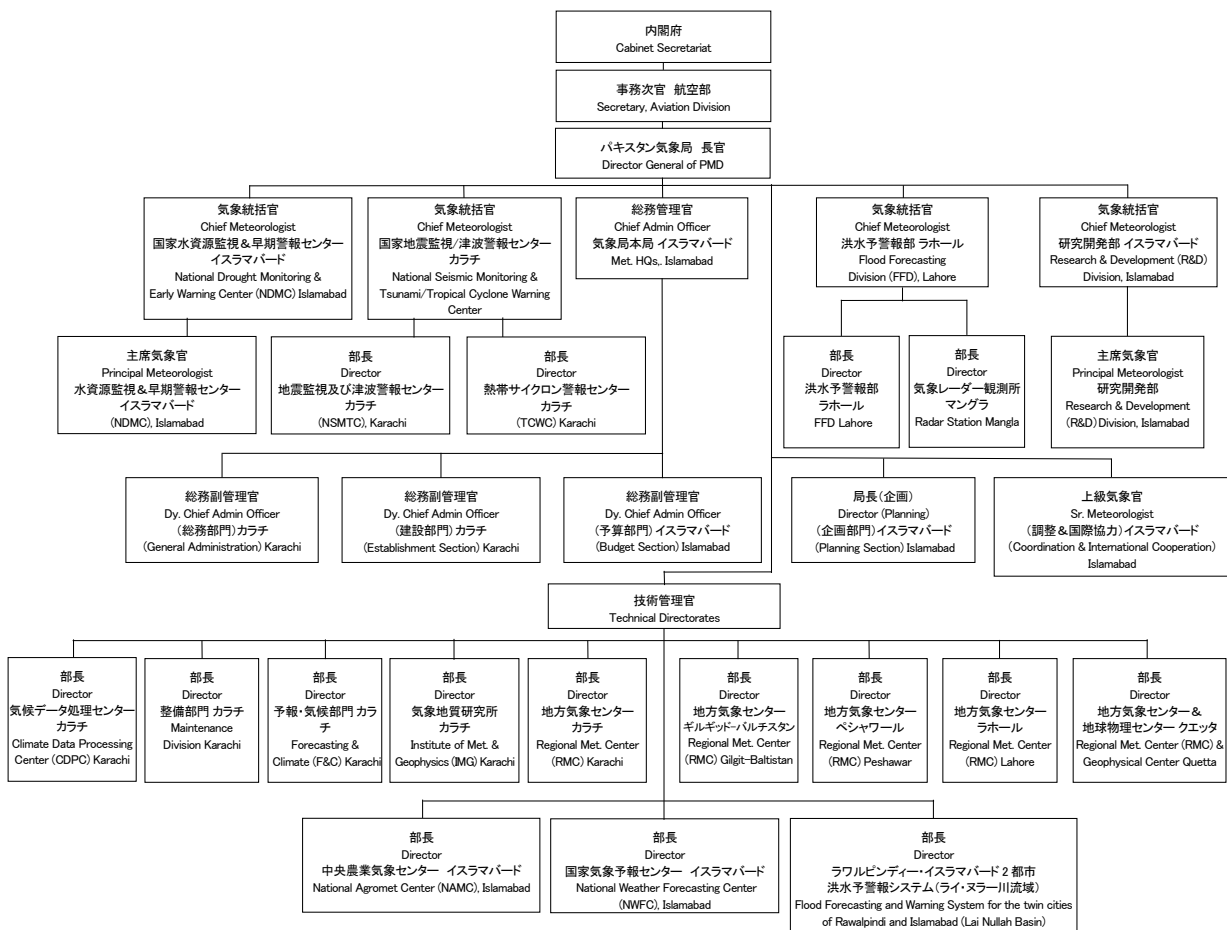
出典：FFC

(6) 洪水モニタリング上の役割

FFC は PMD 下の Flood Forecasting Department (FFD) からの連絡を受けて、上位機関、大統領、軍本部、州や国家の関係機関に情報を伝達・提供する。伝達は紙・電話を媒体として行うようである。

2.2.1.3 Pakistan Meteorological Department (PMD)の組織体制

パキスタン気象局 (PMD) は内閣官房の航空部に属する半官半民の政府機関であり、総計で約 2430 名 (公務員 347 人、その他の職員 2083 人) の職員を有する。組織の詳細については、JICA「パキスタン・イスラム共和国 中期気象予報センター設立及び 気象予報システム強化計画 準備調査報告書 (2016 年)」、NFPP-IV 等に記述されている。組織図は図 2.2.2 のとおりである (JICA 無償チームより入手)。本部はイスラマバードにあり、4 州すべてに研究施設を備えた事務所がある。Flood Forecasting Division (FFD) は Lahore にあり、Provincial Irrigation Department (PID) 及び Pakistan Disaster Management Authority (PDMA) のサポートの下、パキスタン全体の洪水予報に関する活動を管理している。また、PMD は Province の下層行政区域となる District の数に匹敵する地方事務所を有している。



出典：JICA 報告書

図 2.2.2 PMD 組織図

(1) 治水における役割

PMD は、気象予報・公的な警告等、風水害に対する安全・防御等に関する情報提供等を行っていることに加え、他分野の研究・調査も行っている (気象現象、天文学的事象、水文等の調査、天体物理学、気候変動等の研究、航空工学、再生可能エネルギー資源に関する研究等)。1974 年からは地震検出システムも導入している。PMD によると、PMD が保有或いは開発・改善を進めている早期警報システムとしては以下が挙げられる。

- ✓ Numerical Weather Forecast System
- ✓ Heavy Rain Warning System
- ✓ Flood Early Warning System
- ✓ Earthquake & Tsunami Early Warning System
- ✓ Cyclone Early Warning System
- ✓ Heat Wave & Marine Early Warning System
- ✓ Glacial Lake Outburst Flood (GLOF) Early Warning System
- ✓ Drought Monitoring & Early Warning System

特に、PMD は気象・洪水予測警報に対する責任を有し、この国で最新とされている洪水予報システム及び気象レーダーを用いた関係機関への支援は治水に大きく貢献している。メディアを通じて、レーダーによる日ベースの予報を提供しており、さらに基準点から基準点への洪水到達時間を表示した図と WAPDA からの流量情報を示した上で堰の操作に資する情報を伝搬している。FFD 事務所では、主にディスプレイに Indus 水系のスキーム図と流量値を表示していることが確認されている。FFD では、これまでの開発ドナーの資金で構築した IFAS、RRI、SOBEK 等の洪水流出モデルを使用した洪水予警報の実施を期待していたが、FFD 事務所での活用状況は確認できなかった (Director General (DG)は使用していないと述べた)。なお、FFD には各 PMD 地方事務所だけでなく WAPDA、PID からの流量データも送付され、洪水時にはそれを毎日 FFC 等に報告している。

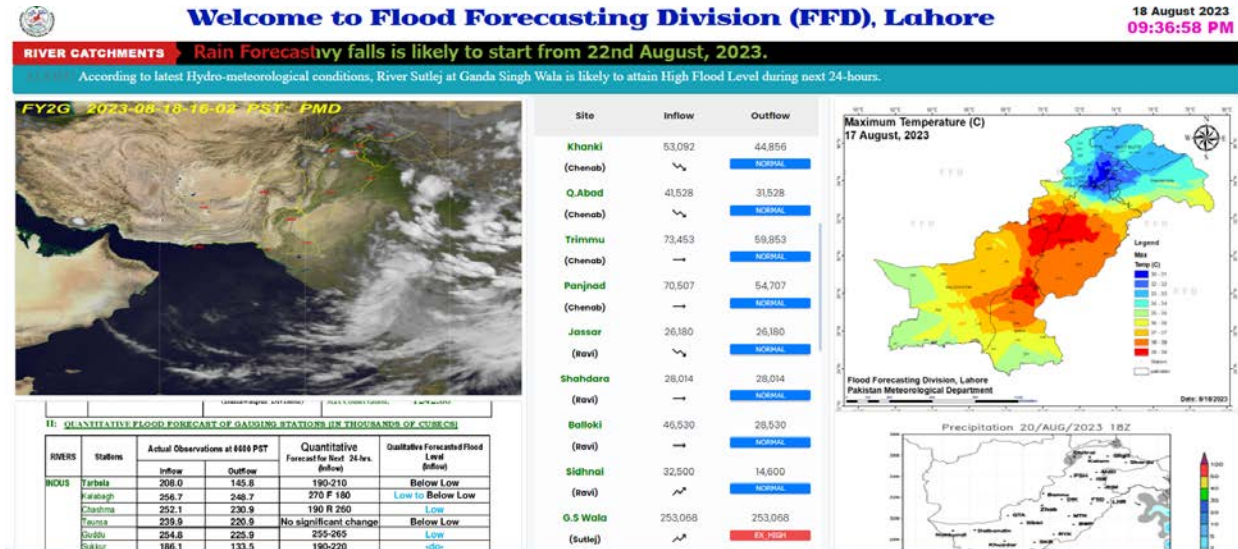
(2) 気象・洪水モニタリング体制

洪水のモニタリングは、Flood Warning Center (Punjab 州 Lahore FFD ビル内) においてモンスーンシーズン (6 月から 9 月) に 24 時間体制で行われ、毎日洪水情報を関係機関に送付している。同ビル内に、Punjab-PID、PMD、WAPDA、PDMA 等から成る Punjab Flood Commission member が、集まり警報発令の判断を行っている。このようなタイプの Flood Warning Center はほかの州にはなく、Punjab 州がパキスタンにおける洪水の起点という考えに基づき、ここにだけ設置されている。PMD イスラマバードダイレクターによると、将来は各州に配置することも考えているようである。なお、PMD-FFD によると、2022 年 10 月の時点で、97 基のマニュアル観測所 (<http://www.pmd.gov.pk/Observatories/>)、45 基の気象観測所 (Automatic Weather Station : AWS) 及び 8 基のレーダーステーションを有しているとのことである。一方で、2022 年の Post Disaster Needs Assessment の DRR チームによると、上記 45 は JICA 資金でヒルトレント周辺に設置されたものであるが、全部で 85 の AMD が設置されているとのことである。

また、様々な資料・情報によると、地方で一時的に設置した観測所等を含めると 2022 年 10 月時点で 200 以上の観測所を PMD 全体で保有していることになっているが (実際にこれら観測所の近年 2 年間の情報は入手している)、全観測所についての統括的情報は整理されていない。合併 この原因は今現在、プロジェクトベースで管理されている観測所があるということが一つの原因として考えられる。例えば、AWS の観測所については、PMD のホームページ (<http://www.pmd.gov.pk/aws/index.html>) には 31 地点表示されているものの、ヒルトレントエリアに設けられた洪水管理用の Flood Automatic Weather Stations (FAWS)については 52 地点の観測所 (<http://202.83.174.35/faws/archive/stations.php>) からアーカイブデータが入手できることとなってい

る。観測所の一元化された管理が求められるところである。

なお、Lahore FFD では、以上の観測結果を用いて、<https://ffd.pmd.gov.pk/dashboard> で気象情報の NowCast を実施している。



出典: PMD ウェブサイト

図 2.2.3 PMD-FFD の NowCast 公開 WEB

(3) 抱えている課題

PMD イスラマバードの DG によると、下記のような課題・挑戦すべき事項がある。

- ✓ インドを起源とする 4Indus 川支川に関する情報のパキスタンへの不適切な共有
- ✓ 洪水の原因となるモンスーン気象現象の把握の強化につながる気象戦略的な位置にある Sialkot 及び Lahore レーダーステーションの復旧（元々はアジア開発銀行(ADB: Asian Development Bank)によって建設されたが復旧の資金源を探している）
- ✓ FFD 事務所の各州への設置
- ✓ Punjab-PID も Lahore 及び Sialkot にレーダー設置を計画
- ✓ FFD に、現システムの改善にむけた提案、定量的雨量の把握、洪水到達時間の改定、洪水に対して脆弱な Chenab 及び Ravi 川への貯水池の建設、基準点における低中高水流量の改定
- ✓ 観測所の電源における商用電源と太陽電池との併用の促進
- ✓ 636 のサブディストリクトに AWS の設置
- ✓ イスラマバードの洪水予報システムの結果のビジュアル化（昔は JICA 事業により MIKE11 が導入されていたが保守メンテナンス費用の関係で今は使用されていない）
- ✓ 地方観測所を含めた全ての観測所の情報が統括管理されておらず、文献によって PMD の保有している観測所数がふらついている。

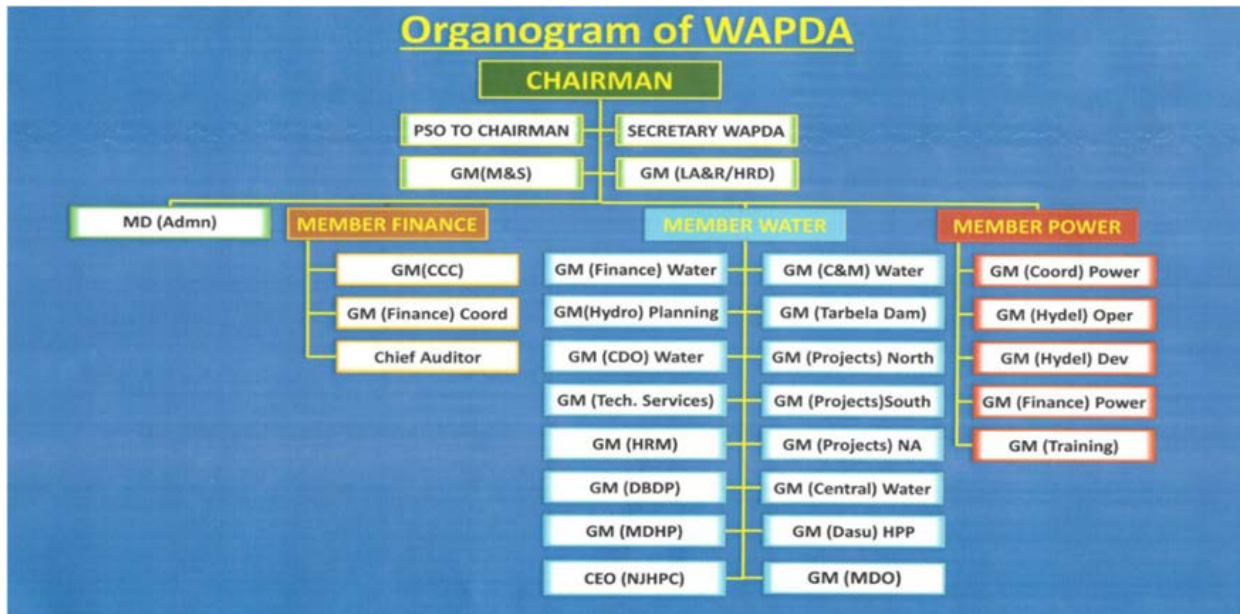
2.2.1.4 Water and Power Development Authority (WAPDA)

(1) WAPDA の組織構成及び役割

WAPDA は、水と発電セクター部門の事業の調整・方向性の統一を目的として、1958 年に半官半民の組織として設立された。WAPDA は主に下記の分野の調査、計画、事業実施の役割を有している。

- 電力の発電・送電・配電
- 灌漑、水供給及び排水
- 湛水防止及び湛水地・塩害地の開拓
- 洪水管理
- 内陸航行

WAPDA の組織は、図 2.2.4 に示す用に Water、Power、Finance の 3 部署から構成され、各部署がそれぞれ計画・入札・実施等のプロセスを独立して行うことができる。工事の実施及びその後の Operation and Maintenance (O&M) については、これらの WAPDA の Sub-Office が担当することになり、WAPDA Lahore 本社はこれらの Sub-Office を指揮・制御する。ただし、灌漑水路・堰・その他のダムを建設した後は、それらの施設の運用管理を州政府に引き渡している（大ダムは除かれる）。この sub-office は各州に複数置かれており、その中の一部は水文気象観測及び観測施設の管理も行っている。



出典：WAPDA

図 2.2.4 WAPDA 本部の組織図

(2) 治水における役割

洪水・利水管理の一環として、WAPDA は水文データの提供をこれまで実施してきており、観測所の整備も、洪リアルタイムデータなリアルタイムデータ送信も WAPDA の役割となっている。特にこれまでマニュアル観測所のデータは、PMD、NDMA、PIDs、PDMAに提供されてきている。さらには洪水緩和に寄与する運用管理として、Tarbela ダム及び Mangla ダムにおいて、今後はダム操作による洪水緩和の実施を考えている。

なお、上記のリアルタイムデータの送信のために、MoWR-FFC 及び WAPDA は 2022 年 3 月 31 日にステークホルダー会議を開催し “Pakistan National Master Plan for Flood Telemetry Network” について説明・協議を行い、現在関係者からのコメントに基づいてこのマスタープラン (M/P: Master Plan) を改定している。この M/P は、全国にある WAPDA の水文・気象観測所を更新し、テレメトリングシステムを導入してリアルタイムの情報を WAPDA で管理し、関係機関に送信するものである。マ

ニュアルステーションは全部で約 679 存在し、これらと同地点に観測所を設置するか、観測機器の更新をするものと思われる。元々観測所が存在した位置に観測所を設置するため、分布の適正化等に関する検討は記述されていない。なお、データを最終的に集約する観測 HOST として WAPDA、観測 Co-HOST として FCC が設定されているが、これらの HOST、Co-HOST に配備されるべきシステム・機材及び役割等が明確になっていない。また、事業スケジュールが記述されていないため、この点については、HOST 及び観測所の工事を含めて観測システム設置・テレメタリング化スケジュールが必要であると思われる。この観測所のテレメタリング化事業はフェーズ 1 及び 2 に分かれており、数か所に分けて別々に発注する予定であるため、別々の工事において導入されるそれぞれのセンサー・通信機器において調和をとることができるよう確認する必要がある。

表 2.2.4 WAPDA の保有する観測所

項目	マニュアル観測所 (水位)	自記観測所 (水文・気象)	自記観測所 (水文・気象)	合計
観測所数	679	59	24	762

出典：WAPDA

2.2.1.5 関連法制度

治水計画に影響を及ぼす関連法規としては、各州が新規に制定する River Act であるが、これらは NFPP-IV にて、FFC が提示する基本案に基づいた改定の要請がされているものの、各州は未だ改定していない。Water Sector Strategy (2002) はパキスタンにおける中長期の水資源開発に係る方針が提案されているが、治水のことは触れられていないが、改定される予定は無いようである。その他はインドの国内法であり、NFPP-IV (Task C) レポートで述べられているように、パキスタン国内においてはこれらの法制度が参考にされてきたようである。なお、National Water Policy については NFPP-IV 完成後に策定されている。これについては 2.2.2.1 に詳述する。

表 2.2.5 河川および流域管理に関するその他の関連法制度

文書名	発行年	主要内容
Canal & Drainage Act 1873, Forest Act	1873	インド北部の灌漑水路の利用、運河の航行、排水を規制する条例。責任機関、費用負担等が定められている。
Bengal Embankment Act	1882	インド国西ベンガル州とビハール州における堤防に関する条例。責任機関、費用負担等が定められている。
Andhra Pradesh Rivers Conservancy Act	1884	インド国アンドラプラデシュ州のアンドラ地域の河川の保全、土地の利用に関する条例。
Orissa Public Embankment Construction and Improvement Act	1951	インド国オリッサ州政府が洪水対策施設の建設または改善を行う際の法的ルール。
Assam Embankment and Drainage Act	1954	アッサム地方における築堤（堤防、ダム）、排水路（トンネル、カルバート、溝、水路、運河、サイフォン、水門）に関する条例。責任機関、費用負担、土地収用等が定められている。
Andhra Pradesh Irrigation (Levy of Betterment Contribution) Act	1955	インド国アンドラプラデシュ州の灌漑施設に関する条例。責任機関、費用負担等が定められている。
Bihar Irrigation & Flood Protection (Betterment Contribution) Act	1959	インド国ビハール州の灌漑及び洪水防御施設（運河、水路、貯水池、堤防、堰、ダム）の建設、改善、維持に関する条例。責任機関、費用負担、土地収用等が定められている。
The Orissa Hydro- Electric Projects and Flood Control Works (survey) Act	1961	インド国オリッサ州の水力発電プロジェクトと洪水制御施設に関する調査におけるルールを定めた条例。
The Kerala Protection of Riverbanks and Regulation of Removal of Sand Act	2001	インド国ケララ州において、川からの砂採取が河岸崩壊及び生物環境破壊の原因となっていることから、川岸の保護と川からの砂採取を規制するための条例。

文書名	発行年	主要内容
Water Sector Strategy	2002	パキスタンの将来的な水需要に対する水資源開発（利水）方針。
National Water Policy	2018	2.2.2.1 参照（洪水等水災害に関する記載あり）

出典：表中の各資料よりアドバイザーチームが整理

2.2.2 活動 1-2 治水事業を検討するにあたって重要となる政策・計画・事業の現状と分析

治水対策に関連する重要な政策としては、National Water Policy 2018 及び National Climate Change Policy 2021 がある。治水対策事業の実施に向けた状況については、NFPP-IV から優先事業が抽出され Flood Protection Sector Project-III (FPSP-III) として整理され、FFC がこれらの事業資金を模索している。

2.2.2.1 National Water Policy 2018

National Water Policy 2018 は、MoWR が 2018 年 4 月に発行したもので、国の経済の礎である農業に 95%の水資源が使われている中で、人口急増による飲料水及び工業用水の不足、気候変動の影響による北部のフラッシュフラッド及び南部の干ばつ等の深刻化等を背景として、①新たな水災害の出現への認識、②全般的な水政策フレームワーク及び総合的な活動計画ガイドラインの提供を目的としている。また、第 18 回憲法改正の下、十分な州の自立性を認めた上で、本政策を、州が持続性のある水資源開発管理 M/P を策定するための国家フレームワークであると位置づけている。特に、灌漑、農業、都市・地方給水、環境等水関連セクターは州が挑戦すべき課題であると記述されている。水政策には気候変動による気象現象の集中・突出化を含め取り組むべき 15 の水問題に関する懸念事項が掲載されており、これらの水危機に対応するために、課題に対応できる制度的枠組みの構築等主要 4 項目の実施を推奨しており、FFC はこれに従って組織改善計画を提案している。なお、2022 年時点でこの政策は承認されている。

National Water Policy における全国的な治水の方針については、表 2.2.6 の 11 項目が述べられている。概略の欄にそれら条文が示す内容を端的にまとめた。ゾーニング等については、National Disaster Risk Management(2010)での方針とも整合するところがあり、NFPP-IV で掲げられている治水方針との整合もある程度とれている。

表 2.2.6 National Water Policy(2018)の治水に関する条項

条項	条文	概略
洪水管理		
20.1.1	洪水防御計画（国及び地域）は、統合された革新的なアプローチを通じて、技術的な欠点を取り除き、過去の大規模な洪水イベントから教訓を学び、定期的に更新されるものとする。	統合的アプローチによる計画の更新
20.1.2	洪水のゾーニングを確立し、適切な土地利用を強制するために、洪水防御施設が破損し易いような洪水危険地域での開発を回避する必要がある。可能であれば、洪水の頻度と期間に応じて土地利用を調整する。	ゾーニングと土地利用
20.1.3	Indus 川とその支流（Kabul, Swat, Jhelum, Chenab, Ravi, Sutlej）に沿って氾濫マップの作成及びゾーニングを実施し、洪水リスクが高中の地域での恒久的な居住地を制限/禁止するための河川法を準備する。	河川法整備
20.1.4	貯水池運用規則を、洪水を制御するための効率的かつ慎重な決定を確実にするために見直し、最適化する。ただし、ダム、堤防、余水路、ダムの橋台、基礎、及びその他すべての構造物の安全性は、いかなる状況下でも危険にさらされないようにする必要がある。	貯水池運用

条項	条文	概略
20.1.5	洪水予測や早期警報システム等の非構造物対策を効果的に利用して、より良い予測と警告を通じて洪水の損失を最小限に抑える必要がある。	早期予警報
20.1.6	追加の洪水防御施設の建設と既存施設の改善は、ここで指定された他の対策の開発と同時に、必要に応じて継続する。既存施設の適切な維持管理と洪水防御堤防の脆弱な範囲の強化に、より重点を置く必要があります。	洪水防御施設建設及び改善並びに堤防強化
20.1.7	既存の堰及び洪水防御施設の設計及び管理基準を改善及び変更し、それらの機能、信頼性及び安全性を必要なレベルにする。	施設の機能・安全・信頼性の保持
20.1.8	洪水の保全と緩和のために急流（ヒルトレント）の管理を優先して実施する。	ヒルトレントの優先的管理
20.1.9	洪水災害の効果的軽減のために、コミュニティベースの洪水災害管理を奨励する。	コミュニティ防災の奨励
20.1.10	河川洪水の分類を、優先度（主要河川、二次河川、三次河川、ヌラー、水路）に従って修正及び実施する。	河川洪水分類の実施
20.1.11	貯水機能として機能する樹木栽培を増加して流出と洪水ピークを減らす。	洪水ピーク削減の樹木栽培の実施
都市洪水（雨水排水）管理		
20.2.1	主要都市の排水システムは、人口の増加と、気候変動に起因する短期間の集中豪雨の増加に起因する被害を考慮して、修復及び改善する必要がある。	都市雨水排水機能の修復・改善
20.2.2	氾濫原を把握し、洪水管理を目的としたものを除いて、これらの平野でのあらゆる種類の建設を禁止する法律を推奨する。	法規制による氾濫原管理
20.2.3	都市洪水の防止を目的としたスキームの計画、実行、および管理に対処するために、WASA 及びその他の地方自治体の組織の能力を開発する。	地方自治体の洪水管理能力開発
20.2.4	都市洪水が発生しやすい都市に、気候変動によって引き起こされる極端な現象の発生を正確に予測するために、都市専用の警報システムを設置する。	都市への予警報システムの設置
20.2.5	都市洪水に対する生物工学的対策を促進するために、構造的及び非構造的対策を実施する。	生物工学的対策の促進

出典：National Water Policy

2.2.2.2 FPSP-III

(1) NFPP-IV と FPSP-III

2015年に策定されたNFPP-IV（362 bil. PKR）については、国家計画としてMoPSに承認されたものの、MoPSのPlanning Commissionからの予算認可が下りなかった。2022年11月現在も政府予算が配分されておらず、国家洪水対策事業が開始されていない。そのため、FFCは、NPFF-IVのNPFF-IVの事業から特に優先度の高い事業を絞りこみFPSP-IIIとして再整理し、ADB、JICAを含めた幾つかのドナーにEDAを通じて実施資金を申請したが、2022年3月時点でも予算を確保できていない。2022年3月時点では、ADBからの予算確保が最も可能性があるの見込み（ADBからは前向きに検討するとの返答があったということである）、ADBによる予算確保を画策している。2022年11月時点ではFPSP-IIIを形成すべくADBがコンサルタントチームをFFCに派遣し、2023年3月にはその成果を受け取ることとなっている。

なお、FPSP-IIIの事業は、予算からみると、表2.2.7に示すように、その80%がFlood Protection Workで占められている（NFPP-IVと同様の割合）。Bund（堤防）マニュアルによるとFlood Protection Workは河川の堤防・水制等の整備を指すことから、それらの復旧・建設事業が治水対策上の主要な事業になっていることが伺える。

表 2.2.7 FPSPIII 事業案の中の堤防整備事業が占める割合 (2022 年当時)

番号	項目	事業費 (mil. PKR)	割合 (%)
1	新規堤防建設	11,787.50	12.3
2	堤防補強・補修及び水制等の河川施設建設	64,264.98	67.0
3	非構造物対策 (テレメトリングシステム等)	19,927.00	20.7
合計	FPSP III の全事業費	95,980.00	100.0

出典：アドバイザーチーム

(2) これまでの FPSP による支援

『全世界治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査 (JICA、2022)』によると、パキスタン連邦洪水委員会 (FFC) は、1978 年～2007 年までの 30 年間に 3 フェーズの 10 カ年国家治水計画 (NFPP-I～III) を策定した。計画に基づき、パキスタンの主要・準主要河川流域に対して大小あわせて 874 の治水事業が実施されてきた。この NFPP はパキスタンの治水事業の根幹をなすものであり、ADB はこの NFPP の実施に対して 2 期の治水セクターローンプロジェクト FPSP を通じた有償資金協力を 1989 年～2007 年に実施した。ADB の借款の大半は、治水のハード対策 (堤防等の治水施設の整備) に充当されたが、事業の進捗が大幅に遅れ、予定された借款額の消化できないまま FPSP は終了してしまうことになった。

2015 年～2025 年の治水事業計画となる NFPP-IV (2015) の治水事業計画に対する ADB の借款は NFPP-IV 策定当初は予定されていなかった。2010 年以降の ADB の協力実績を見ると、ハード対策を主体とした NFPP の治水事業への協力から、洪水で被災した施設の復旧や洪水災害リスク基金の整備等の災害復旧や復興支援への協力にシフトし、現在に至ったと推察される。

表 2.2.8 NFPP と FPSP の実施状況

Cost Million Rupees

No.	Plan/Project	Period	Proposed Schemes		Executed Schemes		Remarks
			No.	Estimated Cost	No.	Estimated Cost	
1	NFPP-I	1978-1988	840	9,500	311	1,730	100% by GoP
2	NFPP-II	1988-1998	735	8,500	180	1,419	100% by GoP
2A	FPSP-I	1989-1997	256	4,556	256	4,735	80% by ADB & 20% by GoP
3	NFPP-III	1998-2008	439	11,703	383	4,292	100% by GoP
3A	FPSP-II	1998-2007	391	13,877	101	4,165	80% by ADB & 20% by GoP
3B	Lai Nullah Flood Forecasting & Warning System		1	348	1	348	97% by Japanese Grant & 3% by GoP
NFPP-I, II, III			2,014	29,703	874	7,441	

ADB: Asian Development Bank IDA: International Development Agency GoP: Government of Pakistan

出典：Development of National Flood Protection Plan-IV

(3) FPSP-III 事業の確定 (2023 年 6 月)

2023 年 6 月に FPSP-III が MoPS-PC に承認され、実施可能となった。ここに至って、複数の開発ドナーからの資金提供が申し込まれたのは、2023 年洪水被害の復旧復興支援の流れが影響していると思われる。FPSP-III 事業の総コスト約 194 bil. PKR であり、対策種別の割合としては、構造物対策は 159 bil. PKR (151 件)、非構造物対策は 35 bil. PKR (13 件) という割合となっている。FPSP-III コストのリソースの割合は、計画では、開発ドナーから 155 bil. PKR (80%)、パキスタン政府及び州政府からそれぞれ 19 bil. PKR (10%) である。

一方で、全開発ドナーが提供を申し入れた資金の合計は、316 bil. PKR となっており、FPSP-III 事業の総関さんコストを超過する。なお、各ドナーは、投入資金を個々の事業にはリンクさせておらず、その資金は PIDs が管理及び活用することになる。

また、各開発ドナーは復旧復興事業を FPSP-III とは別に（例えば “Improvement Water Management and Irrigation Systems in Punjab (IWWISP, 世銀資金)” や Sindh 州で行われている “Flood Resilience Project (世銀資金)” 等）行っているが、事業内容が FPSP-III と重複した場合、FPSP-III の事業リストを適宜 FFC-PID 及び MoPS-PC で再整理している。

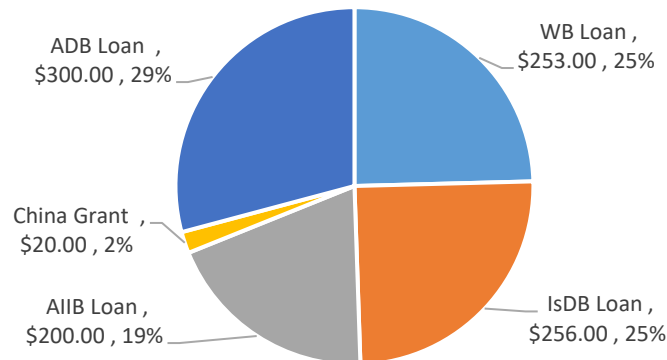


図 2.2.5 FPSP-III に対する各開発ドナーによる資金申し入れ状況 (2023 年 6 月)

2.2.2.3 気候変動ポリシー(NCCP)

Ministry of Climate Change (MoCC) は、United Nations Development Programme (UNDP) 及び関連政府機関の協力の下、気候変動の適応及び緩和に対するフレームワークとなる National Climate Change Policy (NCCP) 2012 をパリ協定 (COP21、2015 年) に従って温室効果ガスの排出緩和に関する事項を含めて更新し、パキスタン大統領府はこれを 2021 年 10 月に承認した。

NCCP2021 では、気候変動適応では、水資源、農業・畜産、健康、森林、生物多様化、その他のエコシステム、災害準備、社会経済分野、気候変動緩和では、エネルギー生成、エネルギー効率・節約、輸送、都市計画・廃棄物管理、工業、農業・畜産、炭素隔離・森林分野においてそれぞれ政策措置が述べられている。

特に災害準備のところでは、「気候変動は、洪水、干ばつ、サイクロン、大雨による地滑り、暴風雨による都市型水害、排水等の気候関連の自然災害を増加させる可能性があり、不確実性はあるものの、パキスタンでは特に顕著に気候変動の影響を受けている」と認識した上で、その影響を適応策と準備によって最小限に抑えることができると述べている。ポリシーにおいては、MoCC が FFC のモンスーン会議で提示した気候変動解析については紹介されていないが、MoCC 担当官に質問したところ、解析結果は、パキスタン国の全土で地域別・季節別に解析されており、降水量の変動についても分析しているとのことであった。NFPP-IV では、適応策への対応が課題の一つとして述べられている様に、今後は、このポリシーに基づく適応策の提案・実施が求められる。

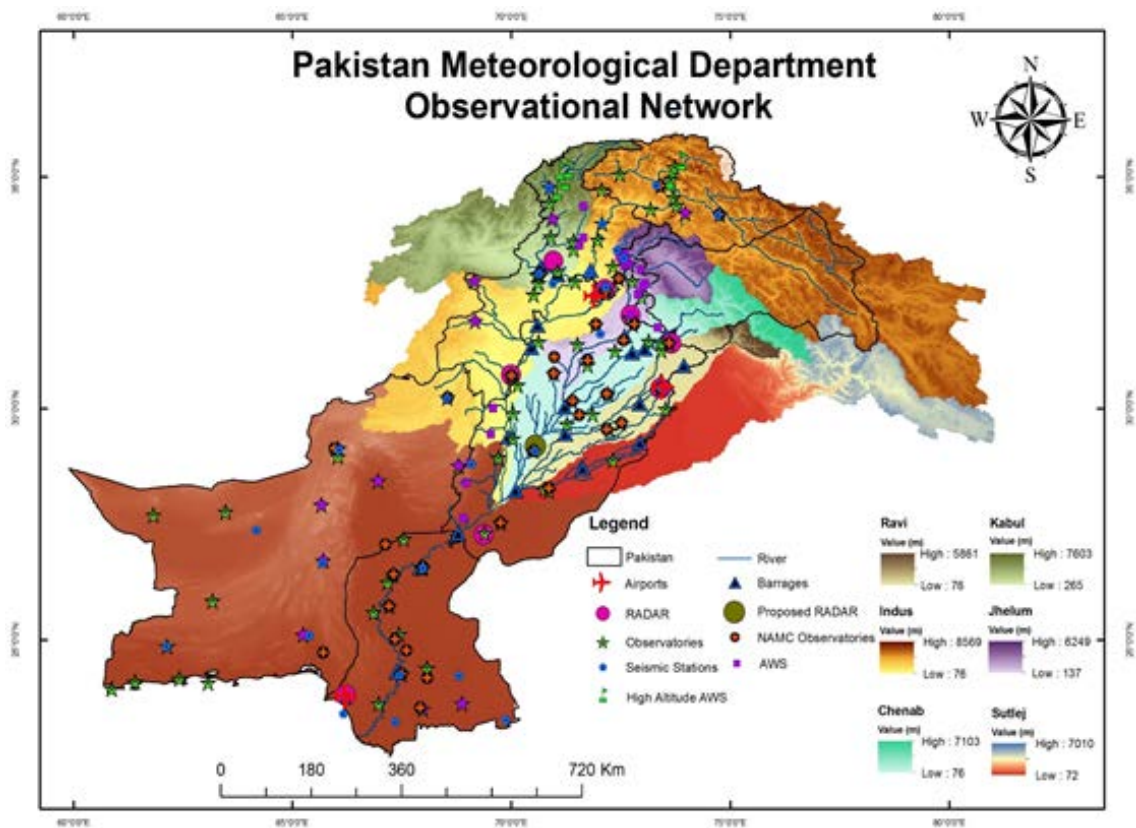
2.2.3 活動 1-3 水文観測、河川調査・流域調査、水文解析の現状と分析

2.2.3.1 水文・気象観測所網の状況

パキスタン国では、主に WAPDA、PMD、PIDs の機関によって水文・気象観測所が設置及び維持管理されている。WAPDA は、主要河川のダム・堰・水路等河川施設の管理の目的で水文観測所を主要河川・支川流域に設置し、さらに主要な堰で流量観測を実施している。PIDs も灌漑施設やその支配流域に水文観測所観測所を設置し、主に水位・流量・雨量等を観測している。以上の観測データは、それぞれの直轄において水路・河川施設の計画・設計・運用管理のために活用されている。PMD は主に気象観測所を設置し、気象分析・予測し、WAPDA からの流量等水文情報を基に洪水及びその他の気象災害の予警報を試みている。洪水予測については残念ながら流出解析モデルを使用したものではなく、観測流量（水位・流量曲線から算出）と計画値の比較やあらかじめ計算された洪水到達時間（堰間）に基づいて、FFC に連絡している。

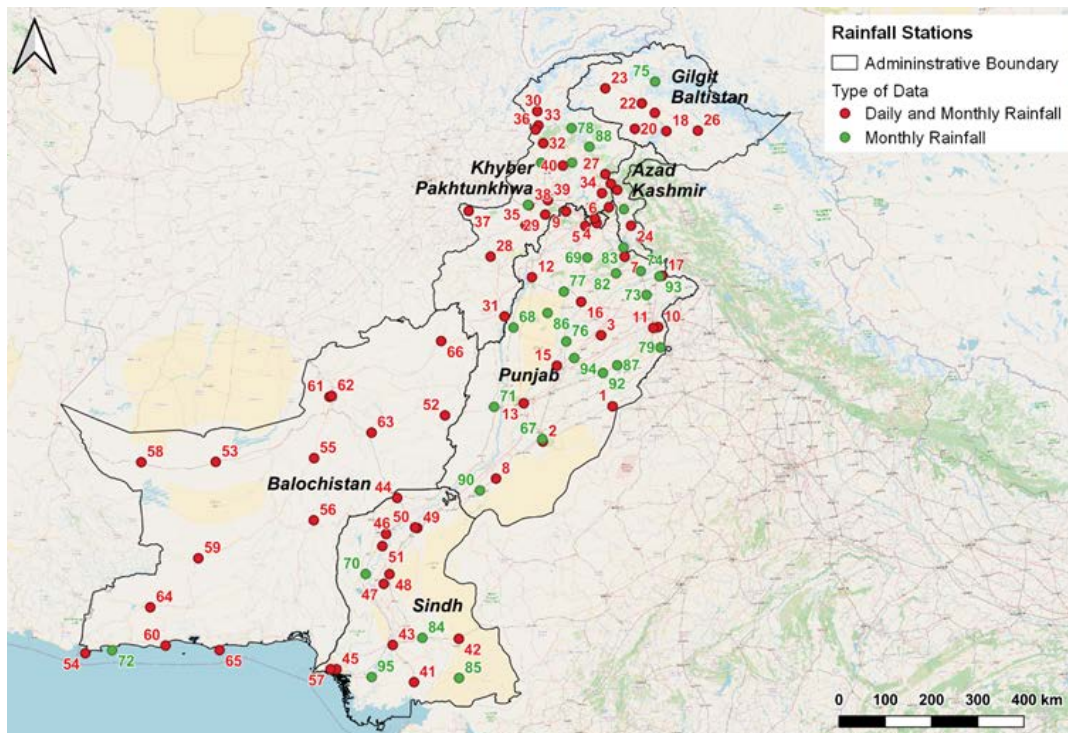
(1) PMD の地上水文・気象観測所

PMD は約 100 基（識別できたのは 93 基）のマニュアル観測所、40 基の AWS 及び 8 基のレーダーステーションを有している。既存観測所の全てを網羅した位置図は図 2.2.6 に示すとおりである（PMD によると標記漏れあり）。そのうちマニュアル降水観測所を図 2.2.7 に、既存・計画レーダーステーションについては図 2.2.8 に示す。



出典：PMD

図 2.2.6 PMD 所轄の気象観測所位置図



出典：PMD の位置情報を基にアドバイザーチームが作成

図 2.2.7 パキスタン国のアニュアル降雨観測所

- 凡例**
- [Sバンド・気象レーダー]**
- ① イスラマバード
 - ② マングラ
 - ③ ラホール
 - ④ ムルタン
 - ⑤ サッカール
 - ⑥ カラチ
 - ⑦ グワダ
- [Cバンド・気象レーダー]**
- ① ラヒムヤル・カーン
 - ② デラ・イスマイル・カーン
 - ③ シアルコット
- [Xバンド・気象レーダー]**
- ① ギルギッド
 - ② テトラル
 - ③ マルダン
 - ④ クエッタ

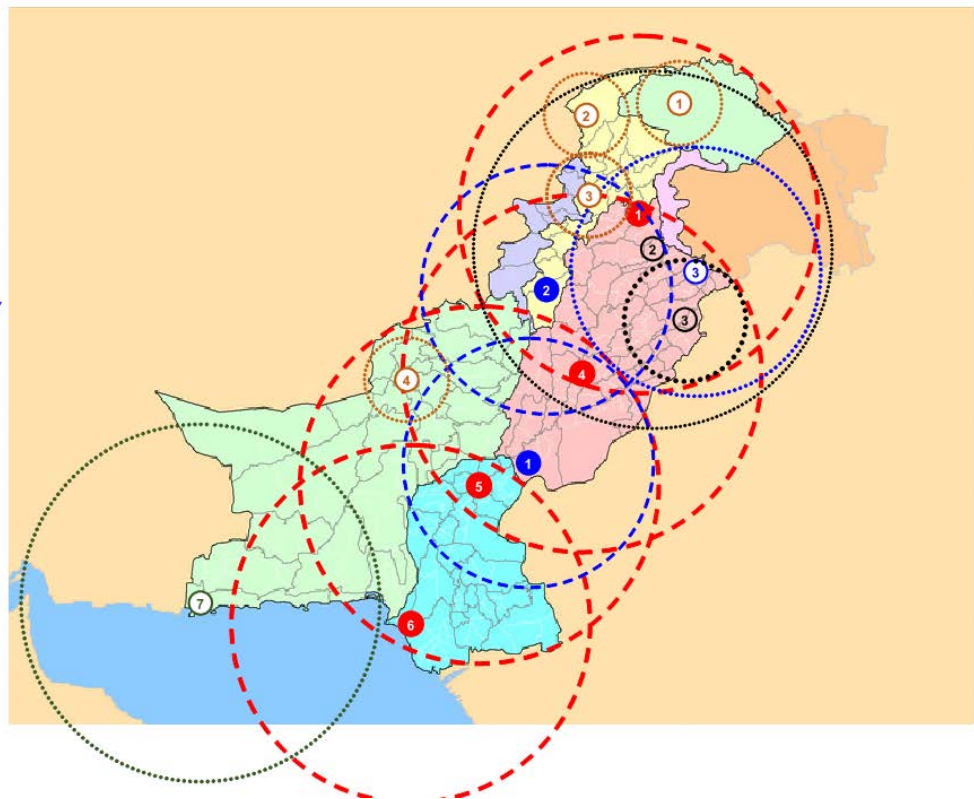


表 パキスタンの気象レーダー観測網を構成する気象レーダー現状と更新/整備計画(2022年3月時点)

図番号	気象レーダー観測所	整備時の資金支援	気象レーダーの種類	空中線直径	設置年	更新必要性	稼働状況(2022年3月時点)/その他情報
Sバンド・気象レーダー							
●	イスラマバード	日本国政府の無償資金協力	単偏波ドップラー(固体化電力増幅式):日本製	5m	2019年	-	・ 既設 C バンド気象レーダーが、日本国政府の無償資金協力により S バンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーに更新 ・ 稼働中
②	マングラ	アジア開発銀行	単偏波ドップラー(マグネトロン):アメリカ製	8m	2004年	更新計画なし	・ 稼働はしているがアンテナ EL モーターが故障しているほか、マグネトロンの予備が無い ・ 更新の予定なし
③	ラホール	アジア開発銀行	単偏波ドップラー(マグネトロン):アメリカ製	8m	1997年	防災体制を堅持するため、更新はパキスタンの最優先・最重要事項	・ 送信機電圧低下により観測能力が半径 120km 程度に縮小し(既に 75%減少) 近々に稼働停止が懸念され、パキスタンの洪水予警報に甚大な負の影響を及ぼす可能性が高い ・ 老朽化により機材の修理は不可能 ・ マグネトロンの予備が無い ・ 日本国政府の無償資金協力による 2 偏波 S バンドドップラー(固体化電力増幅式)への更新を要請中
●	ムルタン	日本国政府の無償資金協力	2 偏波ドップラー(固体化電力増幅式):日本製	8m	2025年 予定	-	日本国政府の新償資金協力により整備予定
●	サッカール	日本国政府の無償資金協力	2 偏波ドップラー(固体化電力増幅式):日本製	8m	2026年 予定	-	日本国政府の無償資金協力により整備予定
●	カラチ	日本国政府の無償資金協力	単偏波ドップラー(固体化電力増幅式):日本製	5m	2020年	-	・ 既設 C バンド気象レーダーが、日本国政府の無償資金協力により S バンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーに更新 ・ 稼働中
⑦	グワダ	-	-	未定	未定	-	世界銀行の資金による整備計画に含まれているが予定が未確定(単偏波ドップラー(固体化電力増幅式)の整備)
Cバンド・気象レーダー							
●	ラヒムヤル・カーン	日本国政府の無償資金協力	通常(マグネトロン):日本製	4m	1999年	更新計画なし	既設 C バンド気象レーダーをイスラマバード及びカラチ既設 C バンド通常気象レーダーのパーツと交換して運用を機材寿命まで継続予定
●	デラ・イスマイル・カーン	パキスタン政府資金	通常(マグネトロン):日本製	4m	1999年	更新計画有り	稼働停止中:パキスタン政府資金により更新の計画
③	シアルコット	アジア開発銀行	ドップラー(マグネトロン):アメリカ製	4m	2005年	更新を検討中	・ 稼働はしているが、マグネトロンの予備が無い ・ 更新計画はあるが、資金調達の目途が立っていない
Xバンド・気象レーダー							
①	ギルギッド	-	-	未定	未定	-	世界銀行の資金による整備計画に含まれているが予定が未確定
②	テトラル	-	-	未定	未定	-	世界銀行の資金による整備計画に含まれているが予定が未確定
③	マルダン	パキスタン政府資金	2 偏波ドップラー:中国製	1.2m	2018年	更新計画なし	稼働中
④	クエッタ	-	-	未定	-	-	世界銀行の資金による整備計画に含まれているが予定が未確定

出典:PMC

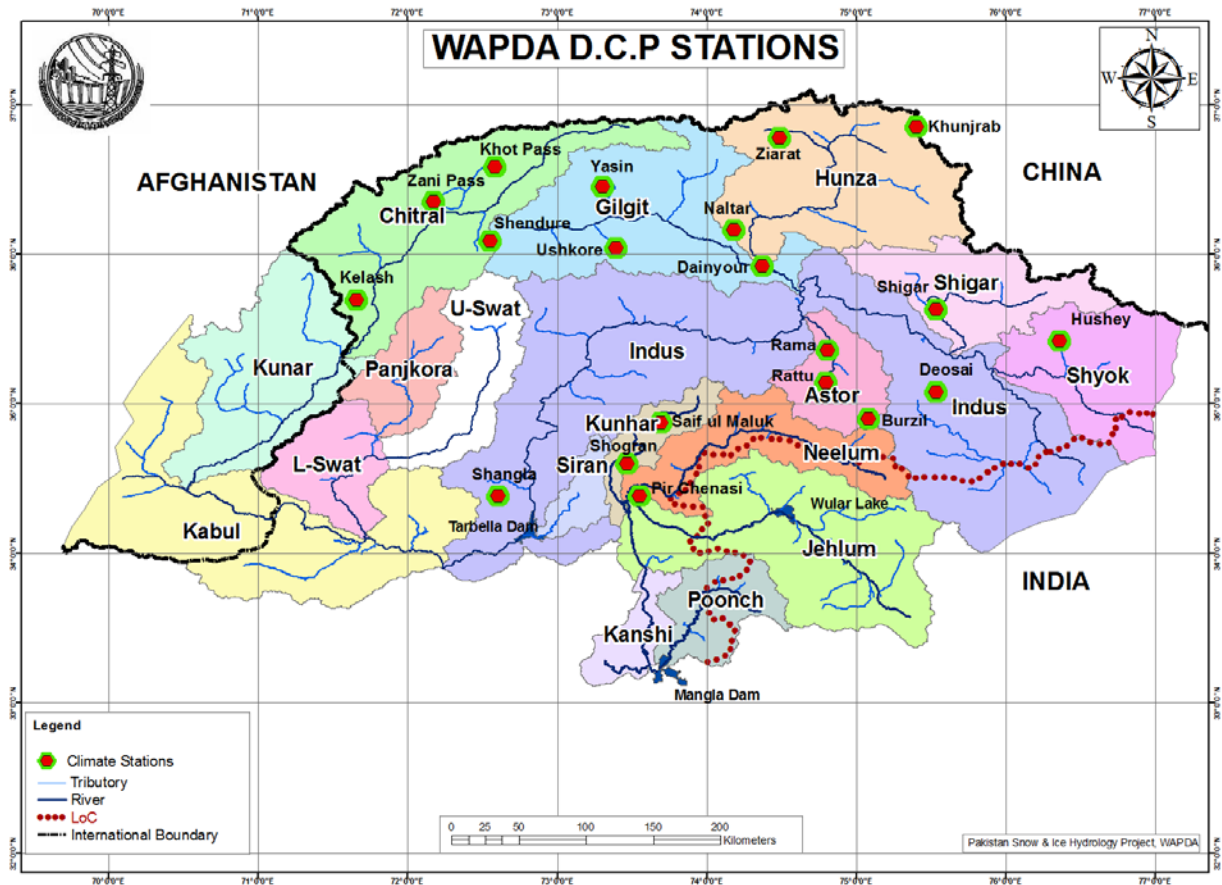
出典:国際気象コンサルタント(IMC)

図 2.2.8 パキスタン国の既存・計画レーダー配置図

(2) WAPDA の地上水文・気象観測所

WAPDA の地上観測所網は、現時点でマニュアル観測所が 679 基、AWS が 59 基存在している。なお、観測地点は 679 地点で、そのうち 59 の地点に自動観測所が並置されている状況である。今後

テレメトリング MP (WAPDA-ADB) の計画に従い、多くの観測所が強化及び自動化される。また、WAPDA は氷河湖近傍に観測所を配置し、氷河湖の動向のモニタリングを 21 地点で行っている。



出典：WAPDA

図 2.2.9 WAPDA の氷河湖モニタリングのための観測所の位置図

2.2.3.2 河川調査の状況

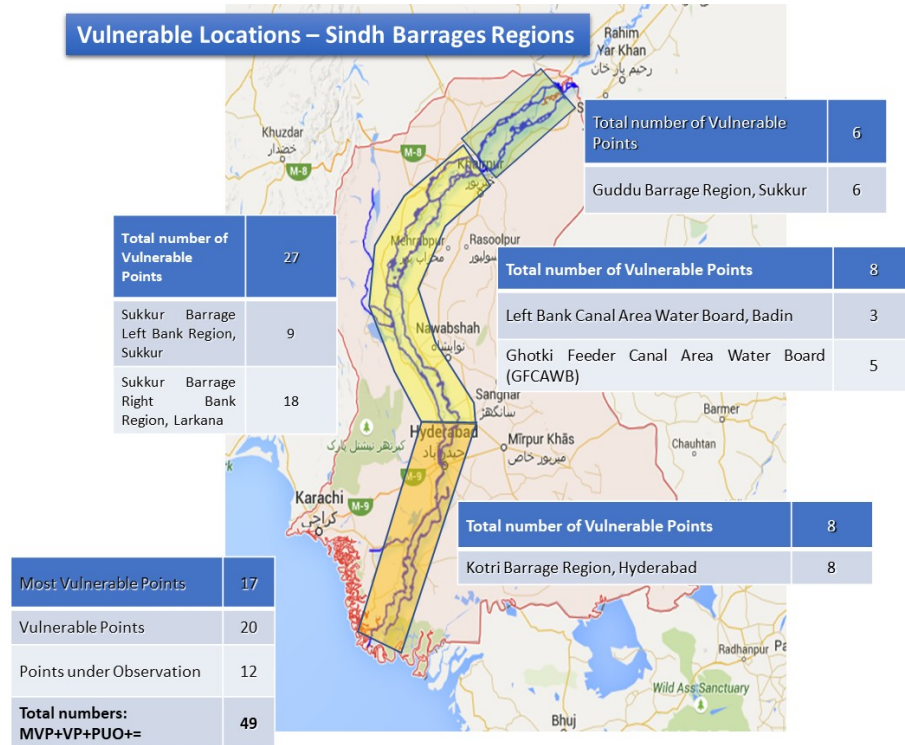
(1) 堤防高/質及び河川横断調査状況

FFC 職員によると堤防縦断面図及び洪水時の水位縦断面図が各 PID 等で作成されているとのことであったが、それら情報は河川構造物の設計を行う際にその周辺のみで作成され、一括管理されている状況ではない。本業務で雇用した Punjab-PID の元シニアチーフエンジニア (PID 技術系職員の最高職位) によると、こういった堤防諸元の情報の集約的整理はこれまで行われていない。

PID によると、2010 年洪水後、Punjab 及び Sindh の堤防は、それぞれ PSDP 資金及び ADB 資金により、2010 年洪水に対応できるレベルまで嵩上げされている。しかしながら、現時点の堤防高等のデータは FFC にも PID にも集約整理されていない。NFPP-IV (2015) には策定時の現況堤防高が掲載されていたが、それが嵩上げ前なのか後なのかを区別するための情報は無い。また NFPP-IV にある現況堤防高は堰周辺の堤防の情報のみであった。今後は現況堤防高を全川に亘って明確に明示・管理するとともに堤防の質を向上し、2010 年時で発生したような破堤による Indus 川沿いの人口・資産集積地を氾濫被害から防護する必要がある。

また、本業務の第 2 回ワークショップ (堤防 O&M) では、Sindh 州が、河川の主流線 (滯筋) を

衛星画像等により適宜チェックしており、水衝部の堤防強化の議論を行っていた。Sindh 州の Indus 本川では、図 2.2.10 のように脆弱な堤防に関する調査が行われている。河川横断面については堰近傍にはあるとの情報を得ているが (HQ カーブ作成のため)、その他の地点では最近では測量されていない。広幅な河川であるため、日本のように定期的に堰以外の地点で定点観測しているとは考え難く、工事の際には堤防周辺等を測量している可能性はあるが、河川全幅は実施していない。なお、これらの具体的な位置等については、FPSP III 要請のもとにもなったと思われる Contingency Plan(2023)に整理されていた。

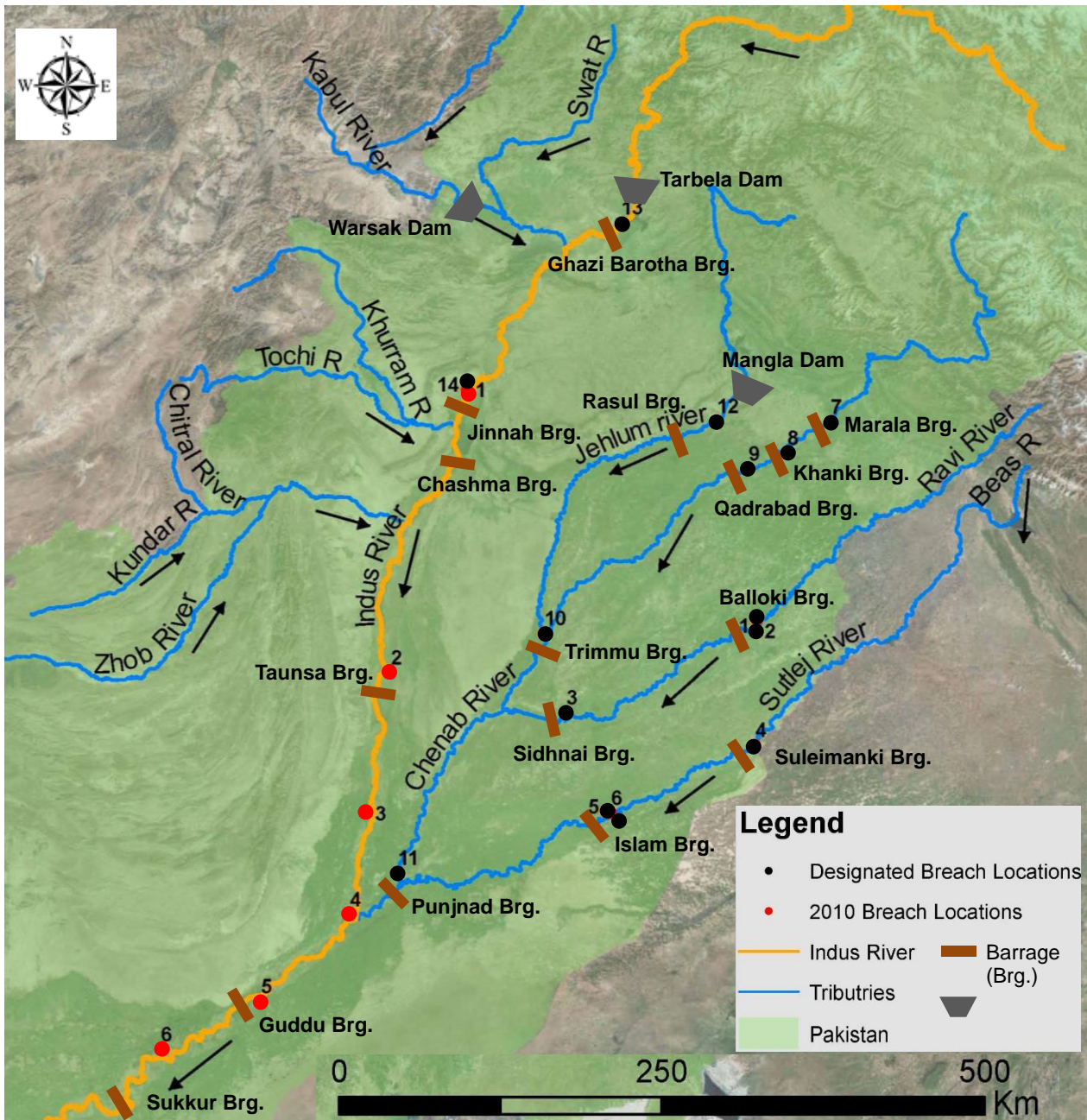


出典：Sindh 州

図 2.2.10 Indus 川堤防の脆弱性の地点 (Sindh 州)

(2) 計画破堤指定箇所及び 2010 年洪水時に発生した自然破堤箇所

Indus 川本川及び主要支川においては、主要な取水堰において計画流量 (水位) を設定し、これを超える規模の洪水が発生し、堰 (Barrage) や主要な橋梁の安全性が脅かされる状況になった場合、堰や橋梁の安全性を確保するために、上流の堤防や、アプローチ道路 (盛土構造) の堤防を人為的に切り欠いて (Breach とよばれている) 河川の流路外に洪水流の一部を流出させ、下堰や橋梁の致命的な崩壊を防ぐ活動を行っている。NFPP-IV によると、14 箇所の指定 Breach 箇所があり、それらは堰 (Barrage) の上流に指定されている。次図に 14 か所の指定 Breach 箇所を、次表に堰の上流に指定 Breach 箇所のある堰のリストを示す。



出典：NFPP-IV

図 2.2.11 堰 (Barrage) 上流の Breach 指定箇所と 2010 年洪水時の Breach 発生場所の位置図

表 2.2.9 堰の上流に Breach 指定箇所のある堰 (Barrage)

Serial No.	河川名	Barrage 名	Barrage の計画流量	
			[cu.ft/sec (cfs)]	[m ³ /s]
●1	Ravi	Balloki	225,000	6,368
●2	Ravi	Balloki	225,000	6,368
●3	Ravi	Sidhnai	175,000	4,953
●4	Sutlej	Suleimanki	325,000	9,198
●5	Sutlej	Islam	300,000	8,490
●6	Sutlej	Islam	300,000	8,490
●7	Chenab	Marala	1,100,000	31,130
●8	Chenab	Khanki	800,000	22,640
●9	Chenab	Qadirabad	900,000	25,470
●10	Chenab	Trimmu	645,000	18,254

Serial No.	河川名	Barrage 名	Barrage の計画流量	
			[cu.ft/sec (cfs)]	[m ³ /s]
●11	Chenab	Panjnad	700,000	19,810
●12	Jhelum	Rasul	850,000	24,055
●13	Indus	Ghazi Barotha	660,000	18,678
●14	Indus	Jinnah	950,000	26,885

出典：NFPP-IV

一方、2010年の洪水発生時には Indus 川本川において、次表に示す通り、Jinnah 堰上流右岸の指定 Breach 箇所において実施した Breach 操作に加え、自然発生した 5 箇所で Breach が自然発生している。自然破堤の主要な原因は越流と崩壊（洗堀や浸透破壊等による）である。

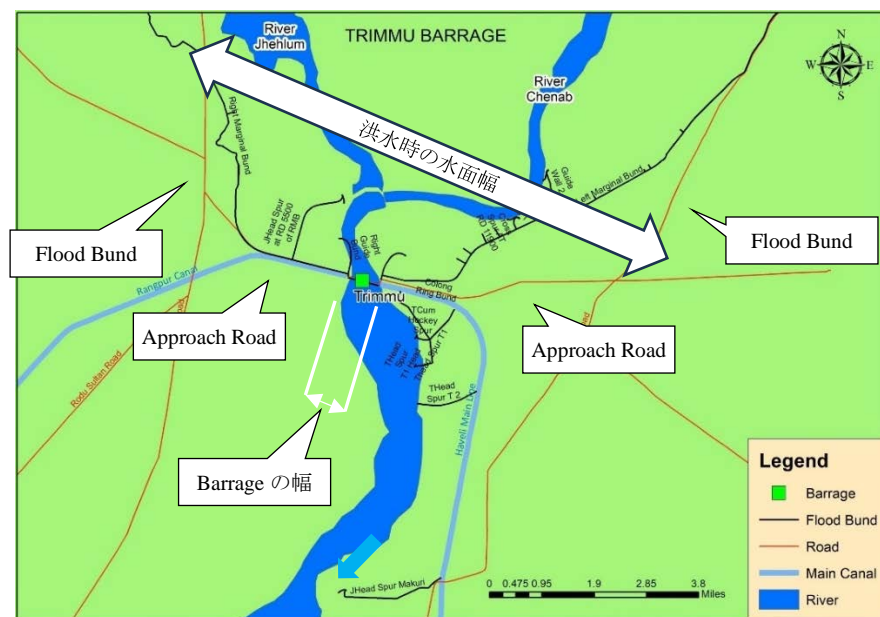
表 2.2.10 2010年洪水時の Breach 箇所

地点 No.	河川名	場所	Breach Length		Breach 流量		原因
			[ft]	[m]	[cu.ft/sec]	[m ³ /sec]	
●1	Indus	Jinnah 堰上流右岸	1,340	408	151,393	4,284	人為的、通常操作
●2	Indus	Taunsa 堰上流左岸	7,410	2,259	125,000	3,538	自然発生：基礎部崩壊
●3	Indus	Jampur Flood Bund and Allied Structures	2,354 696	717 212	7,300 3,200	207 91	自然発生：パイピング（浸透破壊）
●4	Indus	Fakhar Flood Bund Fakhar Road Bund	565 2,467	172 752	7,540 52,700	213 1,491	自然発生：越水
●5	Indus	Guddu 堰上流左岸	880	268	不明	-	自然発生：堤体の亀裂
●6	Indus	Tori Bund	7,874	2,400	不明	-	自然発生：越水

出典：NFPP-IV

(3) Barrage 及び橋梁と周辺の堤防の関係、計画的 Breach 指定箇所

堰（Barrage）や橋梁は、常時（非洪水時）の濡筋幅に合わせた施設幅、橋長で建設されている。これに対し、左右岸の堤防（Flood Bund）間の距離が数 km あるため、Barrage や橋梁と Flood Bund の間の距離はアプローチ道路で結ばれている。Flood Bund とアプローチ道路の天端標高は同じであり、洪水時に越流しない高さになっている。



出典：Punjab Irrigation Dept.

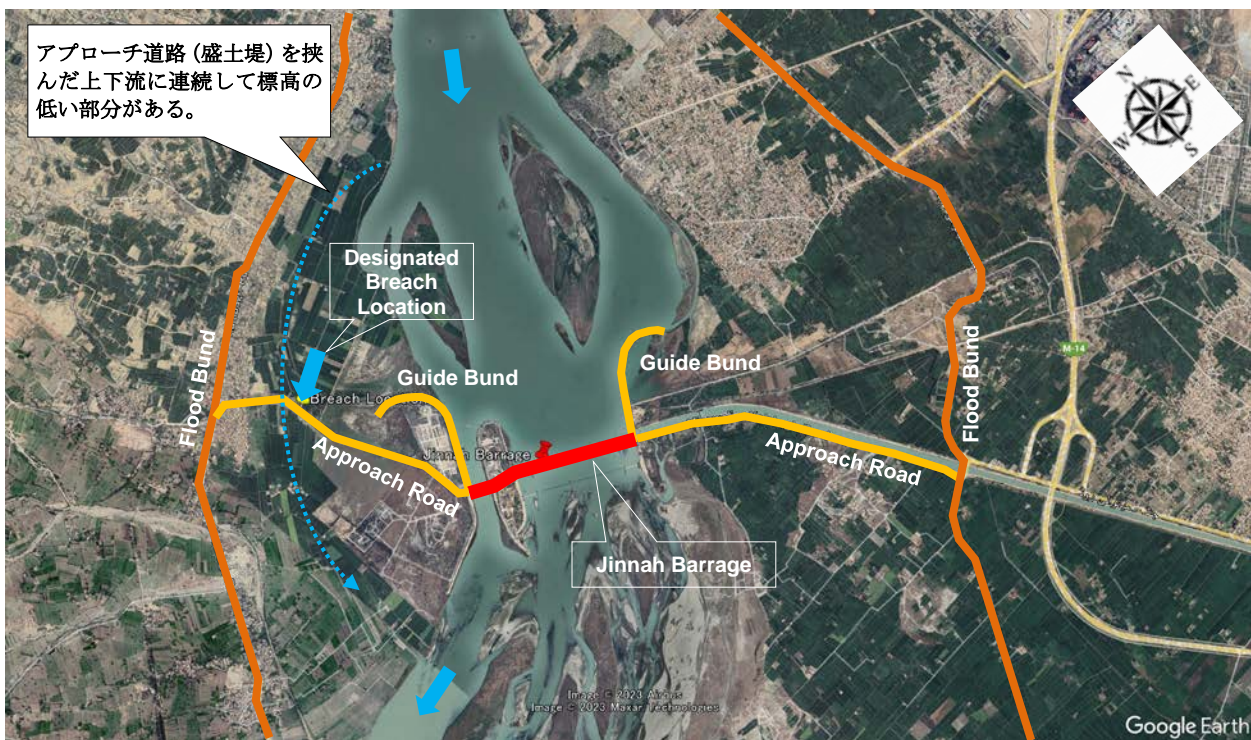
図 2.2.12 Barrage と Flood Bund 及び Approach Road の関係（Trimmu Barrage の例）

従って、河川水を流下させることができる幅は、Barrage や橋梁部のみに限定されている。このため、洪水時にはこれらの箇所が狭窄部となり、流量の増加とともに水位上昇が発生し、流水の幅が Flood Bund まで広がる。その後、さらに河川流量が増加し、堰（Barrage）や主要な橋梁における越流等の恐れ等、安全性が脅かされる状況になった場合に、堰や橋梁の安全性を確保するために、Breach が必要になる。

堰（Barrage）や主要な橋梁において人為的・計画的な Breach を行う場合、Breach を行う場所はあらかじめ定められている。

人為的な Breach は、旧河道等の痕跡があったり、以前に自然発生した Breach により被害を受けたりしているような、堤防の上下流方向に標高の低い場所が連続している箇所が指定されている。堤防の Breach の判断は、Coordination Committee (PID, District Administration, Army, Provincial Highway Department) で行っている。FFC は上記コミッティーの設立及び人為的切り欠きの SOP(Standard Operating Procedure)の承認をしている。Breach の実行（爆破等による）は、軍隊が行う。

以下の図に、Jinnah Barrage における Breach 指定箇所、及び 2010 年洪水時における Breach の発生状況を示す。



出典：調査団、Google Map 使用

図 2.2.13 Jinnah Barrage の Breach 指定箇所と堤防の位置関係



左：Breach 発生前の状況 2009 年 6 月
出典：調査団、Google Map 使用

右：Breach 発生後、復旧後の状況 2011 年 4 月

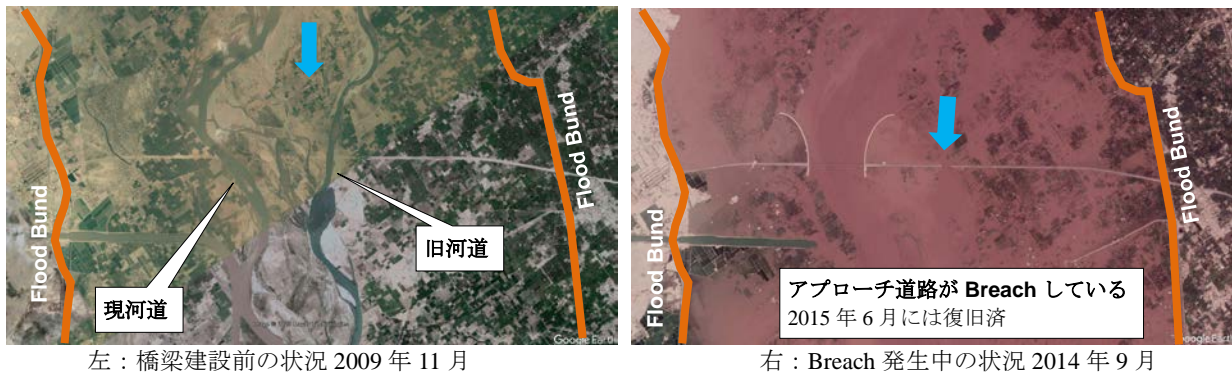
図 2.2.14 Jinnah Barrage の Breach 箇所の 2010 年洪水前後の状況

Barrage 以外の主要な橋梁における Breach の例として、Multan 市の北西で Chenab 川に架かる、Muhammad Wala 橋における Breach 指定箇所、及び 2014 年の出水期における同地点での Breach の発生状況を示す。



出典：調査団、Google Map 使用

図 2.2.15 Muhammad Wala 橋の Breach 指定箇所と堤防の位置関係



左：橋梁建設前の状況 2009年11月
出典：調査団、Google Map 使用

右：Breach 発生中の状況 2014年9月

図 2.2.16 Muhammad Wala 橋における Breach の発生状況

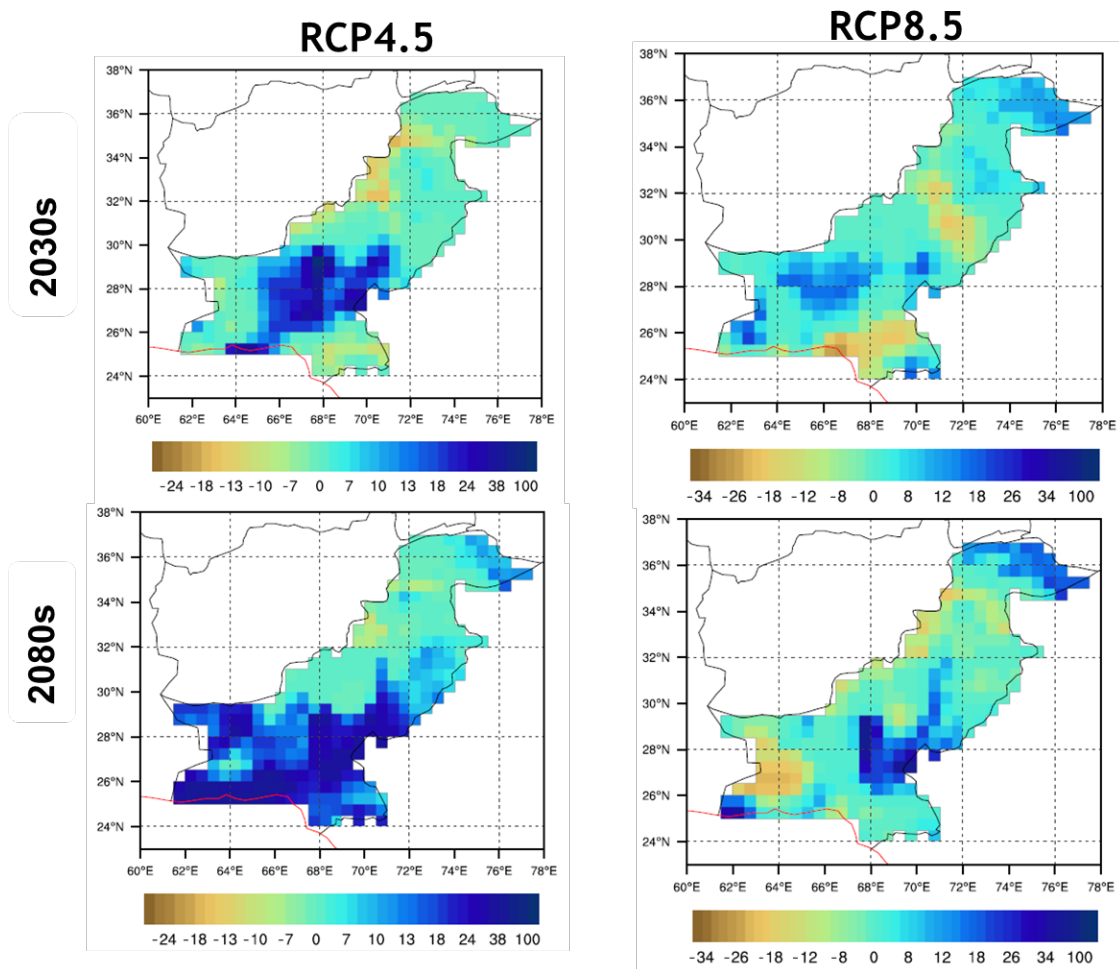
2.2.3.3 気候変動調査

MoCC が提示したポストモンスーン会議（12月8日）資料及び発表によると、降水に関わる気候変動解析結果については主要なシナリオにおいて2030年及び2080年までの分析は実施されている。

（図 2.2.17 参照）。また、Box1 に示すように季節的な分析も実施されていることも確認できた。具体的な数値解析は、主に Global Climate Impact Studies Center (GCISC) が実施している。現時点では、これらの解析結果を、洪水対策計画に活用する方法は整理されていない。

Box1. 季節的な気候変動（MoCC プレゼンテーション抜粋）

- The precipitation has increased in all provinces for both the seasons except AJK in summer, where it has decreased. The greatest increase in the monsoon season is observed in the Gilgit-Baltistan (GB) region followed by Baluchistan province.
- The increase is higher in summer as compared to winter with September and June showing the greatest increase.



出典:MoCC

図 2.2.17 パキスタン国における将来降水量の変化

2.2.4 活動 1-4 FFC の治水事業計画策定に係る現状や能力を把握及び課題の分析

国家レベルの洪水対策事業はまず州や関係機関によってコンセプト或いは基本計画が提案され、FFC が技術審査を行った上で国家治水計画に盛り込まれることとなっている。このプロセスを踏まえた上で、治水事業策定に掛かる課題について、①事業計画策定・管理を取り巻く政策・戦略・制度、②NFPP-IV の技術的内容、③FFC の組織体制、等の 3 側面から抽出した。

2.2.4.1 事業の計画策定及び管理を取り巻く政策・戦略・制度面における課題

(1) 上位政策に基づいた全体的計画立案における困難性

National Water Policy (2018)等の国家治水計画の上位計画となるような政策及び戦略は、NFPP-IV (2015 年) 策定後に作成された。National Water Strategy (2002)は水利用に関する戦略である。そのため、現時点では、特に National Water Policy で掲げられている統合的洪水管理の概念が、NFPP-IV の全国レベルの治水計画に立体的に表現されているとは言い難い。今後、大まかな治水政策方針が示されている National Water Policy に基づいて、FFC は NFPP 及び洪水対策事業を策定・修正していく必要がある。なお、National Water Policy に記載されている大まかな治水対策政策項目は、NDMP(2010)とはリンクしている。

(2) FFCによる治水対策管理を効果的に実施できない予算制度上の制約

州に対して FFC が技術的アドバイスを施した事業であっても、州独自の予算或いは州とドナーの契約を通じて実施された場合、その後州には事業の開始・完了に関する FFC への報告義務がないため、FFC が治水対策の整備状況を把握することが難しい。州・連邦政府の合資予算で実施されるべき NFPP-IV の事業が、州予算のみで実施されていた場合、FFC は NFPP-IV がどの程度進捗しているか全くわからない状況になりえる可能性が伺える。

今のところ、ヒアリング、ワークショップ、小会議を通じて、NFPP-IV の事業進捗が PIDs から開示されたことはなく、FFC も保有していない。PIDs は NFPP-IV の事業を適切に管理していない可能性がある。洪水後には新規事業も提案されてくることから、NFPP-IV に立ち返らず、PIDs 独自の情報システムでアドホックな管理を実施している場合、FFC では全体的な治水対策整備状況は把握できないことになる。

(3) 治水整備状況の把握及び更新の機会の欠落

河道の脆弱性は中小洪水後であっても変わる可能性があるが、堤防・水制等の河川構造物（Flood Protection Works: FPW）等の建設計画は現 2022 年 12 月まで策定当初のままである。中規模洪水後の河道状況の把握に関する整理された情報が FFC にないため、既に不必要或いは優先度が低くなった FPW が存在する可能性が考えられる。なお、FFC は FMC 会議等を通じて、個々の事業の検分は実施しているが、NFPP-IV 事業全般の進捗や更新についての協議・整理はできていない。これまでの経緯から、PIDs の NFPP-IV 或いはその事業リストに対するフォローアップが定着していないためと思われる。

2.2.4.2 NFPP-IV の技術的内容における課題

(1) 理念と取り纏め内容のギャップ

NFPP-IV のメインレポートの取り纏め構成は、前段で統合的洪水管理の必要性の説明、後段で事業リストの提示になっているが、どの地域の安全性をどのような事業の組み合わせで確保するのが分りにくくなっている。つまり、保護対象地域と洪水対策施設の関係性が伺えないことと、提案された構造物及び非構造物対策がリストアップされていたとしても、その効果範囲が明瞭になっていないこと等から、計画内容に統合的な治水管理方針を見出すことが困難になっている。

(2) 長期的視点の理念及びその手法が示されていない

NFPP-IV は 10 年間の計画であるが、全国的な治水対策を最終的にどのように実施・運営していくかという理念及び手法の整理がなされていない。これまでは過去を超える洪水が発生するたびに、堤防の建設・嵩上げが行われてきており、堰等の河川施設の決壊及びそれによる設計を超える洪水流の下流への伝搬を防ぐために人為的堤防破壊（Artificial Bund Breach）が行われている。これらの洪水管理手法を今後も用いるのだとすると、両手法の間の計画上の関係性が不明瞭なままでは、洪水管理の長期的な洪水管理コスト及び氾濫原の被害にも悪影響を及ぼすことになる。

この手法を Indus 川の恒久的な洪水管理手法とするのであれば、①人為的決壊の許容頻度や規模、②人為的決壊と堤防による洪水管理の長期的展望、③今後の治水方針等について検討し、パキスタンの長期的な治水理念を示すことが肝要である

(3) 今後の河道施設整備に必要な堤防の情報の記載がない

NFPP-IV では、Indus 川で最も重要な治水対策施設の一つである現状堤防高及び計画堤防高の情報が整理されていない。Punjab および Sindh 州へのヒアリングによると、高さは 2010 年洪水後に既に ADB 資金により整備済みという口頭での説明しかなく、それを示す州の Indus 川全川の縦断図・横断図等の資料が整理されていないと思われる。また、2010 年の洪水水位が計画水位となっていることであるが、2010 年の洪水水位は上流部での人為的 Bund Breach ありきのものであるということをおぼろげに忘れてはならない。

あらゆる機会を通じて PIDs に訴えかけるものの、それが提示・明示されることはなかった。FFC 職員や元 Punjab PID のチーフシニアエンジニア（エンジニアとしての最高職位）カシム氏などによると、堤防の高さや質については包括的に整理されておらず、それらをまとめて提出するのは難しいからではないか、と帰結している。現地 PID に行けば、直接そのような情報を管理している職員或いは文書保存室に訪問してある程度の期間滞在すれば理解することは可能であるかもしれない。また、堤防補強事業とその位置が、NFPP-IV 文書上では不明瞭であるため、FFC による全体的状況把握は困である。

2.2.4.3 FFC の組織体制上の課題

(1) 人員数の不足と屋社の収容能力の限界

前述したように、FFC 技術職員の半数は欠員となっている。また、アドバイザーチームと洪水管理についての実質的な協議・質問に対応できるのは、約 4 名程度のエンジニアである。他の Wing の長も繁忙期には、ほぼ一人で作業を行うため、手が回らない状況になるとのことである。

また、欠員を補充するにしても、現状で空き部屋がほぼなく、本業務のアドバイザーの執務室でさえ満足に確保できない状況である。現屋舎は、もともと FFC が占有していたが水資源本省が引越してきてしまったためだそうである。

(2) モンスーン期の毎日の洪水管理情報伝達に可視化情報が使われていない。

洪水の監視・伝達は、WAPDA、PMD 等からの紙の情報を 20 程度のラインミニストリーに FAX・電話・レター・メール・委員会を通じて連絡している。可視化情報ではなく主に、数値と基準による情報開示・伝達を行っている。

(3) 治水計画に必要な情報が FFC 内部で有効的に管理されていない。

NFPP-IV における計画策定時に活用された電子データ（報告書以外）は、FFC では保管しておらず、策定作業に対応したコンサルタントが 5 年の保管ののち全ての電子データを棄却したとのことである。今後の治水対策策定活動のためにも、NFPP-IV 等で使用したデータ・情報、各種レポート等の管理方法に改善が必要である。なお、NFPP-IV 調査で構築したと思われる FFC データベースについては、FFC は現時点で保有していない（購入していない？）ことが判っているが、これについてはなぜ保有していないのか、今後どう活用していくのか明確な返事を待っている。

(4) 全国的な事業管理に関する意識が薄弱である

FFC 職員にヒアリングしたところ、州が実施する事業は、NFPP-IV 事業であっても把握しておく義務はないとの若手幹部は意識している。また、これまで各種 FMC 会議に参画してきたが、NFPP-

IV の進捗そのものに主眼を置いた協議はなされてはいないようである。予算確保がままならない状況であるが、事業進捗管理の重要性に関する意識を PIDs や FFC の若手幹部に訴えかけるためにも、事業のレビューを考慮した上で協議していく必要がある。

2.2.5 活動 1-5 施設・堰などの施設の現状や運用操作・維持管理の現状及び分析

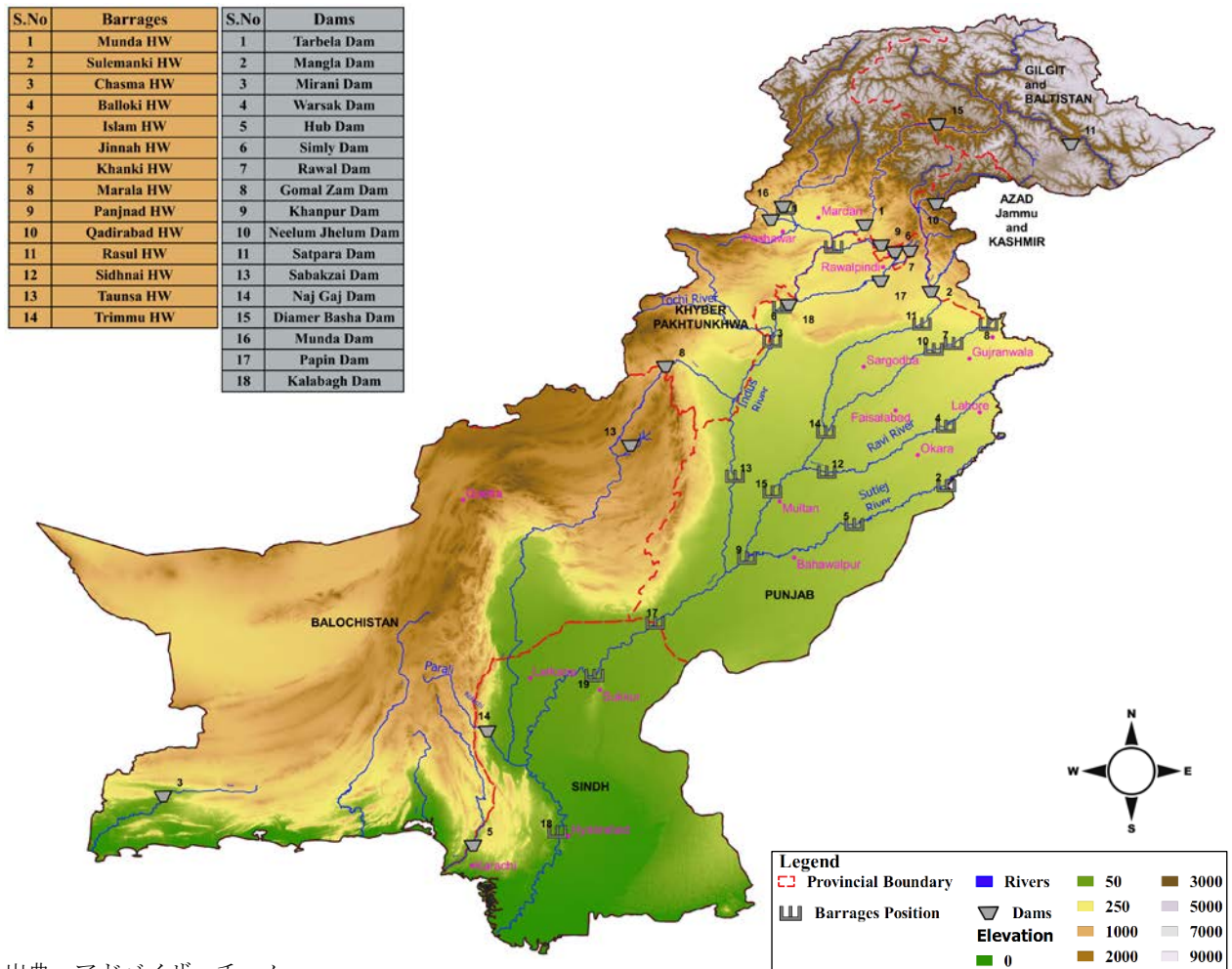
2.2.5.1 施設の設計、施工、維持管理における適用基準

パキスタン国において公認されている河川施設の設計基準としては、Pubjab-PID 発行の「Manual of Irrigation Practice (2017 年改訂)」、及び Sindh-PID 発行の「Bund Manual (第 4 版 2008 年)」がある。

さらに、その他の設計基準として FFC が「Second Flood Protection Sector Project -Package B: Capacity Building for Integrated River Management and Subprojects Implementation」で 2001 年に作成した、「Design Criteria and Methodology」があり、同設計基準は現在 (2023 年 8 月) アップデート作業中とのことである。

Sindh 州及び Balochistan 州における堤防の設計・施工・維持管理においては Bund Manual の設計基準に準拠して実施しており、Punjab 州及び Khyber PakhtunKhwa (KPK) 州では Manual of Irrigation Practice を基準としている。

また、基準書に記載されていない対策として、現地で採取される堤防の建設材料の多くの部分がシルト質～砂質の材料であるため、堤防の中央部分に粘性土によるコアを作り、堤防の止水性を向上させる工夫などが行われている。



出典：アドバイザーチーム

図 2.2.18 アドバイザーチーム作成の地形図・施設位置図

ダム・堰等の重要な河川施設については、その運用操作・維持管理の状況をヒアリング・文献により調査している。

(1) パキスタン国内のダムの概要

2018年、Pakistan Committee of Large Dams (PANCOLD) は、各ダムの管理者である各州 PID 及び WAPDA からダムに関する基本情報を入手し、パキスタン国内の全ダムの登録簿を作成し、関係者に配布した。その後、National Water Policy に沿って、いくつかのダム建設プロジェクトが開始されたため、完成済のダムだけでなく、進行中、計画中のダムも加えたダム登録簿の更新版を 2022 年に作成した

表 2.2.11 パキスタン国内の州（地域）及び WAPDA の管理するダムの概要

管理者	完成済（運用中）ダム		建設中ダム	計画中ダム
	ダム数	貯水容量	ダム数	ダム数
Punjab 州	74	0.667 MAF (823 MCM)	9	2
Sindh 州	80	0.291 MAF (359 MCM)	39	8
KPK 州（旧 FATA(Federally Administrated Tribal Areas)含)	51	0.413 MAF (509 MCM)	14	20
Balochistan 州	596	1.599 MAF (1,972 MCM)	56	397
AJ&K (Azad Jammu and Kashmir)	-	-	-	34
WAPDA (Mega Dams)	9	14,360 MAF (17,712 MCM)	3	12
合計	810	17,324 MAF (21,369 MCM)	121	473

Note: MAF: Million Acre Feet, MCM: Million Cubic Meter, 1AF = 1,233.48m³ (約 200m x 20m x 0.3m)

出典: Pakistan National Register of Dams, PANCOLDF/FC, 2022

上記のダム数には、堰、チェックダム（砂防ダム）、地下水涵養ダム（Delay Action Dam）の数が含まれている。Balochistan 州のダムの数が多いが、その大多数が貯水容量が数百 AF 以下のチェックダム及び地下水涵養ダムである。貯水容量の規模で見ると、WAPDA 管理の 9 ヶ所のダムだけで、国内全土の貯水容量の 83%を占めている。

表 2.2.12 WAPDA の 9 大ダムの概要

Dam	堤高	貯水容量	河川名	位置（県、州）	竣工年
Tarbela	148 ft	7,614,000 AF	Indus	Haripur, KPK	1974
Mangla	147 ft	9,127,765 AF	Jhelum	Mirpur, AJ&K	1970
Warsak	76 ft	164,000 AF	Kabul (tributary of Indus)	Peshawar, KPK	1960
Gomal Zam	436 ft	898,270 AF	Gomal (tributary of Indus)	D. I. Khan, KPK	2012
Khanpur	120 ft	9,300 AF	Haro (tributary of Indus)	Haripur, KPK	1985
Darawat	118 ft	12,161 AF	Nai Baran	Hyderabad, Sindh	2013
Mirani	127 ft	369,690 AF	Dasht	Turbat, Balochistan	2008
Hub	154 ft	657,000 AF	Hub	Hub, Sindh/Balochistan	1979
Satpara	128 ft	93,081 AF	Satpara (tributary of Indus)	Skardu, GB	2013
Total	-	18,945,267 AF	-	-	-

出典: Pakistan National Register of Dams, PANCOLDF/FC, 2022

WAPDA 管理下の 9 ヶ所のダムの中でも、Tarbela ダム及び Mangla ダムの 2 ダムの規模は特に大きく、2 つのダムで WAPDA 管轄下のダムの貯水容量の 88%を占めている。

Tarbela ダムおよび Mangla ダムでは、洪水調節容量は持たないものの、洪水期に洪水の発生が予想される場合にダムからの事前放流を行い、貯水位を低下させることがあり、洪水調節に寄与しているとみなせる。WAPDA の Tarbela Dam Project の一環で「Flood Management Manual」を 2020 年に作成している。

(2) Tarbela ダム洪水調節マニュアル（Flood Management Manual）

2010 年のインダス川の洪水流量は観測史上すべての洪水を上回り、パキスタン国に甚大な被害をもたらした。この出来事により、将来起こりうる洪水の危険性を軽減するために、既存の貯水池の運用方法を見直す必要が生じ、WAPDA は、2020 年に「Tarbela ダム洪水調節マニュアル」を制定した。

それまでの貯水池運用方法は、純粋にダムの安全性確保を目的としたものであり、洪水時に貯水池の水位が最低水位から満水位までの範囲内で上昇し、その結果洪水ピークが減衰されるという効

果は確認できるものの、下流の洪水を緩和するために、意図的に放流量を抑制する具体的な規定は含まれていなかった。

Tarbela ダムからの放流量が 600,000cfs (16,980m³/s) を超えた場合、Tarbela ダム下流約 40km の左右岸に位置する村が浸水する。このことから、このマニュアルは、流入量が 600,000 cfs を超える洪水発生時の、ルーティンを提案するものである。

Tarbela ダム貯水池への年間河川流入量の約 90%が雪解け水であり、残りの約 10%はダムサイト上流の集水域（約 4,000km²）への降雨によるものであるが、この降雨が流域における最も重要な洪水発生要因である。

Tarbela ダム（灌漑、水力発電）の有効貯水容量は、5.98 million AF (7.38 billion m³) であり、Tarbela ダム貯水池への年間流入量 64 million AF (79 billion m³) の 9.3%である。貯水池の最低水位は標高 1392 ft、最高水位は標高 1550 ft に設定されている。

水理解析結果によると、PMF 時の貯水池流入量は 1,773,000 cfs (50,176 m³/s) であり、この時貯水位は1,552.2ft となる。また、PMF と上流の自然湖決壊が同時に発生した場合、貯水池流入量は 2,127,000 cfs (60,194 m³/s) に達し、この時の水位は 1,556.5ft と見積もられている。

Tarbela ダムの洪水時の貯水池操作の判断は、Tarbela Flood Management Committee（タルベラ洪水管理委員会）が行っており、浸水マップ、避難手順、避難ルート、避難計画の作成、陸軍や他の機関への支援要請も担っている。

Tarbela ダムの約 30km 上流に位置する Bunji 観測地点の流量が 300,000 cfs を超えるか、Tarbela ダム近郊の観測地点で時間雨量 4 inch (100mm) 以上の降雨が 6 時間継続した場合、超高洪水が予想される。タルベラ洪水管理委員会は、ダムからの放流量を 520,000 cfs 以上とするかどうかの決定を行う。

表 2.2.13 Tarbela ダム許容放水量

洪水規模	放流量(cfs: cubic feet per second)
Low	250,000
Medium	375,000
High	500,000
Very High	650,000
Super High	800,000

出典: WAPDA, Tarbela Dam Project, Flood Management Manual 2020

1 cfs=0.0283cu.m/sec

Tarbela ダム運用開始（1976 年）後に年間最大貯水池流入量が 500,000 cfs を超えたのは、1989 年（510,000 cfs）、1992 年（520,000 cfs）、2010 年（835,000 cfs）の 3 回のみであった。2010 年の 7 月 30 日に Tarbela ダム貯水池への流入量が 835,000 cfs となった時、ダムからの放流量は 604,000 cfs であった。

貯水池操作ルール

ダム堤体の越流に対する安全性を確保しつつ、貯水する。

表 2.2.14 水位上昇/低下時の操作ルール

貯水位	通常時	渇水年	備考
1500-1510	5 ft/day	5 ft/day	状況次第で 10 ft/day まで許容する
1510-1530	3 ft/day	5 ft/day	
1530-1540	2 ft/day	2 ft/day	
1540-1550	1 ft/day	2 ft/day	
貯水位低下時	5 ft/day	5 ft/day	

出典: WAPDA, Tarbela Dam Project, Flood Management Manual 2020

大規模洪水 (Very High Flood) 時の貯水池操作ルール

Indus 川の洪水ピーク流量を一時的に貯水池に留め、下流の各支流との合流点におけるピーク流量との同期を防ぐために、貯水池への流入量に応じて、許容する貯水位を制御された放流が検討されている。

表 2.2.15 貯水池流入量と制限水位

貯水池流入量	貯水池水位	備考
1,000,000 cfs 未満 (28,300 m ³ /s)	1551.50 ft	
1,000,000~1,400,000 cfs (28,300~39,620 m ³ /s)	1552.00 ft	
1,400,000~1,773,000 cfs (39,620~50,176 m ³ /s)	1553.50 ft	
2,127,000 cfs (60,194 m ³ /s)	1556.50 ft	

出典: WAPDA, Tarbela Dam Project, Flood Management Manual 2020

貯水位 1505 ft 以下の水位では、灌漑トンネルのみで放流し、水位が 1505 ft 以上になると、洪水吐きから放流される。流量調節はゲート操作により行われる。1550 ft 以上の貯水位での貯水池運用方法を定めたことにより、急激な洪水ピークを緩和することが可能になったとみなせる。また、上流の洪水警報情報に基づいて、ダムへの洪水到達前に貯水池を下げ、下流の洪水緩和を行うことも可能である。

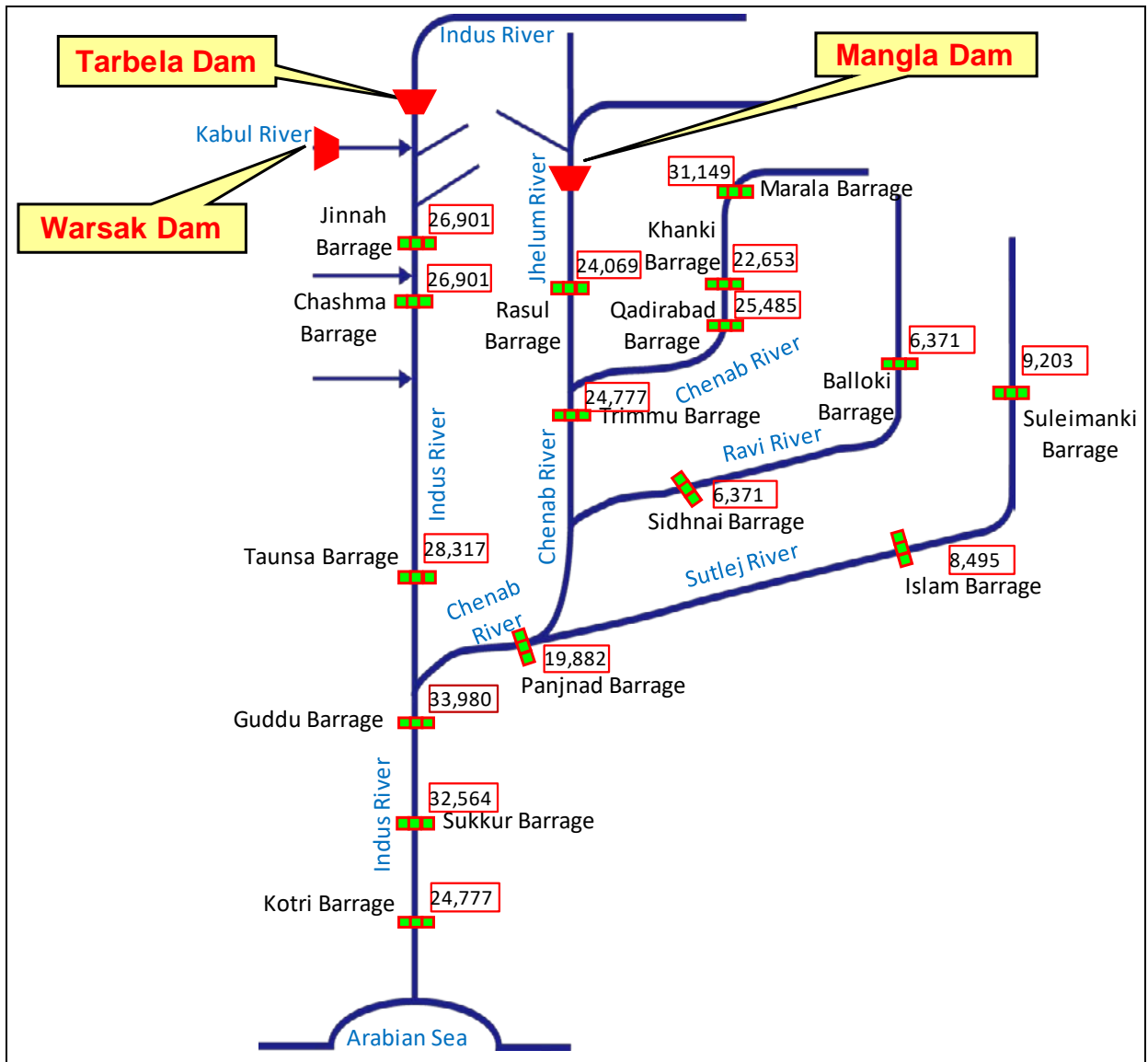
2.2.5.2 堰の設計放水流量について

FFC にヒアリングしたところ、堰地点以外で、計画洪水流量を設定しているポイントは見受けられない。灌漑施設或いは河川構造物の安全性を高めるために、堰地点の計画最大放流量を基準に、洪水管理を行っている。堰の間で、貯留・貯水施設がない上場で、上下流の堰で最大放流量が逆転している地点もあることから、Indus 水系で一貫した流出量（日本でいえば基本高水流量）を分析した上で設定された流量ではない可能性がある。このことを本業務でのワークショップでも確認したが答えは得られなかった。一般的に堰に直結した第1次堤防、その外側に第2次堤防（道路や灌漑水路の堤防の盛土）があることから、第2次堤防までの流下能力に頼った計画である可能性もあろう。

2.2.5.3 計画洪水流量としてみた堰の計画最大放流量

Indus 川本川及び主要4支川については、堰の上流において計画水位及び計画最大放流量（堰で流せる最大の流量）が設定されている。FFC 及び PID は、水系のその他の地点については、それら計画値を有していない。これらの数値は堰の操作及びその上流の計画破堤の判断に使用される。水位から流量への換算は関係式から簡単に算定できるものとなっており、下流に流出する洪水流量を常に確認している。通常堰の操作は水位が指標とするのが一般的であるが、上下流の堰での計画流量が逆転

しているところもあるため、タイムリーな洪水流量の把握は非常に重要であると考えられている（同じ水位でも流量は違うことをチーフエンジニアレベルでは理解していた）。パキスタン国では、河道堰はそもそも河川周辺環境及び灌漑必要流量等に応じて利水主眼で設計されてきているため、例えば上流側の Sukkur Barrage（1932 年）が完成した後に建設された Kotri Barrage（1955 年）での設計流量は上下流で逆転している。1955 年当時では、Kotri 地点においては、その程度の洪水しか流れてきていなかった可能性がある。



出典:アドバイザーチーム

図 2.2.19 Indus 川水系の堰の計画最大放流量

表 2.2.16 堰地点での計画流量及び水位

No.	堰名	河川名	完成年 (西暦)	長さ		計画流量		計画水位※	
				(feet)	(m)	(mil. CFs)	(mil. CMs)	(feet)	(m)
1	Jinnah	Indus	1939	3,780	1,152	0.950	26,901		
2	Chashma	Indus	1971	3,556	1,084	0.950	26,901		
3	Taunsa	Indus	1958	4,346	1,325	1.000	28,317		
4	Guddu	Indus	1962	4,450	1,356	1.200	33,980		
5	Sukker	Indus	1932	5,280	1,609	1.150	32,564		
6	Kotri	Indus	1955	3,000	914	0.875	24,777		
7	Rasul	Jehlum	1967	3,209	978	0.850	24,069		
8	Marala	Chenab	1968	4,475	1,364	1.100	31,149		
9	Khanki	Chenab	1892	N.A	N.A	0.800	22,653		
10	Qadirabad	Chenab	1967	3,373	1,028	0.900	25,485		
11	Trimmu	Chenab/Jehlum	1965	3,025	922	0.875	24,777		
12	Punjad	Chenab/Jehlum/Ravi	1925	N.A	N.A	0.700	19,822		
13	Ravi Syphon	Ravi	1965	N.A	N.A	N.A	N.A		
14	Balloki	Ravi	1965	1,646	502	0.225	6,371		
15	Sidhnai	Ravi	1965	712	217	0.150	4,248		
16	Suleimanki	Sutlej	1921	1,921	586	0.325	9,203		
17	Mailsi Syphon	Sutlej	N.A	1,601	488	0.343	9,713		
18	Islam	Sutlej	1927	1,650	503	0.300	8,495		

出典:Punjab Irrigation Department、※FFC から入手できず。

2.2.5.4 Indus 本支川に関わる堤防整備状況について

(1) 既往の堤防設計基準

過去の国家計画や治水事業、Province が作成した設計基準において、堤防の設計基準が示されている。画一的ではあるが、日本における設計基準と比較すると、概ね適切な値が設定されている。

表 2.2.17 既往の堤防設計基準

Document	Year	Height of Bund	Freeboard (above HFL)	Top Width	Side Slope (V:H)		Hydraulic Gradient	Back Berm (Pushta)	Stone Pitching
					River-side	Land-side			
NFPP-I	1978	HFL+FB	6.0 ft	20-25 ft	1:3	1:2	1:6 (assumed)	Min. 2 ft cover above HGL	For Severe wave wash damage
NFPP-II	1988	HFL+FB	USBR Approach	N.A	1:3	1:2	1:6 (assumed)	Min. 2 ft cover above HGL	For Severe wave wash damage
FPSP-I	1989	HFL+FB	6 ft (Indus/Chenab) 5 ft (Ravi)	25 ft (Ravi/Chenab) 30ft (Indus)	1:3	1:2	1:6 (assumed)	Min. 2 ft cover above HGL	For Severe wave wash damage
FPSP-II	2001	HFL+FB	6.0 ft	25 ft	1:3	1:2	1:6 (assumed)	Min. 2 ft cover above HGL	For Severe wave wash damage
Manual of Irrigation Practice, Punjab		HFL+FB	5.0 ft	16 ft	1:3	1:2	N.A	Min. 2 ft cover above HGL	For Severe wave wash damage
Bund Manual, Sindh	2008	HFL+FB	4.0 ft	20 ft	1:3	1:2	1:6 (assumed)	Min. 2 ft cover above HGL	For Severe wave wash damage

NFPP – National Flood Protection Plan, HFL – Highest Flood Level, HGL – Hydraulic Grade Line, FPSP – Flood Protection Sector Project, FB – Freeboard, N.A – Not Available

出典：Task-A Development of NFPP-IV and PC-1, Annex 3 Design Criteria

(2) NFPP-IV での堤防設計基準

NFPP-IV では、堤防設計について、以下の検討項目が記載されている。科学的な根拠により諸元決定や技術検討を行うことが記載されている。

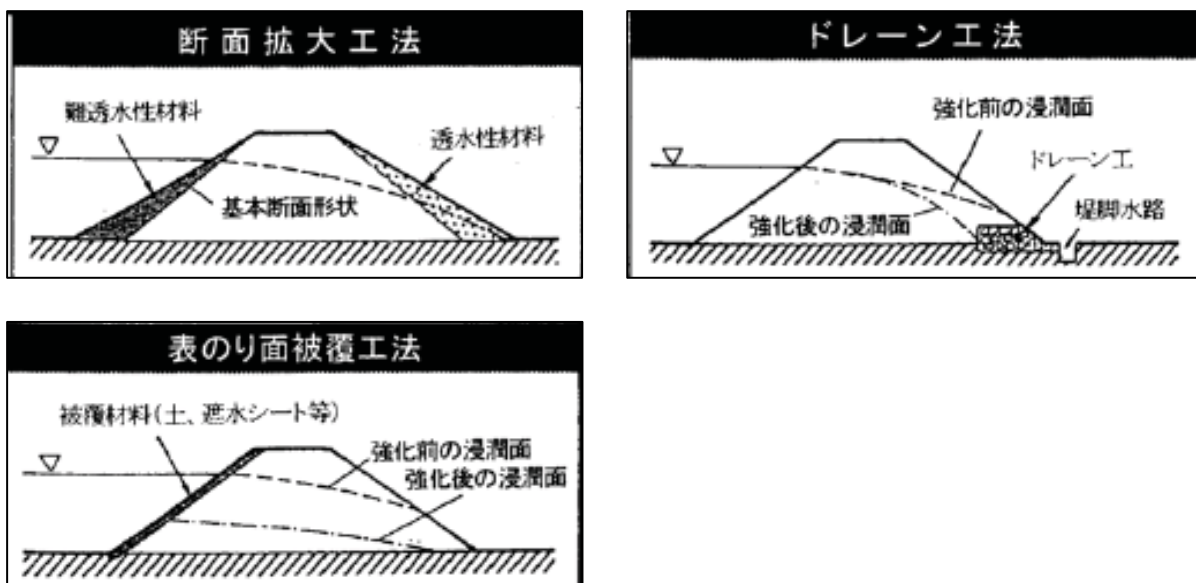
- 水理検討
- 堤防諸元検討（余裕高、天端幅、法面勾配、堤体内動水勾配等）
- 水制工設計
- 河岸侵食・洗堀検討
- 護岸工検討（石張り工）
- 地盤検討（土質調査（現場・室内）、地震時検討、浸透流解析、安定計算（円弧すべり計算）等）

1) 河岸侵食について

水制工設計について基準があるものの、護岸工が石張り工に特化しており工種が少ないこと、堤体の吸出し防止に関して言及されていないこと、根固め工に関する情報が少ないこと等、河岸侵食対策については、まだ改善の余地があると考えます。

2) 浸透による破壊（すべり破壊）について

浸透流解析、安定計算（円弧すべり計算）に関しての記述はあるが、その対策工については明確に言及されていない。下記のような日本で確立された対策工法は、パキスタンでも材料調達も可能で、適用が可能と考えます。



出典： 河川堤防の構造検討の手引き

図 2.2.20 堤防浸透破壊の対策工

3) 堤体材料や施工管理基準

Bund Manual, Sindh (2008)では、望ましい堤体材料について具体的な数字で示しているが、施工管理基準については、一般的な記述で留まっている。NFPP-IV においては、堤体材料や施工管理基準について具体的な数字では示していない一方で、締固め試験の頻度については明言している。また、いずれの基準でも堤体内部と外部で土質材料を使い分けること（内側：砂質土、外側：粘性土）が記載されている。

現地で得た情報（Punjab-PID）によると、堤体盛土の施工時において、ブルドーザによる撒き出し転圧は行われているものの、ローラー等による十分な締固めは行われていないのが通常である。

管理値が設定されておらず、設計者や施工業者の裁量に委ねられる。また堤体材料を内部・外部で使い分けることで、施工が煩雑になる可能性がある。

表 2.2.18 堤体材料や施工管理基準

項目	Bund Manual, Sindh (2008)	NFPP-IV	日本の基準 (河川土工マニュアル)
望ましい堤体材料	<ul style="list-style-type: none"> It was recommended that sandy soils having 30% to 40% clay content may be used for construction of bunds and embankments. Sandy material should be placed inside and clayey material at the outer side of bund. 	<ul style="list-style-type: none"> Sand cores are sometimes provided in bunds and embankments when constructed of clay soils. In Pakistan bunds constructed with sandy soils are covered with a six inch to one feet thick layer of clay. 	<ul style="list-style-type: none"> 最大寸法は 10~15cm 以下（施工時のまき出し厚の制限から） 細粒分（0.075 mm以下）が土質材料の 15%以上（不透水性を確保するため） 細粒分 50%以下（乾燥時にクラックの入る危険性があるため）
施工管理基準	<ul style="list-style-type: none"> Proper compaction must be done carefully. Each layer must be consolidated thoroughly using rammers and rollers. 	<ul style="list-style-type: none"> The fill materials are spreaded at the location of structure in layers of specified thickness. Water is added and mixed thoroughly up to optimum moisture content. Compaction tests are performed to ensure the compaction of the fill. At least one test per layer per 500 ft length or as specified will be required. 	<ul style="list-style-type: none"> 平均締固め度:Dc=90%以上 締固め度品質下限値:Dc=80%

出典：表内記載の通り

4) 維持管理

NFPP-IV では、既存堤防の点検項目について以下が記載されている。

- 現地調査準備（調査に必要な器具や、安全管理）
- 定期点検
- 年次点検
- 非出水期点検
- 特別点検
- 洪水時点検
- 洪水後点検
- 地震後点検
- 点検方法の詳細
- 点検時のチェックリストや調査報告シートのひな型

点検方法については、問題点、着目点、問題発生原因、問題点による今後の影響等が丁寧に記載されているが、工学的な視点が必要であり、適切に点検を行うためには、点検者のトレーニングが必要と考える。また緊急復旧工法についての記述が無く、点検後の対応は現場技術者に委ねられている。「Indus Basin Floods Mechanisms, Impacts, and Management, 2013, ADB」によると、“Province の Irrigation Engineer が Barrage や Embankment の維持管理を行っているが、十分なスキルが無い場合、適切な管理ができていない”とある。

2.3 成果 2 に関わる活動内容

成果 2 : パキスタンが実施中の第 4 次国家洪水防御計画 (NFPP-IV) の進捗確認及び治水対策事業の実施促進に係る支援が行われる。

2.3.1 活動 2-1 NFPP-IV に係る予算配布状況の確認及び課題の分析

2.3.1.1 予算配布状況

2015 年から実施すべき NFPP-IV については、連邦政府が資金を拠出できないと判断した後に、これまでの NFPP と同様に FPSP-III として優先事業を抽出し、その内容・量の適宜吟味・修正を続けながら、開発ドナーに打診し続けてきた。2022 年 7 月頃には、ADB が前向きに検討し始め、同年 11 月頃からコンサルタントが配備され FPSP-III 形成のための活動を行っている。その後、2023 年 6 月に MoSP-PC に承認された。この予算配分の情報については、2.2.2.2(3)に記載している。

(1) 策定当初の予算申請状況とその結果

NFPP-IV 策定当初における FFC から連邦政府への予算申請の経緯を下記 i から iv 項及び表 2.3.1 に整理する。

- i. NFPP-IV 案は最高連邦州間調整機関である共通利益委員会 (CCI : Council of Common Interests) での 4 度の会議を経て、総額 3,322 億ルピーを連邦と州で 5 分 5 分で予算配分するとのことで、2017 年 5 月 2 日に承認された。CCI は、州間調整省 (Ministry of Inter-Provincial Coordination:1973 年設立) の下、連邦と州の間の紛争の解決を目的として活動しており、議会、パキスタン上院、およびパキスタン国会の両院に対して責任を負っている。CCI のメンバーは、パキスタン首相 (議長)、4 州の州長及び首相から指名される 3 人のメンバーからなり、憲法修正第 18 条可決後、90 日に 1 回招集される。
- ii. その後、FFC は Federal-PSDP の予算を確保するために、2018 年 5 月に、総額 332bil.ルピーを計上した NFPP-IV のアンブレラ PC1 レポートを、MoPS-PC に提出した。様々なパブリックセクターが現在進行中および中長期計画レベルの事業のために合計 70,000 bil. PKR の予算を MoPS 下の PSDP に申請している (ちなみ、年間国家予算は約 8.5 tri. PKR で平均 700. bil. PKR/year 以下の公共投資が実施されている。)。そのような状況もあって、この Federal-PSDP には NFPP-IV 事業は含まれないこととなった。しかしながら、Economic Affair Division (EAD)を通じてドナーによる資金の投下が可能となった。
- iii. FFC は再度 2018 年から 2019 年の予算申請 (100 mil. PKR) を、MoPS-Planning Commission (PC) に行ったが、受理されなかった。FFC 関係者によると、その理由は、すでに多くの事

- 業が計上されているためという状況に加えて、「洪水対策事業が利益を直接もたらさない」ということも理由になっている。
- iv. そのため、FFC は合計 95 bil. PKR (FSFPIII プロジェクトとして) にまで事業を絞り込み、2020 年に、MoPS 下の Central Development Working Party (CDWP) に申請したが、これも受理されなかった。この後、Ministry of Economic Affairs (MoEA) は CDWP 或いは FFC からの連絡を受けて省内の各ドナー担当者に、資金ソース確保の可能性をレターで打診している。
 - v. その後、2020 年 12 月に MoEA は、MoEA 下の EAD の各種ドナー担当に対して、資金ソース確保の可能性を探るようレターを送付している。FFC もまた、EAD の Paris Club & ADB 担当部局に直接レターを送付している。

ちなみにこの間の FPSP III の予算申請に関わる最近の動き (レター送付) は下表のとおりである。

表 2.3.1 FPSP III 事業の資金ソース確保関連レター

No	年月日	内容
1	2020 年 7 月 16 日	EAD-MoEA から JICA へのリクエストレター
2	2020 年 12 月 28 日	MoEA 内部レター：EAD の全開発パートナー担当者への周知レター。CDWP により MoEA が資金を探すべきという結論を下したということも周知されている
3	2021 年 11 月 4 日	FFC-MoWR から Paris Club & ADB 担当 EAD 部署-MoEA へのリクエストレター
4	2021 年 1 月 4 日	EAD-MoEA から USAID へのリクエストレター
5	2021 年 1 月 28 日	EAD-MoEA から Saudi Fund へのリクエスト

出典：アドバイザーチーム



出典：アドバイザーチーム

図 2.3.1 NFPP-IV 事業における連邦政府(Planning Commission)へ事業申請・承認の流れ

(2) FPSP-III 資金承認までの流れ(2022 年 12 月までの流れ)

予算配分は 2021 年初めでは、ADB が出資する前提で National Disaster Risk Management Fund (NDRMF)を通じて実施されることが NDMA に承認されていた。FPSP-III 事業の予算規模について

はこれまで ADB と FFC の間で、紆余曲折あったが（約 95 bil. PKR、36 bil. PKR、170 bil. PKR と変遷した）、ADB が 2022 年 11 月～3 月にかけて派遣したコンサルタントチームにより、FPSP-III 事業形成を行い、最終的には約 194.6 bil. PKR となった。

なお、上記コンサルタントが ADB から派遣される前に、当該アドバイザーチームから、課題「FPSP-III の候補事業は、NFPP-IV 以外の事業が含まれているため、NFPP-IV の実施状況を確認した上で優先度の確認が必要」を指摘しており、ADB コンサルタントチームは、これら指摘に基づいて作業 TOR(Terms of Reference)を FFC と協議して設定し、事業の優先度をリスクの大きさから評価した上で実施するという方針をその後のセミナー（2022 年 3 月等）で発表した。

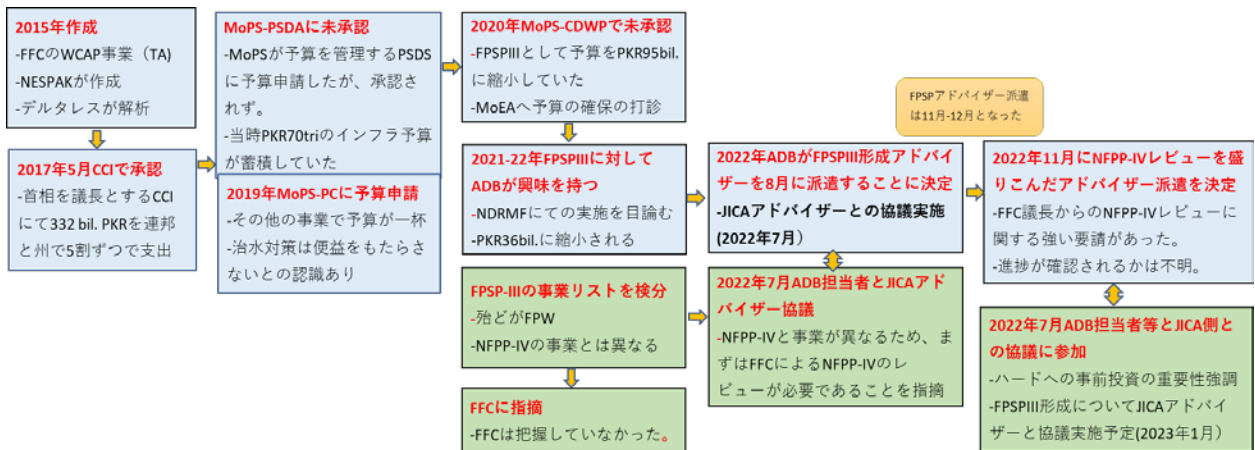
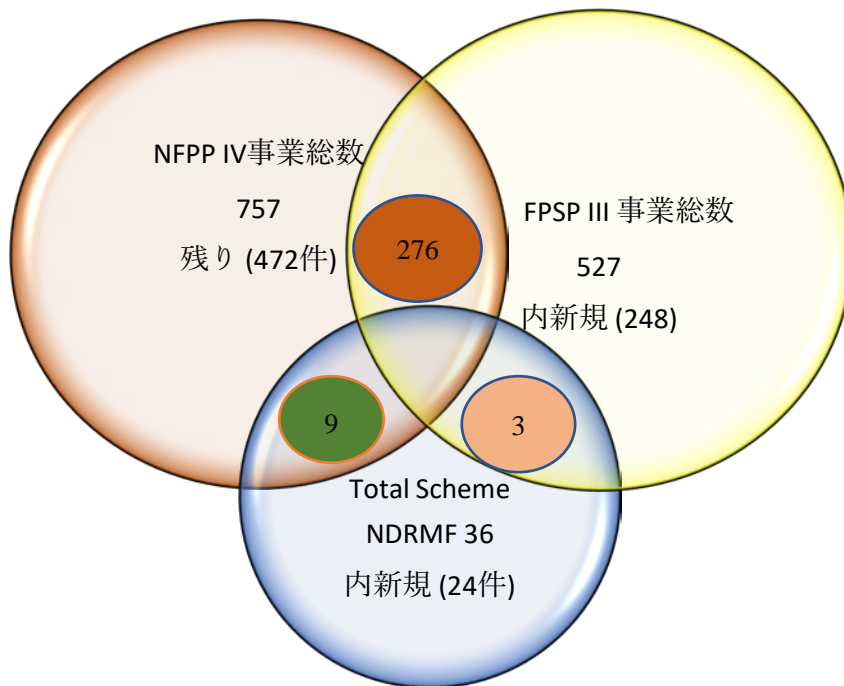


図 2.3.2 策定当初（2015 年）から現在までの資金手配状況

なお、NFPP-IV の事業と、FPSP-III 候補事業、NDRMF を通じた FPSP-III（NDRMF 事業とする）候補事業の関連性を調査したところ下図のような関係となった。FPSP-III では NFPP-IV で提案された事業（527 件）の約半分（248 件）の新規事業が盛り込まれている。NDRMF 事業においては半分以上が新規事業となっている。Punjab 州、Balochistan 州、KPK 州、GB 州、その他（Merged Area）においてその状況は顕著であり、Sindh 州では比較的旧計画を尊重している。なお、NDRMF 事業については、各州が直接 NDRMF に提出したようである。この中には FFC の事業に対する提言への対応が果たされていないまま、NDRMF に提出されたものがある。これに対して FFC は各 PID に電話などで懸念を表し、対応がなされない場合は候補事業として承認しない旨通告していた。なお、FPSP-III が承認された後、NDRMF 事業に係る活動は停滞している（2023 年 8 月現在）。



出典：FFC からの情報を基にアドバイザーチームが作成

図 2.3.3 NFPP-IV、FPSP-III 及び NDRMF 事業数と関連

(3) 予算配分を阻害する要因

これまでの FFC 議長及び職員との協議・コンサルテーション等により、下記が予算配分上での阻害要因となっていると考えられる。

1) 洪水対策が開発課題として認識されていない可能性

パキスタン国の GDP に占める治水投資比率 (0.004%) は、アジア諸国と比べると最低の割合になっている。連邦政府の 2015 年に仙台防災枠組みで提唱された「洪水対策を含む防災への事前投資が開発課題」についての認識が希釈である可能性がある。

2) NFPP-IV の予算が適切ではなかった可能性

連邦政府側の PSDP 予算に対して適正な資金額で申請でなかった可能性がある。表 2.2.8 で示すように、NFPP-IV (360 bil. PKR) は NFPP-III (26 bil. PKR) の 10 倍以上の予算となっている。また、NFPP-III の事業費達成率は 34% であり、このうち半分以上が ADB 及びその他ドナーの資金による達成率である。そのため、NFPP-IV はかなりの挑戦的な予算計上であった可能性がある。ちなみに、National Disaster Management Plan (2010)によると、NFPP-IV の総事業費は 500 bil. PKR と概略計上されていた。

表 2.3.2 NFPP の達成度

計画	区分	資金	期間	(1) 当初予定		(2) 完工実績		執行率 = (2)/(1)	
				事業数	事業費 (百万ルピー)	事業数	事業費 (百万ルピー)	事業数	事業費
NFPP-I	バ政府資金によるプログラム	バ政府	1978-1988	840	9,500	311	1,730	37%	18%

計画	区分	資金	期間	(1) 当初予定		(2) 完工実績		執行率 = (2)/(1)	
				事業数	事業費 (百万ルピー)	事業数	事業費 (百万ルピー)	事業数	事業費
NFPP-II	パ政府資金による プログラム	パ政府	1988-1998	479	3,944	180	1,418	38%-	36%-
	FPSP-I	ADB+パ政府		256	4,556	256	4,735	100%	104%
	小計	-		735	8,500	436	6,153	72%	59%
NFPP-III	パ政府資金による プログラム	パ政府	1998-2008	438	11,775	383	4,284	87%	36%
	FPSP-II	ADB+パ政府		391	13,877	101	4,165	26%	30%
	ライズラー 洪水予警報	JICA 無償		1	348	1	348	100%	100%
	小計	-		830	26,000	485	8,797	58%	34%
合計		-	-	2,405	44,000	1,232	16,680	51%	38%

出典：FFC からの情報を基にアドバイザーチームが作成

3) 州と連邦の予算準備割合は事業の特性から見たものではない。

パキスタンでは、Indus 川をはじめとして多くの河川が、複数の州を越えて流下している。このような越境河川に対しては、連邦政府と州政府に加えて州政府間の合意形成が求められるが、NFPP-IV では予算配分を連邦政府と州政府の間で 5 分 5 分となるように調整されていた。

しかしながら、NFPP-IV の整理の仕方（個々の州別事業のリストアップ）では、越境河川に対する投資とは見なされず、州政府が関係を持つべき業務であると認識されずに、州政府予算で実施すべきと理解される可能性がある。

2.3.2 活動 2-2 NFPP-IV に係る各事業の進捗状況の確認及び課題の分析

(1) 進捗状況

FFC によると、2023 年 6 月の FPSPIII 承認まで連邦政府及び開発ドナーから国家洪水対策事業へ資金提供が提供されたという情報は FFC には届いていない。各事業実施主体からも NFPP-IV で計画された事業の開始・完了についての報告はない。FFC は、国家洪水対策事業の確認・照査等を行うが、それは事業主体が、PC1 レポートを MoPS-PC へ提出（事業予算確保のため）するまでの期間に行われる。その後、事業の進捗・完了については、基本的に FFC の感知するところではない、というのが FFC の現状の認識である。また、PIDs に本業務の情報収集ステージや堤防 O&M のワークショップの際に、NFPP-IV のリストを FFC 経由で送付し、進捗情報の記入を要請したが、返送・返答した PID は皆無であった。

(2) 洪水管理における問題を生み出しやすい行政（予算配分）システム

国家レベルの治水事業の管理(技術的審議・モニタリング)は主に FFC で実施しているが、中には FFC では管理されない（特にモニタリング・完了確認）治水事業が存在する。特に、①MDB からの州・各省庁への直接融資事業、②NDRMF 事業のうち FFC が関与しない事業については、FFC は事業の開始・完了は関知出来ない行政システムとなっている。

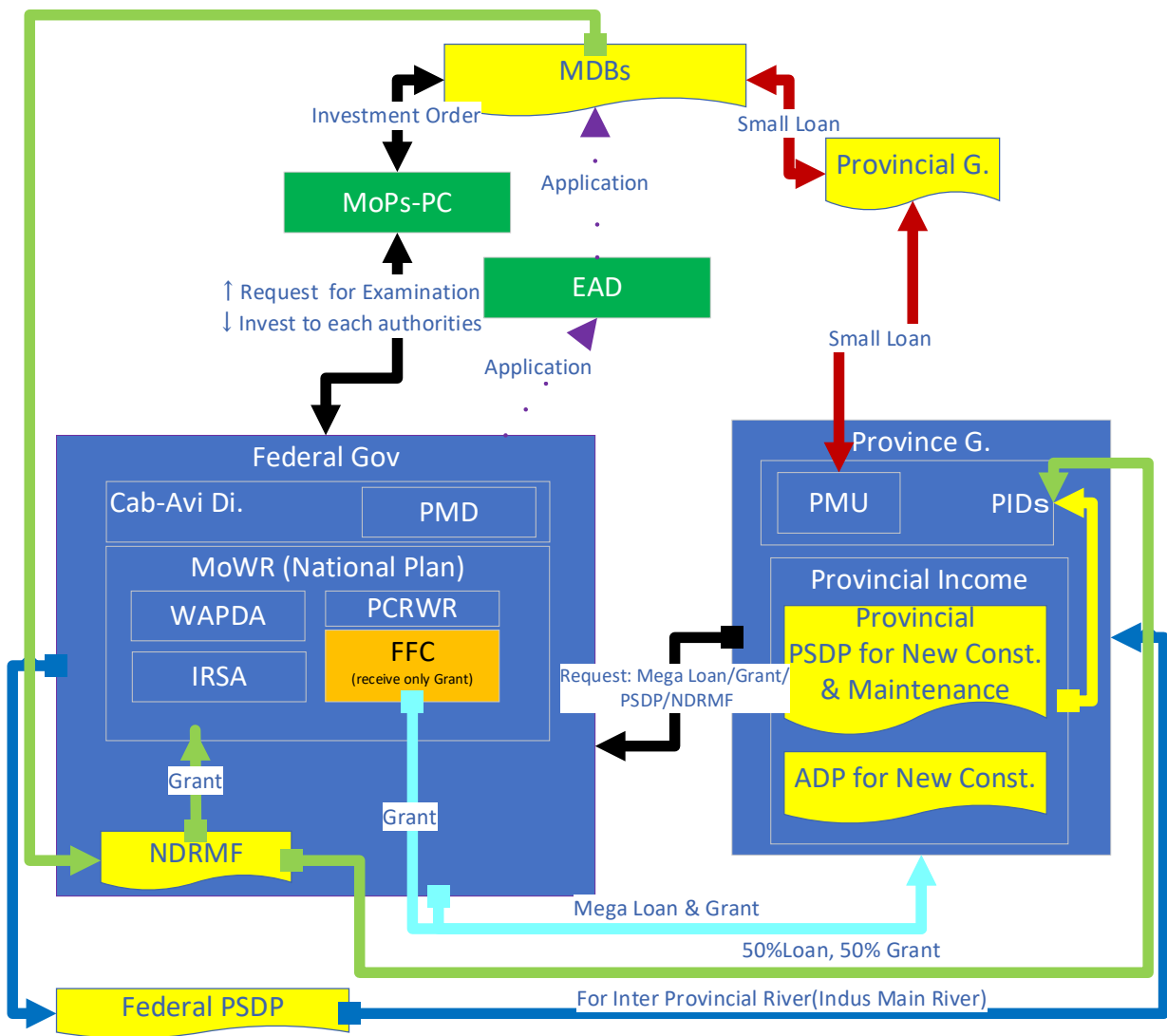


図 2.3.4 治水対策投資の概略フロー

一方でPID側にも課題が見受けられる。アドバイザーチームが、FFCを通じて開催したZOOM会議及びワークショップ、更にはFMC会議にて、度々進捗確認の要請を行ったにもかかわらず、情報集約できなかつた。この理由は、「堤防・河道状況の変化、或いは州予算での事業実施、等による最新のPID優先事業とNFPP-IV事業の乖離」によるものではないかと推察する。つまり、NFPP-IV策定当時とは状況が変化しているため、PIDsはNFPP-IVに立ち返らずに、PIDの内部計画を更新しつつ事業の実施を推進しているのではないかとと思われる。

これを証明するかのように、本来NFPP-IV事業の推進を目的としたFPSP-III事業の中に、PIDが新たに提案した事業が多数混入されていた。そのような状況でありながら、これまでPIDsは、NFPP-IV事業リスト及びその内容に対してフィードバック及び優先事業の再検討をFFCに申請してこなかった。従いFFCは国家洪水対策事業の進捗管理を適切に行う事ができなかつたと思われる。

(3) 今後の課題

上述したように、治水事業の完了情報がFFCに通知されない状況は、Indus水系における洪水管

理にとって好ましいとは言えない。例えば FPSP-III の事業については、手続き上 FFC を通じて関係機関に配分されることになっているので事業の開始時期のみは自ずと FFC が感知できるが、州政府独自予算や MDB から州・関係機関への直接融資のケースでは、国家事業として NFPP-IV に挙げられている事業でさえ、その進捗・完了に関する一連の正確な情報は FFC にて記録・蓄積はできない。

このような状況では、通常時及び発災後の対策発議において次のような課題を生じる恐れがある。

- ▶ 対象地域の事業進捗・完了を適切に確認できない状況では、事業提案・実施機関に対して、FFC が迅速かつ正確に自立的調整を行う事が困難となる。これにより Inter Indus River やヒルトレント等の Inter Provincial River 流域における治水レベルを図れず、俯瞰的観点から適切な事業方針を打ち出せない。
- ▶ 複数の開発ドナーによる対象事業の重複及び資金使途が不明確な借入による剰余金が発生する可能性がある。

ここに、事例を挙げると、FPSP-III で実施される予定の Sindh 州右岸堤防補修工事が、既に世銀の Sindh Flood Emergency Rehabilitation Project 2023 (Irrigation Component, USD 212 mil.)に含まれてその実施が始まっていたという事実が中央政府で把握できていなかったり、Sindh-PID 内部でもその事実が適切に認識共有されていなかったりした。主に脆弱性箇所についてはヒストリカルな箇所と最近の洪水で被災した箇所の 2 通りあるが、ヒストリカルな箇所については FPSP-III にも掲載されている。そのような視点でのチェックが困難な状況になる。

2.3.3 活動 2-3 NFPP-IV の実施を促進・阻害している要因の分析及び実施促進のための提言

Indus 川本川及び主要支川においては、計画流量（水位）以上の洪水が発生した場合、洪水時に堰を防御するために、堰上流の堤防を切り欠き（Breach とよばれている）、堰崩壊を防ぐとともに下流への過度の流出を抑える活動を行っている。一方で、FFC の Annual report によると、現時点の伝統的な洪水管理は、「上下流問題を考えない可及的かつ場当たりの（Ad hoc）なハード&ソフト的から成る洪水対策」によるものであると述べられている（この伝統的な洪水対策とは、流出抑制、洪水貯留、堰や頭首工の能力改善、川と人の分離（土地利用改善）、洪水中の緊急対策、洪水後の復旧等が含まれる）。

このような中、ヒアリングによると、議長及び職員は、NFPP-IV にて提言されている統合的洪水管理（Integrated Flood Management: IFM）が必要だということを意識しはじめており、流域単位の洪水管理の重要性についても認識していたことがわかっている。本業務では、単一的な伝統的な手法であっても、それらを FFC が統合管理することにより将来のリーズナブルな統合洪水管理に繋がることを認識し、これを FFC と協議してきた。

これまで、NFPP-IV の実施を促進・阻害している要因については、2.2.4 及び 2.3.1、2.3.2 にて分析したが、これらの課題に対する提言は以下の通りである。

表 2.3.3 実施促進課題に関する提言

No	課題	提言内容
1	予算配分における課題	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 策定段階から MoPS、MoEA 等連邦政府を参加させ、治水対策についての世界的な潮流の変化、パキスタン国の投資規模の低さの等の認識を醸成する。 ▶ NFPP 事業を、連邦及び州で実施すべきものか、連邦及び州政府間の基本方針に従って明確に National Water Policy 等の上位計画に記載する。 ▶ NFPP 策定前においては、これまでの実績・国家予算を考慮して、ドナーからの支援及び自国資金の割合等についてもあらかじめ分析する。
2	政策・戦略・制度面における課題	<ul style="list-style-type: none"> ▶ National Water Policy の NFPP への反映及び強化 <ul style="list-style-type: none"> - 州と連邦の予算についての配分方針を記載 - 政策に基づいた国家治水計画の作成 - パキスタン国の洪水管理手法に基づいた River Act の見直し ▶ 治水事業の管理に係る連携強化 <ul style="list-style-type: none"> - FFC と治水管理上の連携を法制度で再構築する。 ▶ NFPP の評価・更新システムの構築 <ul style="list-style-type: none"> - 他国の管理技術の導入 - FFC 内に NFPP 評価・更新ワーキンググループを構築する。 - FFC において NFPP 全体の事業進捗情報共有会議を実施する。 - 事業情報についての物理的な管理システムを導入する。
3	NFPP-IV の技術的内容における課題	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 河川流域視点の治水・管理施設整備方針に資する基本理念を設定する。 ▶ 長期的視点の洪水防御手法の検討 <ul style="list-style-type: none"> - 主要河川の治水施設整備のための計画規模の設定 - 人為的 Breach 後の洪水リスクの分析及び氾濫原被害の緩和・補填可能性の検討 - 気候変動適応方針策定(外力の変化への対応思想) - 長期的治水施設設備計画案の明示 ▶ 堤防情報の整備及び中央及び州政府間での共有化 <ul style="list-style-type: none"> - 全国的な堤防現状の調査 - 科学的分析による河道特性の整理 - FFC と PID が堤防状況について相互確認可能な情報共有方法の検討 ▶ 国家治水計画の柔軟性の確保 <ul style="list-style-type: none"> - 脆弱性の変化に応じた事業の改善及び更新プロセスの検討及び導入 ▶ 連邦或いは州政府が予算配分を実施すべき事業の明確化 <ul style="list-style-type: none"> - 連邦政府から予算配分をするための条件を記載 - 州毎に加えて流域毎でのプロジェクトの整備（越州してインパクトが加わることを明示する）
4	FFC の組織体制上の課題	<ul style="list-style-type: none"> ▶ インセンティブ・モチベーションの強化 <ul style="list-style-type: none"> - FFC 管理事業の増加による活性化 - FFC の移転 ▶ 利便性のあるコミュニケーション機能の導入 <ul style="list-style-type: none"> - 関係機関からの連絡前から状況を確認できる可視的な情報收受システムの導入 ▶ 治水情報の加工・蓄積及び管理 <ul style="list-style-type: none"> - 情報担当部署の明確化、関係機関との電子的な情報共有システムの導入 - デジタル処理を行うためのツールやデータベースの確保 ▶ 適切な事業管理環境の整備 <ul style="list-style-type: none"> - 治水計画の理解と、総合的に監視する組織の必要性に関する啓蒙 - 職員増員、事業管理システム及び事業管理用データベースの導入

2.3.4 その他 FFC の運営・治水技術上の問題点

ヒアリング及びチェックシートで確認したところ将来の洪水管理における課題は前述以外にも下記のようなものがある。これらにも対応していく必要がある。

- 本業務開始当初(2021年11月)、河川法（River Act）は州毎に過去に作成されたものが適用されていた。FFCは参考文書（River Act案）をNFPP-IVにて紹介しているが、未だ各州の河川法の改定はなされていない。特にFFC作成のRiver Act案では不正利用に対するペナルティが提示されていたが、Punjab州によると、河道内で産業を営む有力者との関係で記述することが非常に難しいとのことである。
- NFPP-IVの氾濫解析のために使用した水文モデルは流域毎の計算となっており、その流出データは洪水対策立案に有用と考えられるが、氾濫計算は河道の計算水位を第1及び第2堤防

まで標高に応じて単純に水平に伸ばす簡易的な手法で実施されているため、解析結果から越水及び堤防切り欠き時の氾濫可能性の最大エリアを推量することは難しい。これらのモデル及びモデルデータについては、FFCは保有していない。また、NFPP-IVに従事したコンサルタントは5年の保管期間ののち、これら解析に関するデータを廃棄した模様である。コンサルタントは契約通り速やかに入手及び加工したデータをFFCに提出しなければ、結果のトレース及び更新が非常に困難となる。

- 治水対策に関するガイドライン・マニュアル等は現在のところ各州に現存するものが活用されているが、基本的には一部の州、つまり Sindh 州（堤防マニュアル）、Punjab 州（灌漑マニュアル）で整備されている。流域の状況、河川の規模、実施事業等の各州の特色に合わせて、準備する必要があると思料する。
- FMC 精査会議において各州・関係機関が、提案する事業の内容を説明するが、FFC 側に受け入れられるような内容となっていないものが多いようであった。FFC 側は検討内容が不十分であるという認識で承認しないとのことであるが、説明側は予算がないために受け入れられないと考えている。
- なお、NFPP-IV においては、治水計画上の課題が下記のように整理されている。特に「政策と計画」及び「財源」については、技術的に直接解決できない問題が含まれており、パキスタンの治水関係政府組織は、それへの対応も考慮しなくてはならない。本業務でもこれらを念頭に置いた上で成果3にて検討を実施する。

表 2.3.4 NFPP-IV レポートで指摘されている洪水管理に係る欠点・制約・不備：この分析

項目	内容
政策と計画	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 治水対策の対応及び実施に対する国家の意思の欠如 ➢ 実施が容易で目に見える構造物対策への偏重 ➢ 不適当な非構造物対策 ➢ 氾濫源の不法占拠 ➢ 都市排水路への生下水の投棄 ➢ 貧弱な維持管理やゴミ投棄による排水路の詰まり
超過洪水と設計基準	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 気候変動により設計基準を超えた洪水の発生 ➢ 洪水のパターンや流路の挙動の変化についてのレビューの必要性 ➢ 主要河川構造物や都市や田舎の構造物の設計基準の見直しの必要性
堰や橋梁でのボトネック	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 堰や橋梁の低い流下能力による上流側の溢水 ➢ 堰や橋梁の上流側で人工的に堤防を決壊させる案の検討の必要性 ➢ 人工的な決壊が不可能な場合は代替案の検討の必要性
洪水早期警報システム	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 洪水早期警報システムは有効だが、不十分な活用。 ➢ システムのカバーエリアを Indus 川上流域や Chenab 川流域に拡張の必要性
財源	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 乏しい財源（治水対策に少ない配分） ➢ 治水安全度を上げるためにはより多くの投資が必要 ➢ 灌漑の運用維持管理費と治水対策インフラの費用を灌漑用水料金の値上げ

項目	内容
その他	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 制度的課題（連邦と州間の調整の欠如、関係機関のデータの共有の欠如、洪水管理機関での専門家の欠如、氾濫源管理に係る役割と責任の定義の欠如） ➢ 管理的課題（治水対策施設の定期的検査/モニタリングの欠如、水制御構造物の運転に係る専門性の欠如、水制御構造物への情報やリアルタイムの指示の欠如） ➢ 技術的課題（リアルタイムデータの不足、水文観測所の低い設置密度、限られたモンスーン事象の空間的・時間的な予報、フラッシュ洪水への限られた反応時間、統一性のない堤防及び堰の設計基準、洪水ピークの減衰のための貯留施設の欠如、不十分な堤防の維持管理、モニタリング、修理） ➢ 財務的課題（NFPP 事業を実施する資金の欠如、配分された資金の執行能力の欠如、政府資金の不足のためドナーのローンへの依存）

出典：NFPP-IV 調査レポート

2.4 成果 3 に関わる活動内容

成果 3：洪水リスク削減に向けた根本的な治水事業が特定・形成される。

2.4.1 活動 3-1 JICA 関連事業との調整

2022 年 8 月後半から「パキスタン国国家防災計画（NDMP）更新に向けた技術支援プロジェクト」が本格的に始まり、これと情報共有を行い、NDMP 認可後に策定された NFPP-IV の上記の課題及び本業務で分析された課題等が NDMP の更新にて解決することを目論んでいる。NDMP に記載された FFC 担当の活動が適切に行われていない場合もある。そのため、NDMA にて洪水リスクの把握が困難になっている等の不都合が生じている。このような状況を踏まえ、FFC とは本業務が終了後（2023 年 9 月）にも、NDMA 事業を通じて FFC の能力強化に伴う課題の解決に関する面談会議を行う約束をしている。更には、「無償資金準備協力調査「パキスタン国河川管理強化事業」」においても情報収集の効率化に繋がる支援を実施している。

2.4.2 活動 3-2(1) 「治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査」の検討も踏まえ、洪水被害ポテンシャルを考慮し、洪水リスク削減に必要なボトルネックが特定され必要となる根本的な治水事業が検討される。

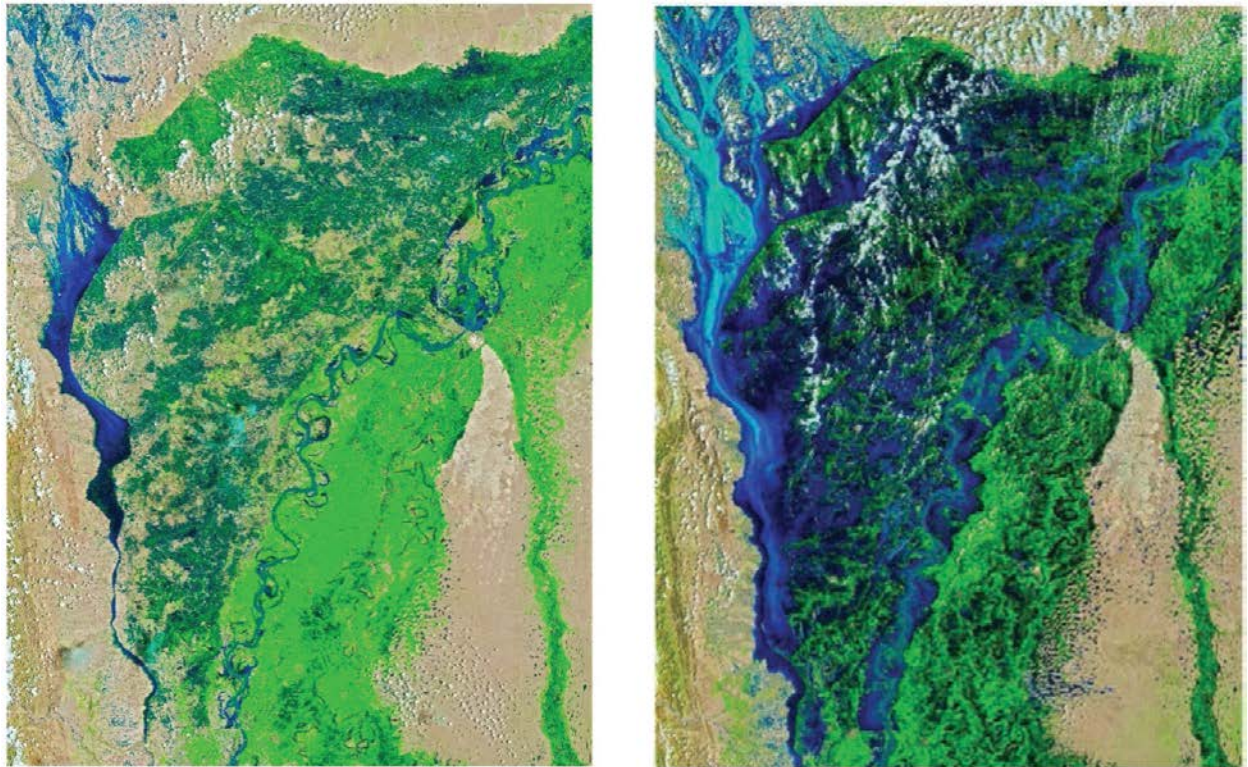
これまでの活動に基づき、洪水リスク削減に必要なボトルネックを、以下の 2.3.4.5～2.4.3.9 に記載した。ボトルネックについては、次の 5 項の観点で整理している。特に JICA の実施すべき事業形成においては、第 1 項から第 3 項を留意している。第 4 項及び第 5 項については、FFC への提言として、FFC 議長との毎回のコンサルテーション協議等にて進言し、その一部は実施されはじめている（4.5 節に記載）。

1. 洪水水被害状況及び潜在的被害発生の可能性（2.4.3.5 節）
2. パキスタンの経済発展効果を意識した治水政策の必要性（2.4.3.6 節）
3. 自然・社会状況から見た治水整備の在り方（2.4.3.7 節）
4. 治水事業管理における資金投資制度の脆弱性（2.4.3.8 節）
5. 国家治水対策計画の立案・更新に向けた法、指針及び情報整備（2.4.3.9 節）
6. 実施すべき根本的な治水事業方針

2.4.3 活動 3-2(2) ボトルネックに関する調査及び検討

2.4.3.1 PDNA 調査の最終結果（2022 年洪水の被害と回復戦略）

2022 年 8 月の月間降雨量は、Sindh 州では例年の 7 倍の降雨量、Balochistan 州では例年の 8 倍の降雨量であった。この洪水は、1000 年 1 度と言われる猛暑で気温が 45°C を超える日が続き、農作物の損失や電力不足、森林火災が発生し、干ばつによる緊急事態の直後に発生した。



出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Main Report”

図 2.4.1 2022 年 8 月 4 日（左）及び 28 日（右）の洪水範囲の比較

表 2.4.1 2022 年洪水における地域別被害、損失、ニーズ

地域	Damage (物的資産損害) (価格・費用)		Loss (経済的損失) (貨幣価値)		Needs (復旧・再調達コスト)	
	bil. PKR	mil. USD	bil. PKR	mil. USD	bil. PKR	mil. USD
Balochistan 州	349	1,625	541	2,516	491	2,286
KPK 州	201	935	141	658	168	780
Punjab 州	111	515	122	566	160	746
Sindh 州	1,948	9,068	2,444	11,376	1,688	7,860
複数州影響被害	587	2,731	14	67	975	4,540
主要 4 州以外	7	32	11	49	10	48
合計	3,202	14,906	3,272	15,233	3,493	14,261

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Main Report”

被害（損害および損失）は特に Sindh 州で多く発生しており、被害をセクター別にみると、「住宅」「農業・食料・畜産・漁業」「運輸・通信」に順に大きい。一方、復旧・復興ニーズは、「運輸・通信」「農業・食料・畜産・漁業」「住宅」の順に高い。

堤防や水路等の施設が含まれる、「水資源・灌漑」セクターは、上記 3 部門に続く規模の被害額と

なっており、損害額で 1,530 億パキスタンルピー（7 億 1,100 万米ドル）、復旧・復興ニーズは、損害額を超える 1,680 億パキスタンルピー（7 億 8,200 万米ドル）であった。

表 2.4.2 2022 年洪水におけるセクター別被害、損失、ニーズ

Sectors	Damage		Loss		Needs	
	(Billion PKR)	(Million US\$)	(Billion PKR)	(Million US\$)	(Billion PKR)	(Million US\$)
Social Sectors	1,345	6,261	193	896	832	3,872
Housing	1,200	5,586	137	636	592	2,757
Health	23	109	7	34	40	188
Education	120	559	47	219	197	918
Culture and Heritage	1	6	1	7	2	9
Infrastructure Sectors	843	3,927	85	396	1,168	5,437
Transport and Communications	701	3,264	60	281	1,073	4,994
Energy	19	88	1	3	25	117
WASH, Municipal Services, and Community Infrastructure	123	575	24	112	70	327
Productive Sectors	996	4,635	2,853	13,281	1,022	4,760
Agriculture, Food, Livestock, and Fisheries	800	3,725	1,986	9,244	854	3,976
Water Resources and Irrigation	153	711	-	-	168	782
Commerce and Industries	40	186	758	3,527	-	-
Finance and Markets	1	3	90	417	-	-
Tourism	2	10	20	93	0.4	2
Cross-Cutting Sectors	18	83	142	660	471	2,192
Governance	13	60	5	23	19	88
Social Sustainability, Inclusion and Gender	0.004	0.02	-	-	21	96
Social Protection, Livelihoods, and Jobs	-	-	130	607	361	1,683
Environment and Climate Change	4	18	6	30	35	164
Disaster Risk Reduction and Resilience	1	5	-	-	35	161
Grand Total	3,202	14,906	3,272	15,233	3,493	16,261

出典: "Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Main Report"

2022 年洪水の被害に対するパキスタンの回復戦略における、災害復旧フレームワーク、復旧・復興目標、指針は、以下のアプローチで構成される。

表 2.4.3 災害復旧フレームワーク (Disaster Recovery Framework)

3つの基礎	3つの柱
より良い復興	雇用と生活の回復
人々を中心とした社会的経済復興	重要な資産、サービス、インフラの復旧・復興
自然災害や気候変動の影響に対する体系的な回復力の開発	復興のためのガバナンスとステークホルダー、特にコミュニティ、の能力強化

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Main Report”

表 2.4.4 復旧・復興目標 (Recovery and Reconstruction Objectives)

復旧・復興目標
被災者、特に最も弱い立場にある人々の生活と生計の回復のための国家の統治能力強化
生活と経済的機会の回復
復興と関連する開発のあらゆる側面における、社会的包括と参加の確保
レジリエントかつ持続可能な方法による、基本的サービス、物理的インフラの回復・改善
環境の整備、民間セクターの参加と資金調達の促進

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Main Report”

表 2.4.5 指針 (Guiding Principles to Support the Vision)

ビジョンを支える指針、指導原則
長期的なレジリエンスのための、参加型、包括的、グリーンな復興
貧困層支援、弱者支援、ジェンダー配慮、最も影響を受ける人々を対象
中央集権的な政策・計画・調整と、地方分権的な実施による政府各層の調整
自然に基づく解決策と生態系に基づく適応策への投資
紛争に配慮した実施
持続可能性を確保するための制度・規制改革を優先
地元の材料、知識、技術、労働力の利用
可能な限り移住・移設の回避
公共部門と民間部門の回復のバランス
人道的努力と復興との相乗効果の強調

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Main Report”

(1) 水資源・灌漑 (Water Resources and Irrigation) セクターの被害

水資源・灌漑 (Water Resources and Irrigation) セクターの被害額は、1,526 億パキスタンルピー (7 億 1,100 万米ドル) であり、公共資産が被害全体の 98.5% を占め、民間資産は 1.5% であった。

被害のうち、洪水防御関連施設及び灌漑水路の被害が最も大きく、この 2 項目で水資源・灌漑セクター全体被害額の約 70% を占める。

灌漑システムの被害 (水路 32%、ダム等 9%) という観点では、全体の 41% を占め、農作物生産に悪影響が出ることが予想される。特に Sindh 州の排水システムの復旧の遅れは、作物生産をさらに低下させることが予想される。バロチスタンでは、乾燥地帯の灌漑・貯水インフラが被害を受け、灌漑供給が不十分になっている。

表 2.4.6 2022 年洪水における水資源・灌漑セクターのインフラ施設別の被害

インフラ	Damage (物的資産損害) (価格・費用)		割合
	bil. PKR	mil. USD	%
洪水防御関連	55.5	259	36.4%
灌漑用水路	49.4	230	32.4%
排水システム	20.7	97	13.6%
ダム、頭首工、堰	14.3	66	9.4%
補助インフラ	12.7	59	8.3%
合計	152.6	711	-

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Supplemental Report”

水資源・灌漑セクターの地域別の被害を見ると、公的資産の被害が顕著であり、Sindh 州の被害額（水資源・灌漑セクター全体の 62%）が抜き出ている。

表 2.4.7 2022 年洪水における水資源・灌漑セクターの地域別の被害

州/地域/管理者	Damage (物的資産損害)		Needs (復旧・再調達コスト)		主な被害
	公的資産 mil. PKR	私的資産 mil. PKR	mil. PKR	mil. USD	
Balochistan	19,943.1	-	22,849.0	75.4	Hill Torrent による、用水路、貯水施設、堰、排水路、洪水防御施設の被害
KPK	19,712.5	2,279.5	21,791.0	71.9	Swat 下流用水路、Chashma 右岸用水路システム (Dera Ismail Khan)、Swat 川と Kabul 川の河川構造物
Punjab	5,216.0	-	5,807.9	19.2	Chashma 右岸用水路システム (Dera Ghazi Khan, Rajan Pur) Kacchi 用水路システム
Sindh	94,901.8	-	105,622.0	348.5	Kirthar 丘陵からの Hill Torrent による被害、局地的大雨の滞留による浸水
特別地域	458.1	-	498.0	1.6	灌漑水路、洪水防御施設の被害
WAPDA	10,132.4	-	11,436.5	37.7	進行中の工事の被害
合計 mil. PKR	150,364.0	2,279.5	168,005.0	-	
合計 mil. USD	496.1	7.5	-	554.3	

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Supplemental Report”

(2) 水資源・灌漑セクターの復旧・復興ニーズと復旧・復興戦略

長期的なレジリエンスの構築には、①短期・中期的に実施すべき、緊急介入策の特定、優先順位づけ、②影響を受けやすい地域の回復力構築のための戦略的マスタープランの策定、を行うことが求められる。

短期的（1 年以内）な復興戦略は、2023 年 6 月までに、灌漑供給施設の復旧、農業用水路、排水路、洪水防止堤防の重大な被害の修復であり、全ニーズの 15%を占める。

中期的（3 年以内）復興は、ニーズ全体の 30%を占め、農業用水路、排水路、ダム、付属構造物の強化、新しい構造物の建設、構造的・非構造的対策による洪水防御堤防の強化が含まれる。

長期的（5 年以内）復興は、評価されたニーズ全体の残り 55%を占め、排水路・排水システム、農業用水路システムの完全運用、洪水防御堤防の安全性と安定性の強化、水力構造物、洪水流路などが含まれる。

表 2.4.8 2022 年洪水における水資源・灌漑セクターの復旧・復興戦略

投入/活動	短期 1年以内	中期 3年以内	長期 5年以内	優先 順位	コスト mil. PKR (mil. USD)
➤ 施設を稼働させるための応急工事 ➤ 幹線用水路、ダム、堤防の決壊箇所の閉塞	8,400	-	-	1	8,400 (27.7)
➤ 幹線用水路の完全運用再開、用水路制御施設の修理 ➤ 幹線用水路堤防の強化 ➤ 導水堤 (Guide Bund、Marginal Bund) と水制工の修復 ➤ カレーズの稼働、井戸・給水路の復旧	16,800	-	-	2	16,800 (55.4)
➤ 幹線用水路、堤防、ダム、付帯施設の強化 ➤ 洪水防御堤防の強化 ➤ 排水路の重要部分の補修、閉塞部分の除去	-	50,401	-	3	50,401 (166.3)
➤ 排水路、排水システム、幹線用水路、灌漑システムの完全な稼働 ➤ 洪水防御堤防、水理構造物、洪水流路の安全性・安定性の向上	-	-	92,403	4	92,403 (304.9)
合計 (mil. PKR)	25,201	50,401	92,403	-	168,005
合計 (mil. USD)	83.1	(166.3)	(304.9)	-	554.3

出典: “Pakistan Floods 2022, Post Disaster Needs Assessment, Supplemental Report”

2.4.3.2 アドバイザーチームによる調査結果 1 (Indus 川流域全体)

2022 年のモンスーン期に発生した大規模な洪水被害に関する調査を 2022 年 9 月～10 月にかけて行った。基本的な気象情報は日本にて情報収集・整理を行った。JICA 安全セキュリティ上被災地を視察することはできなかったが、Sindh-PID 及び Punjab-PID、WAPDA 事務所、WASA 等に訪問し、情報収集を行った。KPK 州については、FFC 事務所からリモートにて情報収集を行った。また、FFC は本期間中に最後まで最終化することはできなかったが、PIDs からの情報に基づいて FFC が編集した河川構造物の被災状況リストを入手した。

(1) Indus 本川堤防の被害状況

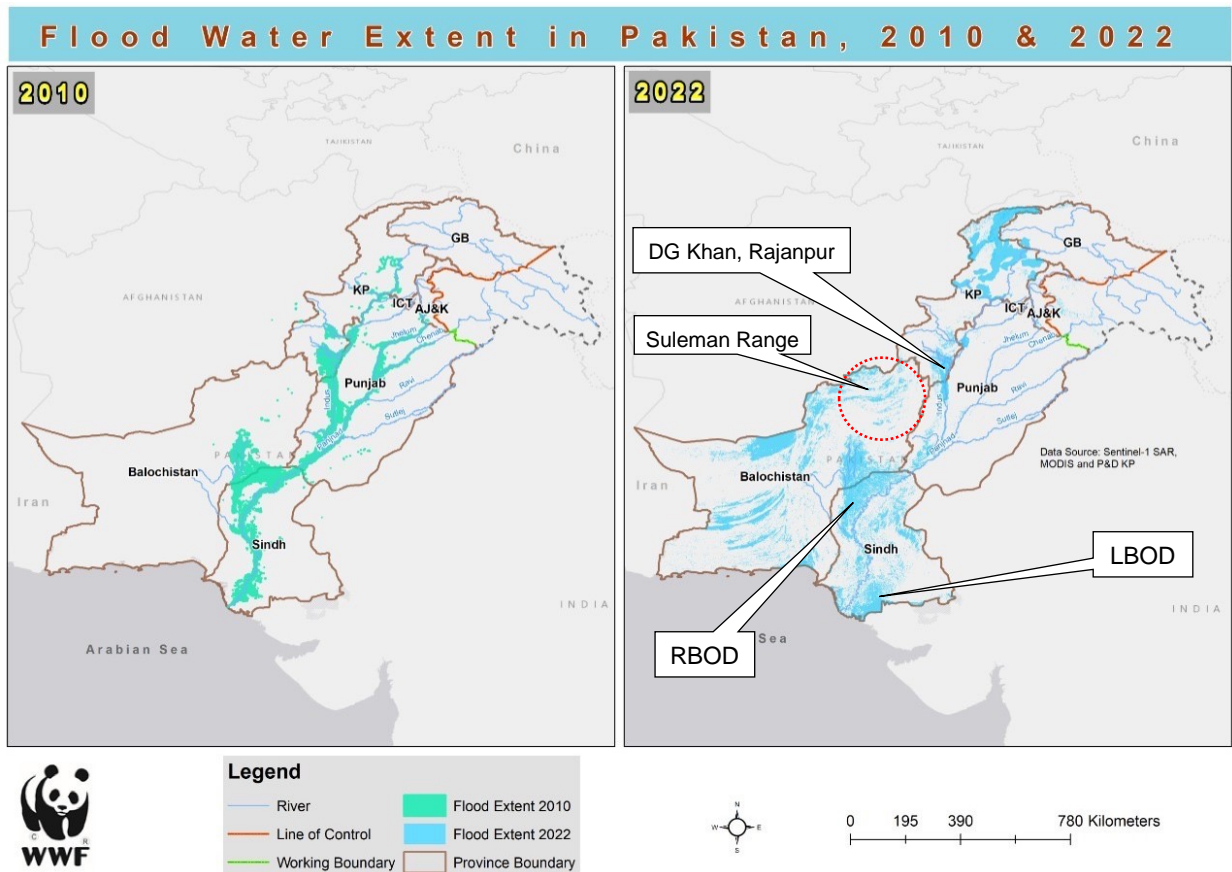
Indus 川及び Indus 川に合流する主要 4 支川 (Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej 川) 流域のうち、最も被害が大きいのは Indus 川本川に隣接する地域であった。2010 年の洪水は Indus 本川からの氾濫が主要な原因であったが、2022 年の洪水は河川本川からの越水・溢水により生じた洪水ではなく、KPK 州、Balochistan 州、Sindh 州の集中豪雨により生じた洪水であった。

FFC を通じて入手した各 PID の被害報告によると、本川沿いの被害としては、導流堤の崩壊、法面の部分的な崩壊や、水制工の崩壊であり、本川堤防の崩壊は無かった。

(2) 河川構造物・灌漑施設の被害

各 PID の被害報告によると、被害を受けた河川構造物 (灌漑施設含む) は、そのほとんどが、ヒルトレント (常時の流水は無く強雨時に奔流となる急流河川) からの出水による損壊と、灌漑施設 (灌漑水路、排水路) からの溢水による河岸崩壊であった。

主な被害発生地域は、北部 (KPK 州) 及び西部 (Balochistan 州) の山間部、Punjab 州の Dera Gazi Khan (DG Khan) 県、Rajanpur 県、Sindh 州の Right Bank Outfall Drain (RBOD) 地域及び Left Bank Outfall Drain (LBOD) 地域であった。



注：上図の2022年の山間部の”Flood Extent（洪水範囲）”は浸水面積とは合致していない。

図 2.4.2 WWFによる2010年と2022年洪水範囲の比較

(3) 衛星降雨データによる豪雨発生状況の確認と洪水発生要因の考察

JAXAの衛星降雨データにおける8月18日から26日までのパキスタン周辺の衛星降雨分布をみると、Punjab州よりも、Sindh州、Balochistan州、KPK州での高強度の降雨が発生していることが読み取れる。

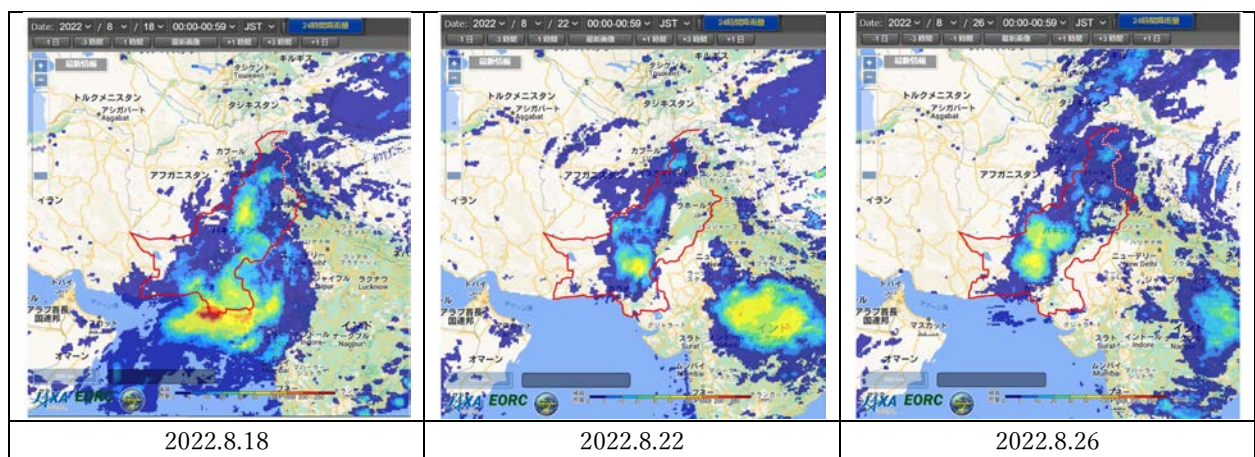
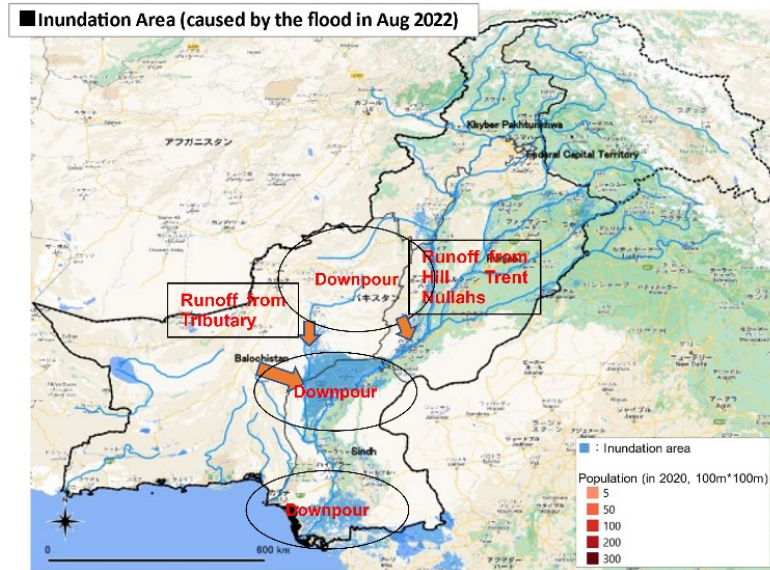


図 2.4.3 2022年降雨分布の動き（出典：JAXA）

現地におけるSindh州及びPunjab州のPIDに対する聞き取り調査において、RBODエリア、並びにDG Khan県及びRajanpur県の洪水はスレマン山脈（Suleman Range）やBalochistan州からのヒル

トレント出水が原因であり、LBOD エリア、Balochistan 州、及び KPK 州の洪水は、その場所に振った集中豪雨が原因であるとされており、上記の高強度降雨分と関連性が読み取れる。

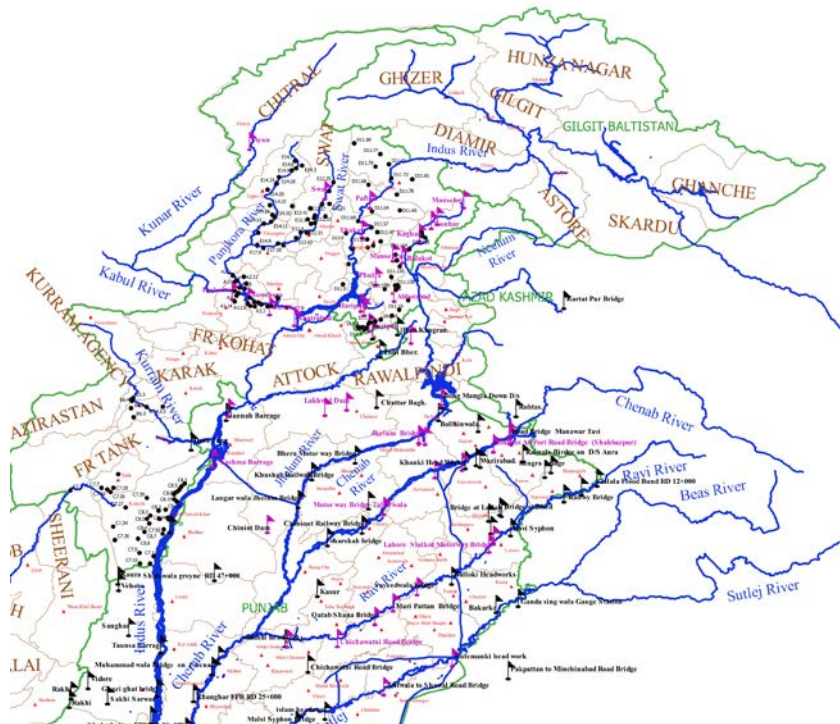


出典：アドバイザーチーム（Google Map 使用）

図 2.4.4 洪水発生要因の考察

(4) 被害箇所特定作業

各 PID の被害報告に基づき、被害発生箇所のマッピングを行った。例として、KPK 州及び DG Khan エリアの被害箇所（黒い丸●）を次図に示す。



出典：FFC から提供された情報に基づきアドバイザーチーム作成

図 2.4.5 洪水発生要因の考察

2.4.3.3 アドバイザーチームによる調査結果 2 (Sindh 州 Karachi 市における現地調査及び聞き取り調査結果)

Sindh 州の 2022 年洪水被害の発生状況を確認すること、及び、現地で必要とされている援助を把握するため現地調査、及び現地の政府機関に対する聞き取り調査を行った。

(1) Sindh-PID

Sindh-PID は Indus 川の洪水や、ヒルトレントに起因する河川洪水の対応を担当している。2022 年 8 月に発生した洪水では、サッカルの北方及び西方の山地からのヒルトレント出水や、局地的な降雨が原因となった。冠水被害が発生した RBOD エリアでは、溜まった水の排水に約 4 カ月を要した。

2010 年の洪水時には Sindh 州内で降った雨は多くなかったが、2022 年は例年のモンスーン期の 5 倍から 6 倍の降雨量であった。これは、既往最大の降雨量であった。Larkana 市では、モンスーン期の平均降雨量が 200mm/月のところ、700mm/月であった。



出典：アドバイザーチーム（Google Map 使用）RL.：Reduced Level [ft]（Mean Sea Level を RL.0 としている）（1ft=0.3048m）

図 2.4.6 Sindh-PID 洪水被害聞き取り調査位置図

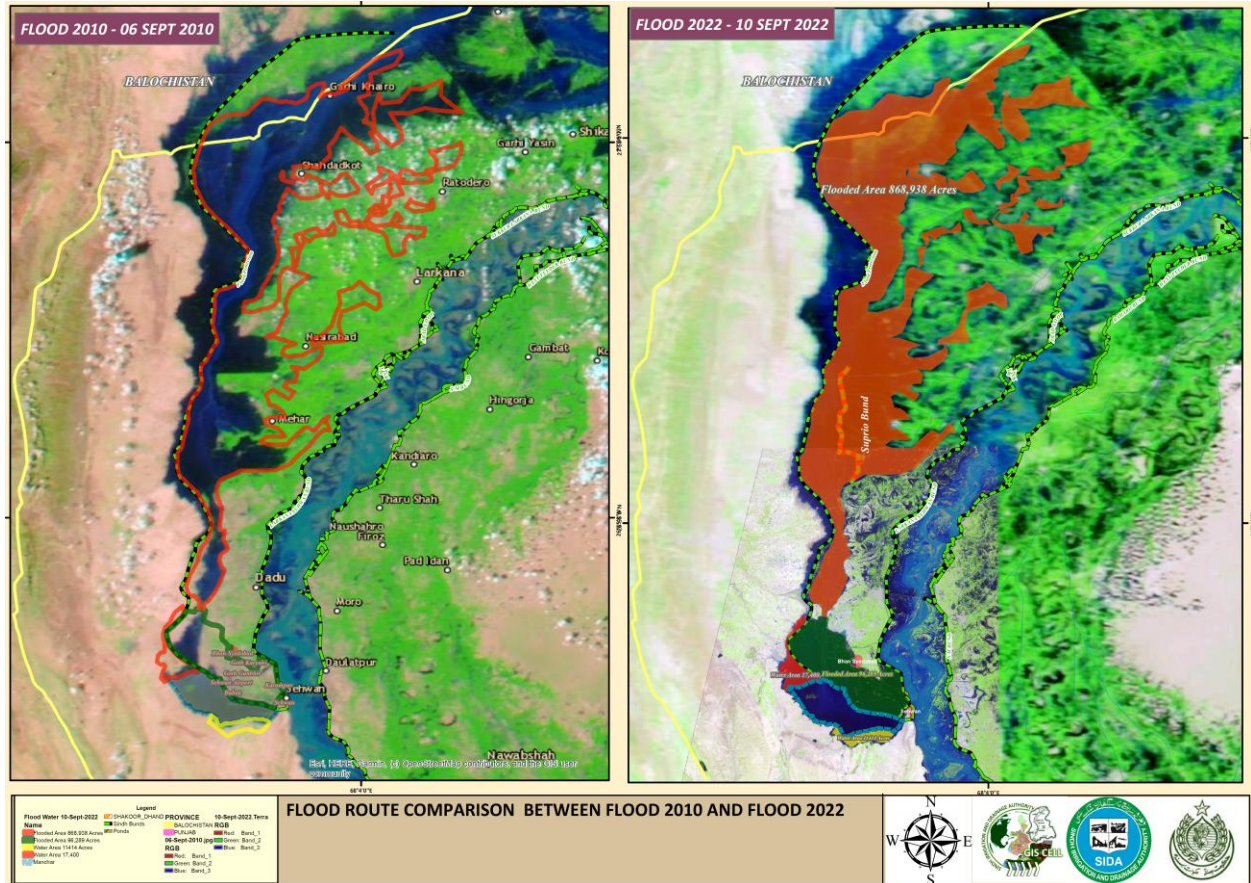
1) Right Bank Outfall Drain (RBOD) Region

Sukkur（サッカル）堰下流の Indus 川右岸側の広大な農地は RBOD 地域と呼ばれている。西側を Flood Protective Bund (FP Bund) で囲まれており、RBOD 地域内の農地に流入してきた水は、西側に流れ、西側の FP Bund の東側に溜まる。溜まった水は Main Nara Valley Drain (MNV Drain) を経由して、Manchar 湖に流れ込む。Manchar 湖の水は、Aral Canal と Danister Canal によって Indus 川に排水される。

RBOD 地域の西側の山地から流下してきた水は、FP Bund の西側に沿って南へ流れ、途中で一部は FP Bund を横断して RBOD 地域内へ流れ込み、残りは FP Bund の西側に沿って南へ流れ、最終的には Manchar 湖へ流れ込む。

次図は、RBOD 地域における、2010 年の洪水時と 2022 年の洪水時の冠水範囲を比較した図であるが、左側の 2010 年洪水（赤い線は 2022 年の湛水範囲）では、サッカル堰上流右岸の堤防 (Tori

Bund) の Breach により、Indus 川の水が流れ込み、一帯を浸水させたため、上流（北側、図の上部）での洪水範囲が広がっている。一方、右側の 2022 年洪水では、北側及び西側のヒルトレントからの出水及び RBOD 地域内の降雨によって洪水が発生しており、RBOD 地域内での湛水範囲が 2010 年洪水時より広く、Manchar 湖の湛水範囲も広い。



出典：Sindh-PID

図 2.4.7 RBOD 地域における 2010 年洪水と 2022 年洪水の比較

次に、RBOD 地域における、2022 年の洪水時の冠水範囲の時系列的変化を示す。2022 年 9 月 1 日の冠水範囲に比較して 2022 年 9 月 13 日の冠水範囲では、南部の Manchar 湖周辺の冠水範囲が拡大していることが確認できる。



出典：Sindh-PID

図 2.4.8 RBOD 地域における 2022 年洪水の冠水範囲の時系列変化

2) Light Bank Outfall Drain (LBOD) Region

Kotri (コトリ) 堰下流の Indus 川左岸側の広大な農地は LBOD 地域と呼ばれている。Indus 川からサッカル堰やコトリ堰で取水された水は、南へ向かって流れ、最終的にはアラビア海へ排水される。

2022 年洪水では、LBOD 地域内の降雨によって、水路の溢水や、越流による破堤が多く発生し、洪水を引き起こした。



出典：Sindh-PID

図 2.4.9 2022 年洪水において LBOD 地域の排水路網に発生した被害

3) Manchar (マンチャール) 湖

Manchar 湖は、南側を丘陵につながる標高の高い地形で囲まれ、北側を堤防によって囲まれている。北側の堤防の天端標高は RD.0~62 の範囲では RL.128、RD.62~100 の範囲では RL.131 であり、波浪や余裕高を考慮し、湖面の水位 RL.123 を危険水位としている。

表 2.4.9 Manchar 湖の堤防天端標高と洪水時の水位

雇用形態	2010 年洪水時	2022 年洪水時	備考
堤防天端標高 [RL.ft]	125	128	RD.0~62 範囲。RD.62~100 では RL.131
Manchar 湖危険水位 [RL.ft]	121.6	123	
洪水時の湖面水位 [RL.ft]	122.65	123.3	

出典：Sindh-PID

RL. : Reduced Level [ft] (Mean Sea Level を RL.0 としている) (1ft=0.3048m)

Manchar 湖からの排水能力を向上させるためには、3つの排水施設 (Aral Head, Aral Tail, Danister) の改修が効果的であると Sindh-PID では考えられている。

4) Malir (マリール) 川

Malir 地区の井戸水利用及び灌漑用水確保のために、3ヶ所の地下水涵養目的の貯水堰 (Malir

Weir 1, 2, 3) と地下水涵養ダム (Thaddo Dam) がある。

最下流に位置する Malir Weir 1 では 2020 年の洪水時に左岸側アバット部が破壊され、その後修復されておらず、被害の範囲は上下流の護岸、堰の水叩き部に広がっている。このため、貯水できず堰の目的を果たせない状況にある。また、堰の上下流では河床の低下が発生している。

Malir Weir 1 の上流に位置する Malir Weir 2 及び Malir Weir 3 では、副ダム、護床工、護岸に被害が発生している。堰本体への被害は見られず、現状では地下水涵養という目的は果たしている状態にあるが、補修しなければいずれは本体への影響が発生すると考えられる。



Malir Weir 1 : 左岸のアバット部が破壊されている。砂礫地盤な為、浸食されやすい。



Malir Weir 1 : 堰下流の河床低下により基礎が露出

Malir Weir 1 : 左岸側の側壁が本体部から分離

出典：アドバイザーチーム撮影

写真 2.4.1 Sindh 州 Malir 川における貯水堰の状況 (2022 年 9 月)

Thaddo Dam ではダム本体の下流面に漏水が見られる。現状では貯水位を維持できているが、アースダムの表面をコンクリートで覆い、そこを越流させており、ダムの構造そのものに問題がある。詳細な調査が必要であるが、将来的にはダムの決壊につながる恐れもある。

(2) カラチ開発公社 (Karachi Development Authority (ここでは、KDA とする))

KDA はカラチ市内の内水氾濫や、上下水道、道路管理を担当している。カラチ市内では、内水排水問題が多く発生しており、Malir 川の河口近くに設けられた河川横断道路 (Causeway) は、出水の度に被害を受け、交通の大きな阻害要因となっている。



図 2.4.10 カラチ開発公社聞き取り調査位置図

1) Karachi 市内の内水氾濫問題

Karachi 市内では内水排水問題が多く発生している。既設の排水施設（排水路、排水管路、排水機場）の能力不足に加え、排水施設の維持管理（特に清掃）不足、多くのごみが排水管路に流れ込むことによる排水能力の低下、排水路内の不法占拠（建築物の建設、encroachment）により十分な雨水排水を行えず、雨季の降雨時には頻繁に浸水被害が発生している。



出典：アドバイザーチーム撮影

写真 2.4.2 Karachi 市内の排水路と老朽化した排水機場（2022 年 9 月）

被害の解消には、技術的な検討結果に基づいた計画的な排水施設整備が必要である。また、排水管路の維持管理が行えないため、詰まった排水管は交換工事により更新しており、排水施設の

適切な維持管理を行うためには、排水管路の維持管理用機材として、汚泥吸引車、高圧洗浄車、排水ポンプ車等の調達が効果的である。

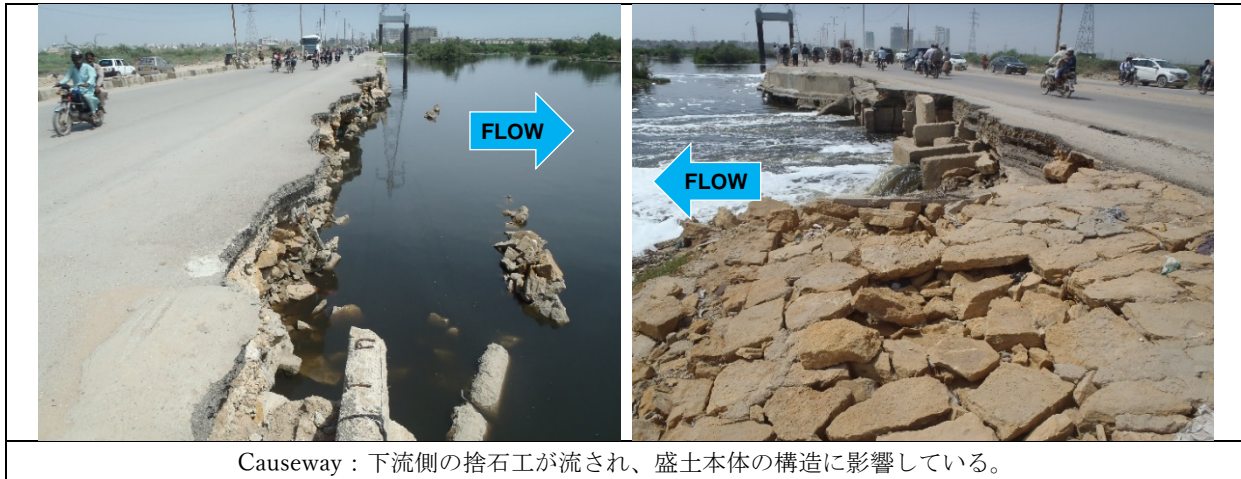
2) Causeway

Karachi 市内の Causeway と呼ばれる河川横断構造物は、Malir 川の河口近くの河川横断道路であり、例年 20～25 日/年程度河川水位の上昇に伴う冠水により使用不可になる。2022 年のモンスーン期には越流によりその一部が被災し、道路が分断された。カラチ市では Causeway を橋梁へ変換する希望を持っている。

Causeway は、水域や湿地を横断して盛土を建設し、道路等を建設する構造で、道路縦断方向に緩やかな凹部分を設け、この表面を水が流下する。通常、Causeway は洪水時に洪水越流による一時的な通行不能が許容される社会経済状況下で採用可能な河川横断道路の選択肢の一つであり、流水の越流によって被災しにくい構造として建設されるものである。

パキスタンでは、一般的にヒルトレント河川（常時は水が流れていない）を横断させる構造物として Causeway が採用されており、道路面はほぼ河床高と同じで、越流に強い構造となっている。

一方、Karachi 市の Malir 川河口近くに設けられた Causeway は、河床に盛土を行い、その上下流を捨石工で保護し、盛土表面を舗装した構造になっている。河床部からの高さは 2m ほどであり、越流に対して強固な形状であるとは言えない。



出典：アドバイザーチーム撮影

写真 2.4.3 Karachi 市 Malir 川の河口近くの Causeway の状況（2022 年 9 月）

2.4.3.4 アドバイザーチームによる調査結果 3（Punjab 州 Lahore 市における現地調査及び聞き取り調査結果）

Punjab 州の 2022 年洪水被害の発生状況を確認すること、及び、現地で必要とされている援助を把握するため現地調査、及び現地の政府機関に対する聞き取り調査を行った。

(1) Punjab-PID

Punjab-PID の管轄する灌漑施設は、Barrage、Main Canal (Primary Canal)、Branch Canal (Secondary

Canal)、Tertiary Canal までである。Punjab 州の中で 2022 年の洪水で被害を受けたのは、D.G. Khan 灌漑地区のみであった。洪水の発生要因は西側の Suleman Range からのヒルトレント出水量が地区内の排水施設の能力を超えたことであった。D.G. Khan 灌漑地区は 2010 年の洪水時にも同様の被害を受けている。

その他、Punjab 州内で発生した大規模な洪水としては、2014 年の洪水があげられ、Chenab 川、Jhelum 川、Ravi 川で川が溢れ、洪水が発生した。Punjab-PID では、洪水防御の対象地域を A（大規模都市）、B（中小規模都市）、C（町村部、農地）に分類し対策を行っており、2014 年の洪水を受け、上記 3 河川の堤防の高さを 6ft（約 1.8m）嵩上げた。カテゴリ A の地区では、矢板による堤防補強も行った。（例：ムルタン）

1) Dera Gazi Khan (DG Khan) 灌漑地区の被害状況

Suleman Range からの Hill Torrents 出水量（Balochistan から Punjab へ流出）が既往最大であったことにより、DG Khan および Rajanpur エリアで洪水被害が発生した。



出典：Punjab-PID

図 2.4.11 Dera Gazi Khan 灌漑地区の被害状況

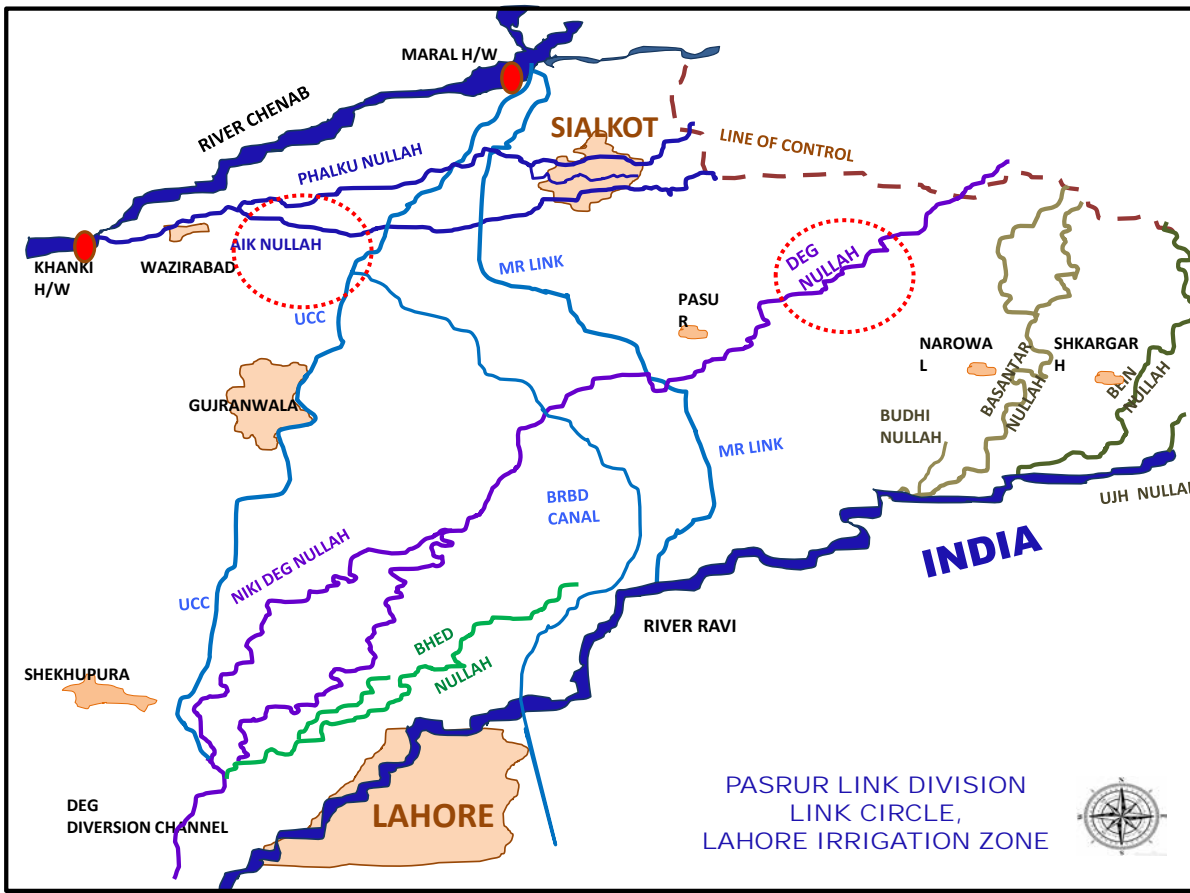
Canal や Drain で何か所も越水し、後背地に広がった。3,706,580 エーカー中、520,651 エーカーが冠水した。

洪水により被害を受けた主要灌漑水路（Canal）、堤防（Embankment）、排水路（Drain）の総被害箇所は 169 ヶ所（出典：Punjab-PID, Drainage & Flood, Zone Lahore 作成の Rehabilitation of Flood Affected Areas in Punjab.pptx）であり、Punjab 州の予算による復旧工事を実施予定である。

長期的なヒルトレントからのフラッシュフラッド対策施設として、堤防、放水路、遊水地等の計画があり、総事業費は 165 bil. PKR 程度と見込まれている。

2) Lahore 近辺の洪水問題

Ravi 川が Lahore 市の北を北東から南西に向かって流れているが、Lahore 市近辺の Ravi 川の左岸側で河川が溢水することは無い。右岸側ではまれに溢水するときがあるが、農地なので被害は小さい。

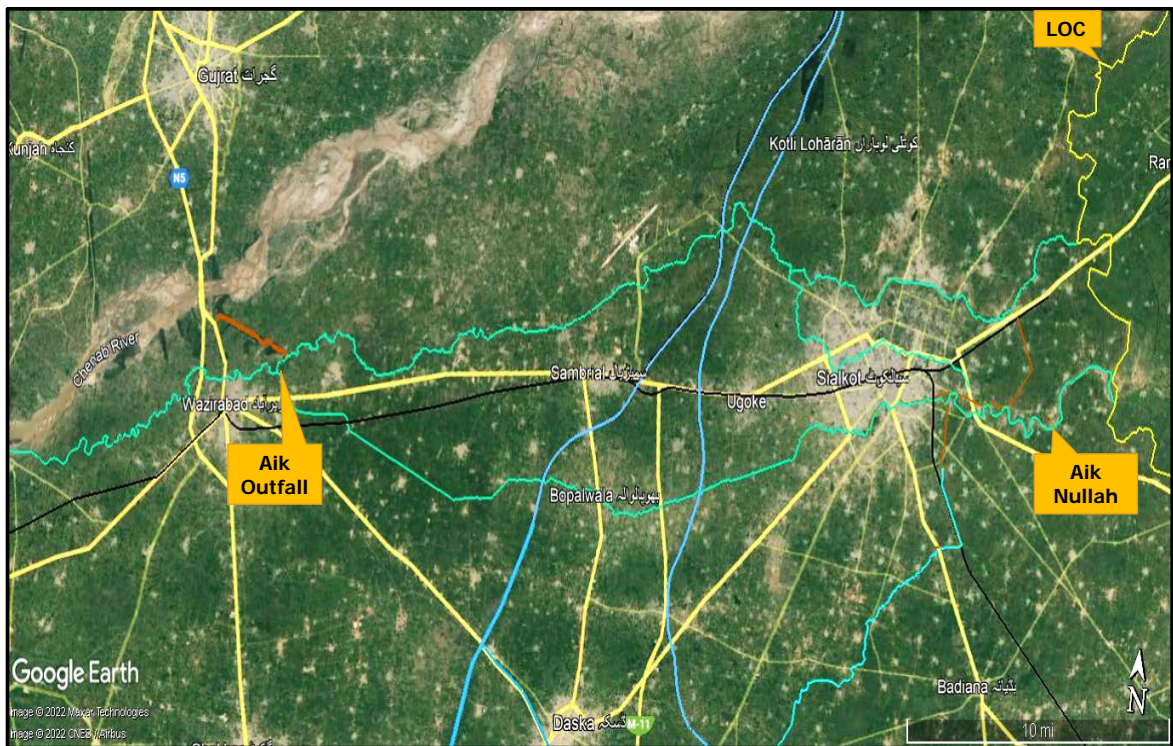


出典：Punjab-PID

図 2.4.12 Lahore 近隣の河川位置図

(a) Aik Nullah

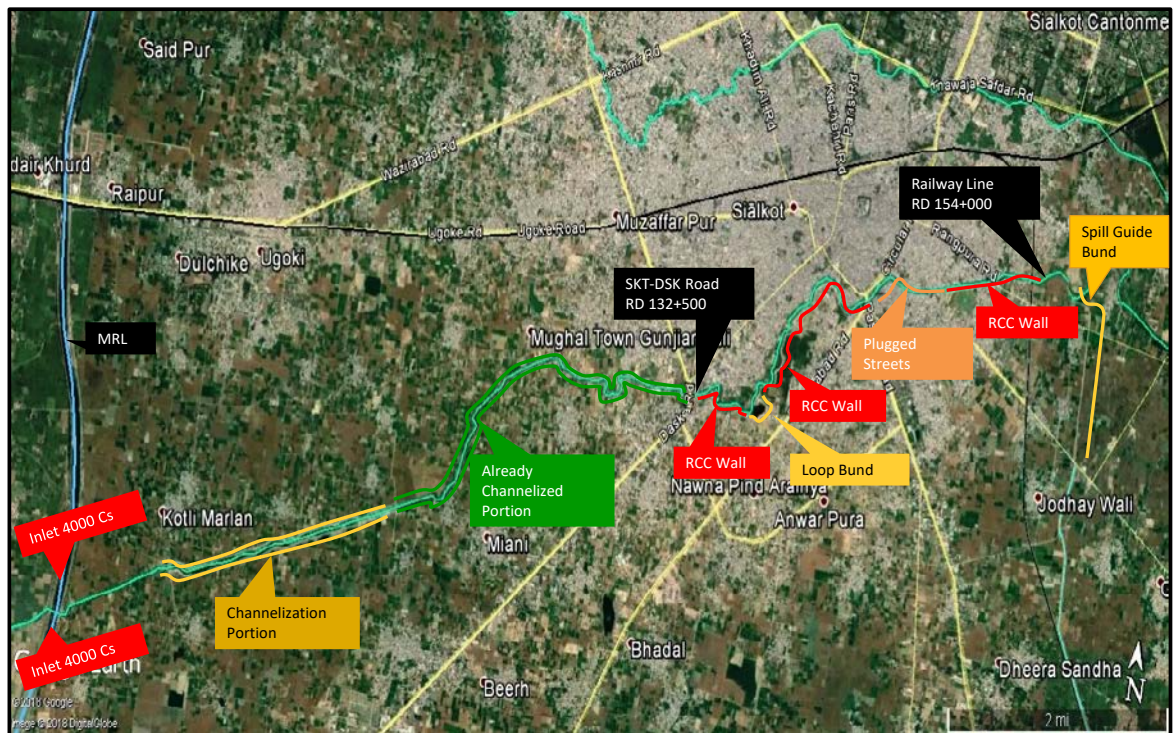
Aik Nullah と Palkh Nullah が合流して Khanki 堰の上流で合流する地点に近い Wazirabad 市（人口約 50 万人）で洪水被害がある。



出典：Punjab-PID

図 2.4.13 Aik Nullah の流路と Wazirabad 及び Sialkot の位置図

Annual Development Program (ADP) により、「Flood Protection of Sialkot against Aik Nullah」という名称で、Sialkot 付近における堤防建設、護岸建設、Aik Nullah の拡張、水路交差部の改良等を実施する予定である。(Barqab というコンサルタントが F/S を実施した。)



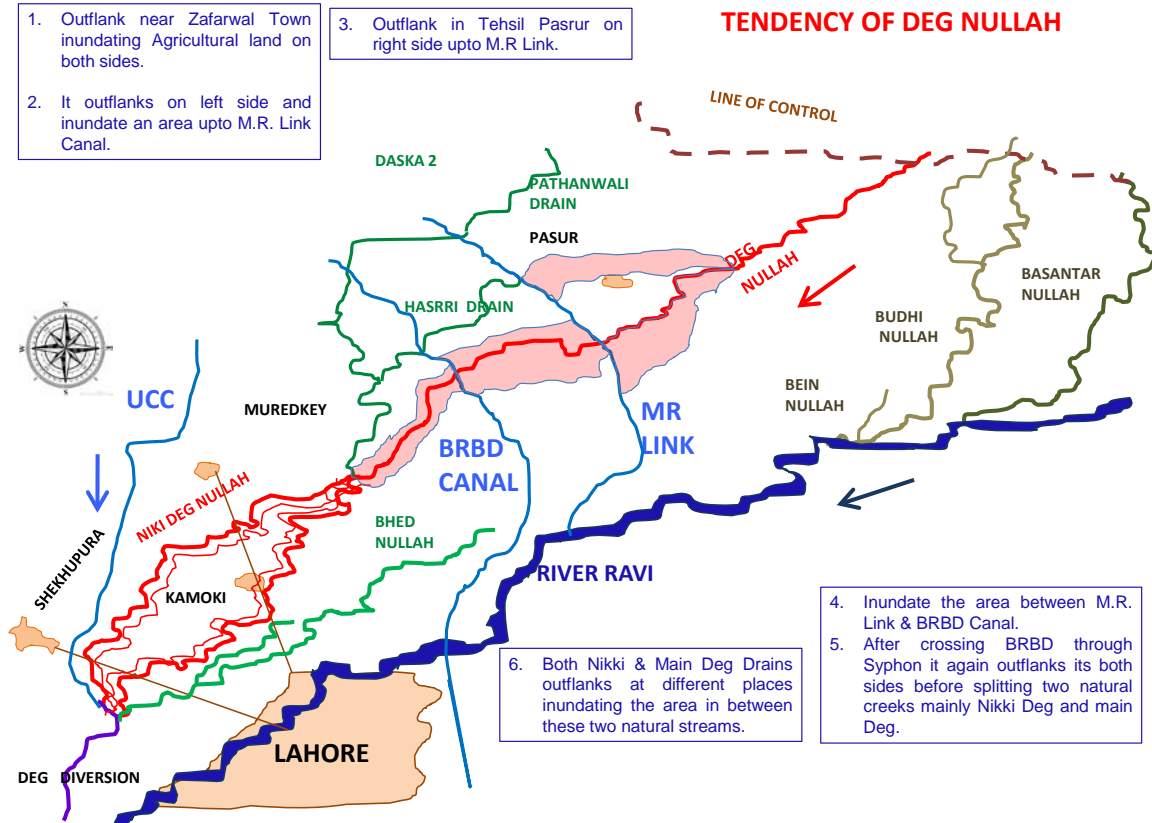
出典：Punjab-PID

図 2.4.14 「Flood Protection of Sialkot against Aik Nullah」 の計画位置図

(b) Deg Nullah

Deg Nullah はインド領内からパキスタンに流れ込み、Lahore 市の北東方向から Lahore の北を
 通って Ravi 川に流れこんでいる。Deg Nullah では、蛇行により河岸浸食が著しいため、法面強
 化、水制工建設、によって河岸浸食の発生を抑制している。

ほぼ毎年、モンスーン期のフラッシュフラッドにより、河川構造物（主に水制工）に小規模な
 被害が発生しており、修復を行っている。



1. Outflank near Zafarwal Town inundating Agricultural land on both sides.
 2. It outflanks on left side and inundate an area upto M.R. Link Canal.

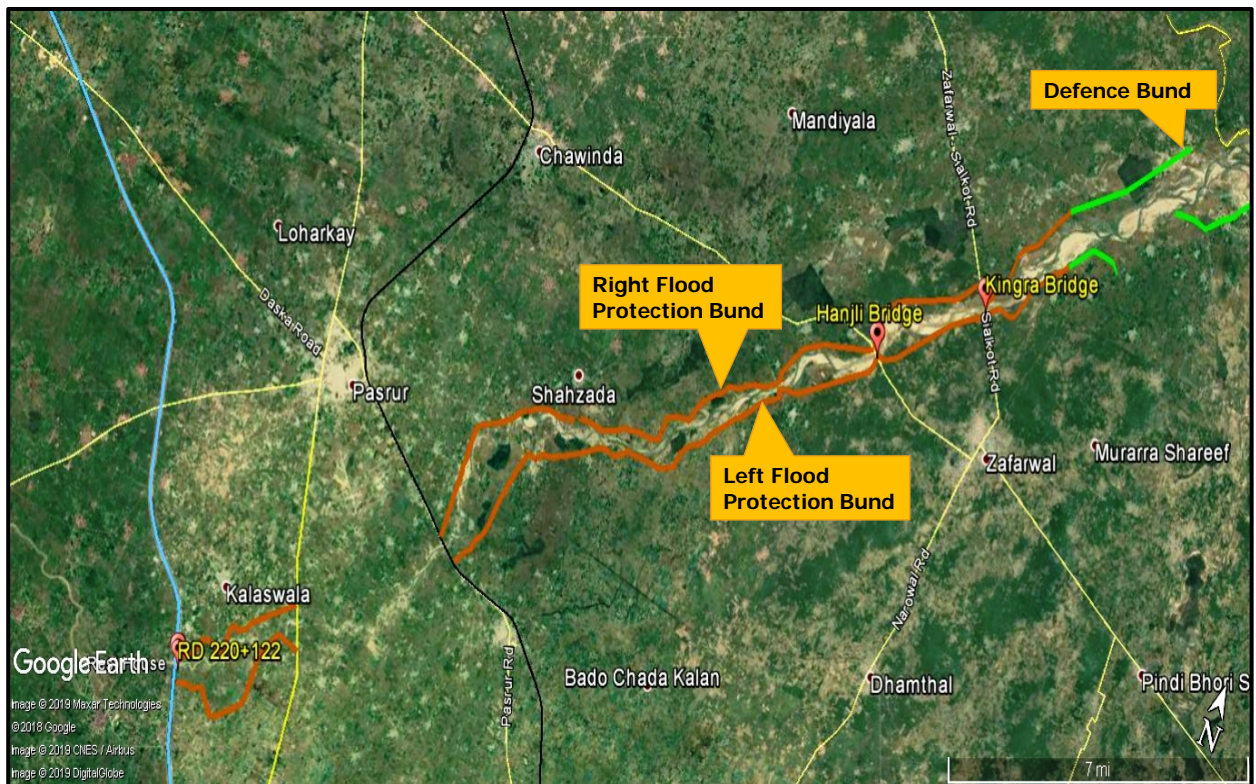
3. Outflank in Tehsil Pasrur on right side upto M.R Link.

4. Inundate the area between M.R. Link & BRBD Canal.
 5. After crossing BRBD through Syphon it again outflanks its both sides before splitting two natural creeks mainly Nikki Deg and main Deg.

6. Both Nikki & Main Deg Drains outflanks at different places inundating the area in between these two natural streams.

出典：Punjab-PID

図 2.4.15 Deg Nullah の状況説明図



出典：Punjab-PID

図 2.4.16 Deg Nullah における河川構造物位置図

3) 堰の拡幅事業

Punjab-PID の Project Management Office (PMO) が取水堰 (Barrage) の管理を担当しており、Punjab 州内の Barrage の改修事業、Punjab Barrage Rehabilitation and Modernization Projects を行っている。

(a) 進行中の堰の拡幅事業

ADB 資金で、下記の堰の拡幅事業を行っている。

Panjnad 堰で、水門 5 門分の拡幅、2022 年 7 月開始

Trimmu 堰で、水門 13 門分の拡幅、2020 年 12 月開始

将来、各堰の拡幅工事が完了すれば、これらの堰の上流での Breach は今後無くなることを期待している。(下流の Guddu 堰での流量が増え、Breach の量が大きくなることが予想される。)

(b) Taunsa 堰の改修

Taunsa 堰 65 門のうち、29 門を日本の無償資金協力で改修、ゲート開閉装置の電動化、施工機械の調達を行った (2009 年竣工)。ゲート開閉装置はリレーシステムで、手動で ON/OFF を切り替えるシステムだが、新しいシステムを導入して省力化を図りたい。

Taunsa 堰 65 門のうち 36 門は、世界銀行の資金で中国企業が請け負い改修した。堰の遠隔監視制御システムである Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) を中国企業が設置したが、今は動いていない。

表 2.4.10 Punjab 州内に設置された SCADA の稼働状況

堰 (Barrage)	現状	備考
Jinnah	Working	
Trimmu	Working	
Panjnad	V/E 実施中	
Khanki	Working	シュナイダーが設置
Baloki	V/E 実施中	
Taunsa	Not Working	
Taunsa	Working	中国企業が設置

出典：PID-Barrage, SCADA：Supervisory Control and Data Acquisition

(c) 水理実験施設の改良

Sialkot の近く (Lahore から 90km) にある、ダムや堰の施設の水理実験をするための実験場の Upgrade をしたいが、技術力と資金がない。

(2) Flood Forecasting Division (FFD)-Pakistan Meteorological Department (PMD), Lahore

1860 年に Lahore で気象観測を開始して以降、モンスーン期の平均気圧は 994mmB であったが、今年 991mmB であった。今年のモンスーン期の雨の動きは、過去 100 年で初めてのケースであった。

2022 年は 4 月下旬から Glacial Lake Outburst Flood (GLOF：氷河湖決壊洪水) が発生した。今後、GLOF の観測用に 24 ヶ所で Automatic Weather Station (AWS：自動気象観測所) を設置する予定がある。GLOF と気温の関連性を検討したレポートがある。

潮位 (Tide) の観測所 2 ヶ所を世界銀行の資金で設置した。

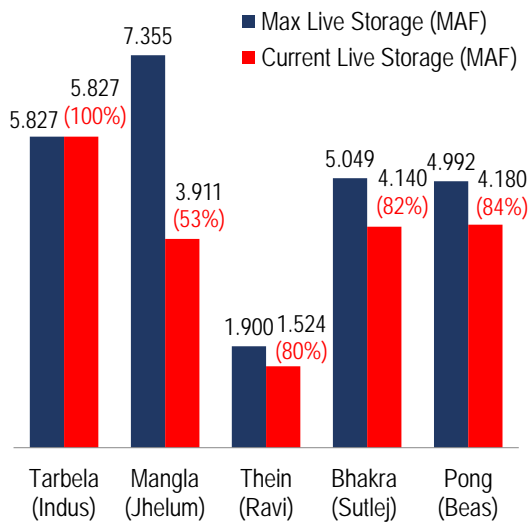
WAPDA と連携して、Mangla ダムと Tarbela ダムで洪水のピークをずらす操作を行っている。

(3) Water and Power Development Authority (WAPDA), Lahore

WAPDA 所管のダムの目的は、灌漑、水力発電であり、洪水調節容量は有していないが、貯水位の操作により実質的には洪水調節が可能である。Tarbela、Mangla、Chasma の各ダムで洪水調節を行っている。

WAPDA による Contribution for Flood Protection / Management は、① Dam による Flood Control (上流域の雨量・流量観測結果に基づきピーク流量を予想してダムの事前放流を行っている。)、及び ② Hydro-Met Data Sharing である。

PMD と連携して、Mangla ダムと Tarbela ダムで洪水のピークをずらす操作を行っている。2022 年は、2 月から Tarbela ダムの水位が低下し、7 月 10 日には Dead Level (最低水位) にまで低下した。7 月 11 日～8 月 24 日の期間、降水量は少なかったが、気温が高く雪解け水がダムに流入し、貯水位を回復させた。2022 年 9 月 8 日時点のダムの貯水量 (貯水率) を次図に示す。Indus 川にある Tarbela ダムは満水であるが、支流のダムの貯水量には余裕がある。



出典：WAPDA/PMD

図 2.4.17 WAPDA 管轄下の主要ダムの貯水率（2022 年 9 月 8 日）

現在、WAPDA では、下記の 5 ダムの計画が進行中であり、完成後は洪水調節に寄与できると考えている。

表 2.4.11 WAPDA の建設計画進行中のダム

ダムの名称	河川	州
Mohmand Dam (旧称 Munda Dam)	SWAT River	KPK
Diamer Basha Dam	Indus River	Gilgit
Naulong Dam	Mula River	Balochistan
Chiniot Dam	Chenab River	Punjab
Nai Gaj Dam	-	Sindh

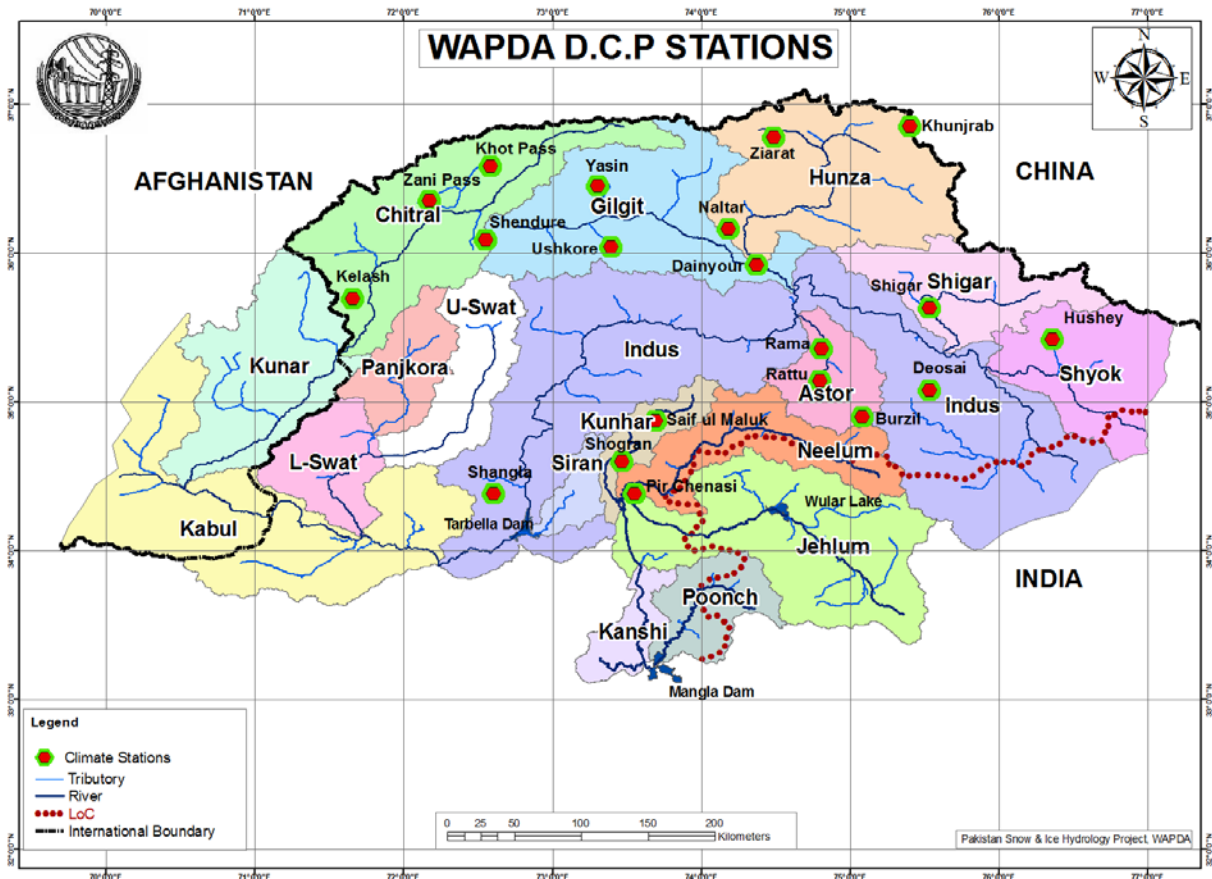
出典：WAPDA



出典：WAPDA

図 2.4.18 WAPDA の建設計画進行中のダム位置図

その他、WAPDA の Glacier Monitoring & Research Centre では、Data Collection Platforms (DCP's) を利用して GLOFs Monitoring を行っている。



出典：WAPDA

図 2.4.19 WAPDA の Data Collection Platforms 観測所位置図

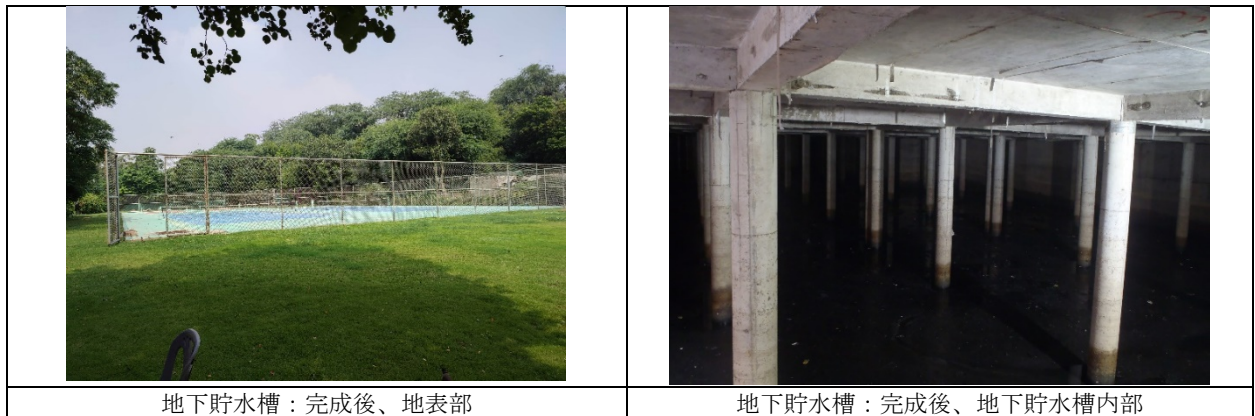
(4) Water and Sanitation Agency (WASA), Lahore Development Authority (LDA)

「Master Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage System for Lahore」を2019年に策定した。同M/Pに基づいて、Lahore市内に11か所のWater Storage Tank（地下貯水槽）を計画中であり、1ヶ所は完成済。2ヶ所は施行中である。残りの建設をADB資金により実施するためのPC-1をパキスタン政府に提出しており、承認待ちの状態である。

完成済の地下貯水槽の容量は、1.4 million gallonである。地下貯水槽建設前は、2~3ft程度の浸水が発生していたが、建設後は発生していない。雨水排水のみ貯留しており、下水は流入しない。溜められた水は、Punjab Horticulture Authority (PHA)が使用することになっている。



出典：WASA, Lahore



出典：アドバイザーチーム撮影

写真 2.4.4 WASA の地下貯水槽建設状況

現在 Lahore 市内では、数か所で浸水が発生するが、被害は深刻でなく、3～4 時間程度で解消する。Lahore 市内に WASA 管轄下の大規模な排水機場は 14 ヶ所、小さい排水機場を含めると数多くある。その中の Shadbagh Disposal Station は、2007 年～2012 年にかけて日本の無償資金協力でポンプ機器、除塵機の改修を行い、維持管理用機材の調達を行った。Shadbagh Disposal Station のポンプ機器及び除塵機は、適切に修理・維持管理されており、設置後 10 年以上たった現在においても稼働している。

	
<p>2012 年設置の自動除塵機：稼働中</p>	<p>2012 年設置の自動除塵機：ごみの回収作業中</p>
	
<p>2012 年設置の排水機場：稼働中</p>	<p>2012 年設置の排水機場：メンテナンス作業を実施中</p>

出典：アドバイザーチーム撮影

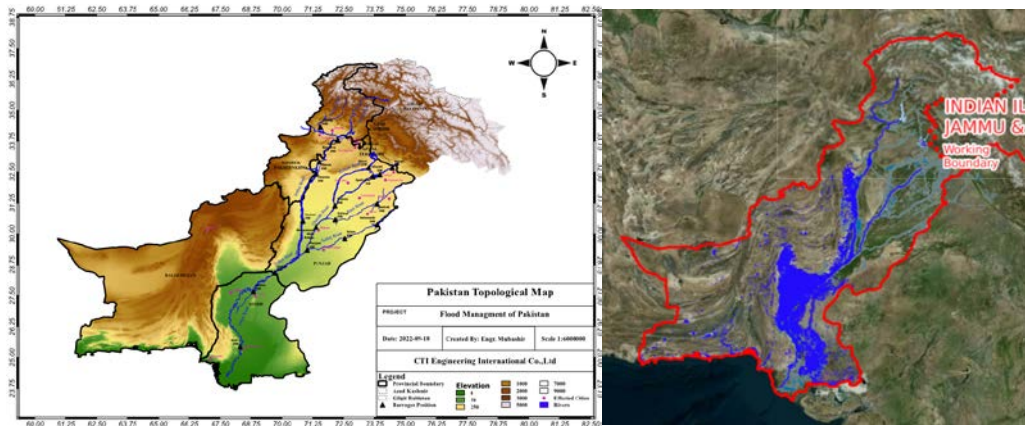
写真 2.4.5 WASA 管轄下の Shadbagh Disposal Station の状況

2.4.3.5 洪水被害状況及び潜在的被害発生の可能性

図 2.4.1 に示した災害種別の累積被害額及びその発生頻度から、パキスタンの経済的發展を最も阻害している自然災害は、水災害であると言える。特に深刻な洪水氾濫被害に見舞われる低平地はある程度定まっており、2010 年洪水以降の洪水で湛水した低平地を、図 2.4.20 に示す。この図は Space & Upper Atmosphere Research Commission (SUPARCO) (現在、世銀の支援により情報整備を進めている) により、複数の主要洪水時の衛星氾濫画像を重ね合わせたものである。

また、「治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査」で確認された人口分布をみると、氾濫ハザードの発生可能性が大きい、Indus 川本川の主堤防近傍に、人口が集中していることが判る。実際に 2022 年及び 2010 年の洪水では、パキスタン中南部の灌漑地域及び Indus 川中下流部沿いの比較的人口が集積した地域で湛水している。一旦堤防が破堤すると、このエリアは容易に浸水を許し、モンスーン豪雨や、ヒルトレントからの流出と合わさると、甚大な被害を発生してしまう。このような地域において、洪水被害リスクを低減する事業は、今後のパキスタンの経済的發展にとって必要不可欠である。参考までに、2010 年で設定された治水目標は、中流部の本川から氾濫原への氾濫水を考慮したものになっていない。すなわち氾濫戻しを行った上での計画ではないため、上流部の堤防を強化した現在では、下流部にとってはリスクが増している可能性がある。それこそ、人為的堤防切り欠

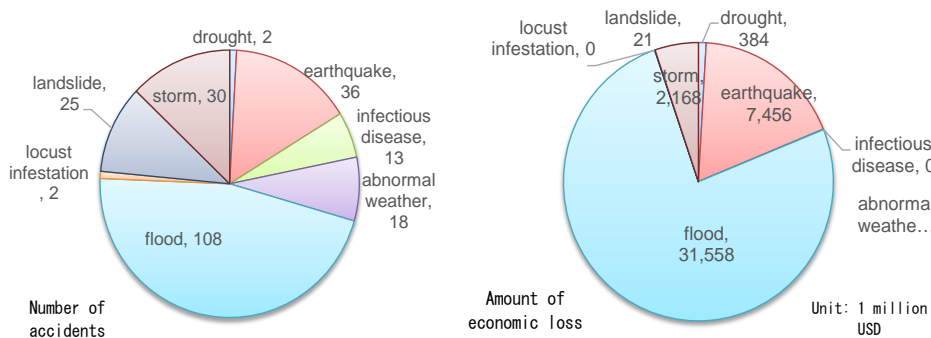
きを多用せざるを得ない状況に陥っているとも言える。



出典：アドバイザー（左）、SUPARCO（右）

図 2.4.20 パキスタン国の地形及び河川（左）及び常襲的洪水氾濫エリア（右）

ちなみに、Indus 川流域沿いの低平地におけるモンスーン期の浸水は、本川、Hill Torrent Nullah（山岳地帯を起源とする季節河川）による外水氾濫が原因であることが多いが、内水処理が農業排水処理の規模であるため地域的豪雨による広域な浸水も発生する。そのため、中南部の Indus 川沿いの低平地は中低規模の洪水でも大なり小なり浸水する常襲的氾濫地域となっている。なお、パキスタン国中部、Indus 川の主要 4 支川では 2014 年に、それらの支川流域の低平地で外水氾濫被害（越流ではないとのこと）が発生したという報告がある。これらの支川の洪水については、上流部を占めるインド国の洪水時の水管理状況に大きく影響されるため、より詳細な分析が必要となる。



出典：1900 年～2021 年 11 月の EM-DAT データを用いてアドバイザーが作成

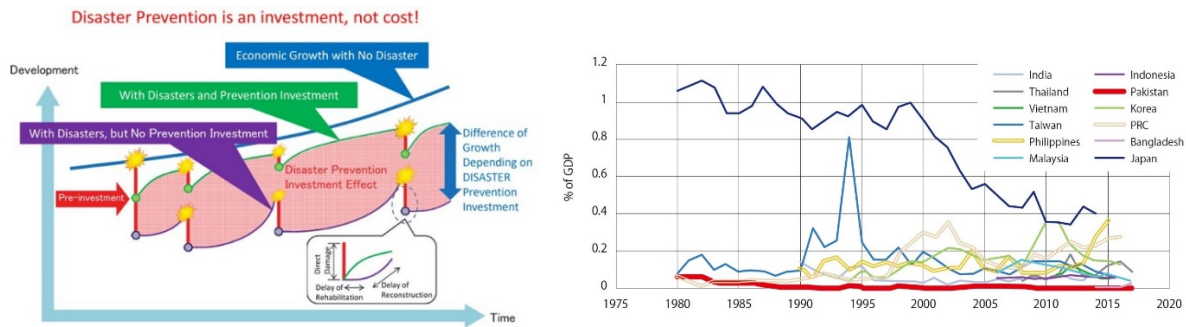
図 2.4.21 災害種別の災害発生頻度及び被害額

2.4.3.6 パキスタンの経済発展効果を意識した治水政策の必要性

第 3 回国連防災世界会議（仙台防災枠組（2015-2030）策定時）において、兵庫行動枠組（HFA）と現実のギャップが教訓として整理された。そのうちのひとつに、「HFA の 10 年の間、防災の取組は進んだが、災害による人的被害、経済、社会、健康、文化、環境面での被害は増大し、持続可能な開発を阻害。」という課題が明らかになった。

このようなギャップ及び日本の治水歴史に鑑みて、治水整備が不十分な発展途上国においては、早期予警報システム等のソフト整備による人命保護だけでなく、ハード対策への事前投資による農地・家屋・公共施設等の実物資産も対象とする洪水リスク削減が、持続可能な開発による経済発展に肝要である。昨今日本では総合治水・流域治水等をキーワードにしてソフト・ハード両面にて面的整備を実施してきたが、これまで他国に比べて治水への投資割合が少なかったパキスタン国の状況を考慮すると、未だ治水施設整備が不十分である可能性がある。

そのためパキスタン国では、治水施設の十分な整備を優先し、洪水リスクを低減する効果が高い事業を実施するという方針を以て治水事業を検討する。



出典：経済発展と災害の関係（左）、Bridging the Gaps in Infrastructure Investment for Flood Protection in Asia-JICA-RI Working Paper, Mikio Ishiwatari and Daisuke Saka（右）

図 2.4.22 経済発展と災害の関係（左）アジア諸国の治水投資額が GDP に占める割合の経年的な推移の比較（右）

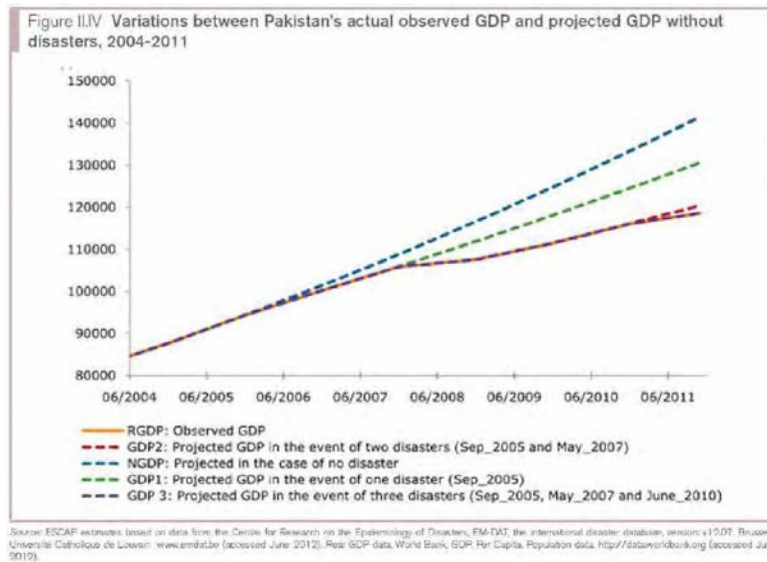


図 2.4.23 2005 年地震及び 2010 年洪水の有無における経済発展のシミュレーション結果

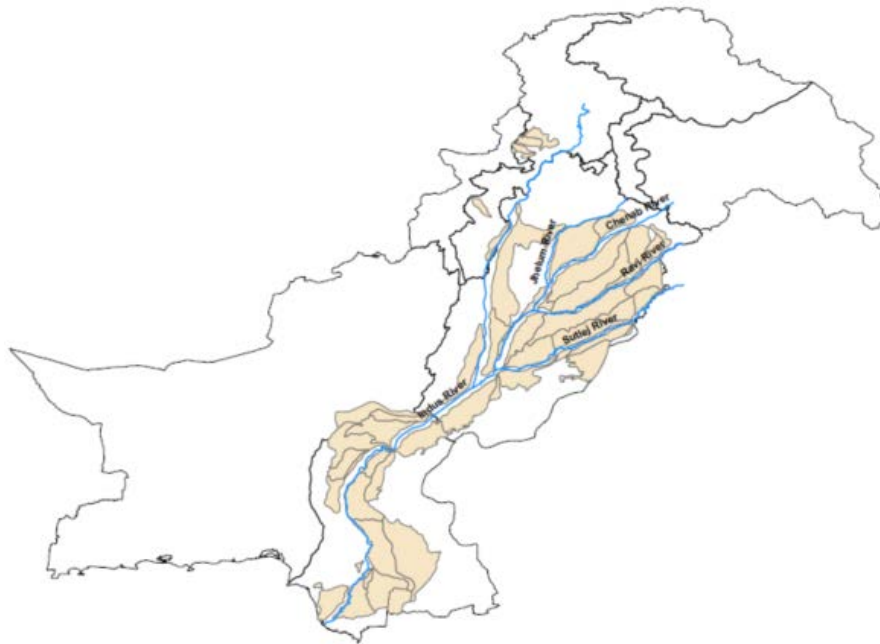
2.4.3.7 自然・社会状況から見た治水整備の在り方

パキスタン国では、洪水が最も頻発する災害であり、被災履歴から見るとほぼ毎年、人命及び資産の両方に被害が生じている。その国土の約 60%は山地、残りは Indus 川水系河川の低平地であるが、

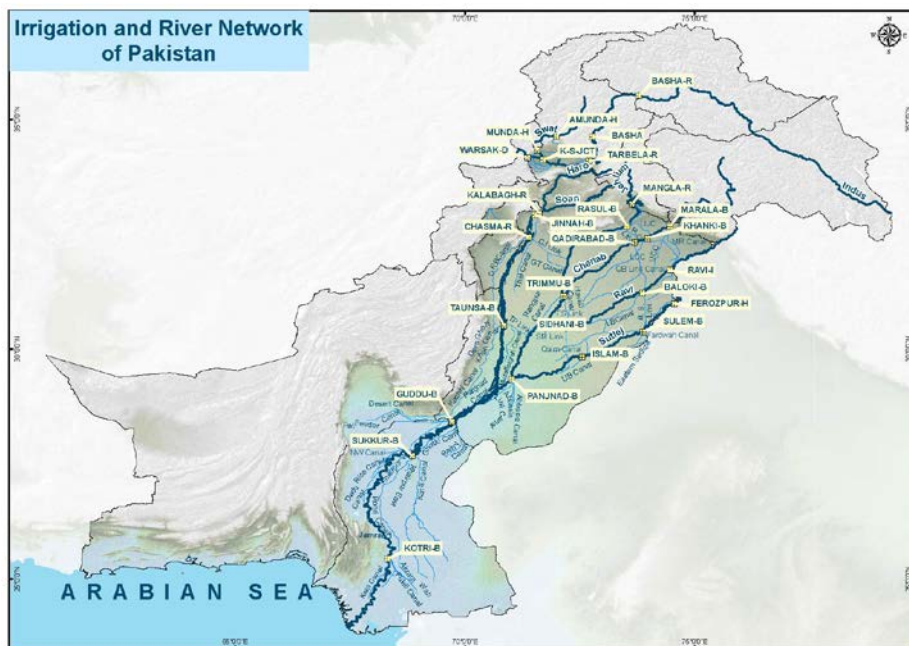
山地も低平地も水災害に曝されてきた。また、そのリスクは、洪水常襲地帯での不適切な人口・資産の集積や不十分な河川管理の技術的・制度的ガイダンスによって増大している。なお、図 2.4.24 に自然送水方式で配水している灌漑エリア（1854 年ごろから整備され始め、約 70%のポテンシャルエリアが開発済み）を記載したが、これらの低平地は氾濫被害に曝されやすい地域であると考えられる。パキスタン国のこのような洪水リスク状況について北部・中部・南部・西部に分けて表 2.4.19 に整理した。

この中でも、特に中南部低平地（Punjab 州及び Sindh 州）は、Balochistan 州の山岳或いはローカルの丘陵・山地等を起源とする季節河川（ナラー）、Indus 川水系の本・支川、等の氾濫によって、度々農地・居住地・インフラ施設等が浸水している。これらの地域は、河川施設、灌漑施設及び内水処理施設等の増強に依るハード対策が進行中であるが、未だ外水及び内水氾濫が頻発し、パキスタン国の経済発展を阻害している中枢的な被災地域と言える。なお、氾濫原の緩勾配や不十分な排水機能とも相まって、これらの地域の湛水期間は、比較的長期に亘る。とりわけ、Punjab 州から Sindh 州にかけての Indus 川右岸沿いの低平地は、Balochistan 州の山岳地帯を西部に控え、且つモンスーン期には東部の Indus 川水位がその地盤より高くなる傾向になるため、他の地域に比べて水はげが悪い。これらの地域の排水機能の限界及びモンスーン期の地下水位の高さも長期化に影響している。

一方で、北部の山岳地域（主に KPK 州以北）においては、中南部に比べれば洪水被害による経済的インパクトは小さいが、予測の難しい鉄砲水、土石流、氷河湖決壊、土砂災害等によって町村落や公共施設のインフラが被災している。2010 年や 2022 年の大規模出水時には、河岸崩落によるビルや家屋の崩壊、鉄砲水による橋梁の破壊等、社会インパクトの大きい被害が発生している。しかも貧困層が多いため Punjab 及び Sindh 州に比べて遅緩な経済回復になると推察できる。WAPDA 及び PMD は、これらの地域に EWS 及び河川管理機器を設置し、予警報・観測システムを適宜設けているが、これまでの人的被害を見ていると、それらの情報が末端住民まで適切に伝達できているとは評価できない。急流河川が多いため、ハード対策によってハザードを早急に減少させることは困難な地域である。

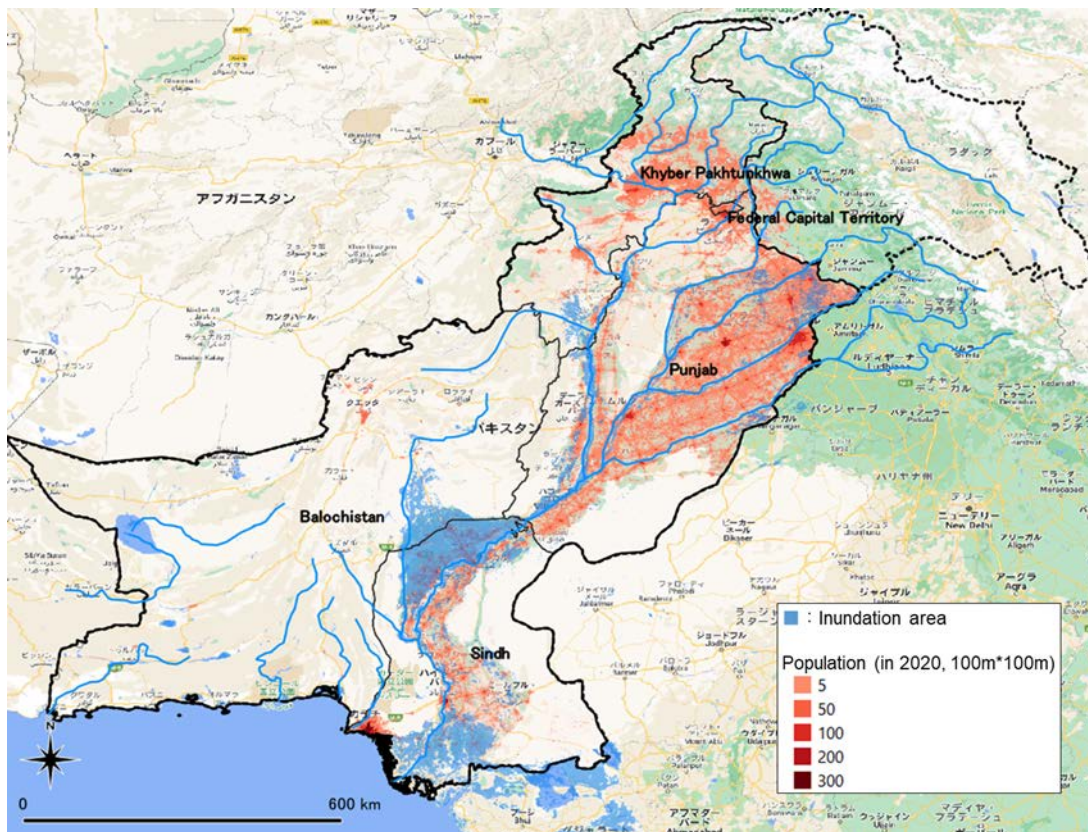


出典: An empirical analysis of the hydropower portfolio in Pakistan(2012, Afreen Siddiqi)



出典: IRSA

図 2.4.24 パキスタンの灌漑コマンドエリア（自然送水方式）



出典：UNOSAT 及び WorldPop のデータに基づき JICA 調査にて作成

図 2.4.25 パキスタンの人口分布及び 2022 年洪水氾濫エリア

2.4.3.8 治水事業管理における法制度の脆弱性（資金フローシステムによる弊害の除去）

国家レベルの治水事業の計画及び PC の承認前の課題管理は主に FFC で実施しているが、中には FFC では管理されない（特に進捗・完了確認）治水事業が存在する。特に、①MDB からの州・各省庁への直接融資事業、②NDRMF 事業のうち FFC が関与しない事業については、FFC は事業の開始・進捗・完了の全てを公式に関知出来ない行政システムとなっている。

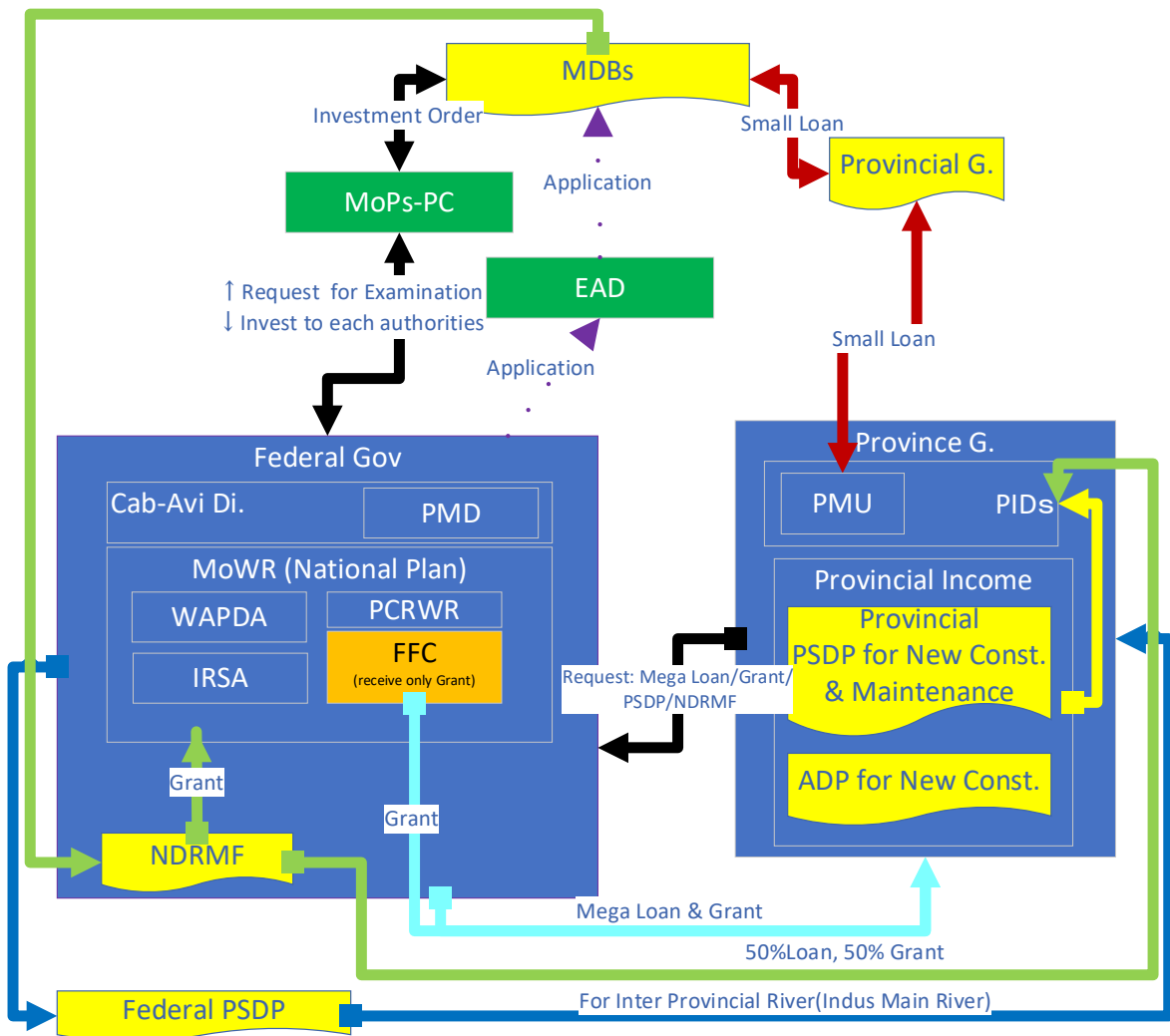
このような状況は全体的な洪水管理にとって好ましいとは言えない。例えば次のような状況において不都合が生じる恐れがある。治水対策事業の開始・完了の大枠が FFC にて掴めないため、

- 発災後及び通常時において関係機関及び開発パートナーとの FFC による迅速かつ正確な自立的調整が困難となる。
- Inter Indus River やヒルトレント等の Inter Provincial River 流域における治水レベルが図れず、俯瞰的観点から適切な事業を打ち出せない。

従って以下のような法制度及び連携・協力体制の整備が必要となる。

- ① MoWR-FFC が、特に Inter Provincial 河川・流域に係る治水対策に係る実施、進捗、完成に係る管理権限を適切に強化する。

- ② PID 及び関係機関が実施した治水対策管理に対するモニタリングの効率化・簡便化に繋がるデジタル的な対策を、FFC 及び PID で実施する。
- ③ 開発ドナー・基金間の情報共有・調整を促す FFC 主催のドナー会議を開催し、適宜開発ドナーの意向・方針を把握する。
- ④ 開発ドナー投資資金による事業の進捗・完了について、事業契約時にドナーから PMU 等事業管理機関に、FFC への適宜報告を義務付ける。



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.26 治水対策投資概略フロー

2.4.3.9 国家治水対策計画の立案・更新に向けた法、指針及び情報整備

National Water Policy に則り、NFPP-IV で謳われている統合洪水管理（IFM）を科学的根拠に基づいてより合理的に計画し、ただし、IFM の実施においては、最も経済効果の高い方法（人命及び資産の

最大保護する DRR 施策) を選択すべきであるとワークショップや議長との日常のコンサルテーションで指摘している。且つ治水事業を実施・管理する為には、FFC には更なる情報・体制整備が必要となる。以下の法/組織体制及び情報の整備の推進を提言する。

表 2.4.12 適切な国家治水計画策定に向けて整備・促進すべき事項

No.	整備・促進すべき事項	背景・内容
1	River Act の適切な改正	FFC が提案した River Act に沿わず、旧 River Act をそのまま使い続けている。河道内に既得権益を持つ有力者の影響でなかなか改正できないようである。
2	地域特性に応じた Bund Manual の整備	Sindh 州のマニュアルしかないが、地域の特性に合わせたマニュアルが必用である。そのために、FMC において堤防整備・点検管理の方針及び方法について技術的意見交換の場を設け、マニュアルの整備及び実務能力を向上させることも重要である。
3	河川の基本情報の統合管理	堤防・水制の基本的な整備状況が FFC で把握できないため、堤防整備の全体的基本方針の策定及び関連事業の妥当性を計ることが困難である。
4	流出・氾濫解析に必要なデータの集約及び管理	FFC に流出・氾濫解析に必要な情報 (①水文気象日データ、②流域の暴露データ、③河道データ、④LiDAR(Laser Illuminated Detection and Ranging Data)、⑤衛星画像データ) の集約・蓄積を行う。WAPDA の Telemetry System の Co-Host 機関である FFC には、近い将来、Hydro-Met データが送信される。加えて PID&PMD の観測データも FFC に送信されることが好ましい。また、既存 LiDAR データ作成計画の PC の承認を確保する。衛星画像については、SUPARCO とも情報共有を行う。
5	洪水対策効果検証の為の流出解析モデルの構築	Indus 川の流出解析モデルを構築し、提案される洪水対策の効果を検証する。また、堤防の人為的・自然的 Breach による洪水氾濫のハザード管理に用いる。PMD が保有する既存モデルを活用することが望ましい。Breach の影響は Breach Operation Committee でも活用する。
6	気候変動適応策指針の策定	MoCC が策定した気候変動ポリシーに則り、適応策の立案に係る技術指針を策定する。
7	計画及び設計クライテリアの整備	治水対策施設の設計規模を決定するにあたっての指針を策定する。
8	ハザードマップの作成	上記モデルを活用し、破堤に備えたハザードマップを GIS(Geographical Information System)上に作成する。NDMA と共有し、Response 活動に活用する。
9	治水インフラストックのアセット管理	治水・利水施設を GIS データベース上に、治水インフラアセットの位置と長期 O&M に資する付帯情報を管理する。
10	DRR 最大効果確保に資する堤防管理強化体制の増強	上記(7 項)アセット情報に基づき、侵食、浸透(すべり、パイピング)破壊による洪水氾濫被害を極力削減する。
11	FFC の組織改善	上記(1~10)項目及び 2.4.2 項の業務の履行を可能とする FFC 組織体制の構築

出典：アドバイザーチーム

2.4.3.10 JICA が実施すべき根本的な治水事業方針

これまでの活動成果に基づき、2022 年洪水を含め 2010 年及び他洪水の被害特性等を分析し、貴機構と協議した結果、以下のような方針で JICA 優先協力事業の形成を開始することとなった。これらの方針の骨子は貴機構よりより 2022 年 11 月にパキスタン政府及び他開発パートナーに対して説明が行われている。また本業務でも FFC 職員、ADB-FPSP 関係者にプレゼンテーションを作成した上で説明している。

表 2.4.13 パキスタン国での JICA の支援方針案

項目	内容
大方針	Indus 川流域において治水対策による災害リスク削減を通じて、パキスタンの経済損失低減に資する支援を展開する。
事業形成方針	【項目】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 経済発展に着目した仙台防災枠組みへの対応 ➢ 最も大きな Indus 川本川の災害リスクに応じた集中的な展開 ➢ 既存アセットを活用した洪水リスクの削減 ➢ 洪水発生メカニズムに応じた協力展開
	【内容】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 仙台防災枠組を通じて、災害リスク削減を開発イシューとしてとらえることは重要であることから、経済被害に着目した支援の展開が重要。 ➢ このためには、今年（2022年）の出水と2010年洪水の被害実態を踏まえ、保護すべき資産の集積が多く、被災時の災害リスクが大きいと考えられる Indus 川本川に着目した支援を集中的に展開することの妥当性は高い。 ➢ JICA は、パキスタンにおいて、洪水リスクの削減を優先し、従来プログラムを展開している。そのため、昨年度より治水プロファイにおいて、マクロ経済インパクトの大きい流域について概略調査を実施し、技術協力「国家防災計画更新」、「洪水管理アドバイザー」を開始済であることから、これらアセットも活用する。 ➢ パキスタンにおいては、上流、中流、下流において、被害発生の原因・メカニズムが異なるため、それに応じた協力展開を検討する。

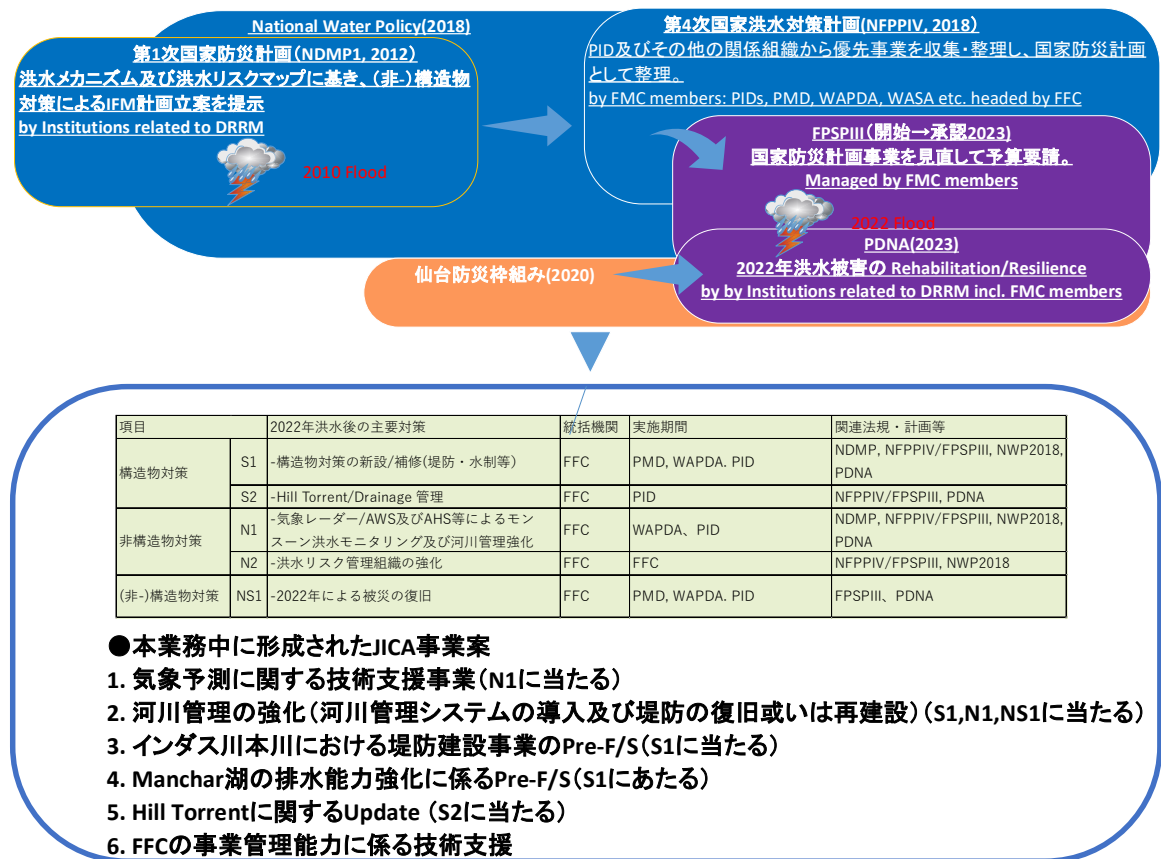
出典：JICA 及びアドバイザーチームにより整理

2.4.4 活動 3-3（1）：成果 3-2 で検討された治水事業の内、JICA により優先的に協力を検討すべき事業を整理する。（JICA 事業形成の流れ）

本業務実施期間中にこれまで提案された JICA 事業形成は、NDMP に基づいて FCC が策定した NFPP-IV と FPSP-III の事業方針・内容或いは FCC の上位機関 MoWR が作成した National Water Policy の治水戦略に沿っており、且つ仙台防災枠組みとハーモナイズした PDNA(Post Disaster Needs Assessment)調査による洪水セクターへの復興復旧の対処の仕方にも整合するものである。本事業中に形成・検討された事業は、以下の点でより効果的に DRR を実施できる事業が形成されている。

- ① 河川沿いの人口集積地を 2022 年構図によって被災した建造物の再建設・修復・補強等により防禦する。
- ② Indus 川本川堤防の建設及び堤内地の排水機能の強化により、人口・産業が集積する氾濫原における社会インフラ施設及び民間施設並びに人命の安全性を確保する。
- ③ 河川管理システムの導入により、関係機関によって雨期の洪水の状況を容易に把握し、対象エリア及びその下流の地域住民の安全性を確保する。

JICA が取り組むべき事業の形成に至ったフローを図 2.4.27 に示す。



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.27 JICA 事業形成の流れ

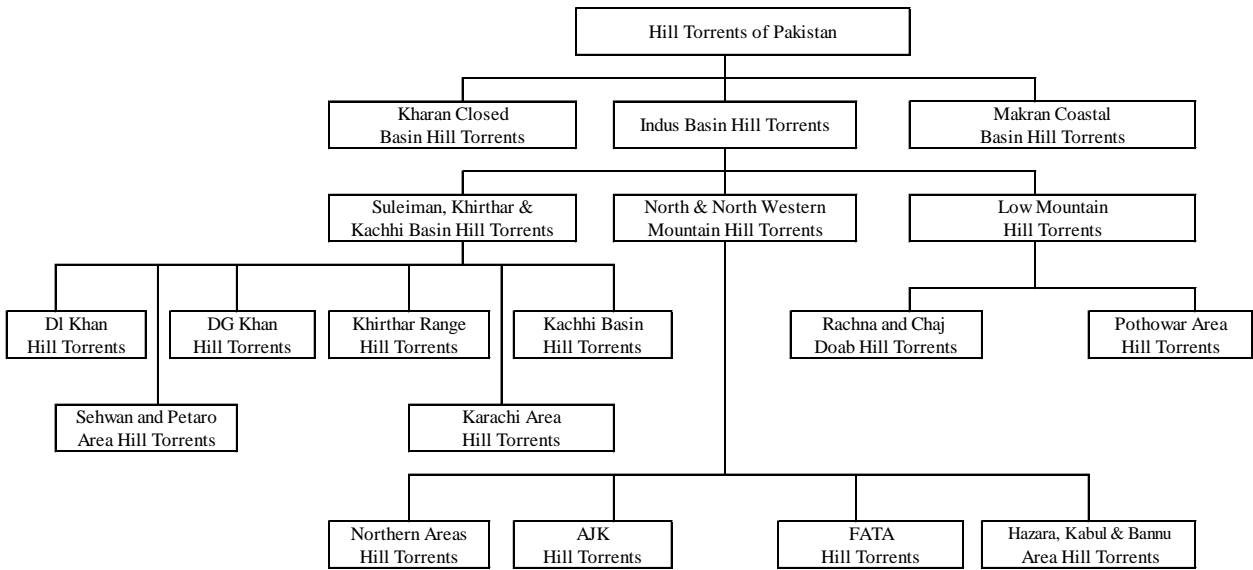
2.4.5 活動 3-3 (2)：成果 3-2 で検討された治水事業の内、JICA により優先的に協力を検討すべき事業を整理する。(Pre-F/S 検討結果)

2.4.5.1 Hill Torrent 事業のアップデート

(1) Hill Torrent の分類

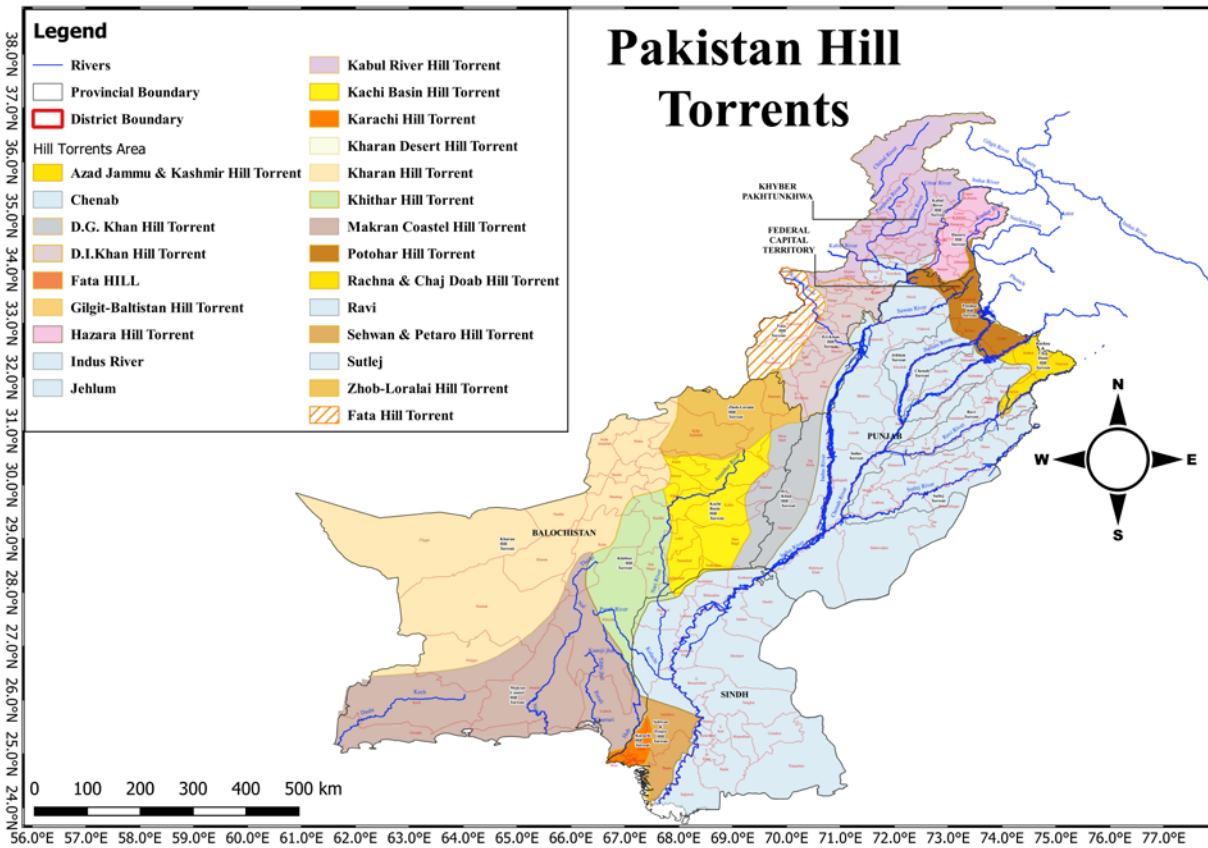
Hill Torrent 地域は、図 2.2.1 に示すように、その地域の地形的特徴と洪水の流出先から大きく以下の3つに分類されている。このうち、Indus River Basin (IRB) Hill Torrent の出水は、最終的に Indus 川に流入し、他2つはアラビア海に直接注いでいる。

- Indus River Basin (IRB) Hill Torrents.
- Kharan Closed Basin (KCB) Hill Torrents, and
- Makran Coastal Basin (MCB) Hill Torrents.



出典: M/F Study 1998

図 2.4.28 Hill Torrent の分類



出典: M/F Study 1998 と Survey of Pakistan を基に調査団作成

図 2.4.29 Hill Torrent 地域位置図

(2) Hill Torrent 事業の現状

“Master Feasibility Studies For Flood Management of Hill Torrents of Pakistan (FFC, 1998)” (以降、M/F

Study1998 とする) では、図 2.1.1 に示すように、州毎に Hill Torrent 管理事業が纏められている。事業種は水保全及び洪水対策の両方或いは片方を目的とした施設対策の提案事業であり、それぞれの州にてコア事業とサブ事業に分類されている。

これらの Hill Torrent 管理事業は、パキスタン州政府及びドナー資金によって実施されてきたが、2023 年現在において提案された Hill Torrent 管理事業は事業数のコアプロジェクトはほぼ実施されたが、サブプロジェクトは殆ど実施されていないか、部分的に実施されている。これは、Hill Torrent 地域の特質から費用効果が低い事業が多く、ADB や世界銀行(WB: World Bank)等の資金提供を受けづらいこと原因である考えられる。

費用対効果が高い地域は、主に Indus 本川沿川の灌漑エリア (低平地) に注ぐ Hill Torrent である。2023 年出水による公共施設の損壊を含めた氾濫被害を受けて、Hill Torrent 及びその下流部低平地への洪水対策が注視されている。

FEDERAL AREAS	NORTH WESTERN FRONTIER PROVINCE (NWFP)	PUNJAB PROVINCE	SINDH PROVINCE	BALUCHISTAN PROVINCE
CORE PROJECT - Nothing	CORE PROJECT - DI Khan Area	CORE PROJECT - DG Khan Area	CORE PROJECT - Khirthar Range Area	CORE PROJECT - Indus Basin Component including Quetta Region
SUB PROJECTS - Northern Areas - FATA - AJK	SUB PROJECTS - Hazara, Kabul & Bannu Basins - FATA	SUB PROJECTS - Pothowar Area - Rachna and Chaj Doabs	SUB PROJECTS - Karachi Area - Sehwan & Petaro Area	SUB PROJECTS - Kharan Closed Desert Basin - Mekran Coastal Area

出典: M/F Study 1998

図 2.4.30 Hill Torrent 別事業概要

(3) 主な構造物対策

提案は殆どが構造物対策であり、便益計算時には構造物による被害軽減は構造物へのダメージだけではなく水資源利用効果も見積もられている。また、中には純粋な利水構造物の提案も含まれているある。

殆どの Hill Torrent 地域では、水保全・利用・洪水対策のために以下の構造物が建設されている。これらの構造物からの流水は水路、カレーズ、掘り抜き井戸等を通じて水利用されている。よく見られる水利用手法は、水を囲い込まれた土地に引き込んで 1.0m ほど湛水させて、その後播種や栽培を行う方法である。なお、括弧内はレポート内で使用されている名称である。

- 分流工 (Dispersion Structure)
- FCC (Flood Convey Channel)
- 分水/導流堤 (Diversion Embankment)
- 洪水調節ダム (Delay Action Dam)
- 貯水池/ダム (Storage Dam)
- 洪水擁壁 (Flood Wall)
- 放水路 (Flood Diversion Channel)

- 灌漑水路（Indus 川の堰から下流の灌漑地へ）

(4) 対策対応実施地域

1) 対象候補地域への MDB による投資の様相

Indus 川右岸（西部）の人口・資産集積地した低平地では氾濫被害の頻度が比較的多く、2022 年豪雨による洪水やその他の洪水時に浸水している。特に Indus River Basin (IRB) Hill Torrent 地域、即ち、Punjab-Balochistan 州の D.I.Khan、D.G.Khan 及び Sindh 州の RBOD 地区が、Balochistan 州の Hill Torrent からの取水による被害を受けている。このうち、D.G-Khan 及び RBOD エリアへの投資が活性化してきている。

上記の地域のうち、FPSP-III や世銀の事業により、特に Punjab 州の D.G. Khan 地域への投資が進んでいる。一方で、Manchar 湖流域内の Sindh 州 RBOD 地域については、洪水の流出元の Balochistan 州と、受け手（流入先）となる Sindh 州の間で、どのような構造物を構築するか、コンセプトノート作成されている。

2) FFC の Hill Torrent 地域整備方針

FFC は National Drainage Management Meeting を 2023 年 6 月及び 8 月に開催し、各 Hill Torrent 地域のマスタープラン（M/P）策定に向けて、FFC 主導で M/P 策定の TOR 作成が進められている。FFC は、日本側にこの M/P 作成の技術支援への参画を要請している。

3) JICA が実施する意義のある地域

ほとんどの Hill Torrent 流域は、個々の季節河川からの流入は、個々の流入が合流せずメインの河川に排水されるスキームになっている。しかしながら、RBOD 地域は、Balochistan 州の山地からの流出をそのまま Indus 川に流入させることができない Hill Torrent 河川が比較的多く、そのような流出は、RBOD 地区内の灌漑水路や FP Bund によって Manchar 湖に導かれることとなる。

このような状況にもかかわらず、Sindh-Balochistan コンセプトによると、さらに Manchar 湖への流入負荷を増加させる構造物が多数提案されている。さらには現在、このような将来コンセプトを考慮せずに、世銀が Manchar 湖周辺の洪水・利水施設の補修・補強に投資している。

これを FFC に指摘したところ、2023 年 6 月の FMC 会議（1st National Drainage Management Meeting）にて、日本側に、精度の高い M/P 策定への技術的支援を要請された。

2.4.5.2 Indus 川右岸の堤防建設(Pre-F/S 調査)

本事業で防護する地域は Sindh 州 Indus 川右岸の Sukkur 堰下流の低平地 RBOD 地区である。Indus 川上下流を見通したうえで、最も人口集積が高いエリアである。Punjab 州の右岸側にも DG-Khan 及び DI-Khan という低平地が存在するが、本川右岸は堰込河道形態（左岸は堤防有り）であり、本川よりも西部 Balochistan 州の山脈を起源とする Hill Torrent 川（急流-季節河川）による洪水被害が主である。

(1) 堤防の決壊リスクについて

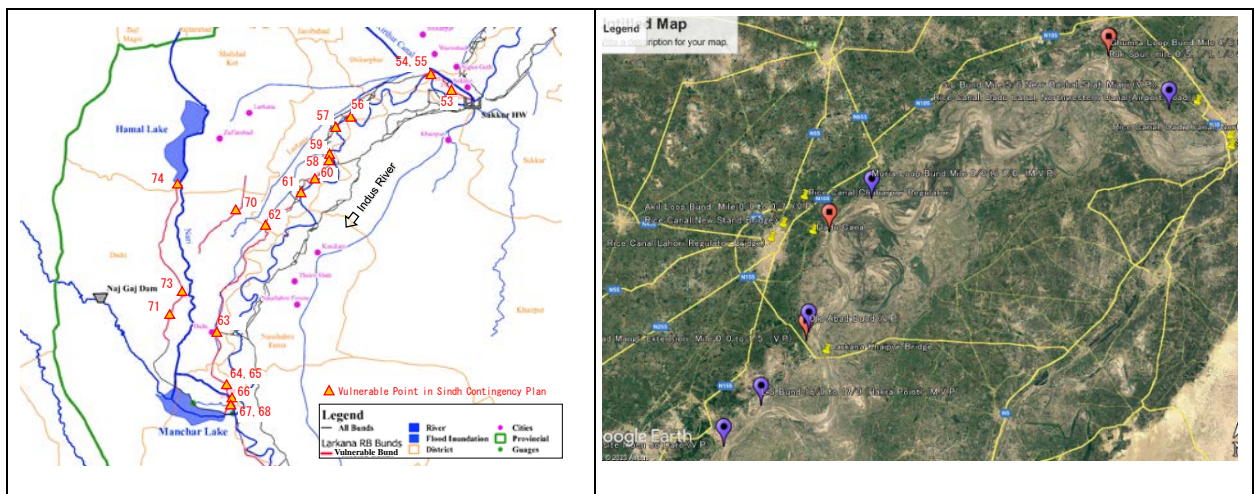
既存堤防の決壊リスクを分析するために、Sindh-PID の Vulnerability 調査（2023 年 Contingency Plan で実施）に上がっている脆弱性を有する堤防のリストを参照して、衛星画像解析を実施した。その

結果、Sindh-PID が掲げる Indus 川沿いの 17 地点（FP Bund 等にある 5 地点を含め全部で 22 地点を脆弱地点のリストに挙げている）の脆弱性を有する堤防・水制の中から抽出した 5 地点と、現地調査結果に基づき抽出した 1 地点を加えた計 6 地点において決壊リスクが高いと認識した（図 2.4.31 参照）。脆弱性の有無については、以下の 11 の指標で行ったこととなる。なお、抽出した 6 箇所の地点では、その多くが主流路と堤防が現在においても接近している。

表 2.4.14 脆弱性を把握するための指標

Sindh 州の緊急事業計画 2023	アドバイザーチーム (衛星画像及び現地視察時)
1. 過去に破堤または損傷履歴 2. 影響を受ける人口、または敷地に沿って居住する人口の総数 3. 周辺に大きな公共または民間の重要なインフラの存在。 4. 既存の地盤条件、および利用可能な洪水対策工事の内容 5. 地下水位の状況 6. 主要な道路網 7. 堤防の断面、上面、天端高、法面、堤体を構成する土質等の堤防の状態	8. 灌漑水路と堤防との距離が近い、或いは水路が既存堤防に近接する。 9. 水路の流下方向が既存の堤防に向かっている。 10. 既存堤防の後背地に都市や町など開発地区が有る。 11. 後背地の標高が比較的低く、開発地区に氾濫水が及ぶ可能性が高い。

出典：アドバイザーチーム



出典：Google earth の衛星画像を基にアドバイザーチーム作成

図 2.4.31 危険箇所の位置図（左:Sindh 州リスト、右:アドバイザーチームで抽出）

(2) JICA 事業対象堤防

対象堤防は、現場調査及び Sindh-PID から得られたヒアリングに基づき、対象堤防は、①補修予算が現時点では定まっていない、②再度災害による損壊・崩壊の可能性、を考慮して選択した。その結果、Akil Link Bund 及び Old Abad Bund（総延長 3km 弱）を JICA 事業の対象堤防として選択し、FCC にその旨報告した。Akil Link Bund（図 2.4.32 参照）は、堤防の裏法尻付近に漏水が発生しており、Old Abad Bund（図 2.4.33 参照）では、インダス本川の主流路の水衝部となることによる洗堀および侵食が発生している。これらの堤防では、Sindh-PID による従来の方法で一時的に補修・補強することは可能ではあるものの、類似の被災形態により再び損壊を招く恐れがある。Indus 川本川の中小規模の洪水でも繰り返し損壊する堤防に対して、損壊原因に応じた対策の効果を明示すること

は、今後の堤防補修・再建設の際の BBB の事例となると考える。



出典：Google earth の衛星画像を基にアドバイザーチーム作成

図 2.4.32 Akil Link Bund 周辺



出典：Google earth の衛星画像を基にアドバイザーチーム作成

図 2.4.33 Old Abad Bund 周辺

(3) 堤防が決壊した際の影響及び堤防強化の効果

1) 対象堤防の後背地の開発状況と想定氾濫被害額

対象堤防及び Sukkur 堰近傍の左岸堤防が破堤或いは溢水した場合の氾濫被害をそれぞれ表に示す。JICA「全世界治水分野防災投資事業に係る情報収集・確認調査」事業で整理した GIS (Geographical Information System) ポリゴンデータに基づいて整理した人口分布に基づき、Tehsil (市)

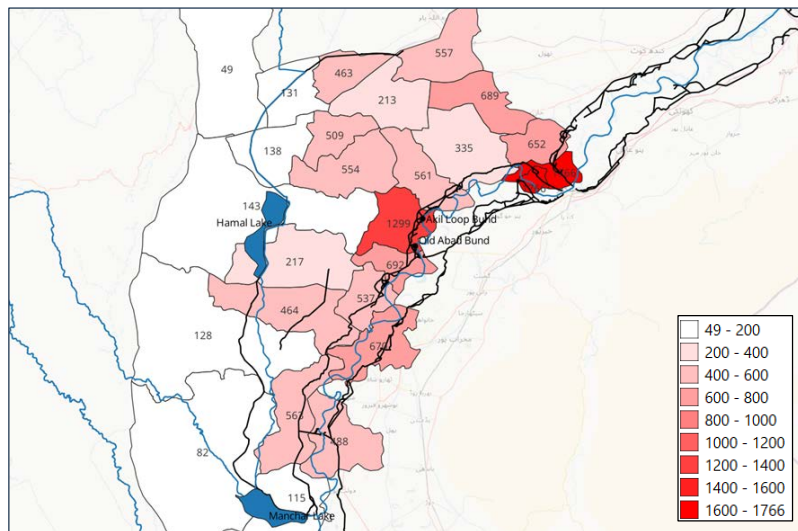
単位（Province-Districts-Tehsil の順）の人口密度を図に示す。次いで、図 2.4.35 にそれぞれの対象堤防が破堤或いは溢水した場合の最大氾濫エリアを示す。

後背地の氾濫原には、Larkana（150 万人レベル）及び Sehwan 等の都市があり、被害規模を見ると、早急に再建設或いは補強すべきであると考えられる。Sehwan については、2022 年洪水時には Sehwan への氾濫を防ぐために、緊急措置として Manchar 湖の堤防を一部人為的に切り欠いた。

表 2.4.15 破堤ケース毎の想定被害額

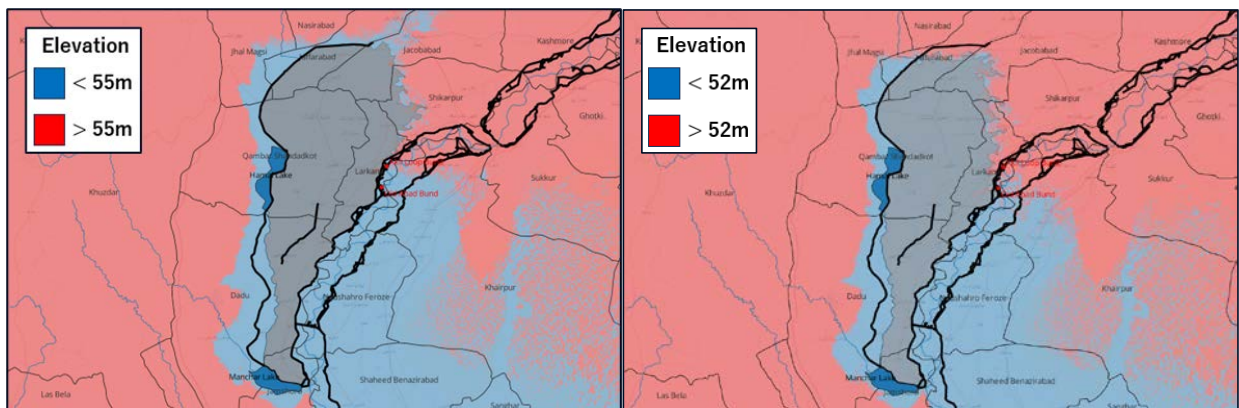
破堤或いは溢水箇所	氾濫可能性エリア (Km ²)	家屋被害額 (bil. PKR)	農地被害額 (bil. PKR)	合計被害額 (bil. PKR)
Sukkur 堰近傍	9,600	3,613	83	3,697
Akil Loop Bund	8,419	3,169	73	3,242
Old Abad Bund	7,193	2,375	55	2,429

出典：アドバイザーチーム



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.34 Indus 川左岸の各 Tehsil の人口密度



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.35 破堤或いは溢水した場合の氾濫可能性エリア（左: Akil Link、右: Old Abad から）

2) 上流、下流への影響及び他堤防箇所への影響

Sindh 州及び Punjab 州の Indus 川本川は 2010 年洪水後堤防建設が進められており、堤防高は 2010 年洪水規模に耐えうる形になっていた。そのため、本業務で対象とする堤防を日本の技術で補強したとしても、その影響で上下流の堤防からの溢水可能性が直ちに増すということはない。一方で、対象堤防の上下流の堤防が河川特性に応じていない構造及び質的な脆弱性によって、モンスーン期の長期間の洪水により崩壊する可能性は存続するといえる。

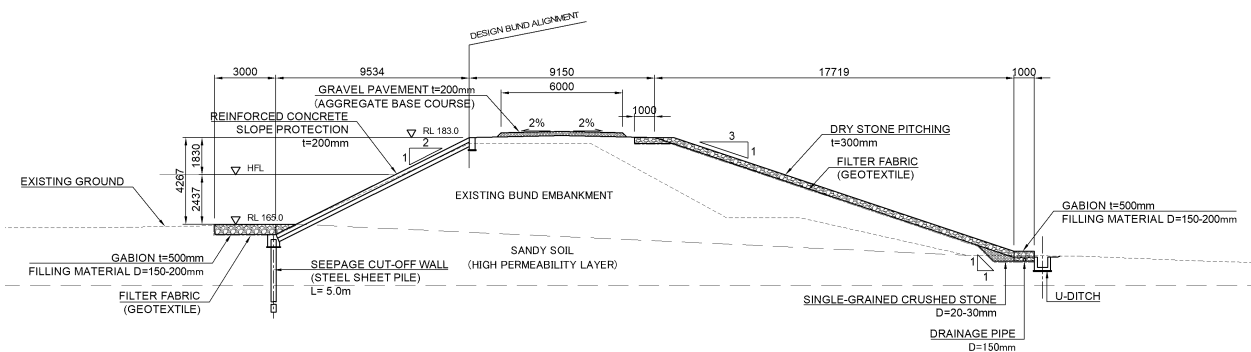
ただし、2022 年洪水後の PDNA 調査でも、堤防の部分的な損壊に関する報告はあったものの、堤防高は確保できているという認識であった。しかしながら、今回の現地調査後、一部の堤防は 2022 年の洪水後、堤防天端が崩壊しているケースが発見された。このような状況であっても、現状は 2023 年洪水による PDNA 調査後の開発ドナーによる復興復旧予算 (Sindh 州では世銀による構造物対策が実施されている) 及び FPSP-III 事業による補修が決まっているところが殆どである。また、PID では地方財政 ADP や州地方財政 PSDP という経年的な資金調達ルートによる補修も考えられている。

今回の対象堤防は、現状では予算配分が決まっていない箇所である。このような、大きな堤防整備の流れのなかで、対象地域をケアしていく必要がある。本来であれば、各機関の整備計画において整備優先度を日本の江戸川の段階整備の事例で見られるように設定する必要がある。

(4) 対象堤防の構造、規模、特徴、建設費等

1) Akil Link Bund の補強・再建設

Akil Link Bund では浸透(主に漏水)対策が必要となっている。堤防の規模及び構造については、標準断面図 (図 2.4.36) に示すとおりである。これまでに法面の安定が問題とはなっていないことから、計画堤防高や法面勾配等の基本的な諸元は現況断面を踏襲するが、浸透対策としてドレーン工、遮水工、表法にはコンクリートフェーシング、裏法にはジオテキスタイルとストーンピッチング等を配置し、再度崩壊を極力防ぐ。



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.36 Akil Link Bund の堤防断面図 (浸透対策重視)

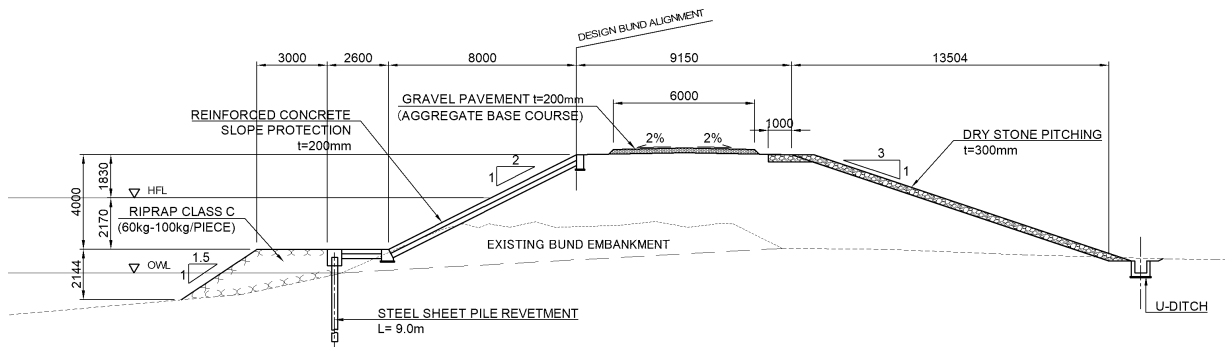
表 2.4.16 Akil Link Bund の提案堤防の諸元及び建設費

項目	諸元	設定根拠
現況堤防の天端高	RD.181.9ft (55.44m)	Akil Link Bund の現況標準断面図を参考に設定
計画堤防の天端高	RD.183.0ft (55.79m)	同上
天端幅	30 ft (9.15m)	同上
法面勾配	川表：2.0:1、川裏：3.0:1	同上
延長	1.9km	現場視察及び衛星画像より設定
建設費	1.76 bil. PKR (約 8.5 億円)	

出典：アドバイザーチーム

2) Old Abad Bund の補強・再建設

Old Abad Bund では主に Indus 川本川の水衝部となることによる堤防法面・法尻への直接浸食や側方侵食が発生している現状以上の強固な侵食対策が必要となっている。浸食対策を考慮した堤防の規模及び構造は、標準断面図（図 2.4.37）に示すとおりである。本検討箇所は、現況の測量図、計画の標準断面等の堤防の基本諸元にする情報が得られていないことから、堤防の基本諸元は現況断面を踏襲する。ただし、浸食および堤防前面の洗堀に抵抗するために、主に表法をコンクリートフェーシング、前面に鋼矢板護岸等の施工処置を施し、堤防前面の流速低減を目的とした水制工を建設し、再度崩壊を極力防ぐ。



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.37 Old Abad Bund の堤防断面図（侵食対策重視）

表 2.4.17 Old Abad Bund の提案堤防の諸元及び総事業費

項目	諸元	設定根拠
現況堤防の直高	4m 程度	Google Earth より近傍の堤防を基に想定
天端幅	30 ft (9.15m)	Akil Link Bund の標準断面図を参考に設定
法面勾配	川表：2.0:1、川裏：3.0:1	同上
延長	0.85km	現場視察及び衛星画像より設定
事業費	1.96 bil. PKR(約 9.5 億円)	

出典：アドバイザーチーム

2.4.5.3 Manchar 湖の排水能力向上(Pre-F/S 調査)

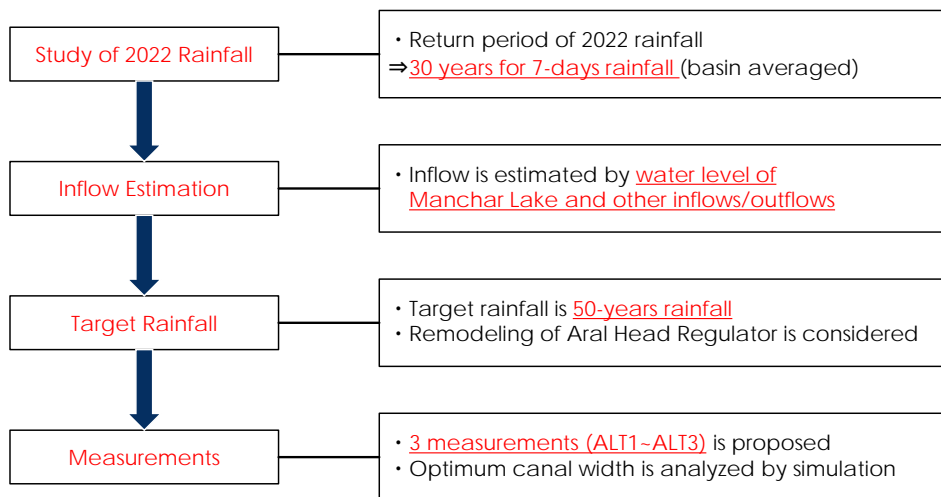
Manchar 湖は、Sindh 州の Indus 川右岸の人口・資産集積地を含む流域の流出水の受け皿となっており、この地域の洪水は全て Manchar 湖に一旦貯留され、排水ゲート及び水路を経て Indus 川へ放流される。しかしながら、2022 年洪水には、Hill Torrent からの洪水及び豪雨により、排水能力を超え

た量の流入があり、湖の東部に位置する都市 **Sehwan** の氾濫被害を避けるために、**Manchar** 湖岸堤北部を人為的に切り欠くという対応が執られた。このような状況を改善するため、**Manchar** 湖の排水能力を高めることを目的として **Pre-F/S** を実施した。

(1) **Manchar** 湖およびその流域の水文・水理解析

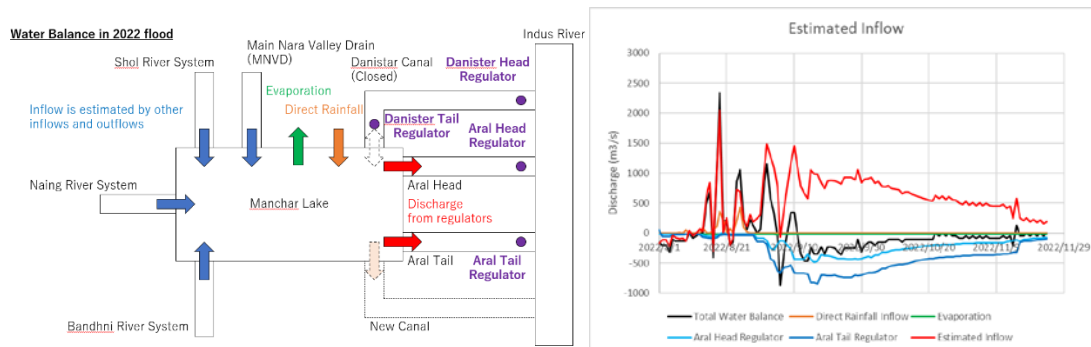
1) 水収支及び水理解析モデルの構築

2022 年洪水時の **Manchar** 湖流域の日水文・気象データ及び **Manchar** 湖の日水位や各 **Regulator** の日放流量などの実績データから流入量や溢水量を把握し、流域の水収支計算における流入量の基本波形を構築した。なお、2022 年洪水は洪水期間中に堤防からの溢水が生じている為、降雨解析の結果、湖の水位-貯留量関係、現在の排水能力、**Aral Head** 改修後 (**ALT0**) の排水能力、**Irrigation Manual** の記述 (排水ゲートの操作)、排水能力の可能性から総合的に分析した。また、計画策定時に使用する **Manchar** 湖流域の洪水確率規模別の流入波形は、降雨解析の結果に基づいて基本波形を確率別に引き延ばすことによって与え、湖の排水ゲートから **Indus** 川への排水量は不等流計算によって算出した。



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.38 **Manchar** 湖流域及び排水量に関する水収支及び水理解析のフロー



出典：アドバイザーチーム

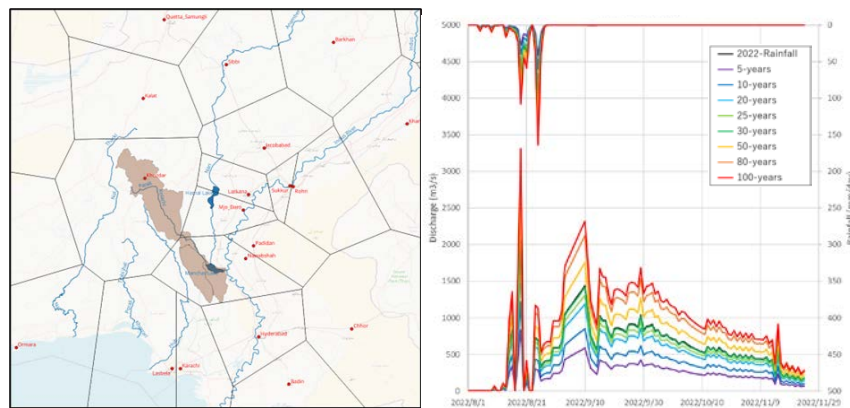
図 2.4.39 **Manchar** 湖の水収支モデルのコンセプト (左) 及び流入量の推定計算結果 (右)

2) 計画確率規模の設定

現在のところ、NFPP-IV では大河川の確率規模は凡そ述べられているが、他は州に委ねる形となっている。Sindh 州及び Punjab 州に質問したところ、例えば Hill Torrent 地区の河道やダム以外の河川施設は、昔は 25 年確率規模が基本で、現在は比較的開発が進んだところでは 40 年～50 年規模で計画・設計するようである。なお、Punjab 州の Irrigation Manual では、Protective Levee は 50 年確率規模を目標として建設すると記述されている。

30 年間のデータの 7 日連続降雨を分析したところ、2022 年洪水の各観測所では、20 年～95 年確率。流域平均雨量では 30 年程度であった。これは、北海道大学の衛星降雨による解析結果と規模感が異なるため、更なる分析が必要であるが、原因としては、地上観測の観測密度が非常に疎であること、マニュアル観測所の雨量升（シリンダー）が十分な量ではなかったこと等が考えられる。念のため後者については Sindh-PID に確認したが、シリンダーではなく PAN（タライのようなもの）を置いているので集中豪雨も日界毎に観測できるとのことであった。

従って、本検討においては、Sindh 州及び FFC の意向及び Irrigation Manual 等の計画指針内容を総合的に勘案し、50 年確率規模相当を目標として、排水能力の強化を計画する。

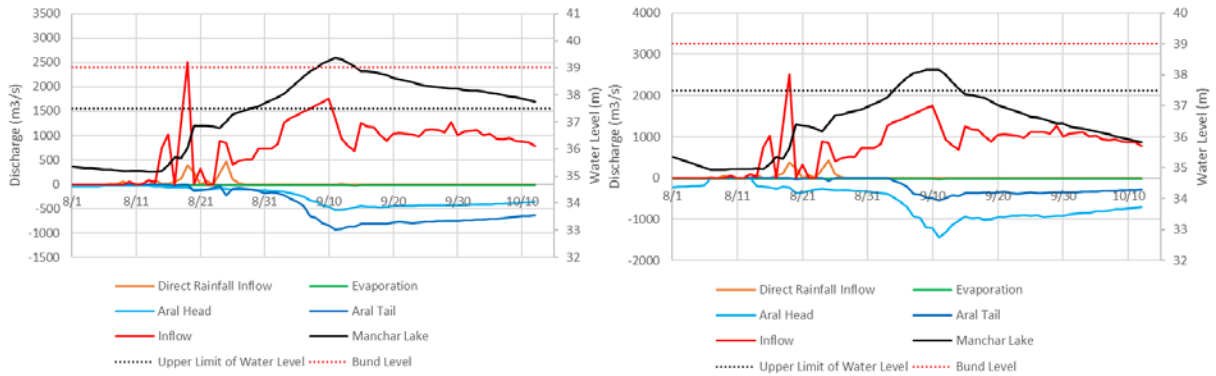


出典：アドバイザーチーム

図 2.4.40 流域平均雨量のティーセン分割（左）及び各確率規模別流域平均ハイト及び湖への流入量ハイドログラフ（右）

3) ケースシミュレーションの結果

構築したモデルに計画流入量（50 年確率規模相当）を入力し、湖水位が現況堤防高を超過しないような排水ゲートの規模及び排水路の規模・延長・流出先等をトライアル計算により確定した。



出典：アドバイザーチーム

図 2.4.41 50年確率雨量での計算結果例（左：現況、右：計画）

(2) 計画施設

50年確率規模相当の排水能力を確保するために3つの排水ルートについて、湖と Indus 川の水頭差を考慮し、Manchar 湖の水位が堤防高（から余裕高を引いた高さ）以内に収まるような排水量を確保できる水路規模を設定した。各案の概要図と建設費を図 2.4.42 に整理する。

	ALT1 New Canal Construction	ALT2 Aral Tail Improvement + Linking to RBOD2	ALT3 Aral Tail Improvement
Typical Cross-Section			
Map of Measurements			
Project Cost	43.6 Billion PKR	39.2 Billion PKR	27.1 Billion PKR

出典：アドバイザーチーム（下方は、Google earth マップを基にアドバイザーチームが作成）

図 2.4.42 代替3案における排水路の規模

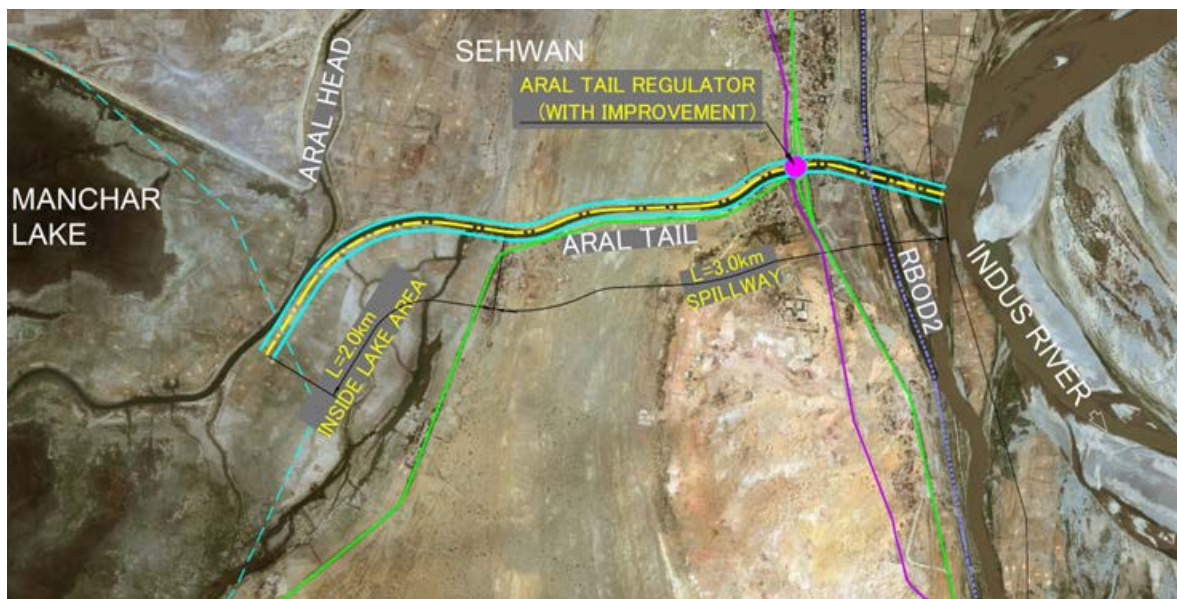
これら3案について、各案の特徴や周辺へ与える影響、経済性等の比較検討より、第3案既設水路拡幅案（Aral Tail）（上記 ALT3）を選択することとなった。建設費は 24.7 bil. PKR（約 119 億円）である。この案は、他案と比較して安価であることが最大の利点ではあるが、既存施設の構造や運用への影響や、既存水路の土砂堆積には留意する必要がある。

既存施設の構造や運用への影響と土砂堆積による影響を軽減可能な案として、コストは高いものの水頭差（湖とインダス川水位の差）の大きい「第1案：新設放水路案」も検討の余地はあると考える。今後のF/S段階以降においては、Aral Tailの流下断面維持のための水路掘削の費用や維持管理体制も含めて勘案の上、第1案または第3案についてさらに検討を行い、最適案を選定する必要がある。

表 2.4.18 代替案3の必要建設・改築施設一覧

施設名	数量 / 諸元	備考
放水路	L=3.0km + (湖内) 2.0km 水路幅 W= 80 m → 100m	湖内の誘導水路は今後深淺測量等を実施して検討する必要がある
Aral Head Regulator 改築	5 門 x 6 m x 7.3 m → 5 門 x 15 m x 7.3 m	平常時：全開もしくは中間開度 Manchar 湖洪水時：全開、Indus 川洪水時：全閉 平常時は利水を考慮して開度の調整を行う必要がある（現状と同じ）。
鉄道橋梁	1 橋 / L=100m, W=5m	Google Earth より想定
道路橋梁	2 橋 / L=100m, W=12m	Google Earth より想定

出典：アドバイザーチーム



出典：Google earth マップを基にアドバイザーチームが作成

図 2.4.43 代替3案平面図（既存水路拡幅及びゲートの改築）

2.4.6 活動 3-4: 活動 3-2 の検討結果をパキスタン政府及び他ドナーに対して説明を行い、今後取り組むべき治水事業の方向性に関し合意を得る

地方分権改革が行われたパキスタンでは、中央政府による適切な調整及び州間相互連携・協働が、Indus 水系の Inter-Provincial 河川における治水対策の実施において、非常に重要なファクターである。また、このような状況を安定的に確保するためには、まず FFC が Indus 川水系の洪水対策を流域俯瞰的な視点で体系化し、治水方針を作成・周知することが必要である。また、その治水方針の設定は、兵庫行動枠組で分析されたギャップ（目標達成ができなかった原因）を改善する内容である方が良い。即ち仙台防災枠組みの方針に沿った内容であるべきである。

基本的に治水は FFC が設定した治水目標・方針に基づいた上で、地域の自然・社会環境を考慮して行う必要がある。以下に目標・方針設定に必要なと思われる、自然・社会環境及びそれらに応じた治水整備の方向性を大まかに整理した。この治水整備方向性は、これまでパキスタン政府が実施してきた事業履歴も一部参考としている。

具体的には、パキスタン国の Indus 水系に係るハード対策の事前投資を、特に中南部、次いで脆弱な都市域にて実施し、パキスタンの経済発展効果を向上させることが肝要である。一方で、通常のモンスーン期に頻発する土石流、鉄砲水、氷河決壊等による突発的かつ強力な外力から北部地域及び西部地域のコミュニティを保護する対策の実施を迫られている。なお、西部の Indus 川に注ぐ Hill Torrent 地域では、洪水のソースとなる Balochistan 州と洪水を受ける Punjab 州及び Sindh 州との間で整合性のある対策が必要である。

表 2.4.19 パキスタン国における治水整備の方向性（案）

<p>地域：パキスタン北部山地 主な社会自然状況： 標高が高い山中を流れる急流河川が多く、鉄砲水、土石流、土砂災害、氷河決壊による被害が発生する場合がある。そのため、物理的な対応によるアセットの保護が他の地域と比べて比較的困難である。急流河川沿いに町村落が散在する。最北部には中国への回廊が存在する。</p>	<p>水系：山岳急流支川 整備方針案： ◎基本的にソフト対策を中心に、暴露と脆弱性のコントロールを行う（例えば、即時対応力強化、早期避難システム、土地利用計画による Resilience 強化）。また、急流・谷底河川の特性に配慮した堤防強化の実施を行う。</p> <p>ソフト対策によるリスクの削減</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 各種支川の水文・気象・地質・地形特性に応じた洪水監視・予報・避難システム整備 ➢ ハザードエリア周知、土地利用規制、建設基準改正 ➢ 上記のための組織・法制度整備 ➢ 氷河決壊の気温-決壊応答研究及び EWS 整備促進 <p>地先のハード対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Kabul、Swat、Kunhar 川等の市街地周辺の河岸補強・整備
<p>地域：中部平野及び段丘 主な社会自然状況： 平地に灌漑エリアが広がる最大の穀倉地帯であり、高台には 100 万人以上の都市が散在している。河川沿いの灌漑エリアは頻繁に湛水しやすい状況にある。河川が破堤した場合、都市及び農地に全般的に浸水し、大きな被害をとる。</p>	<p>水系：Punjab 州の Indus 川、4 主要支川 整備方針案： ◎ハザード削減のためのハード対策強化を中心に行う。都市化が進んだところはハード・ソフトの混合。</p> <p>ハード対策によるリスクの削減</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Indus 川とその大支川の堤防の質的整備 ➢ 常襲湛水地の排水能力の向上 <p>都市部のハード対策及びソフト対策 都市水害への対応（河川整備、集水・排水路整備、機材供与、土地利用規制・組織法制度整備、ハザードマップ作成・周知、洪水予警報システム、雨水浸透・貯留等）</p>
<p>地域：南部平野</p>	<p>水系：Sindh 州の Indus 川</p>
<p>主な社会自然状況：</p>	<p>整備方針案：</p>
<p>標高の低い低平地に広大な灌漑地が広がっている。緩勾配地形を有し、地下水位が高い事より、Indus 川洪水時には水はけが悪くなる。100 万以上の都市は少ない。Indus 川が各所で破堤した場合、低平地が全般的に浸水し、長期間にわたり湛水す。</p>	<p>◎ハザード削減のためのハード対策強化を中心に行う。</p> <p>ハード対策によるリスクの削減</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Indus 川とその大支川の堤防の質的整備 ➢ 常襲湛水地の排水能力の向上 ➢ 雨水浸透・貯留能力・の向上
<p>地域：西部ヒルトレント</p>	<p>水系：Sindh 州の Indus 川に注ぐ Hill Torrent Nullah</p>
<p>主な社会自然状況：</p>	<p>整備方針案：</p>
<p>中部・南部よりも標高が高く、山地・丘</p>	<p>◎ソフト・ハードを織り交ぜた対策</p>

<p>陵地に中部・南部へと流出するヒルトレントナラーを有する。2022年洪水時のHill Torrentの洪水はPunjab及びSindhに流入し被害を発生させた。中部・南部と比べると小規模な灌漑エリアが散在している。降水量が少ないため地下水涵養に資する施設が目立つ。海岸部には最も人口の多い港湾都市カラチがある。</p>	<p><u>山地・丘陵地での治水</u> 洪水対策の優先度は非常に低く、ソフト・ハードを織り交ぜて、洪水や雨水を農業に利用したり、土砂災害を制御したりする農業セクターと治水・治山セクター協働の流域管理事業が適している。</p> <p><u>都市部のハード対策及びソフト対策</u></p> <p>人口最大都市カラチの無計画とも見える水関係のインフラ整備への総合的な対策（内水処理対策を含む）</p>
---	---

出典：アドバイザーチーム

上記については、FFC議長及び職員とコンサルテーション会議をプレゼンテーションにて行い、合意を得ている。

2.4.7 活動3-5：活動2、3-1-3-3を踏まえて今後の治水計画を策定するにあたって重要な理念・考え方について整理し、FFC職員と認識共有を行う。

兵庫行動枠組（2005-2015）で明らかになった一般的ギャップをカバーする仙台防災枠組みに則り、パキスタン国の自然・社会状況にとって適切な治水整備の方向性を以下のようにFFCと協働で整理した。これらは、仙台防災枠組み、NDMP-I及びNational Water Policyの達成度、NFPP-IVの進捗と課題、PDNA調査による復旧投資目標等を基に設定している。また、8月28日の協議において、下記方針をFFC職員に説明し、特に異論を受けなかった。

表 2.4.20 パキスタンの治水事業方針及び可及的対処項目

項目	内容
治水事業の大方針	気候変動インパクトを考慮した総合的治水対策計画に基づいて、災害リスクを効率的に削減し、パキスタン国の経済成長を促す。
大方針達成のための対処項目	<p>【可及的対処項目】</p> <ol style="list-style-type: none"> 適切な被害リスク分析及びそのための情報整備 治水計画への気候変動インパクトの取り込み 治水行政に係る法制度の適正化推進 国家及び地域の経済成長を目論んだ基本計画策定及び優先事業の選定 中央及び地方の連携強化に伴う事業・アセット管理システムの強化

出典：アドバイザーチームとFFCの協議にて作成

表 2.4.21 可及的対応項目の提示理由

項目 1: 適切な被害リスク分析及びそのための情報整備	Indus川の洪水氾濫可能性エリアの指定範囲が防災の観点からは不適切である。現時点ではNFPP-IVにIndus川水系の河道内（堤外地：堤防に挟まれたエリア）の氾濫域しか示されていない。氾濫原の洪水マップは、低内地についても付図すべきである。そのためにも、フラッドマップ作成に資する情報の収集・整備を行う必要がある。
項目 2: 治水計画への気候変動インパクトの取り込み	現在のNFPP-IVには気候変動によるインパクトが治水対策事業の計画段階で考慮されていない。計画する際に使用する外力等にそのインパクトを加味して検討すべきである。気候変動インパクトの計画及び設計基準への取り込み方針及び技術的指針等を纏めた気候変動適応策（治水計画・設計編）ガイドラインの策定が必要である。
項目 3: 治水行政に係る法制度の適正化推進	特に河川法（River Act）について、DRRの観点から氾濫原の土地を適切に利用できるように規制・罰則を厳格に記載すべきである。また、上流及び下流の州で河川整備上齟齬が出ないようにFFC提案の方針に沿って適正化すべきである。
項目 4: 中央及び地方の連携強化に伴う事業・アセット管理システムの強化	FFCに事業（開始、進捗、完了）に関する情報を集約し、資産が集中するIndus川水系の主河川への影響を把握する。また、事業管理情報に基づいて、ドナーや治水関係機関との情報共有を行い、スムーズかつ合理的な治水事業立案・実施を推進する。

項目 5: 国家及び地域の経済成長を目論んだ基本計画策定及び優先事業の選定

個々の洪水対策事業は、流域・ヒルトレント別等に、治水対策の目標・目的・タイムラインを明示し、上下流への影響を把握する。その上で国家及び地方の効果的な経済成長に込めて、事業実施の優先順位を設定する。

出典：アドバイザーチームと FFC の協議にて作成

2.4.8 その他の事業について（FFC から JICA パキスタン事務所に申請済みのもの）

アドバイザーチームが派遣される前に、JICA パキスタン事務所に下記（1）～（4）に列挙する事業の要請があった。今の段階では、コスト的にも、事業効果的にも最適なものとは言えない状況である。

(1) Umbrella PC-I for Flood Protection Sector Project-III

NFPP-IV の事業から抽出した事業群への資金調達(95 bil PKR)に関わる要請書である。FFC は一旦 JICA に要請していたが、現時点では EAD を通じて ADB にも要請している。殆どが堤防整備事業である。

(2) Concept Clearance Paper of Two Floods Protection Projects in Sindh

NFPP-IV から派生した、Sindh 州における 2 ヶ所の河川施設建設（Guddu 堰下流護岸建設、Gaj 転流工建設）に対する日本からの無償資金協力事業の要請である。ただし、2 ヶ所の河川構造物に相互の関連性はない。



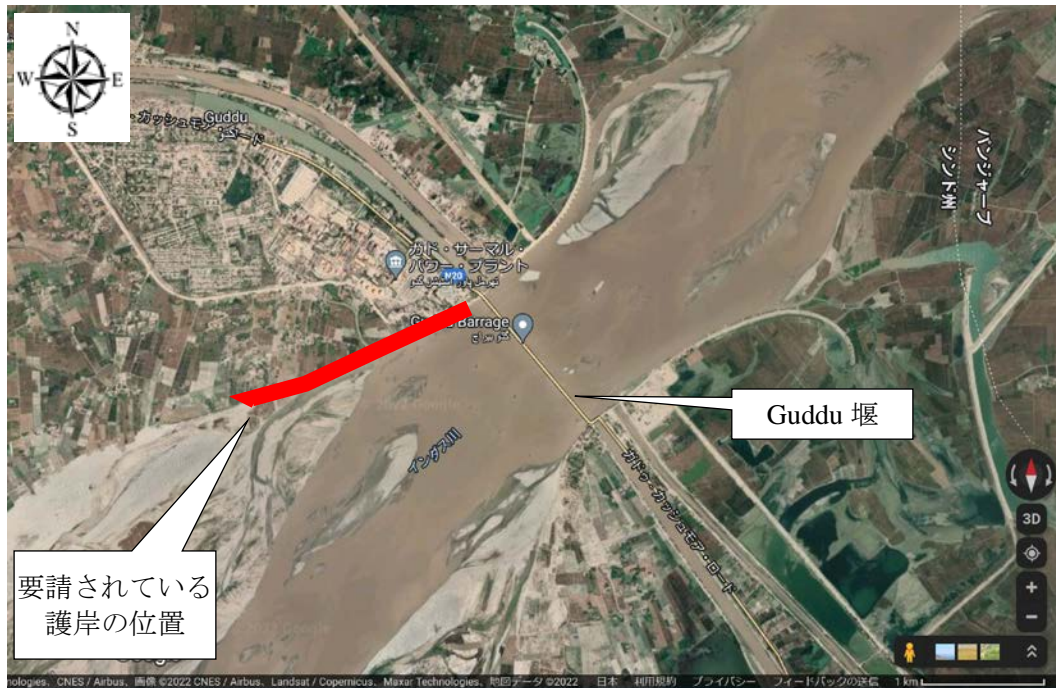
出典：アドバイザーチーム（Google Map 使用）

図 2.4.44 Sindh 州における 2 ヶ所の河川施設建設要請箇所位置図

1) Guddu 堰の下流堤防への護岸建設事業

Sindh 州 Kashmore 県に位置する Guddu 堰の、下流右岸の堤防の川側への護岸建設事業の要請である。要請金額は、8 mil. PKR (約 3.9 億円) である。

要請内容は、洪水期の出水による浸食から堤内地（堤防の陸側）を保護するために、Guddu 堰の下流 2.4 kmの区間の右岸側において、現状で土堤である堤防の前面に護岸を建設することである。



出典：アドバイザーチーム (Google Map 使用)

図 2.4.45 Guddu 堰の下流堤防への護岸建設事業位置図

2) Gaj 転流工（堤防）への護岸建設事業

Sindh 州 Dadu 県 Johi Taluka に位置する Gaj 転流工（Gaj Diversion Bund）への護岸建設事業の要請である。要請金額は、5 mil. PKR (約 2.4 億円)。



出典：アドバイザーチーム（Google Map 使用）

図 2.4.46 Gaj 転流工（堤防）への護岸建設事業位置図

Gaj 転流工は、Dadu 県の Dadu 市の北西約 65 km、Balochistan 州から Kirthar 山脈を横切って Sindh 州に流れ込む Gaj 川 (Nai Gaj) が、山地から平地に流出する場所に位置している。Gaj 川の常時の流向は東向きであるが、同方向には集落や農地が点在しており、過去（1976 年、1995 年）に大きな洪水被害が発生したことがある。Gaj 転流工は、出水期の洪水被害を軽減するため、Gaj 川の流れを南東に変え Manchar 湖へ導水するために建設されている。出水期の強い流れの影響で、Gaj 転流工本体の一部にも被害が生じている。

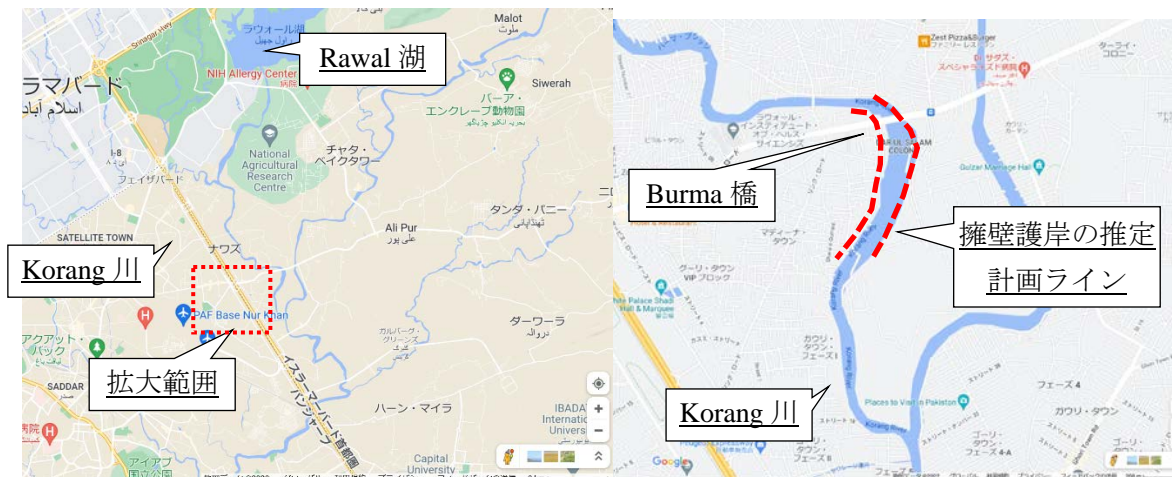
要請内容は、Gaj 転流工の嵩上げと護岸による堤体の補強である。

(3) Installation of 45 nos flood telemetry hydromet/early warning stations through JICA financing

本件については、只今、2022 年 3 月 31 日に行われた MoWR-FFC-WAPDA 主催のテレメトリング MP (ADB 資金による) の会議・協議を受けて JICA パキスタン事務所と共に FFC に対して案件化にむけた協議・支援を実施しているところである。

(4) Urban Flood Management in Korang River, Downstream Burma Bridge, Islamabad

NPO(Non-Profit Organization)法人である Masajid & Madaris Foundation (MMF) からの要請で、Rawal 湖から流出している Korang 川における洪水防御のための擁壁護岸建設に対する日本からの無償資金協力事業の要請である。事業対象位置は Rawal Dam の下流 10 km 付近に位置しており、Burma 橋の上下流の両岸にコンクリート重力式擁壁（高さ 23feet (7m)）の護岸を建設する計画となっている。擁壁護岸の正確な計画位置は示されていないが、資料の記載内容から推察すると下図の通りとなる。



出典：アドバイザーチーム（Google Map 使用）

図 2.4.47 Burma 橋付近 Korang 川擁壁護岸の建設事業位置図

表 2.4.22 Korang 川擁壁護岸施工延長

Korang 川右岸側		Korang 川左岸側	
Burma 橋上流	Burma 橋下流	Burma 橋上流	Burma 橋下流
300 feet (91 m)	2,250 feet (686 m)	350 feet (107 m)	2,200 feet (671 m)
2,550 feet (777 m)		2,550 feet (777 m)	

出典：アドバイザーチーム

2.5 成果 4 に関わる活動内容

成果 4：FFC の実施能力（治水対策 MP 策定能力、治水事業計画策定能力等、施設運用・維持管理能力）が強化される。

2.5.1 活動 4-1 能力強化に取り組むべき内容の設定

FFC の能力分析の結果に基づき、本業務において FFC の能力強化を図るべき課題を検討し、それに対応するセミナーを下記のように実施した。

表 2.5.1 実施したワークショップ

能力強化の課題	時期	内 容
問題分析	2022 年 7 月 実施	Flood Management Committee メンバー等政府関係ステークホルダーを招集し、パキスタン国の治水対策についての問題を抽出・整理する。説明は JICA の既存 VIDEO を使用した。
堤防・河川管理施設の運営・維持管理 (O&M)	2022 年 11 月 実施	河道改修円借款・無償案件の経験、日本の知見を活用して堤防整備の手法・事例を紹介した上で、パキスタン国での妥当な堤防の O&M について協議した。各 PID からのプレゼンテーションも実施し、パキスタンの堤防被害及び O&M の状況を把握し、質疑応答も行った。
堤防・河川管理施設の保守点検	2023 年 8 月 実施	堤防及び河川管理施設の保守点検について、日本側及びパキスタン側の知見を持ち寄り（双方のプレゼンテーション実施）、協議・提言した。
水系一貫の治水マスタープラン (MP) 立案	2023 年 8 月 実施	現在の NFPP は、州及び関係省庁からの提案された事業を収集・整理して策定されている。国家治水計画はより、より全国的な視野から、また、水系一貫の治水事業であるべきことから、FFC は提案された事業のスクリーニングを行うのみならず、FFC が主導して水系一貫の治水計画を立案すべきである。即ち流域の長期的なあるべき姿を描く長期的な MP を立案し、その中で個々の事業の実施計画を定め、計画的な事業実施が重要である。そのため、日本の総合治水計画策定手順を事例として紹介した上で、卓上で水系一貫の治水 MP 作成作業を実施した。

能力強化の課題	時期	内 容
統合洪水管理の理念	2023年8月 実施	パキスタン国に必要な治水対策の理念について FFC と協議し、理解を得る。理念は JICA 本部や FFC 議長と協議して、仙台防災枠組及びパキスタンの経済発展を考慮して設定した。

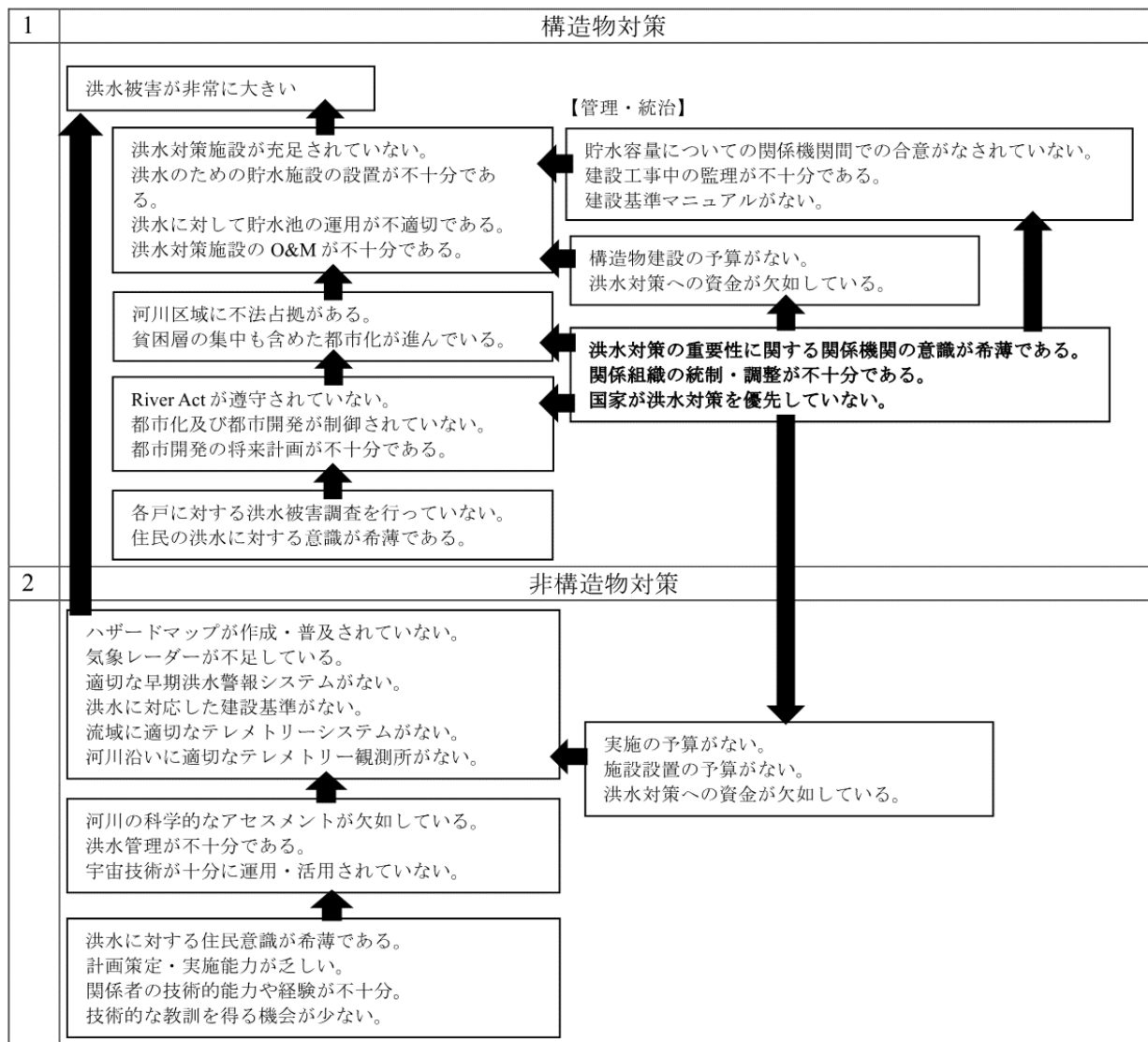
出典：アドバイザーチーム

2.5.2 セミナー・ワークショップの実施及び結果

2.5.2.1 問題分析ワークショップ

2022年3月15日のプレモンスーン会議後に問題分析ワークショップの時間を得たが、急遽開催された大臣会議により中断した。本件は2022年7月に再度実施した。

問題分析ワークショップを実施した結果、FMC 参加機関は主に以下のような課題を保有している。コア問題を「洪水被害が非常に大きい」と設定して、参加者が問題・原因を抽出して、それを整理したところ、大きな課題の分類としては、「構造物対策における課題」、「非構造物対策における課題」、「管理・統治の課題」等である。「国の洪水に対する政策方針」と「関係機関間の統制・調整不足」が最も根幹な原因のように伺える。これらの情報は、NFPP-IV 促進への提言および今後の事業形成の検討時に参考とした。



出典：アドバイザーチーム

図 2.5.1 問題分析結果

2.5.2.2 堤防・河川管理施設の強化ワークショップ（1）

2022年11月22日に堤防・河川管理施設の強化に関するワークショップを実施した。午前中の時間を使い、「Reinforcement of Bund」として、下記の内容でプレゼンテーションを行った。

- 堤防本体と堤防の護岸に関する構造物の定義、種類、使用目的等の一般的事項の紹介
- 堤防及び護岸における主要な被災の種類とその被災要因
- 被災の種類別の発生割合
- 被災の種類ごとの事例紹介と、各々の被災に至った原因とメカニズム
- 被災の種類ごとの発生しやすい条件、計画・設計時に配慮すべき事項
- 被災の種類ごとの対応策、適用可能・効果的な工法

- パキスタンの堤防・河川管理施設の現状における問題点と、強化における必要事項
- パキスタンの堤防・河川施設管理における提言

プレゼンテーション後、質疑応答を行い、パキスタン国における堤防・護岸の強化に関して協議した。各 PID からのプレゼンテーションも実施し、パキスタンの堤防被害及び現状で行われている対策の状況を把握し、質疑応答も行った。また、Balochistan 州や KPK 州からはヒルトレントからのフラッシュフラッドに起因する被災に対する個別の相談を受けた。その中で、パキスタン国内で行われている河川構造物の運用において、特に懸念された事項を以下に列記する。

- チェックダム（砂防ダム）：Balochistan 州で建設されているチェックダムは、ヒルトレントからの出水の一時貯留や、土石流被害の軽減を目的として山間部に設置されている。Balochistan 州のチェックダムはフィルダム型式（土や岩石を盛り立てて作る）で建設されているが、出水時に越流による浸食等で流出するケースが多く発生している。チェックダムは出水時に洪水流や土石流が堤体を越流することが想定される構造物であることから、日本の砂防ダムはコンクリートで作られるのが基本であるが、Balochistan のチェックダムは、土石が現地で豊富に得られ、建設コスト節減のため、フィルダム型式（土や岩石を盛り立てて作る）で建設されている。フィルダム型式は、堤防と同様に堤体の越流に対する強度が低いことから、一般的にはチェックダム（砂防ダム）の型式には適さない。
- 山間地の急流河川における河川構造物：KPK 州では、石材が現地で非常に安価で豊富に得られたため、導流堤、護岸、堤防等の洪水防御施設をかご工（ふとん籠、蛇籠）もしくは石積み工で建設しているが、これらの構造物が出水時に流出するケースが多く発生している。KPK 州内の河川は山間部に位置しており、洪水時には流速が大きくなる可能性が高い。かご工は、一般的に仮設構造物として採用される構造物であり、かつ河川の流速が 5m/s を超えるような箇所には適さない構造物である。流出被害が発生している場所では、許容される流速を超える河川流速が発生している可能性がある。



出典：アドバイザーチーム

写真 2.5.1 堤防・河川管理施設の強化ワークショップ（1）の状況

2.5.2.3 堤防・河川管理施設の強化ワークショップ(2)

2023年8月22日に堤防・河川管理施設の強化に関する2回目のワークショップを実施した。午前中の時間を使い、「Reinforcement of Bund ~Inspection of Bund~」として、主に堤防の点検・維持管理、及び数値解析による堤防の健全度の評価方法について、下記の内容でプレゼンテーションを行った。

- 2023年8月初旬に実施した現地調査の結果に基づく、堤防の被害状況の実例
- 堤防天端及び小段における、不具合/被害の実例とその特徴、重要点検箇所・項目・内容
- 堤防法面における、不具合/被害の実例とその特徴、重要点検箇所・項目・内容
- 堤防の堤内側（陸側）における、不具合/被害の実例とその特徴、重要点検箇所・項目・内容
- 護岸における、不具合/被害の実例とその特徴、重要点検箇所・項目・内容
- 数値解析による堤防の健全度の評価方法（安定計算、浸透流解析、耐浸食性評価、地震時安定性、液状化評価）

プレゼンテーションの最後には、コスト削減のために現地発生石材を用いたかご工を採用した

洪水防御施設をつくり、被災の度に復旧工事を行うことも間違いではないが、その安定性や耐久性はそれほど難しくはない数値解析で評価できることを説明し、河川の流速等の外力に応じて適切な構造物を選定して建設することにより耐久性のある構造物を建設できることを説明した。

また、適切な点検に必要な整備と点検の頻度、堤防台帳の作成とデータベース化、堤防施工時における盛土の締固め度管理による堤防の品質向上、について提言した。

プレゼンテーション後の質疑応答では、Punjab 州と Sindh 州の PID では堤防を Executive Engineer クラスの権限の範囲に細分化して管理しており、各 Executive Engineer 単位で毎年モンスーン期前に堤防の点検を行っており、その記録は紙ベースで残しているとの報告があった。これに対して、アドバイザーチームとしては、堤防台帳の作成とその電子データベース化、そのデータに関する各 PID と FFC 間の情報共有の促進を提言した。



プレゼンテーション

協議、質疑応答

出典：アドバイザーチーム

写真 2.5.2 堤防・河川管理施設の強化ワークショップ（2）の状況

2.5.2.4 治水計画ワークショップ

8月28日に13名のFFC役職員を対象に、治水計画立案の方法について3時間のワークショップを行った。ワークショップの構成は、1①アドバイザーチームからのプレゼンテーション・途中質疑応答（2時間）及び②A0サイズのマップを使用した卓上での治水計画立案（1時間）である。プレゼンテーションでは、以下の（1）～（2）の事項について説明し、最後に（項目3）卓上による治水対策立案の提案をFFCが行い、治水計画の組み立てについて協議した。

（1） FFCがNFPP-IVで宣言しているIFMと日本の総合治水の比較

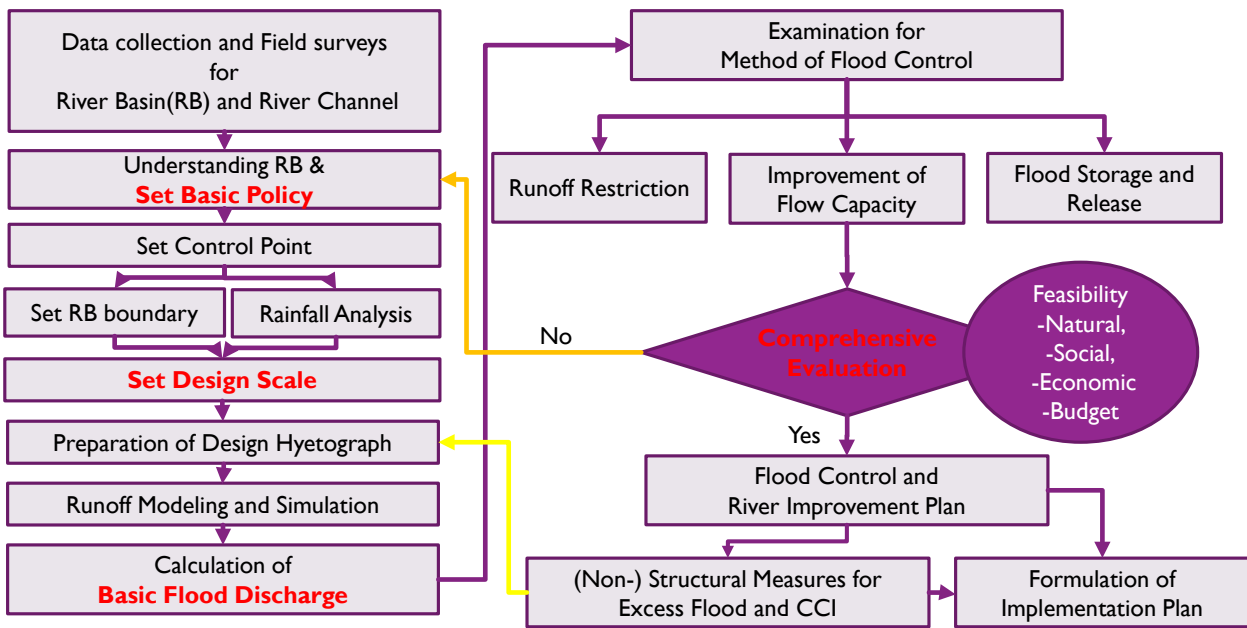
一般的なIFMと日本の総合治水の定義について説明し、発展途上国及び先進国におけるハード及びソフトのバランスの観点よりパキスタンでは未だハード対策による人命・資産を防護に関する課題が多く残されていることを確認した。

（2） 治水計画の立案について

日本の国交省の河川砂防技術指針を用いて立案フロー（図2.5.2）の一つ一つの項目について説明・協議した。説明・協議・質疑応答のポイントは以下の通りである。

- 治水計画において必要な視点（洪水管理、水利用、環境影響並びに土砂対策）

- 治水対策に必要なデータ及び情報（気象水文データ、暴露データ、地籍情報、構造物情報、河川の基本情報、動植物・貴重種など環境影響評価に必要な情報）
- 上位計画の存在・策定（パキスタンの上位計画の確認：NDMP 及び National Water Policy との整合性）
- 治水計画に記載すべき必須事項（上位計画に則った 20-30 年後を目標とした具体的対策を記載する長期の計画、住民との合意形成の必要性）
- 流域の定義・基準地点の設定（計画洪水流量の設定地点について Indus 川で議論：堰上流で堰の最大放流量に基づいているが、2010 年洪水が来る場合人為的 Breach の可能性は残っており、2010 年洪水で設定した計画水位などは上流で既に溢水した状態のものであるため、Breach を実施しないと下流で再度溢水する可能性について議論した。）なお、現時点の堤防高では、2010 年時点より河道の流加能力が上がっているため Breach しても溢水の可能性は残る。）
- 基本高水流量及び計画流量の意味と算定手法（基本高水流量はいわば氾濫戻り流量であり、パキスタンではこれを算定せずに堰の規模が設定されているという課題について確認）
- 計画規模の設定について（河川の重要度に応じて設定することを確認。Indus 川本川では 100 年規模と決められているが、上記のように現在の計画が 100 年規模相当であるにすぎないことを確認。他の中小河川についての定義は明確ではなく、州にまかせている。）
- 流出解析における計画降雨の設定について（確率規模別に降雨パターンの規模を引き伸ばしし、さらに、必要に応じて気候変動インパクトを加える。しかしながら、このような公式ガイドラインはパキスタンには存在しない。）
- 治水対策配置・実施計画と計画流量との関係（州出解析モデルを用いて算出した基本高水流量を計画流量まで削減するための治水対策の配置ということを説明。計画流量配分の周知の重要性の確認）
- 総合的な治水対策計画のコンポーネントに関するブレインストーミング協議



出典：アドバイザーチーム

図 2.5.2 治水計画立案フロー

(3) 卓上トレーニング：治水対策立案及び全体計画形成

「ダム下流の河川沿いにある都市（メガシティと仮定）を洪水から守る」というテーマを与え、卓上で、A0サイズのKarong川流域図面上に、考える治水対策施設についてFFC職員が列挙し、それらの対策を、優先度・コストに応じて段階的に実施をする計画が必要であることを議論した。

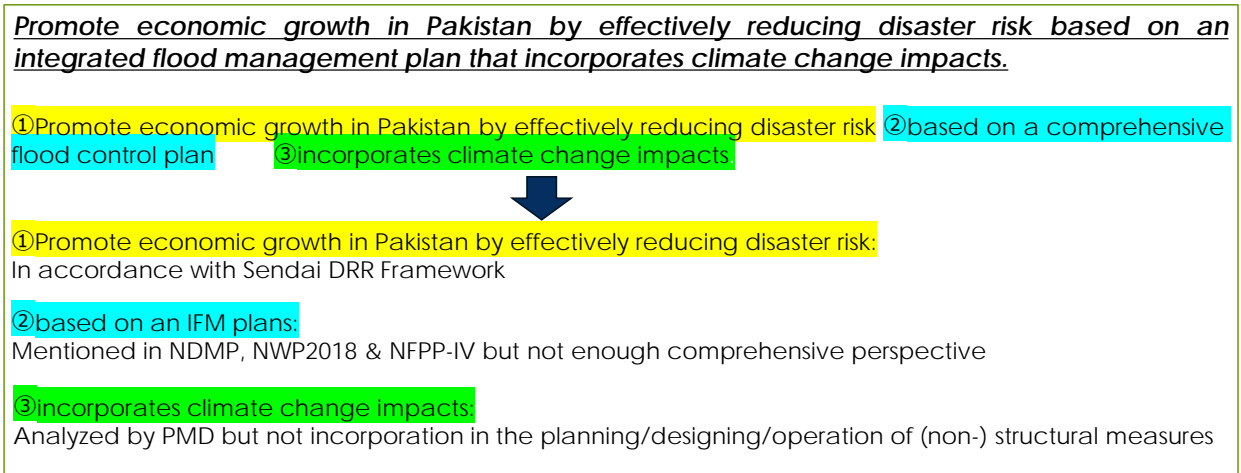


出典：アドバイザーチーム

写真 2.5.3 治水計画ワークショップの条項

2.5.2.5 パキスタンの治水事業の実施方針に関する合意形成ワークショップ

8月28日の治水計画ワークショップの後、パキスタンの治水事業の実施方針について協議した。これまでFFCに事業実施上の課題についてFFCに明示してきたが、それらのうち大枠の課題を考慮した上で、FFCと共同で「**Promote economic growth in Pakistan by effectively reducing disaster risk based on an integrated flood management plan that incorporates climate change impacts.**」(図2.5.2参照)のような方針を形成した。なお、事前にカマル議長と協議を行った上で合意は得ていた。



出典：アドバイザーチーム

図 2.5.3 パキスタンの治水事業の実施方針

次いで、この実施方針を実現するために図 2.5.4 のスライドを用い、必要なアクションについて FFC と整理した。さらに JICA が本業務の調査結果に基づいて形成した事業の形成理由やその背景についても説明している。

- 1.Preparation of adaptation guidelines to incorporate climate change impacts (CCI) into integrated flood management plan
→To reflect the CCI to plan blueprint/overall strategy of IFM and design (non-) structural measures (Dimensions and method)
- 2.Implementation of appropriate damage risk analysis and maintenance of information for risk analysis→Currently the flood map of NFPP-IV is unsatisfied to grasp the risk of flood plain
- 3.Formulation of basic plans and selection of priority projects for national and regional/provincial economic growth→To keep opportunity for equally developing economic of provinces in a fair manner
- 4.Optimization of legal systems related to land use in river area and flood plain
→River Plans were not change. The regulation of riverine area and flood plain should be clear as FFC indicated in the NFPP-IV to effectively manage DRR.
- 5.Building a system to strengthen cooperation between central and local governments to appropriately manage flood protection projects and infrastructure assets→Currently IFM could not be controlled due to the lack of information of projects (Start, on-going and completed in the provinces). At least, the projects which may be affected Indus main river and 4 Major tributaries should be shared among related agencies, especially to FFC.
- 6.Strengthening flood management function and procurement management capacity of FFC
→To sustain the blueprint or strategy, FFC should provide governments and donnas with proper information on investment progress for IMF and individual projects

出典：アドバイザーチーム

図 2.5.4 実施方針達成に必要なアクションの協議スライド

3.1.2 資機材の購入等

本業務にて資機材購入費にて購入予定となる機材は、クーラーのみであるが、購入しなかった。活動の初めにあてがわれた執務室にクーラーがないため購入予定であったが、6月以降はアドバイザーチームにはより広いクーラー付の部屋（カマール議長の隣室）があてがわれた。その後、FFCの水資源省の追加人員がその執務室を使用することとなったため、再度クーラー無しの部屋があてがわれた。そのため一時的にNDMAの執務室を流用していたが、2023年6月頃のPre-F/S実施時には地下1階にクーラー付の新たな部屋及び会議室として使用する図書室があてがわれた。

3.2 パキスタン側の投入

パキスタン側はアドバイザーチームに執務室及びデスク等の執務用家具を提供した。FFC議長が頻繁に直接対話に応じており、その意味ではCPはFFC議長となる。そのほかにも、必要に応じて各ウイングのシニアエンジニア等を紹介して頂いており、彼らを通じて情報・資料収集を行っている。ただし、FFCには情報があまり集約されていないため、FFCを通じて関係機関に要請するものの、収集は非常に困難な状況であった。

第4章 業務の実施運営上の課題・工夫・教訓

(業務実施方法、運営体制等)

4.1 長期現地傭人の雇用による業務継続性の確立

本業務のように短期間の渡航を繰り返しながら、情報・収集・分析が必要な業務については、業務内容に順応できるような専門性を有したローカルスタッフの長期雇用が非常に効果的である。本業務においては、2名の技術的作業補助員（農業・洪水・土木全般調査担当及びデータ収集・GIS担当）をローカルスタッフとして雇用していた。農業・洪水・土木調査担当者は、元 Punjab-PID ディレクターの経歴を有し、その後 JICA 事業にて日本のコンサルタントに雇用されている人物である。また、データ収集・GIS担当は、日本大使館に表彰を受けたコンサルタントの出身であり、KPK 州に実家があるため、そこを拠点にして、KPK の PID に訪問することが可能であった。

本業務のデータ収集は最初から最後まで非常に困難であった。レター等で要請しても FFC が所定の場所に保管しておらず、要請するたびに FFC 内部でデータの存否・所在を確認し、内部になければ外部に要請するというプロセスとなっていた。特に最も重要な NFPP-IV の電子データのほとんどは、パキスタンの半官半民コンサルタント（水資源省下）の National Engineering Services Pakistan (NESPAK) に確保されており、そこから引き出すことがなかなか難しい様である。NFPP-IV は半官半民組織であることと相まって、FFC の指令の効果が薄くデータ提供がなかなか果たされないということである。

このような状況下で、JICA アドバイザーと同様の専門性を有するローカルスタッフは非常に有用であった。例えば、アドバイザー現地不在の間に、FFC に必要な情報の内容・質を理解した上で、継続的に FFC にデータ収集の進捗動向を確認し、アドバイザーにリモートで的確に状況を伝えることにより、状況に応じた対処方針を適宜立てることが可能であった。また、GIS 担当者については、上記ローカルスタッフから、What's up 等を通じて情報を入手した上で、データの可視化を行い、アドバイザーに情報提供を実施してきており、さらに、GIS データが入手できない場合は、紙・PDF 媒体のデータをデジタイズ（GIS データ化）し、アドバイザーの理解を高め、報告書に活用できるような図の作成等、強力な支援を実施していた。

4.2 現場調査の実施が困難な状況における現地経験者からの情報享受

本業務では、安全性の問題から堤防・ダム等の治水施設を視察することが非常に難しい状況にあった。このような場合には、過去にパキスタンでの事業に従事した経験のある、JICA 関係者及び社内の団員からの臨場感・根拠のある情報が非常に有効である。今回は特に、過去に Indus 川本支川及び河川施設に現場調査経験のある JICA 職員からの説明・説明資料・写真等が、現場の状況を理解するために非常に有効であった。特に堰及び周辺の河川状況、洪水時の堤防・水位監視の状況等、現場視察でしか分からない情報は、事業形成において相手国政府の関係者と構造物についての協議を実施する場合に、これらの情報を背景として、現場の状況に関する補足的情報を以て、効率的に協議を進めることができる。そのため、今後は中央省庁・関係機関だけでなく、相手国政府側の現場経験者と

の対話・意見交換も必要ではないかと思われる。実際のところ、FFC では NFPP-IV の文書以外の情報は殆ど収集できなかった。具体的には、NFPP-IV のソースデータや提案された治水計画及び設計に関する詳細情報、PID が実施・完了した事業及び洪水後の被災状況に関する記録等が殆ど収集できなかった。

4.3 FFC におけるステークホルダーとの会議開催における工夫

FFC はモンスーン前中後及び事業評価の際に、洪水対策関係者を FFC 会議室に招集し、必要事項を協議する役割を担っている。そのため、アドバイザー側で洪水対策関係者を招集してワークショップ等を行う必要がある場合は、それら FFC 主催の会議の前後で実施するのが効率的である。地方の職員を招集するために 1 回あたり約 50 万円弱の総コストがかかるため、PID 及び関係機関を招集する際には、そのコストに対する配慮が必用であった。

4.4 FFC 議長との良好な連携関係の醸成による業務推進の効率向上

本業務では、FFC 議長の部屋にアポイントメントなしでの訪問を許容して頂いており、作業方針及び業務進捗の説明、周辺情報の収集、要人の紹介、NFPP-IV の課題及び促進に関する事項について、適宜協議を行っていた。2022 年 8 月洪水時対応以外は、頻繁に面談を催しており、パキスタン国の治水事業の方針、FFC による事業管理の限界、FFC の機能強化、本業務の中に形成された事業のコンサルテーション、FFC 等が作成した PC1 レポートへの助言等について適宜直接報告及び協議することができた。

4.5 FFC 及び各ウイングへの提言による効果

FFC との協議の中で、活動 2~3 に示した課題等について適宜報告していた。そのため本業務実施中に FFC は、そのような状況を改善するために、以下のような組織強化・情報整備を計画或いは実施している。

- 全国ダムリスト情報の整理及び報告書の作成
- ヒルトレント対策に関する FMC 会議の実施及び MP 業務の実施推進
- 事業管理の効率化に向けた Project Management Unit の構築計画策定及び実施（一部 ADB による支援が始まる）
- 事業管理の効率化及び NFPP-IV の確認・更新に向けた FFC 再編 PC 1 レポートの Revision
- 情報管理センターの再整備（JICA による河川管理強化無償とも連携する予定）

第5章 上位目標の達成に向けての提言

本業務の上位目標は、「パキスタンにおいて、計画的な治水対策の重要性が理解され、人的及び経済損失が減少トレンドに移行できるレベルまで治水対策における事前防災投資が拡充される。」である。また、これを達成するために、本業務で明確になった課題を考慮し、FFC と協働で「気候変動インパクトを考慮した総合的治水対策計画に基づいて、災害リスクを効率的に削減し、パキスタン国の経済成長を促す」という治水事業の実施方針を設定している。

5.1 上位目標達成に向けての現時点での課題

これまでの活動で分析した課題を大きく分類すると以下(1)~(3)の通りである

(1) 治水対策重要性への認識不足

治水対策の重要性がパキスタン国で一般的に理解されているとは非常に言い難い。第2章で述べたように、NFPP-IV の進捗が遅い根本的な原因は、連邦政府の予算を配分する組織が、投資しても便益を生まないという認識を以て、防災に関する対策事業よりも他のインフラ等への投資を優先的に行っていることであると考えられる。これらの機関が防災は開発課題であるという認識を持つ必要がある。

(2) 治水事業の管理能力の不足

加えて、FFC の人員体制・組織構成が全国的な治水対策計画・事業を管理するに当たって、十分に整備されていないということも、予算が十分に配備された後にはボトルネックとなってくる可能性があると考えられる。

(3) 優先順位を把握するための能力・ツール・情報の未整備

今現在の洪水対策事業案については、全ての対策が実施できたとした場合には、どの程度の経済的損失を防げるか（便益）等については算定されているが、流域或いは Hill Torrent レベルでは評価されておらず、そのため事業の優先順位については分析されていない。その意味では NFPP-IV は計画というより、事業リストにとどまっていると言わざるを得ない。

5.2 達成に向けてのアイデア

予算配分については、今後の事前防災投資拡充のためには、事前防災投資のパキスタンでの効果について政府間の認識を深めるための協議や、影響力のあるオピニオンリーダー等への働きかけ等が必要になってくると考えられる。社会インフラが如何に脆弱性をはらみ、一旦災害が発生すると甚大な経済的損失を与えてしまうということと、事前投資によって順調な経済発展が望める可能性があるということ等について、他国の事例等を引き合いにして説明する必要がある。このような活動力を FFC が保有していく必要がある。

一方で、技術的・行政機能的観点からは、FFC の治水事業の実施方針を現実化するために表 2.4.21 に整理したアクションを FFC 及び関係機関が推進していくことが肝要である。

添付資料

これまでの資料に加え、FPSP 調査レポート、全川の洪水氾濫マップ、FFC からの要請書等を入手している。

No	Name	Media	Language	Issued by	Year (Issued)
1	Organization Chart of FFC	Paper and PDF	English	Federal Flood Commission (FFC)	2021
2	The Punjab Flood Plain Regulation Act 2016	Paper and PDF	English	Punjab Irrigation Department, Government of the Punjab	2016
3	Federal River Management Act 2014	Paper and PDF	English	Federal Government	2014
4	Three Years Work Plan	Paper and PDF	English	Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman FFC	2021
5	The Khyber Pakhtunkhwa River Protection Ordinance, 2002	Paper and PDF	English		2002
6	Annual Report 2020	Paper and PDF	English	Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman FFC	2021
7	Annual Report 2019	Paper and PDF	English	Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman FFC	2020
8	National Water Policy 2018	Paper and PDF	English	Ministry of Water Resources	2018
9	Concept Clearance Paper of Two Floods Protection Projects in Sindh (JICA への要請書)	Paper	English	Government of Sindh	2020
10	PC-I for Strengthening and Capacity Building of Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman Federal Flood Commission, June 2021	Paper	English	Office of the Chief Engineering Adviser & Chairman Federal Flood Commission	2021
11	Development of National Flood Protection Plan-IV and Related Studies to Enhance Capacity Building of Federal Flood Commission. National Flood Protection Plan-IV (Ten Year Plan), Executive Report	Paper and PDF	English	NESPAK	2019
12	Development of National Flood Protection Plan-IV and Related Studies to Enhance Capacity Building of Federal Flood Commission. TASK-A: Development of National Flood Protection Plan-IV (NFPP-IV) and PC-I (Final Report)	Paper and PDF	English	NESPAK	2019
13	Development of National Flood Protection Plan-IV and Related Studies to Enhance Capacity Building of Federal Flood Commission. TASK-B: Development of Inventory of Flood Works and Benefit Monitoring and Evaluation of Flood Protection Works	Paper and PDF	English	NESPAK	2019
14	Development of National Flood Protection Plan-IV and Related Studies to Enhance Capacity Building of Federal Flood Commission. TASK-C: Floodplain Mapping and Zoning	Paper and PDF	English	NESPAK	2019

No	Name	Media	Language	Issued by	Year (Issued)
15	Development of National Flood Protection Plan-IV and Related Studies to Enhance Capacity Building of Federal Flood Commission. TASK-D: Automation of Flood Situation Monitoring and Reporting (Final Report)	Paper and PDF	English	NESPAK	2019
16	Umbrella PC- I For Flood Protection Sector Project-III (FPSP-III) of National Flood Protection Plan-IV (NFPP-IV)	PDF	English	Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman FFC	2020
17	Financing of Prioritized Portfolio of Flood Protection Sector Project-III (Based on NFPP-IV)	PDF	English	Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman FFC	2021
18	Sindh Bund Manual (Third Edition)	PDF	English	PID Sindh	1978
19	Sindh Bund Manual (Fourth Edition)	PDF	English	PID Sindh	2008
20	Manual of Irrigation Practice (Volume 1 and 2)	PDF	English	PID Punjab	2017
21	Concept Clearance Paper - Installation of 45 No Flood Telemetry Hydromet/Early Warning Stations Through JICA Financing (JICA への要請書)	PDF	English	WAPDA	2019
22	PC-II Formulation of National Watershed Management Plan	PDF	English	WAPDA	2020
23	Lai Nullah Presentation of Sep 2021	PPT	English	WASA	2021
24	Lai Nullah Presentation of Nov 2021	PPT	English	WASA	2021
25	Draft Sindh Water Policy	PDF	English	PID Sindh	2021
26	Sindh Water Policy – Executive Version	PDF	English	PID Sindh	2021
27	PC-I for Strengthening and Capacity Building of FFC OCED&CFFC	PDF	English	FFC	2022
28	Annual Report 2021	PDF	English	Office of the Chief Engineering Advisor & Chairman FFC	2022
29	FLOOD HAZARD ATLAS Strategic Strengthening of Flood Warning and Management Capacity of PAKISTAN 2011-2019	PDF (scanned)	English	UNESCO00	2019
30	Pakistan Water Sector Strategy Executive Summary Volume 1	PDF (scanned)	English	Ministry of Water and Power Office of the Chief Engineering Advisor/Chairman Federal Flood Commission	October 2002
31	Northern India Canal and Drainage Act, 1873 Act No.8 of 1873	PDF (Downloaded)	English	Shri K.K. Sharma(ILS) Assistant Legislative Counsel, Legislative Department, Ministry of Law and Justice, Govt. of India (https://www.indiacode.nic.in)	1873

No	Name	Media	Language	Issued by	Year (Issued)
32	Bengal Embankment Act 1882	PDF (Downloaded)	English	Government of India (http://www.bareactslive.com)	1882
33	Andhra Pradesh (Andhra Area) Rivers Conservancy Act 1884	PDF (Downloaded)	English	Government of India (https://www.lawyerservices.in/Contact)	1884
34	Orissa Public Embankment Construction and Improvement Act 1951	PDF (Downloaded)	English	Government of India (http://extwprlegs1.fao.org)	1951
35	Assam Embankment and Drainage Act 1954	PDF (Downloaded)	English	Government of India (www.indiacode.nic.in)	1954
36	Andhra Pradesh Irrigation (Levy of Betterment Contribution and Advance Betterment Contribution) Act 1955	PDF (Downloaded)	English	Government of India (http://extwprlegs1.fao.org)	1955
37	Bihar Irrigation and Flood Protection (Better Contribution) Act 1959 Bihar Irrigation & Flood Protection, (Betterment Contribution) Rules, 1961 Bihar Irrigation Act_1997 Bihar Irrigation, Flood Management and Drainage Rules, 2003	PDF (Downloaded)	English	Government of India (https://www.chawlapublications.com)	1959
38	The Orissa Hydro-Electric Projects and Flood Control Works (survey) Act 1961	PDF (Downloaded)	English	Government of India (https://www.indiacode.nic.in)	1961
39	The Karela Protection of River Banks and Regulation of Removal of sand act 2001.	PDF (Downloaded)	English	Government of India Institute of Land and Disaster Management Department of Revenue and Disaster Management Government of Kerala (http://extwprlegs1.fao.org)	2001
40	フォルダ : National Disaster Risk Management Fund_2018 (Launching Ceremony & Orientation Workshop of NDRMF の資料) 構成 : パンフレット Concept Note & Program Anti Harassment Policy Diversity, Equal Opportunity, and Affirmative Action Policy Environmental and Social Management System (ESMS) Gender and Development (GAD) Policy	PDF (scanned)	English	National Disaster Risk Management Fund	2018

No	Name	Media	Language	Issued by	Year (Issued)
41	1st Pre-Monsoon 2022 Meeting Presentations: FFC: Agenda, Decisions of Post Flood-2021 meet, Presentation by FFC, Working Paper pre Flood Meeting 2022 PID: Pre-Monsoon 2022 Meeting @FFC 15.3.2022 Ammended SID: First Pre Monsoon 2022 Meeting @ FFC_15 March 2022 WAPDA: 1st pre monsoon meeting @FFC 15 Mar 2022 PMD: FFC_Pre_Monsoon2022_15_March GCISC: Presentation Shahbaz FFC Islamabad March2022 MDP: Aft-FFC_(Pre-flood) 15 March 2022 (09Slides) PRCS: Forecast based Financing (FbF) Concept - FFC	PPT Word PDF	English	FFC, Punjab Irrigation Dept.(PID), Sindh Irrigation Dept.(SID), WAPDA, PMD, GCISC (Global Change Impact Studies Centre), Mangla Dam Project (MDP), PRCS (Pakistan Red Crescent Society)	2022
42	PMD-Brief	PPT	English	Pakistan Meteorological Department	-
43	WAPDA_Flood Telemetry Masterplan Final Report 2022-01-31 Flood Telemetry Masterplan Final Report.pdf Flood Telemetry Masterplan draft March 25 2022.doc WAPDA JICA presentation 17-03-2022.pptx H&R Station List & Organ Chart.xlsx	PDF	English	WAPDA	2022
44	Daily Water Level of Gauge of LS Bund SID (2022/08~2022/09)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
45	Daily Water Level of Gauge of Dadu Moro River Bridge (2022/07~2022/11)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
46	Gauge of Manchar SID (2022/08~2022/11)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
47	Feasibility Study Report “PC-II Proforma for Construction of Feeding Canal to Manchar Lake to Eradicate Contamination”	Word	English	Sindh-CSE	2020
48	Report “Proposals for Remedial Works to Improve Feeding of Manchar Lake from Existing Irrigation System”	Word	English	Sindh-CSE	2020
49	Report “Manchar Lake & Dadu Canal System”	Word	English	Sindh-CSE	2020
50	Annual Maximum Water Level of Gauge of Danister & Aral Regulators (2018~2022)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
51	Annual Maximum Water Level of Gauge of Manchar Lake (1959~2022)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
52	Annual Maximum Water Level of Gauge of Dadu Moro Bridge (2018~2022)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
53	Presentation “Consultative Seminar Pre-Flood Season (March 2023)”	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2023
54	Contingency Plan CE RBR 18 Div Presentation “Flood Contingency Plan 2022”	Power Point	English	Sindh Department Irrigation	2022
55	Vulnerable Point Larkana	PDF and Excel	English	Sindh Department Irrigation	2022

No	Name	Media	Language	Issued by	Year (Issued)
56	Map Showing the Vulnerable Points	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022
57	Answer of JICA Team Questions for Vulnerable Points	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2023
58	Sindh Flood Emergency Rehabilitation Project (Irrigation Component)	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2023
59	Six Hourly Gauge and Discharge Data of Indus River System (A few days of 2023/07, excessing flood limit)	PDF	English	OFFICE OF THE DIRECTOR FLOOD / SECRETARY PUNJAB FLOOD COMMISSION	2023
60	Organogram of Irrigation Department Government of Sindh	PDF	English	Sindh Department Irrigation	2022