

ケニア共和国
水資源庁（WRA）

ケニア共和国
水資源管理アドバイザー業務

業務完了報告書

令和元年 5 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社

ケニ事
JR
19-002

ケニア共和国
水資源庁（WRA）

ケニア共和国
水資源管理アドバイザー業務

業務完了報告書

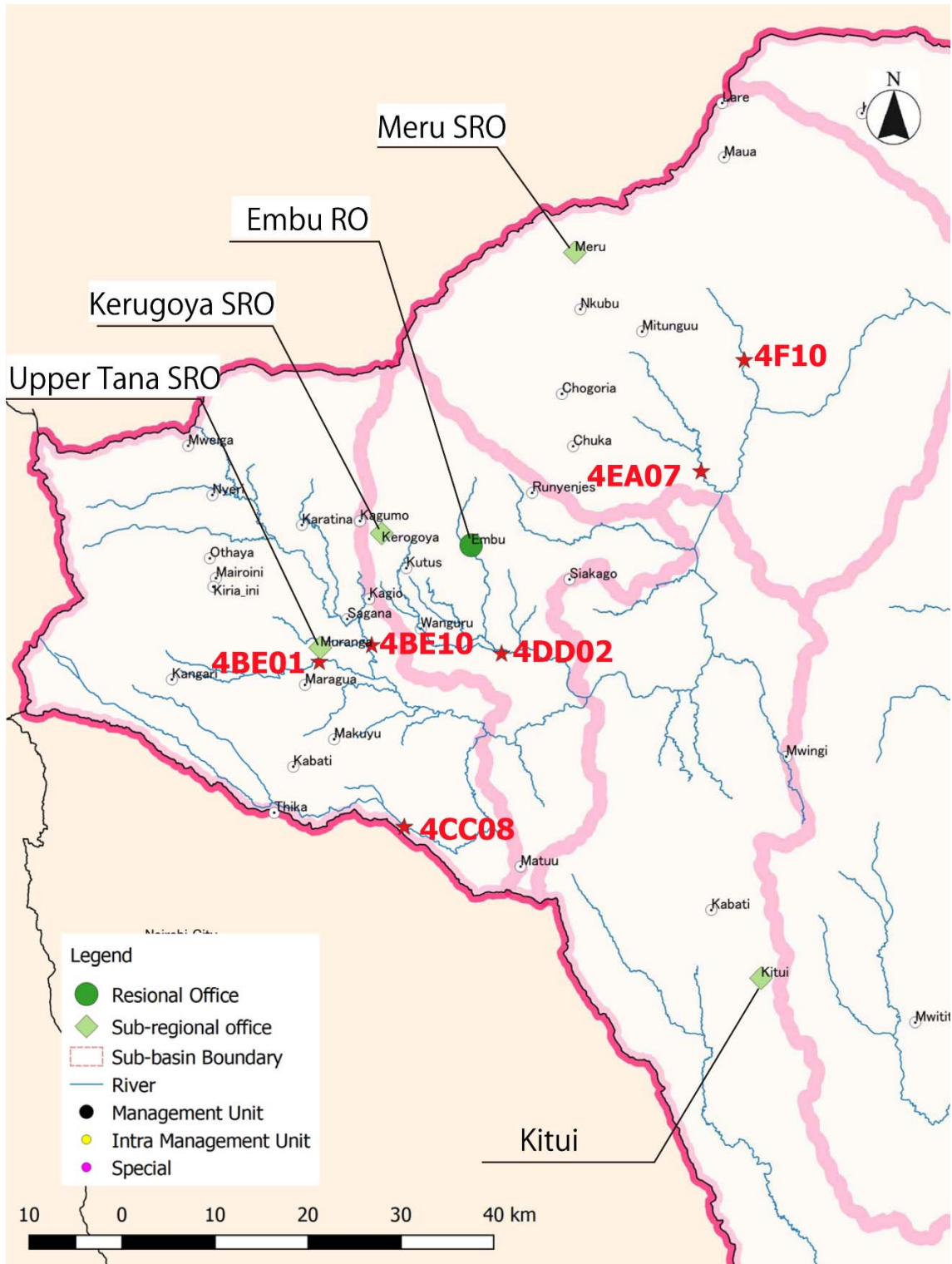
令和元年 5 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社



業務対象地域位置図



タナ流域区位置図 (パイロットプロジェクトエリア)

ケニア国
水資源管理アドバイザー業務
業務完了報告書

業務対象地域位置図

タナ流域区位置図（パイロットプロジェクトエリア）

目次

	頁
1 プロジェクトの概要	1-1
1.1 プロジェクトの背景.....	1-1
1.2 業務の目的.....	1-1
1.3 対象地域.....	1-1
1.4 実施機関.....	1-1
1.5 全体工程と本報告書の対象期間.....	1-1
1.6 合意事項の確認.....	1-2
1.7 業務実施工程.....	1-3
1.7.1 作業工程.....	1-3
1.7.2 要員計画.....	1-4
2 活動内容	2-1
2.1 成果1に関する活動.....	2-1
2.1.1 主要河川、湖沼及び湧水における代表観測地点の設定支援【活動1.1】	2-1
2.1.2 気象・水文観測ネットワークの見直しの支援【活動1.2】.....	2-5
2.1.3 水文観測に使用する機材の研修【活動1.3】.....	2-9
2.1.4 水位流量曲線作成のための支援【活動1.4】.....	2-12
2.1.5 気象・水位観測所の運用改善に向けた支援【活動1.5】.....	2-16
2.1.6 河川維持流量の設定の指導【活動1.6】.....	2-19
2.2 成果2に関する活動.....	2-21
2.2.1 気象・水文データベースの現状把握【活動2.1】.....	2-21
2.2.2 気象・水文データベースの改善に向けた支援【活動2.2】.....	2-23
2.3 成果3に関する活動.....	2-25
2.3.1 ケニア国における我が国の将来の水資源管理プログラムに関する助言 【活動3.1】.....	2-25
2.3.2 研修が必要な課題の特定と研修プログラム作成【活動3.2】.....	2-41

2.4	全成果共通の活動.....	2-43
2.4.1	再委託業務.....	2-43
2.4.2	機材調達.....	2-44
2.4.3	Newsletter.....	2-44
3	プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓.....	3-1
4	プロジェクト目標の達成度.....	4-1
5	提言.....	5-1
5.1	ケニア政府側への提言.....	5-1
5.2	JICA 側への提言.....	5-2

添付資料 1 カウンターパートのリスト

添付資料 2 Technical Note

添付資料 3 Technical Note No.2

添付資料 4 タナ流域区の観測ネットワークの評価（本プロジェクトによる改善案）

添付資料 5 水位センサーのデータロガー調整手法

添付資料 6 ワークショップ配布資料

添付資料 7 水位観測所維持管理ガイドライン

添付資料 8 気象水文データベース管理ガイドライン

添付資料 9 協力プログラム（案）

添付資料 10 ニュースレター

写真集

表 目 次

	頁
表 1.1	カウンターパートの変更..... 1-2
表 1.2	専門家チームの要員構成..... 1-4
表 2.1	タナ川流域の水位計およびその優先度..... 2-1
表 2.2	WRA の台帳で整理されている項目 2-1
表 2.3	IGAD プロジェクトが対象とする気象及び水位計一覧..... 2-3
表 2.4	WRA の 4 つの水位観測所の設置基準 2-3
表 2.5	WRA が管理するテレメータ施設の内訳 (2019 年 3 月現在) 2-6
表 2.6	NWMP 2030 の提案観測所数 (タナ流域区) 2-7
表 2.7	本プロジェクトで提案する表流水観測所数の内訳 (タナ流域区) 2-8
表 2.8	WRA へ供与した水位観測機材 2-9
表 2.9	水位観測の機材研修実施内容..... 2-9
表 2.10	水位観測データの補正 (4F10 観測所) 2-11
表 2.11	水位流量曲線作成の対象水位観測所一覧..... 2-13
表 2.12	H-Q カーブ近似式の算定結果 2-16
表 2.13	水位観測所の維持管理状況..... 2-16
表 2.14	チェックリストのサンプル (維持管理) 2-18
表 2.15	データベースに係る各事務所の責務..... 2-22
表 2.16	データの保管状況..... 2-22
表 2.17	チェックリストのサンプル (データベース管理) 2-24
表 2.18	責任分掌 (データベース管理) 2-25
表 2.19	関連する水セクターの計画・指針類..... 2-26
表 2.20	WRMA と WRA の機能上の相違点 (新・旧水法から) 2-30
表 2.21	水政策に関する国会審議用文書抜粋..... 2-32
表 2.22	WRA Strategic Plan 2018-2023 の内容と特徴..... 2-34
表 2.23	水資源セクターの協力プログラム (案) 2-38
表 2.24	本プロジェクトにおける再委託業務一覧..... 2-43
表 2.25	供与された調達機材一覧..... 2-44
表 2.26	Newsletter の概要 2-44

目 次

	頁
図 1.1	業務のフローチャート..... 1-3
図 1.2	要員計画 1-4
図 2.1	NWMP で提示している洪水重点地域 2-5
図 2.2	機材研修の風景写真..... 2-10
図 2.3	相関図（観測センサー値と水位標読取り値） 2-10
図 2.4	水位及び流量観測結果（4F10 観測所） 2-11
図 2.5	対象とした水位観測所位置..... 2-12
図 2.6	既存の水位流量曲線（WRA） 2-14
図 2.7	流量観測結果と H-Q カーブ 2-15
図 2.8	水文観測所の維持管理..... 2-18
図 2.9	ケニアにおける水配分に関する概念図..... 2-19
図 2.10	維持流量と水利流量の概念図..... 2-20
図 2.11	観測データの伝達経路..... 2-21
図 2.12	データベースの機能..... 2-22
図 2.13	観測月報の保管状況..... 2-23
図 2.14	データベース管理の概念図..... 2-24
図 2.15	国家開発計画と水資源開発・管理計画との関係..... 2-26
図 2.16	2014 年水法案による関係組織の再定義と責任管掌..... 2-30

略 語 表

CEO	: Chief Executive Officer
CMS	: Catchment Management Strategy
CP	: Counterpart Personnel
GIS	: Geophysical Information System
GIZ	: German International Cooperation
GPRS	: Global Packet Radio Services
GPS	: Global Positioning System
GSM	: Global System for Mobile Communication
HQ	: Headquarter
IWRM	: Integrated Water Resources Management
JICA	: Japan International Cooperation Agency
KMD	: Kenya Meteorological Department
KEWI	: Kenya Water Institute
KWSCRIP	: Kenya Water Security and Climate Resilience Project
MWI	: Ministry of Water and Irrigation
MWS	: Ministry of Water and Sanitation
NWMP	: National Water Master Plan
O&M	: Operation and Maintenance
RGS	: Regular Gauging Station
RM	: Regional Manager
RO	: Regional Office
SRM	: Sub Regional Manager
SRO	: Sub Regional Office
SWO	: Surface Water Officer
TCA	: Tana Catchment Area
WB	: World Bank
WRA	: Water Resources Authority
WRM	: Water Resources Management
WRUA	: Water Resources Users Association

単 位**Length**

mm	=	millimeter
cm	=	centimeter
m	=	meter
km	=	kilometer

Area

ha	=	hectare
m ²	=	square meter
km ²	=	square kilometer

Volume

l, lit	=	liter
m ³	=	cubic meter
m ³ /s, cms	=	cubic meter per second
CM	=	cubic meter
MCM	=	million cubic meter
BCM	=	billion cubic meter
m ³ /d, cmd	=	cubic meter per day
BBL	=	Barrel

Weight

mg	=	milligram
g	=	gram
kg	=	kilogram
t	=	ton
MT	=	metric ton

Time

s	=	second
hr	=	hour
d	=	day
yr	=	year

Money

KSh	=	Kenya shilling
US\$	=	U.S. dollar
¥	=	Japanese Yen

Energy

kcal	=	Kilocalorie
kW	=	kilowatt
MW	=	megawatt
kWh	=	kilowatt-hour
GWh	=	gigawatt-hour

Others

%	=	percent
o	=	degree
'	=	minute
"	=	second
°C	=	degree Celsius
cap.	=	capital
LU	=	livestock unit
md	=	man-day
mil.	=	million
no.	=	number
pers.	=	person
mmho	=	micromho
ppm	=	parts per million
ppb	=	parts per billion
lpcd	=	litter per capita per day

1 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景

ケニア国は、人口約4,318万人（世銀予測値、2012年）、面積58.3万km²であり、国土の約83%を乾燥・半乾燥地域が占めている。同国では、従来の水不足に加え、開発に伴う水需要が増大しており、水資源の適切な管理が重要な課題となっている。過去、貴機構の開発調査にて「全国水資源マスタープラン（旧M/P:1992年策定、1998年上下水道分野のみ改訂）が作成された。ケニア国政府は2002年の水法の制定以来、水セクターリフォームを進めており、行政的な枠組みが旧M/P策定時から大幅に変化してきている。2007年には、長期開発戦略ビジョンとして、「Kenya Vision 2030」（以下「Vision 2030」とする）が策定され、2030年までにケニア国を「工業化された中クラスの国家に変え、すべての国民が豊かで質の高い生活を保障する」ことを謳い、この実現に向けて、(i) 経済開発、(ii) 安全な社会の創出、(iii) 政治の改革、の3つの柱を中心とした活動方針が公布された。

一方、策定から20年以上が経過し、計画の内容や気象水文情報の更新が必要となっていた旧M/Pは、国家の社会経済開発活動に沿った水資源開発および管理のフレームワークを提示することを目的に、抜本的な見直しが行われた。開発目標を達成するために、ケニア全国6流域を対象に、気候変動の影響をも考慮した、「全国水資源マスタープラン2030策定プロジェクト」（以下、「NWMP2030」とする）が実施され、その最終報告書が2013年10月に提出された。

その中で、今後の水資源開発・管理を強化するために、水資源（表流水・地下水・雨水）の量と質のより効率的・効果的なモニタリング体制構築を優先的に進めるべきとの提言がなされ、本協力の実施に至っている。

1.2 業務の目的

上位目標は、「水資源庁（WRA¹）による水資源管理能力が強化される」こと、また、プロジェクト目標は、「WRAによる水文情報マネージメント能力が強化される」ことである。

1.3 対象地域

本業務は、WRA本部において主な活動を実施する。ただし、現場での具体的な活動については、業務開始後、WRAと協議の上、6つの流域区の中のタナ流域区をパイロット流域として選定することで合意した。

1.4 実施機関

- (1) 責任機関：MWS² Ministry of Water and Sanitation
- (2) 実施機関：WRA Water Resource Authority

1.5 全体工程と本報告書の対象期間

本業務の当初実施期間は、平成29年（2017年）1月10日から平成31年（2019年）2月28日までの約26ヶ月間であった。一方、2018年7月に段階でWRAが新規戦略計画2018-2023を作成中（2019年3月頃完成予定）ということが判明し、今後の協力方向性の検討（本プロジェクトの成

¹ 本業務開始時（2017年1月）は、「WRMA」だったが、New Water Act 2016に準拠し2017年4月に「WRA」に改称された。従って、本報告書では、原則として「WRA」の表記で統一する。

² 本業務開始時は、「MWI」だったが、2018年2月に改編され「MWS」となった。従って、本報告書では、原則として「MWS」の表記で統一する。

果3)にその内容も確認すべきと判断されたことから、業務完了報告書作成期間等にも配慮し、プロジェクト全体の実施期間を4ヶ月間延長し、2019年6月28日までと変更された。

尚、本報告書の対象期間（活動実績期間）は、平成29年（2017年）1月10日開始時から平成31年（2019年）3月31日までの約27ヶ月間である。

1.6 合意事項の確認

(1) カウンターパート

カウンターパート（CP）の構成について WRA と専門家チーム間で協議した結果、表流水担当官（Surface Water officer）を中心に合計19名が2017年4月11日付で総裁（Chief Executive Officer:CEO）から本プロジェクトのカウンターパートとして任命された（WRA Internal Memo として公表、参照：添付資料1）。

その後、2018年2月末時点までに人事異動等のため下記3名の要員交代があった。

表 1.1 カウンターパートの変更

旧 CP 氏名	役職	新 CP 氏名	役職
Mr. Geoffry Wachira	タナ流域区 地域事務所長	Mr. Benard S. Omuya	タナ流域区 地域事務所長
Mr. John Kinyanjui	同 技術担当副事務所長	Mr. Philip K. Munyua	同 技術担当副事務所長 (水利権担当)
Mr. Lawrence Thooko	本プロジェクトの WRA 側のプロジェクトマネージャー及び 本部副部長（データ管理担当）	補充要員無し	定年退職 (2019年2月)

出典：JICA 専門家チーム

(2) プロジェクト活動の内容

プロジェクト活動を進めていく上で、内容について合意しておくことが重要と考えられた下記3事項について CP と専門家チーム間で協議し、合意事項を Technical Note として取りまとめ、2017年4月12日付で署名・交換した（参照：添付資料2）

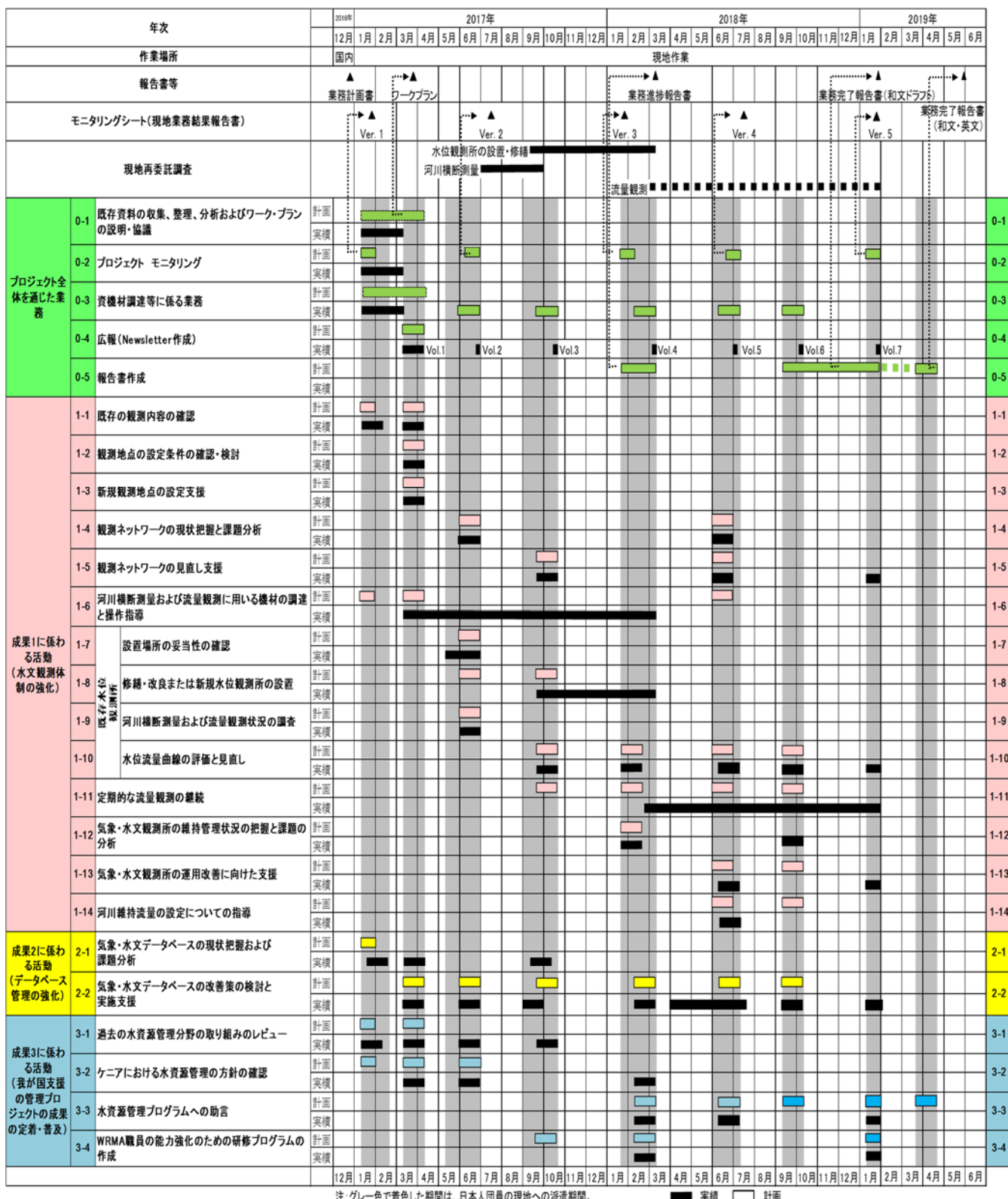
- (a) 調達機材の詳細（水位計と流速計の形式と台数）
- (b) プロジェクト活動経費の分担（WRA、JICA 及び JICA 専門家チーム）
- (c) 3種類の再委託業務に係る具体的内容（対象候補水位観測所とその選定条件）

また、上記(c)に関して、当初 Technical Note 上では、新規に設置する水位観測所を WRA と専門家チーム合同の現地踏査を通じて選定するとしていた。この合意を受け、2017年6月13日～15日に合同現地踏査が実施された。その結果、既存の管理区域内（Intra-Management Unit）観測所（4F10、支流カジータ川沿い）を管理区観測所として格上げすることで WRA 側と合意し、この内容を Technical Note No.2 として取りまとめ、2017年6月27日付で署名・交換した（参照：添付資料3）。以後、この合意事項に沿って再委託作業を実施することとした。

1.7 業務実施工程

1.7.1 作業工程

本業務のフローチャートを図 1.1 に示す。



出典：JICA 専門家チーム

図 1.1 業務のフローチャート

1.7.2 要員計画

本プロジェクトは、3名の日本人専門家で構成され、4名の特殊備人で構成されている。専門家チームの要員及び稼働実績は表 1.2 のとおりである。

表 1.2 専門家チームの要員構成

担当	担当	氏名	契約月数(MM)	
			現地	国内
日本人専門家	総括/水資源アドバイザー	元木 佳弘	7.00	0.20
	水情報マネージメント(追加)	元木 佳弘	1.50	0.10
	水情報マネージメント	加藤 佑介	5.40	0.20
	水情報マネージメント(追加)	川口 篤昭	1.60	-
合計			15.50	0.50
一般備人	秘書	Ms. Jacqueline Ayuma	8.40	-
特殊備人	水資源管理補助/ 水情報マネージメント補助	Ms. Jokastah Kalungu/ Mr. James Njue	19.50	-
	GIS 補助 / システム補助	Mr. Moffat Magundu/ Mr. George Odhianmbo Okoth	4.10	-
合計			32.00	-

脚注：実際の稼働実績月数は契約月数に等しい。

出典：JICA 専門家チーム

日本人専門家の稼働実績及び計画を図 1.2 に示す。

現地業務

職務	氏名	2017年												2018年												2019年						合計						
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	17年	18年	19年	現地	国内		
総括/水資源管理 アドバイザー	元木 佳弘	14	29	15	13	31	29			21	19			15	16					13	12			8	25	17	15					3.5	2.0	1.5	7.0			
		16		17	13	1	29			10	19			14	16						18	12			15		15	15					105	60	45	210		
水情報マネージメント	元木 佳弘															30	4							26	31										1.2	0.3	1.5	
														2	30	4								9										0.0	36	9	45	
水情報マネージメント	加藤 佑介	12	22	15	14	16	9		4	30		3	9	23	21																			4.4	1.0	0.0	5.4	
		20	22	17	14	16	9		27		7	9	21																					132	30	0.0	162	
水情報マネージメント	川口 篤昭																			13	12			8	25									0.0	1.0	0.6	1.6	
																								18	12	18								0	30	18	48	
																												15.5										

国内業務

総括/水資源管理 アドバイザー	元木 佳弘	10																							8										0.15	0.0	0.15	0.3				
		12																								10										3	0	3	6			
水情報マネージメント	元木 佳弘																																					0.0	0.0	0.10	0.1	
																																					0	0	2	2		
水情報マネージメント	加藤 佑介	11																																			0.10	0.0	0.0	0.1		
		12																																					2	0	0	2
																												0.5														

出典：JICA 専門家チーム

図 1.2 要員計画

2 活動内容

2.1 成果1に関する活動

成果1に係る活動は、以下の6つである。

- 活動 1.1 主要河川、湖沼及び湧水において、代表観測地点の設定を支援する。
- 活動 1.2 気象・水文観測ネットワークの見直しを支援する。
- 活動 1.3 水文観測に使用する機材の研修を行う。
- 活動 1.4 水位流量曲線作成のための支援を行う。
- 活動 1.5 気象・水位観測所の運用改善に向けた支援を行う。
- 活動 1.6 河川維持流量の設定を指導する。

2.1.1 主要河川、湖沼及び湧水における代表観測地点の設定支援 【活動 1.1】

活動 1.1 に関連する業務内容は、(1) 主要河川、湖沼及び湧水の既存の観測内容の確認、(2) 主要河川、湖沼及び湧水の観測地点の設定条件の確認・検討、および (3) 主要河川、湖沼及び湧水の観測地点の設定条件の設定支援、の3つである。

(1) 主要河川、湖沼及び湧水の既存の観測内容の確認

タナ川流域において、WRA が観測している水位観測所は、表 2.1 の通りである。

表 2.1 タナ川流域の水位計およびその優先度

優先度	観測所箇所数
国家観測所 (National)	1
管理区観測所 (Management Unit)	11
管理区域内観測所 (Intra Management Unit Station)	18
特定観測所 (Special)	24
合計	54

出典：WRA 情報をもとに JICA 専門家チームが作成

各観測所について、WRA 本部で表 2.2 に示す項目を記載した台帳が整備されている。

表 2.2 WRA の台帳で整理されている項目

項目	記載内容	備考
TYPE	1. Manual 2. Automatic	
Priority	1. National 2. Management Unit 3. Intra Management Unit Station 4. Special 5. Others	
Station_Ty	1. Staff gauge 2. Weir station 3. Seba 4. OTT 5. Thalimendes	
Region	1. LVN 2. LVS 3. RVCA 4. ATHI 5. TANA 6. ENNCA	
LOCDESC	Location Description	
Sub_Basin	Sub Basin Code	
Last_Repai	Last Rehabilitation Date	
AREA	Catchment Area Km ² above the location of the station	
LOGAUGE	Reduced level of Lower Gauge	
UPGAUGE	Reduced level of Upper Gauge	
BMDIR	Type and position of the BM	Concrete, top of the right side of

項目	記載内容	備考
		the Bridge abutment
BMDIST	Distance of Bench Mark from First Gauge	
BMAL	Assumed level	
GAUGERL	Reduced level	Metres above sea similar
ACSSDESC	Description of Accessing the staff gauge	
CTRLDESC	Description of Control (natural or artificial)	Natural Control - channel or bed outrock across the river channel
OPEN Year	Year Opened	
CLOSE Year	Year Closed	
LONGITUDE	Coordinates in Decimal Degrees	
LATITUDE	Coordinates in Decimal Degrees	
ALTITUDE	Altitude of the station (masl)	On top of the Benchmark
SEDIMENT	If a sediment station 1 if not 0	Station earmarked for sediment monitoring
ACTION_URG	Urgent action required	
ACTION_REQ	Action requested Rehab 1, upgrade 2, relocation 3, abandoning 4	
DATE VISIT	Last date visited	
NO_STAFF GAUGE	No of staff gauges (0-1.5, 1.5 - 3.0, 3.0- 4.5, 4.5 - 6.0)	
Daily_Hist	Daily History File existing 1, Not 0, with rating curve 2, photo of station 3, crossection 4, longitudinal section 5, more information refer below list if all present 7, partial 8, none 9	
SUB REGION	Indicate name	
Photo	Paste a photo of the station (best short)	
RELOCATION	Any previous relocation(s)	
REMARKS	General remarks	
GAUGE READER	WRMA staff 1, Honoraria 2, WRUA 3, Others specify	

出典：WRA 情報をもとに JICA 専門家チームが作成

上記項目以外に、台帳には以下の項目の追記が必要と考える。

- 担当職員の名前
- Gauge Reader の名前
- 台帳の更新日
- 最新測量の実施日
- 最新流量観測の実施日
- 最新 H~Q 曲線の更新日
- データベースへ保管されている観測データの保存期間
- 標高確認用のベンチマークの有無

また、今後ゲージ ”0” 標高を（最低限）各サブ流域で統一することを前提に、標高基準データを整備していく必要がある。

WRA は、東アフリカ隣国と共同で水文データの共有を目的とした、Inter-Governmental Authority On Development (IGAD) のプロジェクトにおいて、以下の地点で水位計 (telemetric equipment) を設置している。当業務における Tana 川流域では、合計 2 箇所 (Tana (4G01) と Kathita (4F19)) が該当する。

表 2.3 IGAD プロジェクトが対象とする気象及び水位計一覧

番号	観測所名 [コード No.]	気温・湿度 観測の可否	観測小屋の 有無	圧力式水位 センサーの 有無	雨量センサー の有無	データ通信の 手段
1	Archers Post[5ED01]	○	○			GSM/GPRS
2	Sio[1AH01]	○	○		○	GSM/GPRS
3	Mara[1LA04]	○	○		○	GSM/GPRS
4	Migori[1KB05]	○	○			GSM/GPRS
5	Nyando[1GD03]	○	○		○	GSM/GPRS
6	Sondu[1JG04]	○	○			GSM/GPRS
7	Tana[4G01]	○		○		GSM/GPRS
8	Sabaki[3HA08]	○		○	○	GMS/GPRS
9	Umba[3KG01]	○		○	○	GMS/GPRS
10	Kathita[4F19]	○		○		GSM/GPRS
11	Athi[3DA02]	○		○	○	GMS/GPRS
12	Kerio [2C08]	○		○		GSM/GPRS
13	Malewa [2GB01]	○		○		GSM/GPRS
14	Ewaso Ngiro South [2K10]	○		○		GSM/GPRS
15	Turkwel [2B21]	○		○		GSM/GPRS
合計		15	6	9	6	

脚注: GSM=Global System for Mobile Communication GPRS=General Packet Radio Services
出典: WRA 情報をもとに JICA 専門家チームが作成

(2) 主要河川、湖沼及び湧水の観測地点の設定条件の確認・検討

WRA は、表流水観測所に関して表 2.4 に示す 4 つの種類に区分している。

表 2.4 WRA の 4 つの水位観測所の設置基準

観測所の種類	設置基準	設備の内容
a. 国家観測所 National (N)	<ul style="list-style-type: none"> 国家的観点からの重要性を持つ データは国の水資源の状況を概観する情報となり得る 国家的に重要性のある河川・水域の場所に位置する いくつかの管理区観測所 (MU) に関連する そこでの水資源の観測行為が国家的に見て極めて大きい影響を持つ 完全な自動観測を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> 水位標 自動水位観測・記録装置 データロガー
b. 管理区観測所 Management Unit (MU)	<ul style="list-style-type: none"> 各管理区の流出口 (本川との合流点付近) に位置する 特定の管理区における水資源の状況を示す (水量・水質) 長期間の記録が蓄積されている 完全な自動観測を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> 水位標 自動水位観測・記録装置 データロガー
c. 管理区域内観測所 Intra Management Unit (IMU)	<ul style="list-style-type: none"> 各サブ管理区域の流出口 (一次支川の合流点付近) に位置する 特定のサブ管理区における水資源の状況を示す (水量・水質) 水配分や水需要管理のためのデータを提供する 水資源貯存量を評価する 	<ul style="list-style-type: none"> 水位標
d. 特定観測所 Special (S)	<ul style="list-style-type: none"> 選定されたある特定の水資源の状況を観測する (例: 下水、排水、等) 特定の調査・研究目的のために設置する 紛争がある場所に設置する 	<ul style="list-style-type: none"> 水位標

出典: 英語記述は複数の WRA 関連図書 翻訳は JICA 専門家チーム

しかしながら、当初、上記の表5の基準のもと、観測所の設置は行なわれたが、現行においてはこれらの設置基準は形骸化しているように見受けられる。国家観測所（National）は、優先度を高くして継続的に運用・管理を実施している。また、管理区観測所（Management Unit）は各ドナーが支援する際に優先的な対象地点として、運用・管理を実施しているが、通常において活動を強化しているとは言いにくい。また、管理区域内観測所（Intra Management Unit）と特定観測所（Special）に該当する水位観測所は、継続的に水位観測ができなくとも特段支障をきたしていないのが現状である。

各水位観測所のカテゴリについての妥当性は、観測された水位をどのように活用されるのかが明確ではないため、目的を更新する必要があると考える。しかし、更新については、水位観測の目的および利用の仕方が明確ではない限り机上だけの理論となり定着させるのは難しいと考える。

WRAは、多くの観測所を所有しているが、過去において、水位観測を途中で止めている地点が多くある。特に、管理区域内観測所（Intra Management Unit）および特定観測所（Special）に該当する水位観測所はこのような傾向にある。水位観測が継続できない主な理由は、資金問題であり、適切な維持管理（地域事務所/ サブ地域事務所）担当者による定期的な監視や水位標管理者（Gauge Reader）による報告が徹底されない故に水位標の盗難も発生しやすいと考えられる。また、水位標の破損や損失が発生しても、放置された状態が続き、観測が滞るケースが多い。ただし、例え維持管理を徹底しても、すぐに盗難がなくなるかと言えば、問題の根幹の除去はそう簡単ではない。現在の鋼製水位標を、徐々に盗難されにくいコンクリート製へと転換していくことが数少ない有効な手段の一つと考えられる。現にWRAはこれを推し進めようとしている。

一方、国家観測所（National）や管理区観測所（Management Unit）は、ドナー、もしくはケニア政府による資金により、継続的に観測を続けている。観測所が多いため、すべての観測所をモニタリングはできていないが、WRAは選択と集中を実施し、おしなべて適切な運用を行っている。

国家観測所（National）のGarrisa、およびその他の管理区観測所（Management Unit）の設置目的は明確であるものの、観測データの活用方法が明確に認識されていないため、設置基準と実際の水位観測所位置の整合性を持たせるところまでは整理ができていない。現実には支川とタナ川本流との合流部手前に管理区観測所（Management Unit）を設置しているため、配置に関して問題はないとみられるが、その水位データの活用方針が明確化されていない。水位観測所の設置地点での観測目的と観測データの実際の活用とが、連結していないという点が問題である。

要員配置や予算配分に関しては、サブ地域事務所長（Sub-regional Manager）との面談において、水位観測所のカテゴリ別で優先的に実施している状況は特に確認できなかった。

(3) 主要河川、湖沼及び湧水の観測地点の設定条件の設定支援

前節での検討結果から、特に河川水位観測所の設置条件として、「管理上の視点」から「目的上の視点」に移行する必要があると認識する。現行の基準が適用されつつも、一部、観測目的が意識されている所も見受けられる。従って、全国6流域区に渡って、表6に示した現在の設置基準の改訂を強引に進める事は、かえって混乱を招く危険性があり、当面は現行の設置基準を継続しつつ、目的に沿って優先度を明らかにし、統廃合を進めるべきと考える。

2.1.2 気象・水文観測ネットワークの見直しの支援【活動 1.2】

活動 1.2 に関連する業務内容は、(1) 気象・水文観測ネットワークの現状把握と課題分析、および (2) 気象・水文観測ネットワークの見直し支援の 2 つである。

(1) 気象・水文観測ネットワークの現状把握と課題分析

WRA の気象・水文観測ネットワークを、優先的に管理すべき観測所配置の観点から見直しまたは更新はほとんど行われてない。従って、実際に渇水が発生した場合に、どの観測地点の水位データを参照すべきか指定されていないため、WRA として現状に即応し取水制限や給水調整など具体的な対策を講じることが難しい。

洪水対策に関しては、洪水予測がケニア気象庁 (KMD) の業務分掌に該当するため、WRA では、洪水時の具体的な活動 (対策) を実施した経験は非常に乏しい。一方で、新水法 2016 では、洪水対応が WRA の管轄となったこともあり、WRA では NWMP2030 で提示した洪水重点地域 (21 箇所、タナ川流域では 2 箇所) の洪水観測網を整備することを重視している。従って、水資源管理上、WRA と KMD のこれまで以上に緊密な連携が求められている。

流域区	洪水防御重点地区
LVNCA (ビクトリア湖北流域区)	1. Yala Swamp
LVSCA (ビクトリア湖南流域区)	2. Kano Plain 3. Sondu Rivermouth 4. Kuja Rivermouth 5. Kisumu
RVCA (リフトバレー流域区)	6. Middle/Lower Turkwel 7. Lower Kerio 8. Nakuru 9. Narok 10. Mogotio
ACA (アティ流域区)	11. Downmost Athi 12. Lumi Rivermouth 13. Nairobi City 14. Kwale 15. Mombasa
TCA (タナ流域区)	16. Lower Tana 17. Ijara
ENNCA (エワソンギロ流域区)	18. Middle/Lower Ewaso Ng'iro North 19. Wajir 20. Mandera 21. Isiolo

出典: NWMP2030

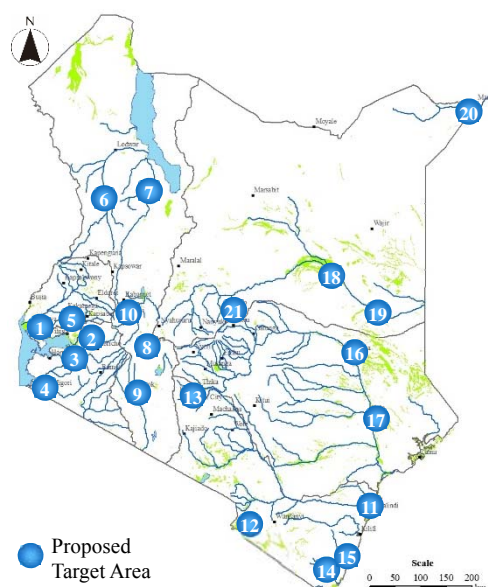


図 2.1 NWMP で提示している洪水重点地域

一方で、2018 年 3 月から 5 月にかけてタナ川流域で、大規模な洪水が発生した。下流域の Garrisa のみならず、上流域のパイロットエリアでも氾濫が発生した。人口や資産の集積状況等を考慮すると、下流域と共に、上流域も洪水被害発生リスクは高いと考えられ、特に、ケニア山周辺で集中豪雨ががあった場合、洪水ピークが数時間で到達する危険性があるため、洪水モニタリングの強化が課題としてある。観測地点数の増加、河岸部における水位標の増加 (高標高部) や観測機器の自動化とともに、将来的には (通信施設の状況に応じて) 早期洪水警戒システムの導入も検討の余地があるものと考えられる。この場合、厳しい気象条件下で安定した通信環境をどう確保するか、計画及びシステム設計の段階から現実的な対応策を考慮しておくことが重要となる。

(2) 気象・水文観測ネットワークの見直し支援

2.1.1 (2)で確認した課題を踏まえ、またプロジェクト活動を通じて蓄積した情報や知見を基にパイロット流域における気象・水文観測地点・ネットワークの見直しを提案した。その検討経緯を以下に示す。

(a) システム概要とデータの収集状況

2019年3月現在、ケニア国内のテレメータ観測所は、自記水位計が23箇所、自動気象観測施設（降雨量、気温、湿度、日照時間、風速）が6箇所の合計29箇所に設置され、基本的に毎時データが各観測所からナイロビにあるWRA本部10階ICT Section (NHIF Building, Upper Hill) に集められ、自動的にFile Transfer Protocol (FTP) サーバーに格納される設計となっている。また、各観測所の電源の状況も本部で確認できるシステム構成となっている。観測所の内訳と、2019年3月31日時点の観測データの回収状況は表2.5の通りである。ICT Sectionの担当者が基本的に毎日、データの格納状況をチェックしている。タナ流域区には4箇所設置され、そのうち3箇所が稼動中である。本プロジェクトの活動対象観測所の一つである4BE10 (Tana Rukanga) は、2018年4月の洪水でデータロガーが浸水で一時稼働が停止した。そのため、データロガーは一旦取り外され、修復作業が実施された。その後、修理済みのデータロガーはすでに4BE10に戻されたが、本部へのデータ自動転送は2019年3月末時点で復旧していない。

表 2.5 WRA が管理するテレメータ施設の内訳 (2019年3月現在)

資金源	No.	観測所 ID 番号	観測所名	データ回収状況 (2019年3月28日時点)
IGAD (WMO 資金)	1	1AH01	Sio	Yes
	2	1GD03	Nyando	Yes
	3	1JG04	Sondu-Miriu	Yes
	4	1KB05	Gucha Migoli	Yes
	5	1LA04	Mara	Yes
	6	2E07B	Perkerra	Yes
	7	2FC19	Njoro	Yes
	8	2B33	Suam	Yes
	9	2K04	Ewaso Ngiro South	Yes
	10	3DA02	Athi	Yes
	11	3HA13	Sabaki	Yes
	12	3KG01	Umba	Yes
	13	4BE10	Tana Rukanga	Data logger recored, but data is not transmitted
	14	4G01	Tana Garissa	Yes
WRA 資金	15	1HD09	Awach Kibuon	Yes
	16	1FG02	Yala	No: network problem
	17	1LA03	Nyangores River	No: (to be confirmed)
	18	2C07	Kerio	Yes
	19	3BA29	Nairobi	No: network problem
	20	3F09	Athi Kibwezi	No: washed away by flood
	21	4DD02	Thiba	Yes
	22	4EA06	Mutonga	Yes
	23	5DA07	Isiolo	Yes
CETRAD 資金	24	856895	Naromoru	No
	25	8937059	Nyambene	No
	26	857004	Wamba	No
	27	859085	Marsabit	No
	28	49507	Nyahururu	No
	29	49417	Archers Post	No

出典: 情報元 WRA

 Tana 流域区

略語説明：

IGAD: The Intergovernmental Authority on Development (in Eastern Africa)

東アフリカ諸国の地域間協力を推進する目的で、1996年国連の承認を得て設立された。現在、ジブチ、エチオピア、ケニア、ソマリア、スーダン、ウガンダ、エリトリア、南スーダンの8ヶ国で構成され、本部はジブチの首都ジブチ市。

CETRAD: Center for Training and Integrated Research in ASAL Development

ケニア共和国（元の水灌漑省が担当機関）とスイス連邦政府の2国間協力の一環で、2002年、Laikipia Research Programme（1976-1997）を引き継ぐ形で設立された。本部は、Nanyuki (Laikipia County) にある。

(b) システム設計及び設置作業に携わった業者に関する情報

IGAD システムは WRA 自身で設計、機材の調達・設置を担当し、観測所から本部の FTP サーバーへのデータ転送・格納までを担当した。一方、FTP サーバーから抽出したデータを用い MIKE INFO を使った画面の GUI 作成は、世銀 Water Security and Climate Resilience Project (KWCRP) の一環で整備された。一方、WRA 自己資金による観測システムは、NARIANA Enterprises Limited（本プロジェクトの「水位計の設置・修繕」と「流量観測」の再委託先）が、設計・設置を担当した。

(c) 設置済み観測機器の維持管理状況

上記、テレメータ観測所の維持管理の責任は、本来 SRO が担うべきところだが、SRO のスタッフは関連技術の訓練を受けている段階で、現在のところ本部の担当者が担っている。将来的には、他の RGS 同様、各 RO または管轄の SRO が責任を持つものと推察される。

(d) 既存観測所（表流水）の台帳及びデータベース

WRA の Data Management Section で保存・管理している観測所台帳の詳細については、前節 2.1.1(1)に述べたとおりで、流域区ごとに管理されている。一方、KWSCRIP で作成された全6流域区のインベントリー (Excel ファイル) を 2019年1月、WRA を通じて入手した。後者には、「Vandalism (妨害) の危険性」の項目も含んでいるほか、観測所ごとのプロジェクトによる評価（積極的に観測を継続すべきか否か）や関連情報（Note 欄：「長期に渡って記録あり」、「観測所位置情報は管轄 SRO で要確認」など）が記載されている。タナ流域区の登録観測所数（水位観測所）を見ると、WRA 台帳では 156 箇所、KWSCRIP では 186 箇所である。この差異は、後者には WRA 管轄以外の観測所も含むためと見られる。

(e) タナ川流域区の気象・水文観測ネットワーク改善に向けた提案

NWMP 2030 がタナ川流域区で提案している将来的な観測所数（「水資源管理計画」の中の一構成要素として提案）のは、表 2.6 の通りである。

表 2.6 NWMP 2030 の提案観測所数（タナ流域区）

観測所の種類	提案地点数
表流水観測所	26
雨量観測所	47
地下水観測所	18
基準点数	3

出典：NWMP 2030

表流水観測所について、NWMP 2030 で提案の個々の観測所を現状に照らした本プロジェクトの評価結果（2019年）と共に、KWSCRП のインベントリーから該当する観測所のコメントを抽出し、合わせて添付資料4に取りまとめた。CP（本部、Embu RO）の意見も総合して検討した結果、同資料に示す通り合計27箇所の表流水観測所を提案する。それらの内訳は表2.7の通りである。

表 2.7 本プロジェクトで提案する表流水観測所数の内訳（タナ流域区）

提 案	内 訳	理 由
合計 27 箇所 (表流水)	25 箇所は NWRM2030 に同じ (4CC03 はキャンセルし 4CC08 で代表させる)	水文学的観点から、支流・本流の主要観測地点をすべて網羅している。うち 20 箇所が稼働中、5 箇所が何らかの理由で非稼働中である。(2019年3月時点)
	2 箇所 (4CC08 と 4F10) を追加	4CC08 は 4CC03 の代替、4F10 は、長期間非稼働中だったが、本プロジェクトで復旧工事済み (観測開始: 2018年2月から)

出典: JICA 専門家チーム (詳細は添付資料4を参照)

WRA の人員体制は、各 SRO で Surface Water Officer は、1~2 名程度しかいない。観測所が各地へ広がっているため、活動は、効率性を求められるが、実際は、資金面による車輛の配備状況および職員の日当支払いなどにより、活動が制限されているのが現状である。Embu RO 表流水担当者への聞き取りによれば、現在、観測データが定期的に回収できているのは 15 観測所に留まっているとのことだった (2019年3月26日の協議)。

しかし、タナ流域区全体で観測所数としては、40~50 箇所を保持する必要があるとの返答だったため、その具体的な判断基準 (どうしてその数が必要なのか) を求めた。上記表流水担当者によると、水利権管理や WRUA が担当する水利量や用水需給の管理のために必要との説明であった。ただし、表 2.7 に示した今回提案した箇所と対比し、観測所の目的を一つ一つ特定できる明確な情報は得られなかった。ただし、提案した 27 箇所の観測所については、今後観測・維持管理を継続していくことで賛同が得られた。

現在、WRA が推進しているテレメータ化によるデータ自動転送でデータ回収の省力化は図れるが、観測所数 (観測施設数) の増加に伴い維持管理の負担 (人的労力とコスト) は増えると予想される。現行の RO 及び SRO の要員構成 (単に人数だけでなく必要とされるスキルと経験を持つ要員を配置できるか) が鍵と認識するが、飛躍的に改善できない現状を考慮すると、観測所の自動化と共に、観測目的の明確化と集約化を早急に進めるべきと考える。

一方、別の考え方として、観測目的に応じて、サブ流域の観測は、WRUA に移管するなど、他関連機関との連携・合意を確立し WRA は基幹となる観測所の管理徹底、データの質的向上 (観測水位データの定期的な回収とチェック、データベースへの登録)、流量データによる管理に注力することを選択肢として検討すべきと考える。

尚、NWMP2030 では、雨量観測所は、流域区東部の大部分を占める乾燥地帯、中西部の半乾燥地帯、ケニア山やアバデア山地を中心とした湿潤地帯という気候区分と、観測密度を考慮して配置されている。これらの配置計画は現時点で妥当と判断した、さらに、

基準点の3箇所は本流沿いに2箇所（上流域の4BE10及び中流域の4G01）、上流の支流Thika川に1箇所（4CC03⇒4CC08）で管理上適切な配置と考えられる。また、地下水観測所については、その妥当性を判断できる資料が入手できなかったため、表2.6に示すNWMP2030の観測施設数を計画案として維持することとする。

2.1.3 水文観測に使用する機材の研修【活動1.3】

(1) 水位観測に係る機材の研修

多くの水位観測所では、現地の住民に委託して1日1回、水位標の読み取りにより河川水位を記録している。それら観測記録は毎月SROへ提出され、SROはそれを月表（Excel）に入力している。本プロジェクトでは、観測自動化の推進を目的に水位センサー、データロガー及びデータコレクターの機材一式を4セット供与した。

表 2.8 WRAへ供与した水位観測機材

番号	機材	数量	仕様
1	水位センサー	4	SENSEZ社製、圧力式、型式HM-910-10-20-CN（日本製）
2	データロガー	4	HIOKI社製、型式（LR5042）（日本製）
3	データコレクター	4	HIOKI社製、型式（LR5092）（日本製）

出典：JICA 専門家チーム

観測機材4セットのうち1セットをMeru SROが管轄する4F10水位観測所に設置し、機材利用に関する研修を指導した。研修では、以下に示すとおり、機材の設置から観測機器の設定方法、データ回収方法、データの補正方法について、SRO職員と作業しながら解説及び助言を行った。

表 2.9 水位観測の機材研修実施内容

番号	実施日	実施場所	参加者の所属事務所	研修の内容
1	2018年3月1日	4F10	Meru SRO	水位センサーとデータロガーの設置
2	2018年9月26日	4F10	Meru SRO	データコレクターを使用したデータ回収の方法
3	2018年9月27日	Meru SRO	Meru SRO	データ編集のためのソフトウェアのPCへの設置と操作方法
4	2019年1月15日	Embu RO	RO、SROs	データロガーに蓄積された生の水位記録（データ）の調整方法

出典：JICA 専門家チーム

(2) 流量観測に係る機材の研修

流量観測に使用する機材のマニュアルは、現在存在せず、口頭での技術移転が主体である。従って、各SROでの観測結果も精度も異なるのが実態である。

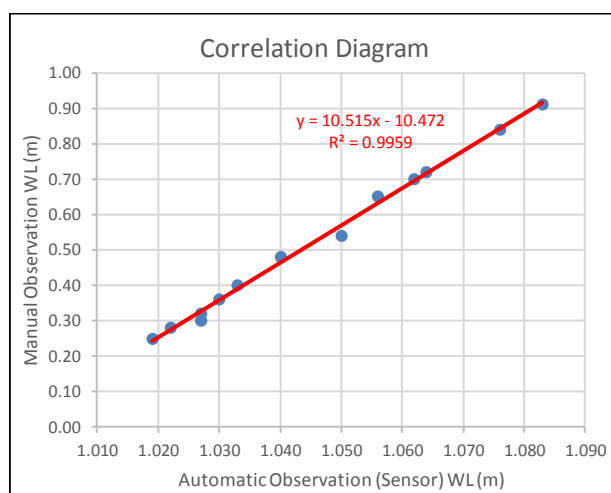
再委託業務の一環で、流量観測を2018年3月から開始した。3月8日、Embuの地方事務所にて再委託業者とともに、第1回ワークショップを開き、流量観測に必要な機材について、観測方法、観測結果の分析・記入方法について説明を行った。WRAが実施している流量観測は、まだマニュアル化されておらず、各スタッフの力量に依存しており、一定の品質を確保しているとは言えない。観測結果の入力フォーム等も提供し、現地での観測テスト（4BE10: Tana Rukanga）を通じて、現場での記録方法及びその後の流量計算の指導も行った。



出典:JICA 専門家チーム

図 2.2 機材研修の風景写真

水位センサーを設置した2018年2月以降のデータを収集し、水位標を目視観測した値と比較して図 2.3 のとおり相関図を作成した。相関係数は 0.9959 と非常に信頼性の高い結果が得られた。この近似直線を用いて水位センサー値を水位に変換し、目視観測値と比較した結果を表 2.10 に示す。誤差は 3 cm 以下と非常に正確な観測値が得られることが確認された。これらデータ変換方法について簡単な解説書を作成して CP に配布した（参照：添付資料 5）。この変換方法を用いて、観測を開始した 2018 年 2 月以降同年 9 月までの水位観測値を図 2.4 に示すとおりグラフ化した。4 月 24 日に最高水位 2.4m を記録していることが確認された。また、次項で説明する H-Q 曲線を用いて流量に換算したグラフも併せて図 2.4 に示す。



出典:JICA 専門家チーム

図 2.3 相関図（観測センサー値と水位標読取り値）

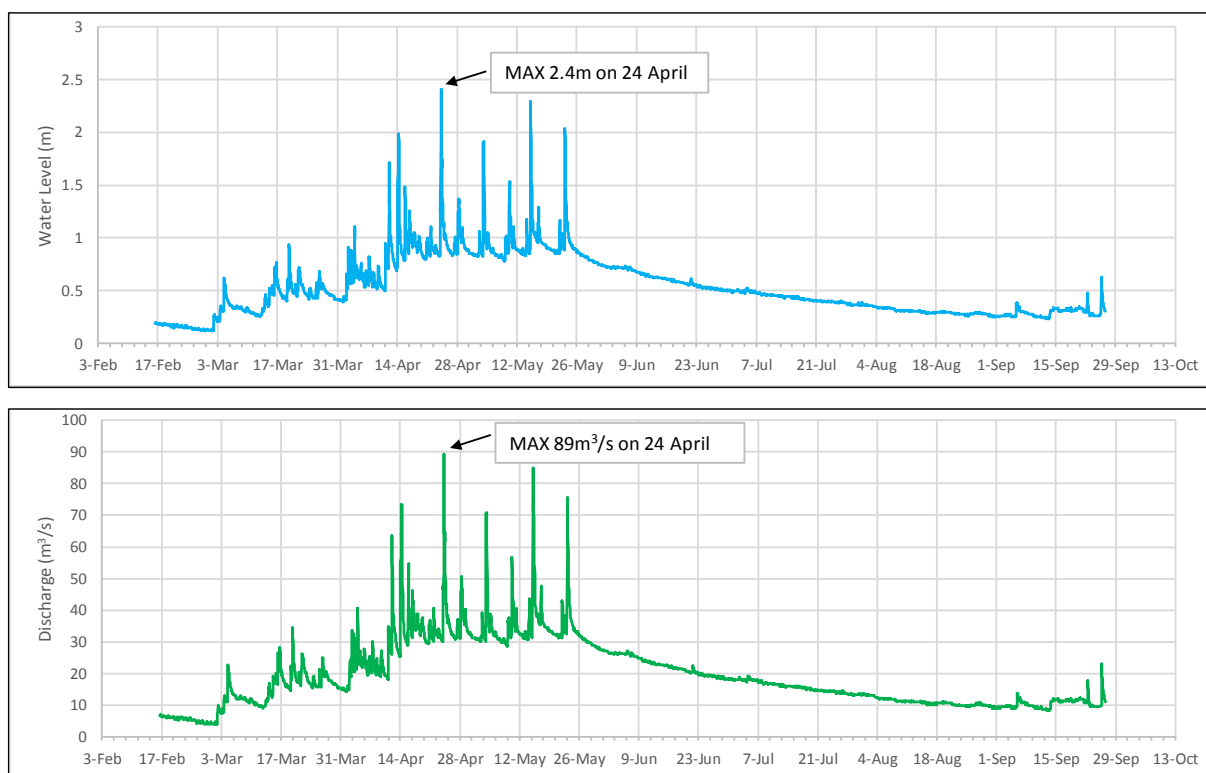
表 2.10 水位観測データの補正 (4F10 観測所)

日付 (流量観測 実施日)	水位標目視観測値			水位センサー観測値				水位誤差 (1)-(3)
	時間		(1) 水位 (m)	データロガー記録値		変換値		
	開始	終了		時間	(2) 水位 (m)	時間	(3) 水位 (m)	
2018/3/27	9:50	11:34	0.54	10:00	1.050	10:00	0.57	-0.03
2018/4/19	9:08	9:18	0.91	9:00	1.083	9:00	0.92	-0.01
2018/5/2	14:00	15:18	0.84	14:00	1.076	14:00	0.84	-0.00
2018/6/7	11:25	13:05	0.72	12:00	1.064	12:00	0.72	0.00
2018/6/8	14:25	15:55	0.70	15:00	1.062	15:00	0.69	0.01
2018/6/12	12:38	13:47	0.65	13:00	1.056	13:00	0.63	0.02
2018/7/9	14:14	15:39	0.48	15:00	1.040	15:00	0.46	0.02
2018/7/23	9:30	10:25	0.40	10:00	1.033	10:00	0.39	0.01
2018/7/29	9:22	9:59	0.36	9:00	1.030	9:00	0.36	0.00
2018/8/25	10:35	11:15	0.28	11:00	1.022	11:00	0.27	0.01
2018/9/13	12:01	12:29	0.25	12:00	1.019	12:00	0.24	0.01
2018/9/14	9:35	10:00	0.32	10:00	1.027	10:00	0.33	-0.01
2018/9/22	9:35	10:00	0.30	9:00	1.027	9:00	0.33	-0.03

脚注: 変換式 (3) = 10.515 × (2) - 10.472

表中の「(1)水位」は流量観測の開始時(開始)と終了時(終了)観測水位の平均値を示す。

出典: JICA 専門家チーム



出典: JICA 専門家チーム

図 2.4 水位及び流量観測結果 (4F10 観測所)

研修に参加した Meru SRO の担当職員は、機材による水位観測やデータ記録の仕組み、データ収集機材によるデータ回収方法、データキャリブレーション方法などについて、ノウハウを習得した。残り 3 セットの機材 (水位センサー・データロガー) も今後、本部の職員が中心となって設置する観測所を選定し、自動観測が開始される予定である。今後は、習得した技能を活用して作業の効率化が図られるとともに、自動化が推進されることでデータ量の増加、データ信頼性向上など多くの効果を得られることが期待される。

2.1.4 水位流量曲線作成のための支援【活動 1.4】

活動 1.4 に関連する業務内容は、(1) 既存の水位観測所の設置場所の妥当性の確認、(2) 既存の水位観測所の修繕・改良または新規水位観測所の設置、(3) 既存の水位観測所における河川横断測量および流量観測状況の調査、(4) 既存の水位流量曲線の評価と見直し、(5) 定期的な流量観測の継続、の5つである。

(1) 既存の水位観測所の設置場所の妥当性の確認

2回の踏査（2017年1月、4月）と WRA との合同の現地調査（2017年6月）を行い、タナ川流域で、既存の観測所でおおかつ、復旧の必要な水位観測所を視察した。WRA が指定している優先度の高い Management Unit から選出することを基本方針とし、タナ川上流域の支流観測所を主に踏査した。これらの観測所は、すべて本流合流点の支川の上流側に位置し（本川水位の背水の影響を受けないようある程度の距離を隔てた）、ほぼ直線河道区間に設置されていることを確認した。ほとんどのサイトは河道浸食や急速な断面形状の変化はないと見られた。ただし、CP とも協議の結果、4F10（Kathita）に関しては既設の観測小屋川表側で、これ以上の河岸浸食から守るために、蛇かごによる護岸工を敷設した。さらに、4BE10（Tana Rukanga）に関しては、降雨時に斜面に沿って流れる雨水流によって観測小屋の基礎部が浸食される危険性があったため、背後の斜面に排水路（延長約 15m）を建設した。これにより地表面の雨水流は排水路を通り付近の沢部に安全に導流できるようになった。

対象とする水位観測所を選定するにあたり、継続的に活動ができることを考慮すると、アクセスの良さは重要な必要条件である。また、今回新規観測所として位置づけた 4F10 は、過去水位観測を実施していたが、洪水により水位標や水位計が破損し、観測が途絶えていた箇所である。下流に堰があるが、集落から近いいため候補地として適切と判断した。

さらに本川沿いに計画されてる Grand Falls Dam (GFD) が建設され、将来貯水池ができた後も、計画満水位 (HWL) より十分に高い場所に位置するため湛水の影響を受けないことを関連資料等から確認した。従って、4F10 は、ダム建設の如何にかかわらず将来的に Kathita 川の流況を観察、管理する上で重要と考えられる。

活動対象として WRA と合意した水位観測所位置図を図 2.5 に示す。同時にこれらの 6 箇所の観測所では、流量観測も実施し、水位流量曲線 (H-Q カーブ) を作成した。関連情報を表 2.11 にまとめて掲載した。

出典: JICA 専門家チーム

図 2.5 対象とした水位観測所位置

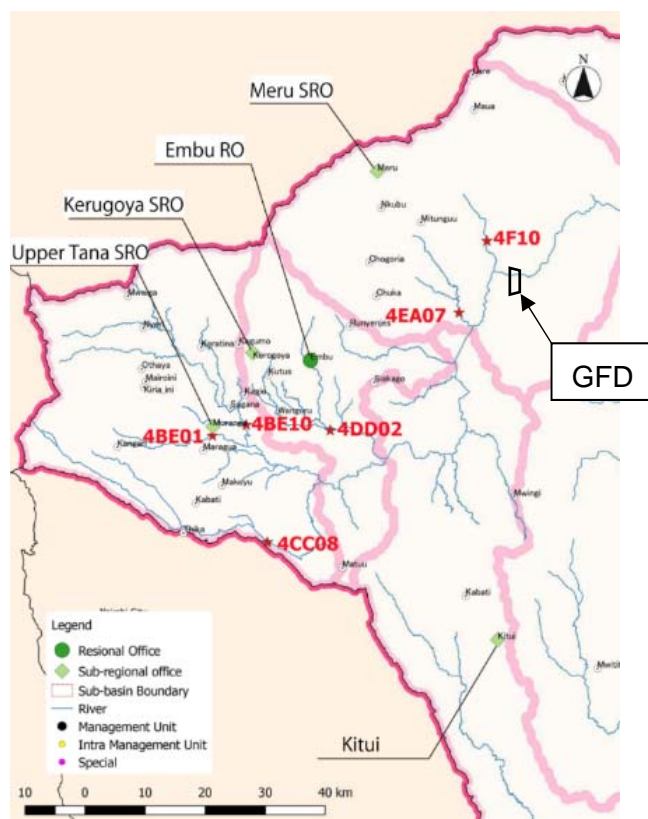


表 2.11 水位流量曲線作成の対象水位観測所一覧

番号	観測所 ID 番号	観測所名	最低河床 標高* (El.m)	緯度	経度	管理責任 サブ地域事務所
1	4BE01	Maragua	1,212	0°44'59.29"S	37°09'27.91"E	Muranga
2	4BE10	Tana Rukanga	1,107	0°43'41.56"S	37°15'32.00"E	Muranga
3	4CC08	Thika	1,305	1° 4'16.90"S	37°19'18.34"E	Muranga
4	4DD02	Thiba	1,050	0°44'02.22"S	37°30'38.28"E	Kerugoya
5	4EA07	Mutonga	616	0°22'43.65"S	37°53'47.45"E	Meru
6	4F10	Kathita	567	0°09'43"S	37°58'47.00"E	Meru

脚注：*河川横断測量結果から（2017年8月）

出典：JICA 専門家チーム

(2) 既存の水位観測所の修繕・改良または新規水位観測所の設置

現地再委託業務の一つとして、2箇所の観測所（4DD02, 4BE10）の復旧と、1箇所（4F10）を新規に設置した。尚、4F10に関しては、現時点では Management Unit ではなく Intra Management Unit の扱いとなっているが、前節(1)で述べた通り、今後とも重要な観測所と考えられるため、WRA と協議の結果、新規観測所の扱いとし Management Unit にグレードアップすることで合意した。本業務開始時点では、水位標も洪水等で損失し、観測が行われていなかった。

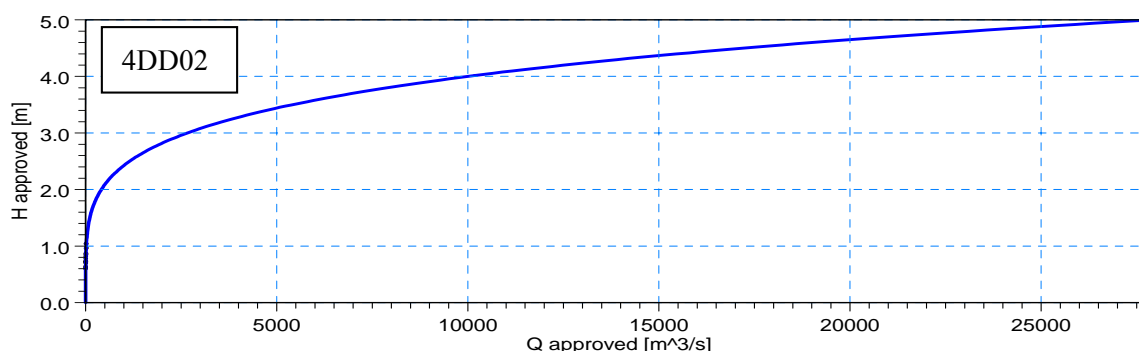
(3) 既存の水位観測所における河川横断測量および流量観測状況の調査

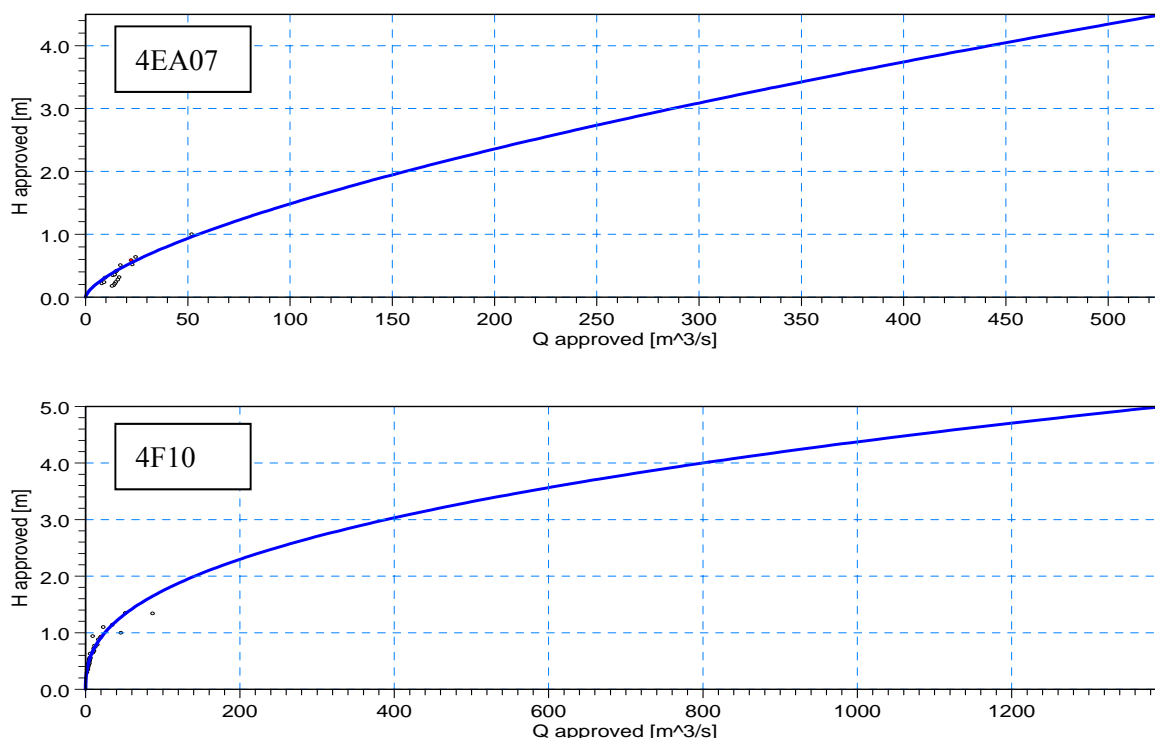
既設の水位観測所においては、河川横断測量の結果は得られなかった、一方、流量観測（H-Q カーブ）に関しては、本部にて一部の観測所で資料を収集することができた。これらとプロジェクトによる調査結果との比較については次節(4)で述べる。

(4) 既存の水位流量曲線の評価と見直し

WRA は水位流量曲線を見直すために、3ヶ月に一度の流量観測実施が決めているが、予算面の制約から必ずしも定期的には実施できていない。各 SRO は、流量観測の必要性・重要性は理解しつつも実際の行動が伴っていないのが現実である。また、実施には観測機材の運搬やサイトへの移動など、RO の支援が不可欠と考えられるが、緊密な連携体制が取られていないことも確認された。また、WRA 所有の水位流量曲線を確認したが、参照した流量観測データや算定した近似式、及び水位から流量に変換したときの近似式の適用期間などの基本情報が得られなかった。本来、RO の責任と考えられるが、これらの情報は適切に整理されていない。

尚、対象6箇所のうち3箇所（4DD02、4EA07、4F10）の水位流量曲線が収集、確認できた。これらを図8に示す。





出典：WRA から収集した資料から

図 2.6 既存の水位流量曲線 (WRA)

図 2.6 のグラフには、流量観測結果をプロットした形跡があるため、WRA 自身で観測結果は所有しているはずだが、それらの元データは前述した通り確認できなかった。今回の流量観測結果から作成した水位流量曲線を図 9 に示すが、それらとの比較、特徴を観測所ごとに以下に整理する。

- 4DD02 : 両者に大きな相違がある (WRA では H=2.0 m で約 500 m³/s、H=3.0 m で約 3,000m³/s、今回調査では、それぞれの水位で 74 m³/s、および 184 m³/s)
- 4EA07 : ほぼ同レベルにある (WRA では、H=1.0 m で 54 m³/s、今回調査 58 m³/s)
- 4F10 : ほぼ同レベルにある (WRA では、H=1.0 m で 30 m³/s、今回調査 36 m³/s)

4DD02 に関しては、横軸のスケールに誤りがある可能性があるため、WRA 側の担当者とも協議し、流量観測結果の元データの確認とともに曲線の修正を促した。

(5) 定期的な流量観測の継続

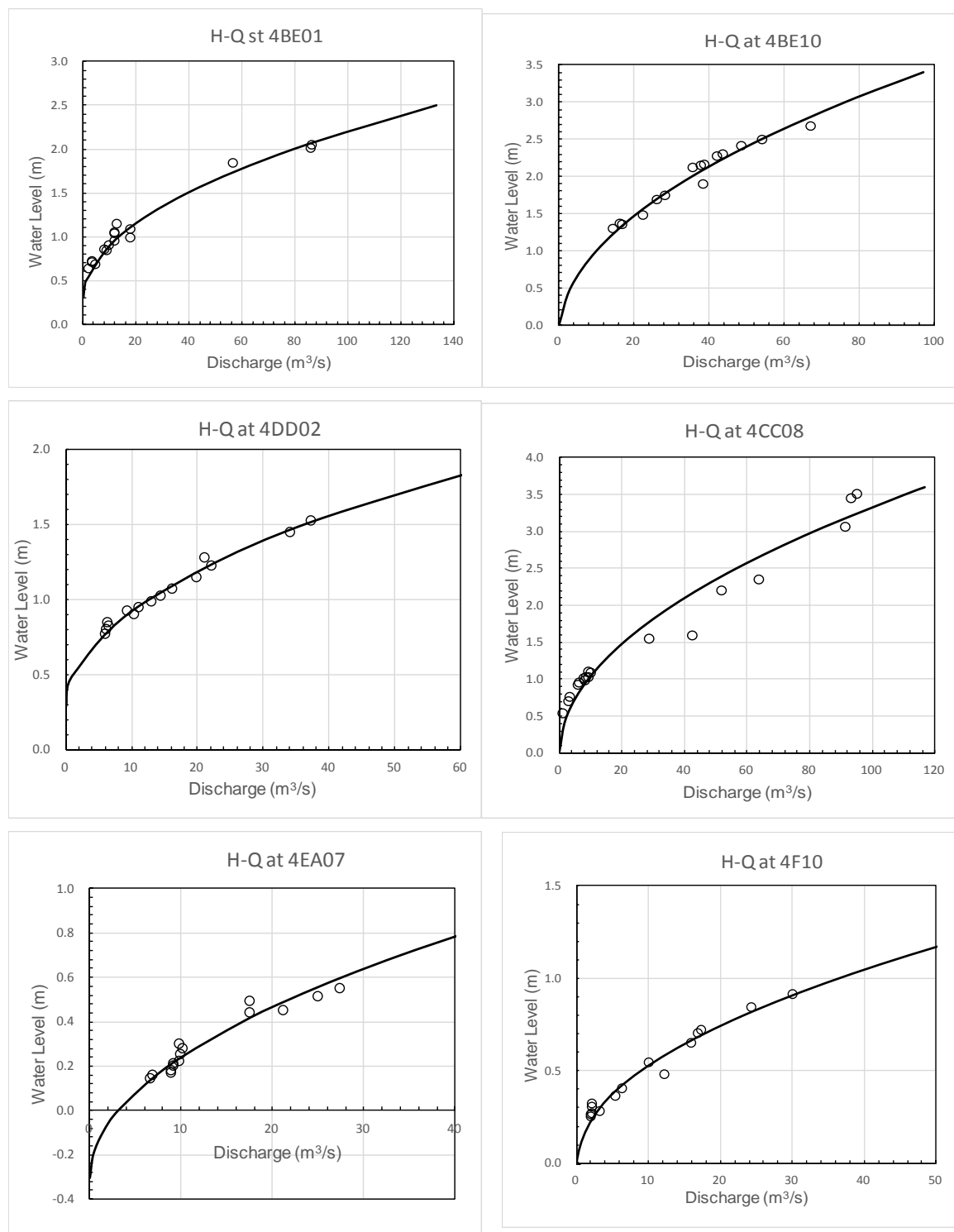
現地再委託業務を通して、合計 90 回 (実際は 94 回実施) の流量観測を実施した。観測結果詳細は、コントラクター (NARIANA 社) の最終報告書に掲載されている。尚、現地観測期間中、流量観測手法の詳細や結果の分析方法等の理解浸透を目的とし、本部、RO 及び SRO の CP を対象に計 2 回のワークショップを開催した。その概要を以下に示すとともに、作成・使用した講義資料一式を巻末の添付資料 5 に添付する。

- 第 1 回ワークショップ
 - 実施日/場所 : 2018 年 3 月 8 日~9 日、WRA 地域事務所会議室 (Embu)
 - 目的 : プロジェクト活動の概要説明、流量観測の手法と H-Q カーブ算定方法、流量観測の現地演習 (4BE10)
 - 参加者数 : 22 名 (Expert Team 及びコントラクター参加者含む)

□ 第2回ワークショップ

- 実施日/場所：2018年6月26日～27日、WRA 地域事務所会議室（Embu）
- 目的：観測結果の途中結果/H-Q カーブ共有、マニュアルの構成、等
- 参加者数：24名（Expert Team 及びコントラクター参加者含む）

一連の流量観測結果を基に対象6地点のH-Qカーブを算定した。その結果を以下に示す。



出典: JICA 専門家チーム

図 2.7 流量観測結果と H-Q カーブ

各地点で算定した H-Q カーブ(図 2.7)の近似式は表 2.12 のとおりである。

表 2.12 H-Q カーブ近似式の算定結果

観測所 ID 番号	観測所名	使用した観測値の数	H-Q カーブ近似式
4BE01	Maragua	16	$Q = 27.756 \times (H - 0.310)^2$
4BE10	Tana Rukanga	15	$Q = 7.685 \times (H + 0.152)^2$
4CC08	Thika	18	$Q = 8.889 \times (H + 0.025)^2$
4DD02	Thiba	15	$Q = 25.004 \times (H - 0.285)^2$
4EA07	Mutonga	15	$Q = 33.784 \times (H + 0.306)^2$
4F10	Kathita	15	$Q = 37.199 \times (H - 0.010)^2$

出典:JICA 専門家チーム

尚、再委託契約上の観測回数は合計 90 回(各地点 15 回)だが、一部、観測日の間隔が少なく、仕様書の規定に反し水位変化が乏しい観測値となる懸念があったため、コントラクターとの合意のもとで 4BE01 と 4CC08 では、回数を増やしそれぞれ 16 回と 18 回の観測回数とし、本来の目的を達成することとした(契約変更なし)。

2.1.5 気象・水位観測所の運用改善に向けた支援【活動 1.5】

活動 1.5 に関連する業務内容は、(1) 気象・水位観測所の維持管理状況の把握と課題の分析、および (2) 気象・水位観測所の運用改善に向けた支援、の 2 つである。

(1) 気象・水位観測所の維持管理状況の把握と課題の分析

本プロジェクトで対象とした 6 箇所の水位観測所について、各 SRO に維持管理の現状について聞き取り調査を行った。調査結果を表 2.13 に示す。維持管理を担当している職員は 1 名から 2 名で、データ収集や検査、清掃活動を基本的に月 1 回実施している。雨量観測所も要員体制及び頻度はいずれの SRO も水位観測所と同じであるとの回答であった。

表 2.13 水位観測所の維持管理状況

Upper Tana SRO: 維持管理要員は 2 名

観測所 ID 番号	観測方法	観測期間	頻度			備考
			データ回収	現地視察	清掃	
4BE10	マニュアル/ 自記式	1979-	毎月	毎月	毎月	自記式は故障中
4BE01	マニュアル/ 自記式	1950-	毎月	毎月	毎月	
4CC08	マニュアル/ 自記式	2010-	毎月	毎月	毎月	Tanath 水道公社によりデータロガー設置済

Meru SRO: 維持管理要員は 1 名

観測所 ID 番号	観測方法	観測期間	頻度			備考
			データ回収	現地視察	清掃	
4EA07	マニュアル/ 自記式	—	毎月	毎月	毎月	自記式は故障中
4F10	マニュアル/ 自記式	—	毎月	毎月	毎月	本プロジェクトでデータロガー設置済み

Kerugoya SRO: 維持管理要員は2名

観測所 ID 番号	観測方法	観測期間	頻度			備考
			データ回収	現地視察	清掃	
4DD02	マニュアル/ 自記式	—	毎月	毎月	毎月	IGAD プロジェクトでテレ メータ装置が設置済

出典：JICA 専門家チーム

施設や機器の検査方法や維持管理の詳細などについては、以下のガイドラインに基づいて実施されている。

- (i) Guide to Hydrological Practices, WMO-No.168
- (ii) ISO 1100-1, Measurement of liquid flows in open channels
- (iii) Guidelines for Assessment of River Gauging Stations

WMO（World Meteorological Organization）が発行している上記(i)のガイドラインは、技術的な内容も含めて詳細に検査方法等が記載されていることから、適切なガイドラインを参照して検査等を実施していると言える。

なお、上表の備考欄に記載したとおり 2 箇所の観測所において自動計測機が故障して修理の目途がたっていないものも確認された。各 SRO が整理している観測所台帳は、これら故障等の最新情報が更新されない状況であることも確認された。正確な記録が台帳上に残されないと、適切な維持管理も難しいと考えられ、現場情報の迅速な共有が大きな課題であると考えられる。維持管理の予算には限りがあるが、これら機器の故障や問題点を定期的に情報更新し、修繕を優先すべき観測所について戦略的に計画し、着実な維持管理を遂行することが重要である。

(2) 気象・水位観測所の運用改善に向けた支援

維持管理活動を通じて得られた施設の最新状況をチェックリストに記録して、RO や本部と情報共有するためにガイドラインを作成した。ガイドラインでは、維持管理活動における SRO、RO 及び本部の役割やチェックリストを情報共有する手続きの流れなどについて具体的に明記した。内容の構成を以下に示すとともに、ガイドラインを（参照：添付資料 7）に掲載する。

表題: 水文観測所の維持管理ガイドライン

(GUIDELINE FOR MAINTENANCE OF REGULAR GAUGING STATION)

目次:

1. ガイドラインの目的 (Objective of Guideline)
2. メンテナンス作業の管理 (Management of Maintenance Work)
 - 2.1 メンテナンス作業 (Maintenance Work)
 - 2.2 チェックリストの取り扱い (Handling of Checklist)
3. 責任分掌 (Roles and the Tasks)

添付資料:

- 水文観測所維持管理のチェックリスト (Checklist for Maintenance Work of Regular Gauging Station)
- チェックリストサンプル (Sample of Summary Table of Checklist)

チェックリストのサンプル及び手続きの流れを以下の図表に示す。チェックリストには、検査項目で問題が確認された内容や必要な対応策について記述する欄を設けた。SRO が作成したチェッ

クリストを RO 経由で本部へ提出することで、情報共有を図り適切な対応策が図られるような手続きの流れとした。

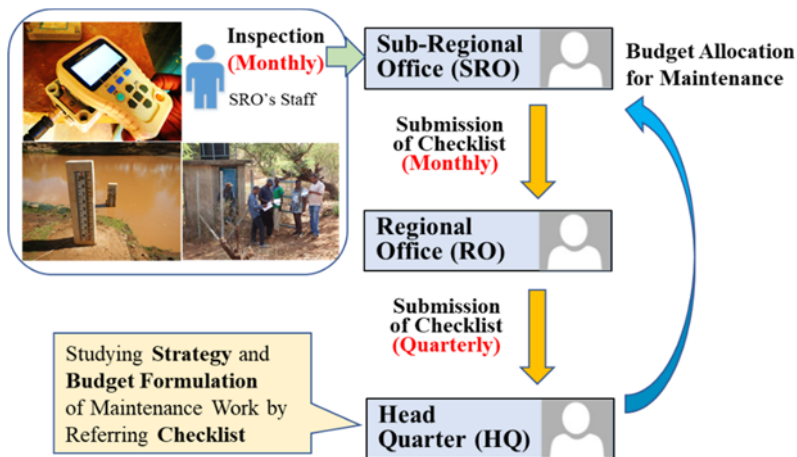
これらガイドラインを SRO 及び RO、本部に配布して、2018年10月期に試験運用を実施し各職員の意見を聴取した。主に SRO からは月次の報告は頻度が高すぎて職員の負荷が大きいとの意見が出された。ただし、維持管理活動には観測データの収集作業も含まれ、毎月データ回収する必要があることから、チェックリストを提出する頻度は月単位とすることで最終的に合意した。

今後、継続してチェックリストが提出され、観測施設の維持管理における問題点が随時共有されることで、観測機器の修理や更新が促進されることが期待される。なお、維持管理予算には限度があることから、2.1.2 節で検討した重要な観測所を優先的に修繕して、有効な維持管理活動に繋げることが重要である。

表 2.14 チェックリストのサンプル (維持管理)

Filled by		Checked by		Checklist for Maintenance Work of Regular Gauging Station										TANA BASIN		2019/1/17			
S/No	STATION ID	STATION NAME/RIVER	CONSTITUENCY	COUNTY	LOCATION	REGION	SRO	CHECK ITEMS					COMMENTS		ISSUES	REQUIREMENTS			
								Facility		Device		Replacement		Calibration		Cleanup			
								YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO		
1	4AA06	LOWER SAGANA	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Hombe forest station road	TANA	Upper Tana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observation sensor was broken and not functioned	Observation sensor should be replaced
2	4AA07	U.SAGANA	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Hombe forest station road	TANA	Upper Tana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None
3	4AA1	SAGANA	MATHIRA	NYERI	Rocky	TANA	MURANGA	SAMPLE										None	None
4	4AA2	THEGO	KIENI	NYERI	Chaka state lodge road	TANA	MURANGA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	One staff gauge had been flowed out	To re-install a staff gauge is required
5	4AA4	NAIROBI	NYERI TOWN	NYERI	Chaka state lodge road	TANA	MURANGA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None
6	4AA5	SAGANA	NYERI TOWN	NYERI	Mama-Kiganjo Sagana bridge	TANA	MURANGA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None
7	4AB01	MURINGATO	NYERI TOWN	NYERI	Kiganjo-Nyeri at Muringato bridge	TANA	Upper Tana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None
8	4AB02	MWEIGA	NYERI TOWN	NYERI		TANA	Upper Tana	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	The revetment for securing observation hut had been eroded partially	To repair the revetment is required

出典:JICA 専門家チーム



出典:JICA 専門家チーム

図 2.8 水文観測所の維持管理

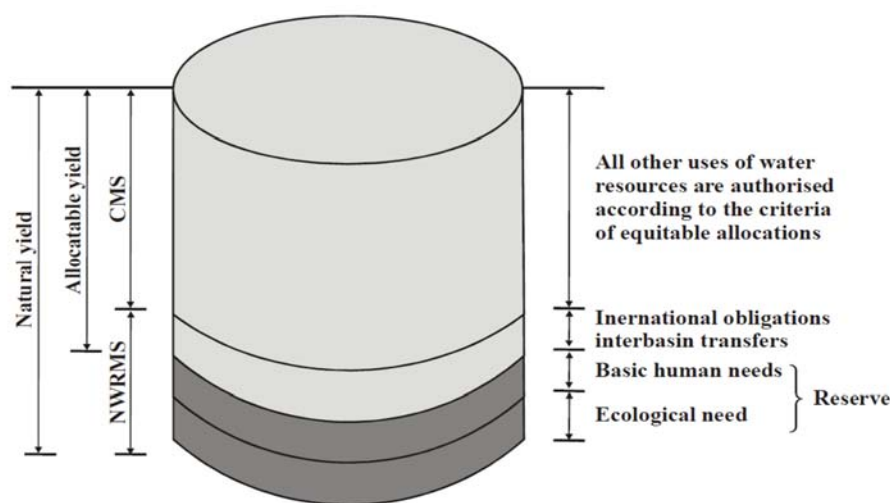
2.1.6 河川維持流量の設定の指導【活動 1.6】

ケニア国には、河川維持流量の概念は存在する。ただし、Water Allocation Guideline (2010年3月)に記載されている河川維持流量は、算定方法は定めているが、各観測地点での適切な流量を設定するまでに至っていない。理由は、水文データが欠如していることが主な原因である。比較的データ整理が進んでいる国家観測所(National)で水文データを確認し、まずは維持流量を設定すること、それをまずは流域面積比で上流側へ分担することが妥当と考えられる。

河川維持流量の概念に関しては、第2回ワークショップ(2018年6月26日-27日)で、その概念とケニアの考え方と日本における正常流量の考え方を対比させて説明した(参照:添付資料6)。以下、ワークショップで用いた関連部分の説明文(原文:英語)を抽出し翻訳を掲載する。

>>>>>>>>>>>>

- ❑ 旧水法2002の第8章は、WRMAに「水資源の配分のための原則、ガイドライン、手順を開発する責任」を規定している。また、WRMAが利用可能な水資源の配分を決定するために準拠すべきガイドラインを示すため「水配分のためのガイドライン(Water Allocation Guideline)」の第1版が、2010年3月に発布された。
- ❑ このガイドラインは、4つの水需要への配分を規定している、つまり、(1)生態系維持、(2)人間生存、(3)転流水に関する国際的な責任、(4)許認可による個別用途への配分、である。
- ❑ 「保存部分(Reserve)」は、生態系維持と人間生存のための水需要として、他の水需要とは別に考えて置く必要がある。「保存部分(Reserve)」の需要は、量、信頼度、質を規定される。(参照:下図)



出典:Water Allocation Guidelines, March 2010, Kenya

図 2.9 ケニアにおける水配分に関する概念図

一方、NWMP 2030では、この「保存部分」、「Water Allocation Guideline (WAG)」に準拠して10年確率渇水年の95%信頼度に該当する流量として算定している。

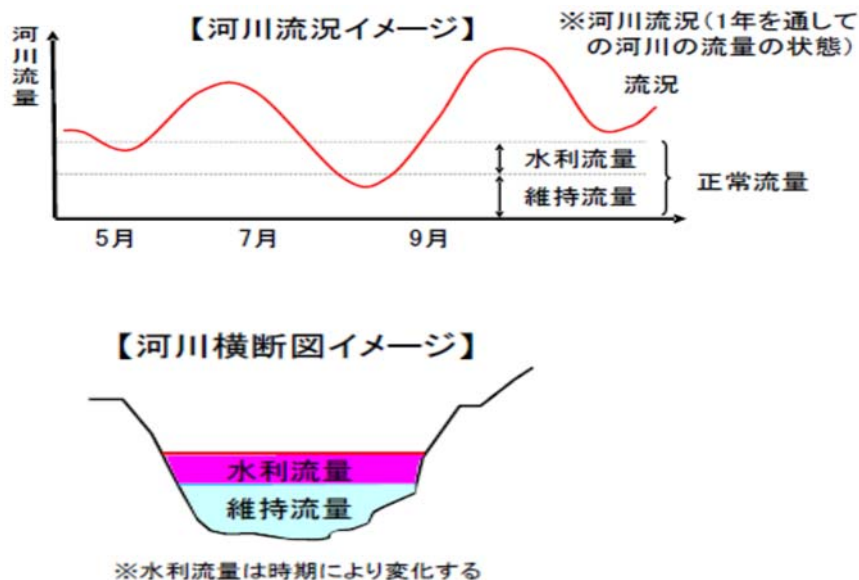
また、日本における関連する用語の定義は以下の通りである。

- 二つの流量を定義している。
- 一つ目は、舟運、漁業、観光、河川水質の維持、塩水遡上の防止、河口閉塞の防止、河川管理施設の保護、地下水の涵養、風景価値の維持、生態系保全、河川を利用した住民活動の保護、等のために総合的に必要な流量として定義される。この流量は、「維持流量 (Maintenance Flow Discharge)」と呼ぶ。
- 二つ目は、下流域の利水に必要な流量として定義され、これは「水利流量 (Water Utilization Discharge)」と呼ぶ。適切に河川管理を行うために、基準点を決め、その地点で確保しなければならない流量としてこの水利流量が規定される。
- さらに、「正常流量 (Normal Flow Discharge)」が、必要に応じて河川区間ごとに、一年間の中で変化する維持流量と水利流量を考慮した上で決められる。
- 「正常流量」は以下のとおり定義される。
 - 正常流量は、維持流量と水利流量の双方を満足する流量として以下のとおり算定される。

$$\boxed{\text{正常流量}} = \boxed{\text{維持流量}} + \boxed{\text{水利流量}}$$

- 渇水年においても、正常流量が確保される必要がある。従って、正常流量は、平水年で規定されるのではなく、渇水時に最低でも必要な河川流量(河川に流れていなければいけない流量)と考えられる。

上記、維持流量、水利流量、正常流量の関係を、河川流況と河川横断面図のイメージ図上に示すと以下のとおりとなる。



出典: JICA 専門家チーム

図 2.10 維持流量と水利流量の概念図

これらの河川維持流量や水利流量を設定するに当たっては、継続的な水位観測や流量観測、およびこれらのデータや分析結果の適切な管理が極めて重要である。量的管理を実現するための最優先事項と認識すべきである。

2.2 成果2に関する活動

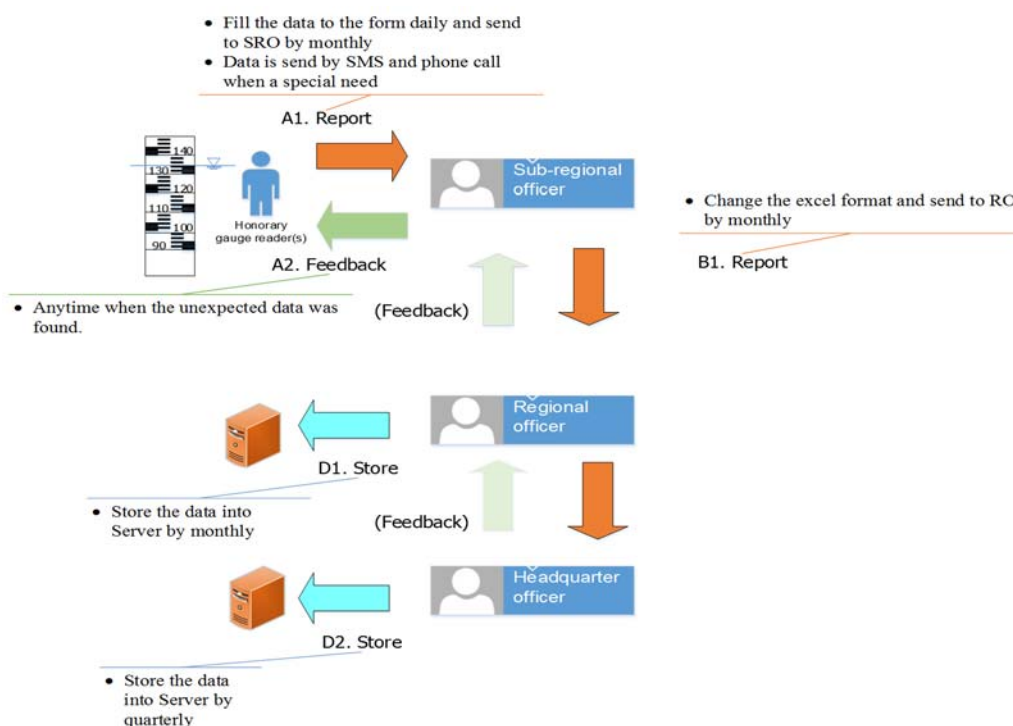
成果2に係る活動は、以下の2つである。

- 活動 2.1 気象・水文データベースの現状把握を行う。
- 活動 2.2 気象・水文データベースの改善に向けた支援を行う。

2.2.1 気象・水文データベースの現状把握【活動 2.1】

(1) データベースへの観測記録の登録状況

WRA が水位データ、および気象・水文データを毎日観測している。それらの観測記録は、図 2.12 に示すように、WRA の本部(ナイロビ)、および地域事務所(RO)、サブ地域事務所(SRO)へ報告されている。



各観測地点の水位標管理者(Gauge reader)が、毎朝9時半に観測所へ行き、記録を取っている。

種類	行動の内容	発信元	受信先	記録・通信媒体	行動の頻度
A1	Report	GR*1	SRO	Filled Forum	Monthly
A2	Feedback	SRO	GR*1	Call	Anytime when the unexpected data was found.
B1	Report	SRO	RO	Quarterly	Monthly
		SRO	RO	Excel format	Every month
B2	Feedback	RO	SRO	Call/Write email	Anytime when the unexpected data was found.
C1	Report	RO	本部	Export back-up	Quarterly
C2	Feedback			Call/Write email	Anytime when the unexpected data was found.
D1/D2	Store	本部 /RO	Sever	(Mike Basin)	Quarterly

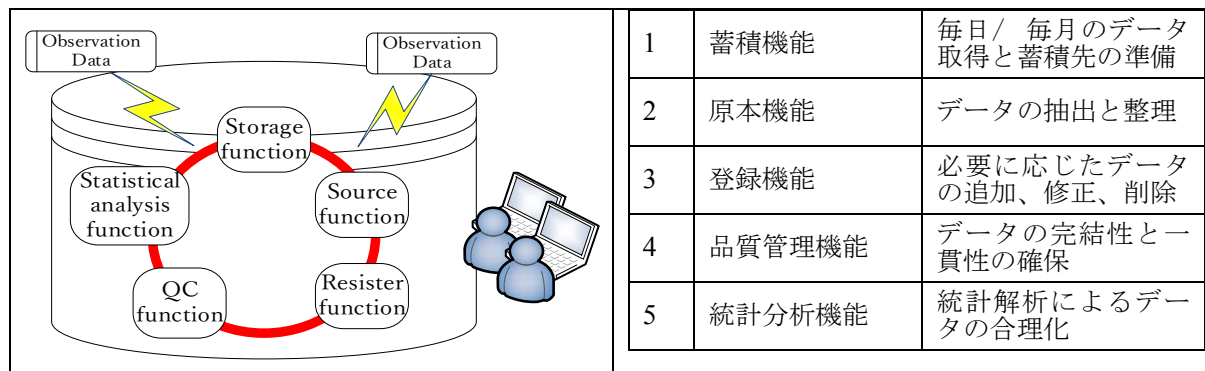
脚注：*1、 Gauging reader

出典：JICA 専門家チーム

図 2.11 観測データの伝達経路

(2) 機能の側面から見た現状

データベースが持つべき機能は、合計5つあると考えられる。



出典:JICA 専門家チーム

図 2.12 データベースの機能

これらの5つの機能のうち、各事務所での責務の状況は、以下の通りである。

表 2.15 データベースに係る各事務所の責務

機能	各事務所の責務		
	本部 (本部)	地域事務所 (RO)	サブ地域事務所 (SRO)
データ蓄積	○	○	△
原本管理		○	○
データ登録		○	○
品質管理	○	○	△
統計分析	○	△	

脚注: ○: 主たる責務 △: 補助的な責務 出典:JICA 専門家チーム

SRO は、観測データを計測することに着眼しており、データの解析、特に水位データの値を流量へ変換することは行っていない。SRO が流量観測を行うが、H-Q 曲線の作成及び水位から流量への変換は、RO が行っている。

(3) 観測データ保管状況

データ管理を行っている担当者の人数及びデータの保管状況（紙ファイル、電子保管）について下表に整理した。担当者は SRO が各 1 名、RO 及び本部が 2 名の体制でデータ管理を行っている。各 SRO では、観測月報を紙ファイルに保管するとともにデータ入力したエクセルファイルをパソコンに保管している。ただし、RO も含めてサーバー用のパソコン（Desktop Computer）は所有しておらず、個人の PC（Laptop Computer）にデータを保管している。現在、Kenya Water Security and Climate Resilience Project (KWSCR) において、RO 及び SRO に各 1 台サーバー（Desktop Computer）が提供される予定である。

表 2.16 データの保管状況

事務所名	職員数	データ保管媒体		頻度
		紙	サーバー	
SRO Meru	1	○	○*	毎月
SRO Kerugoya	1	○	○*	毎月
SRO Upper Tana	1	○	○*	毎月
RO Embu	2	—	○*	毎月
本部 Nairobi	2	—	○	3ヶ月毎

*個人用 PC (Laptop) に保管されておりサーバー用 PC (Desktop) は所持していない。

WB のプロジェクトで今後、サーバー用 PC (Desktop) が設置される予定。

出典: JICA 専門家チーム

観測月報は下図に示すとおり、紙ベースで棚に保管されている。事務所によっては棚の引出しが壊れており、また、オープン型の棚に保管されていることから記録紙の劣化が激しい状況も確認された。各 SRO のデータ管理担当者は1名でデータの品質検査や月報の保管、データ入力、データの送信等を実施している。SRO から RO へのデータ送信は月1回を基本としているが、RO の担当者によると SRO によってはデータ提供が滞ることもあるとのことであった。SRO は、原則として各観測所に1名の観測担当者を配置して観測データの記録を委託しており、定期的に委託作業の謝礼として手当を支給している。SRO への聞き取り調査の結果、予算が無い場合は支給が滞る場合があり、データ記録作業が中断することがあるとのことであった。これが、RO へのデータ送信が滞る主要因の一つであると考えられる。また、SRO の担当者はデータ管理専属ではないことから、時期的には他業務の影響でデータ入力等の作業が停滞する点も原因の一つとして考えられる。



出典: JICA 専門家チーム

図 2.13 観測月報の保管状況

(4) データベース管理における現状の課題

データベース管理では、データの品質を確保するとともに着実に保管されることが重要な目標である。この観点から現状の管理状況を踏まえると、予算・人員の不足、棚・PC 設備の不足などの様々な問題点が確認された。これら問題点は把握・整理されていないことから施設修繕等の対応策を検討できない状況である。まずは現状の問題点を定量的に把握し、関係者間で情報共有することが喫緊の最優先課題であると考えられる。

2.2.2 気象・水文データベースの改善に向けた支援【活動 2.2】

観測データの品質を確保するとともに着実にデータ保管されるために、データベース管理のガイドラインを作成した（参照：添付資料7）。ガイドラインは以下の章で構成される。

表題: 水文データベース管理のガイドライン

(GUIDELINE FOR HYDROMETEOROLOGICAL DATABASE MANAGEMENT)

- 目次: 1. ガイドラインの目的 (Objective of Guideline)
2. データベース管理の手順 (Procedure of Database Management)
3. 業務分掌 (Roll of the Tasks)
4. 書類およびデータの取り扱い (Handling of Documents and Data)

添付資料:

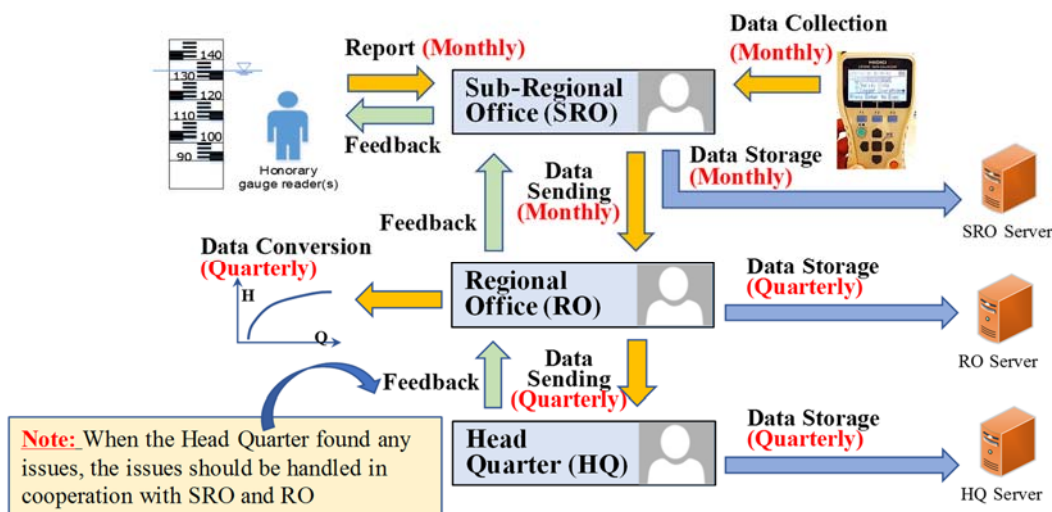
- チェックリスト (Checklist-SRO, RO and 本部)
- チェックリストサンプル (Sample of Summary Table of Checklist)

SRO、RO 及び本部がデータベース管理で行うべき作業や責務を明示し、それら作業が着実に遂行されているかを確認するためのチェックリストを作成した。チェックリストには、作業遂行できなかった場合にその事由及び要望を記載できる欄を設けた。これにより、データベース管理における定量的な問題点把握が可能になる。チェックリストを SRO から RO を経由して本部に提出されることで情報の共有化が図られ、問題解決に向けた有用なデータとして活用できる。

表 2.17 チェックリストのサンプル (データベース管理)

Filled by		Checked by		Checklist for Hydrometeorological Database Management												TANA BASIN		2019/1/17			
S/No	STATION ID	STATION NAME/ RIVER	CONSTITUENCY	COUNTY	LOCATION	REGION	SRO/RO	CHECK ITEMS												COMMENTS	
								SRO				RO				HQ					
								Data Filling	Data Matching	Export Data	Paper Filing	e-Data Storing	Data Filling	Data Conversion	e-Data Storing	Data Filling	e-Data Storing	ISSUES		REQUIREMENTS	
								YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO		
1	4A406	LOWER SAGANA	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Hombu Beat station road	TANA	Upper Tana/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: There is no server computer for storing e-data RO: None	SRO: The budget for purchasing one server computer is required RO: None	
2	4A407	U SAGANA	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Hombu Beat station road	TANA	Upper Tana/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: There is no server computer for storing e-data RO: None	SRO: The budget for purchasing one server computer is required RO: None	
3	4A41	SAGANA	MATHIRA	NYERI	Rocky	TANA	MUR ANGA/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None	
4	4A42	THEGO	KIENI	NYERI	Chaika state lodge road	TANA	MUR ANGA/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None	
5	4A44	NAIROBI	NYERI TOWN	NYERI	Chaika state lodge road	TANA	MUR ANGA/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: No preparation of H-Q curve for converting water level into discharge	SRO: None RO: Discharge measurement for preparing H-Q curve should be conducted	
6	4A45	SAGANA	NYERI TOWN	NYERI	Mama Kigajo Saganu bridge	TANA	MUR ANGA/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None	
7	4AB01	MURINGATO	NYERI TOWN	NYERI	Kigajo-Nyeri at Murungato bridge	TANA	Upper Tana/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: No budget for paying allowance to observing honorary RO: None	SRO: The budget for paying allowance to observing honorary RO: None	
8	4AB02	MWEIGA	NYERI TOWN	NYERI		TANA	Upper Tana/Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None	

出典: JICA 専門家チーム



出典: JICA 専門家チーム

図 2.14 データベース管理の概念図

作成したガイドラインを SRO 及び RO、本部に配布して、2018年10月期に試験運用を実施し各職員の意見を聴衆した。本部及び RO から下表に示す責任分掌について意見が出された。観測データの inputs を SRO が行うことからこの1次データの精査が重要であり、データの精度管理の責務を本部及び RO に加えて SRO にも責任分掌すべきであるとの意見であった。この意見を踏まえて SRO にも精度管理の責務を分掌するようにガイドラインを改訂した。

表 2.18 責任分掌 (データベース管理)

機能	責任分掌		
	本部	RO	SRO
データ蓄積	○ ¹⁾	○ ²⁾	△
原本管理		○ ¹⁾	○ ²⁾
データ登録		○ ¹⁾	○ ²⁾
品質管理	○ ¹⁾	○ ¹⁾	△⇒○ ¹⁾²⁾
統計分析	○	△	

脚注: ○: 主たる責務 △: 補助的な責務 1) 品質管理責任 2) 実施責任
出典: JICA 専門家チーム

現在、SRO 及び RO はデータを保管するサーバー (Desktop CP) を所持していないため、担当者の個人 PC (Laptop CP) に保管している。KWSCRIP により各事務所にサーバーCP が導入されれば、それに保管して管理するとのことであった。個人 PC は持ち運びが自由であることから紛失のリスクがあるが、今後サーバーが設置されれば紛失のリスクも軽減されると考えられる。

今後、継続してチェックリストを用いてデータの記録及び保管の確認がされることで、着実なデータの蓄積がされることが期待される。一方、データの記録・保管がされていない観測所については、チェックリストにその原因及び課題を記入できるようにしているため、その情報から対応策を検討することも可能になり、施設や組織的的確な改善が図られることが期待される。

2.3 成果3に関する活動

成果3に係る活動は、以下の2つである。

- 活動 3.1 ケニア国における我が国の将来の水資源管理プログラムについて助言を行う。
- 活動 3.2 研修が必要な課題を特定し、研修プログラムを作成する。

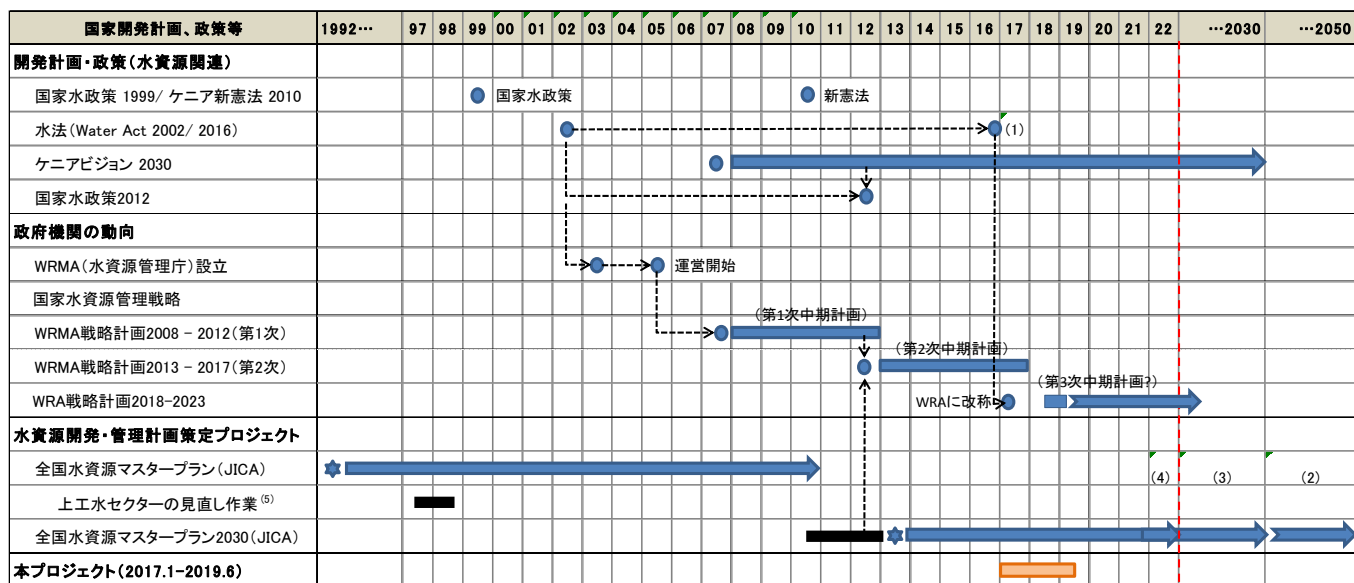
2.3.1 ケニア国における我が国の将来の水資源管理プログラムに関する助言 【活動 3.1】

活動 3.1 に関連する Activity は、(1) 過去の水資源管理分野の取り組みのレビュー、(2) ケニア国における水資源管理の方針の確認、および (3) 水資源管理プログラムへの助言、の3つである。

(1) 過去の水資源管理分野の取り組みのレビュー (活動 3.1 関連)

1) ケニア国水セクターの概要

ケニア国における憲法、国家開発政策・計画と水法 (Water Act 2002/2016) の変遷を、全国水資源開発・管理計画の推移とともに図 2.15 に示した。



補足: (1)、“Water Act 2016”= Kenya Gazette (2016年9月23日付)に掲載済み
 (2)、2050年を目標とした気候変動の影響による水資源の脆弱性、水資源利用可能量等の評価
 (3)、2030年を目標年次とした、持続可能な水資源開発、利用及び管理のための統合水資源開発・管理マスタープランを6流域別に策定
 (4)、2022年を目標年次とした、WRMA地域事務所の水資源管理能力強化のアクションプランの策定
 (5)、“The Aftercare Study on the National Water Master Plan, Nov. 1998, JICA”
 (6)、“The Aftercare Study on the National Water Master Plan, Nov. 1998, JICA”

図 2.15 国家開発計画と水資源開発・管理計画との関係

図 2.15 に示された水・衛生省 (MWS) や水資源庁 (WRA) による主要な政策、計画、指針類をレビューした。その結果を一覧表として表 2.19 に掲載する。

表 2.19 関連する水セクターの計画・指針類

文書の名称	発行機関	発行時期	主な内容
1. The National Water Resources Management Strategy (NWRMS) (2006-2008)	Ministry of Water and Irrigation	2006年1月	旧水法に基づいて、基本的な水資源行政の骨格を初めて規定した。前年の2005年にWRMAが発足している。引き続き各流域区で策定されることになる流域区管理計画 (Catchment Management Strategy: CMS) の枠組みを提示したものと位置付けられる。
2. WRMA Strategic Plan 2012-2017	WRMA	2012年	WRMA の中期戦略計画 (2期目) で、以下の6つの計画から構成される。 (1) 水資源情報の収集と管理システムの強化 (2) 水資源計画、配分、規則遵守強化 (3) 水源保護の改善 (4) 水資源管理に係る利害関係者間の協力体制の強化 (5) 組織体制の確立と作業環境の改善 (6) 資源調達の強化と財源の有効利用
3. National Water Master Plan 2030	JICA	2014年	2030年を開発目標年とした6流域ごとの水資源開発・管理マスタープラン。その後の水セクターの政策策定の際には、必ず参照・引用される。5つの開発計画、3つの管理計画と組織制度強化計画から構成される。現在、世銀支援の下、進められている”Kenya Water Security and Climate Resilience Project”では、多方面で本 JICA 調査の成果や収集データを活用している。

4. Tana Catchment, Catchment Management Strategy (2014-2022)	WRA	2014年 10月	タナ流域区の流域区管理計画。各6流域の計画がある。作成時期及び計画フレームは、NWRMS (2006) に従い、ほぼ横並びで作成されている。
5. Water Act 2014	WRA	2016年	旧水法 (2002年) を改訂し、2010年に制定された新憲法が標榜する地方分権化を水セクターで具現化するために新水法 2014 が制定された。これにより WRMA は WRA と改称され、すべての水関係機関の責任管掌が見直された。(参照: 図 17)
6. A Report on the Evaluation of the WRMA Strategic Plan 2012-2017	WRA	2017年4月	WRMA 戦略計画 (2012-2017) の評価レポート。WRMA の幹部職員が5日間に渡るワークショップ形式で、それぞれレビュー担当分野を決め、その協議結果を報告書としてまとめた。次期の戦略計画策定のための成果と教訓を引き出す目的があった。
7. Rapid Results Initiative	Ministry of Water and Sanitation	2018年 5月24日	現行の新政府が2018年1月28日に発足した。一方で、新水法 2016 の制定により規定された主たる行動の迅速な展開が求められている。特に、優先的な実施が必要な項目を選定し、100日間の行動計画を策定した。
8. Draft Sessional Paper No.** of 2018 on National Water Policy, Version of 21 June 2018	Ministry of Water and Sanitation	2018年6月	議会審議用のドラフト版。現行の National Water Policy は1999年に制定され、その思想は2002年制定の旧水法に引き継がれ、その後、新水法 2016 の改訂に繋がる。特に、水セクターが直面する3項目の制約に言及している。つまり、(1) 低レベルの水供給と水処理サービス、(2) 水資源管理の脆弱性、(3) 水源確保とその容量不足、である。この基本認識のもと、8つの優先的分野を掲げている。
9. Development of A New Strategic Plan 2018-2023, Terms of Reference for the Consultants	WRA	2018年6月	WRA 新中期戦略計画の策定を外部委託するために準備された仕様書案。これに基づきコンサルタントが調達され、作業が開始された (CEO Mr. Shurie 情報)。(No.11 がその成果品)
10. Capacity Development and Institutional Strengthening for WRA, A Concept for Support to JICA	WRA	2018年7月	WRA が作成した JICA に対する来年度以降の協力要請書の素案。基本的な要請事項は、(1) WRA スタッフの能力強化、(2) 観測施設の設置・改善・自動化の推進、(3) ダムの安全対策強化、の3項目で構成されている。
11. WRA Strategic Plan 2018-2023	WRA	2019年3月	作成中 (2019年3月、担当コンサルタントから第1次草案が WRA に提出済)

出典: JICA 専門家チーム

ここで注目すべきは、JICA 支援による全国水資源開発・管理計画が1992年 (旧 M/P) とほぼ20年間の時を経て2013年 (「全国水資源マスタープラン」: NWMP2030) に策定され、水法の制定や旧水資源管理庁 (WRMA) の設立及びその戦略計画 (中期開発計画) 等と密接な関係にあることである。また、NWMP2030 が、新水法 (Water Act 2016) が制定する前に策定された点に留意する必要がある。現在、WRA は、新水法に基づき、WRA Strategic Plan 2018-2023 策定 (2019年2月末完了予定) の準備を進めている。

2) NWMP2030 (National Water Master Plan 2030)

2007年、目標年次を2030年とした国家開発計画である「ビジョン2030」が策定された。水は同ビジョンにおいて提案された開発活動を支える基本的な資源として規定され、ビジョンを達成するためには、環境保全に配慮しつつ生活用水や灌漑用水、産業用水の増加する水需要を賄うための水資源開発・管理の適切な実施体制及び計画が必須と考えられた。

一方、世界的な気候変動は、ケニアにおいても大きな問題となっており、洪水及び渇水のリスクが増大しているとの認識が高まっている。このように、水セクターを取り巻く状況が大きく変化している中、水資源マスタープラン（旧 M/P 2002）の更新が必要となり、JICA の協力のもと本マスタープラン調査が実施された。

調査期間は、2010年10月から2013年10月までの37ヶ月間である。最終報告書は、7巻にまとめられ2030年を目標年次とした6流域区別の水資源マスタープランが策定された。基本的な構成は以下の通りである。

開発計画

- (a) 上水道計画 (b) 下水道計画 (c) 灌漑開発計画 (d) 水力開発計画 (e) 水資源開発計画

管理計画

- (f) 水資源管理計画 (g) 洪水・渇水災害管理計画 (h) 環境管理計画

組織制度

- (i) 組織制度強化計画

本プロジェクトでは、特に、マスタープラン（6流域区別）のうちの水資源管理計画と洪水・渇水災害管理計画に着目し、その提言内容を、情報共有とフォローアップの目的から WRA 幹部に対してプレゼンテーションを実施した（WRA 本部会議室、2017年4月7日）。さらに、本プロジェクト活動後半の「今後の協力方向性を検討」の前提として組織制度強化計画の提案内容を確認した。その結果は本節「(3) 水資源管理プログラムへの助言」に述べる。

3) Catchment Management Strategy

旧水法(2002)の要求事項(Section 15: Catchment Management Strategy)を受け、各6流域区の流域管理戦略(Catchment Management Strategy: CMS)が2014年から2015年にかけて策定された。実施期間は、2014年(または2015年)から2022年までの約7~8年間である。

その基本理念は、統合水資源管理(IWRM)の思想を土台にし、流域区内の水資源の管理、利用、開発、保全、防御に関する指針と言うべき内容となっている。また、時期的にNWMP2030策定直後に作成されたこともあり、そのタイムフレームや計画内容は、基本的にはNWMP2030の提案内容を踏襲しつつも、別の切り口からの構成となっている。例えば、Tana Catchment Area CMSの計画構成は以下の通りである。

- (a) Management Approaches (管理方針)
(b) Water Balance and Demand Management (水収支・需要管理)
(c) Water Allocation and Use Management (水配分・利用管理)
(d) Water Resources Protection (水資源保全)
(e) Catchment Conservation and Protection (流域管理・保全)
(f) Flood and Drought Management (洪水・渇水管理)

- (g) Climate Change Adaption (気候変動への適応)
- (h) Water Resources Infrastructure Development (水資源関連インフラの開発)
- (i) Rights Based Approaches (水利権管理)
- (j) Livelihood Enhancement (生計向上)
- (k) Institutional Strengthening (組織強化)
- (l) Monitoring and Information Management (観測・情報管理)
- (m) Financing the CMS (CMSの予算管理)

タナ流域区 Embu 地域事務所にて、Assistant Technical Coordination Manager に対し、上記 CMS の実施状況についてインタビューした。その結果、基本的には実施上のガイドとして参照するものの、予算の制約があるため、実施の内容や優先度に関しては、事務所レベルで変更され運用されているのが実情であることがわかった。一方、現時点では、新水法 2016 が制定されたこともあり、前述した WRA Strategic Plan 2018-2023 が策定された後に、すべての流域区で CMS の見直し、内容の更新が行われるものと推察される。

4) Kenya Water Security and Climate Resilience Project (KWCSR, 世界銀行)

世界銀行の支援を受け、WRA が主たる実施機関として進行中のプロジェクトである。ビクトリア湖北流域区の Nzoia 川をパイロット流域として位置付け、様々な活動を展開している。WRA が担当するサブプロジェクトは以下の通りである。

- (a) Nzoia Watershed Management
- (b) Lower Nzoia Flood Early Warning System
- (c) Strengthening Water Management and Planning
 - Activity 1: Water Resources Knowledge Base
 - Activity 2: Water Resources Planning and Allocation
 - Activity 3: Institutional Capacity Strengthening and Partnership

同流域は、特に流出土砂量が多く、流域管理の重要性が指摘されており、上記(a)では IWRM の理念に基づく計画策定が進みつつある。また、(b) では、韓国政府の無償資金供与 (約 US\$3.5 mil.) により、全国の洪水危険箇所 (NWMP2030 で指定) を対象として 16 ヶ所の自動水位観測システムの建設が進められている。尚、Nzoia 川流域を対象として、WRA とケニア気象庁 (KMD: Kenya Meteorological Department) の間で、協力合意書が結ばれ、必要な気象水文データの相互提供の円滑化が図られている。

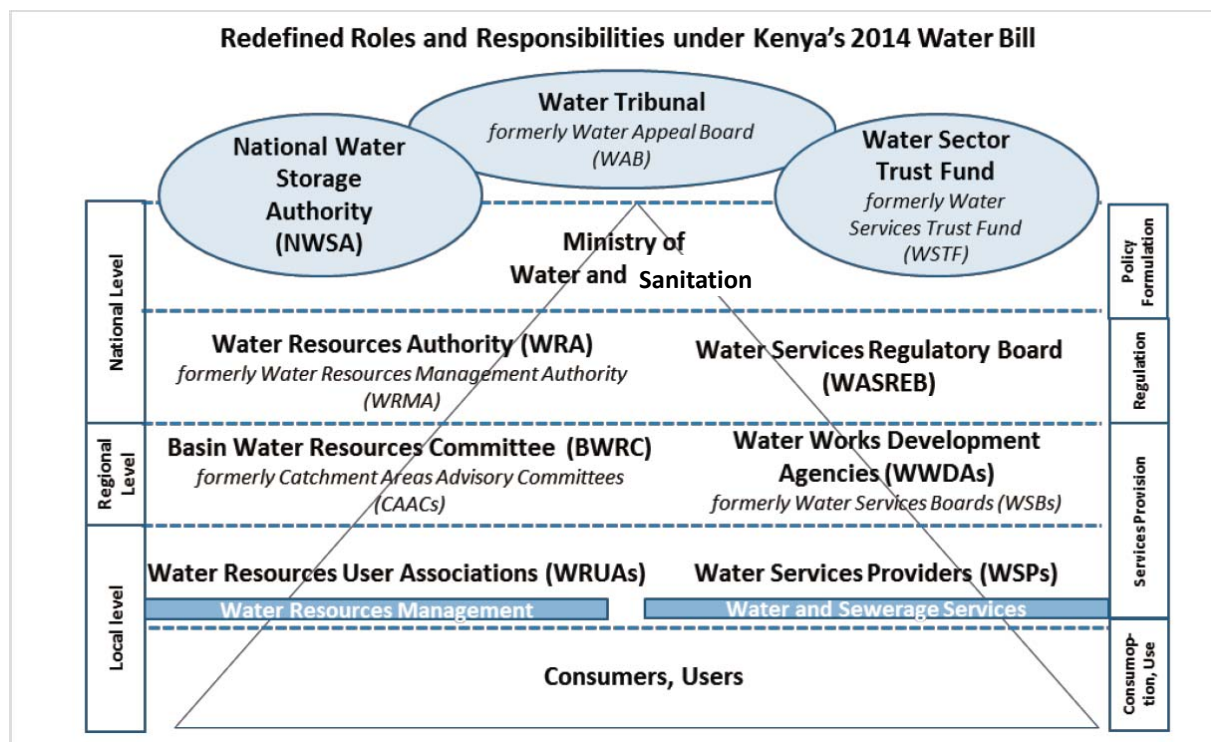
(2) ケニア国における水資源管理の方針の確認 (活動 3.1 関連)

1) 新水法 (Water Act 2016)

2010年に制定された新憲法が標榜する地方分権化を水セクターで具現化するために、2016年新水法が公布された。これにより、WRMA は WRA と改称され、その責任管掌にも変動がみられる。また、他機関の名称も以下の通り、変更された。

<u>旧水法</u>	<u>新水法</u>
● Catchment Area Advisory Committee (CAAC)	Basin Water Resources Committee (BWRC)
● Water Services Board (WSBs)	Water Works Development Agencies (WWDAs)

2014年水法案時点の組織改訂の概要を図 2.16 に示した³。



出典: <https://www.2030wrg.org/wp-content/uploads/2016/12/...>

図 2.16 2014年水法案による関係組織の再定義と責任管掌

WRMA と WRA の相違点について、新旧水法から読み取れる範囲で整理できる点を表 2.20 に示す。

表 2.20 WRMA と WRA の機能上の相違点 (新・旧水法から)

	WRMA (旧水法)	WRA (新水法)
1	・ CAACs が地域において水資源管理における調整機能を有する	・ CAAC が BWRCs へと変更となり、その役割を BWRCs が引き継ぐ。さらに、流域の管理、WRUA の設立支援、WRA の助言機関としての役割を担う ・ County 政府は、地政学的に関連する BWRC に代表者を送り込むことができる ・ WRUA 設立の責任を持つ ・ 水資源管理上、特定の責務を果たすため、BWRC は WRUA と契約を結ぶことができる
2	・ 給水サービスや水資源管理における地方政府の役割が明確ではない	・ 給水業者は私企業であろうが公的機関であろうが、調整機関の承認を得て PPP 契約に参加できる
3	・ 洪水軽減についての役割は限定的	・ 洪水軽減のための役割が追加された
4	・ 流域間導水の認可に関しては規定がない	・ 流域間導水の認可の責任を負う
5	・ 水資源管理は中央政府の役割、つまり地域をまたがる導水は国家予算から計上	・ 地方政府は給水及び下水処理サービスの責任を負う
6	・ プロジェクト実施のための資金調達に関して明確なガイドラインがない	・ 活動資金を受理できる
7	・ 違反に対して司法長官の承認に基づき法的救済措置が求められる	・ 左記のような規定はない

出典: JICA 専門家チーム

³ 「Ministry of Water and Irrigation」は現在、「Ministry of Water and Sanitation」に改編されている。

また、新水法 第 III 編- 水資源の管理と利用に関する規定の 11 条で WRA の設立が宣言され、12 条に WRA の機能として以下の 9 項目が明記された。

- (a) 水資源の管理と利用、洪水被害軽減のための標準、手順、規則を策定し施行すること
- (b) 水資源の管理と利用を統制すること
- (c) 本水法のもとで規則を施行すること
- (d) 取水、水利用、涵養の許可申請を受付け、水利権の決定、発行、変更を行うこと、そして、それらの許可を施行すること
- (e) 水利権料と水利用料金を徴収すること
- (f) 水利権料と水利用料金を決定し、規定すること
- (g) 国家の水資源の管理、水資源の貯留、洪水制御戦略に関する政策策定のための情報を、内閣に提供し助言すること
- (h) 水資源の管理と利用のより良い統制のために、他の地域、国家、国際機関と協力すること
- (i) 水資源の管理と利用全般に関して内閣に助言すること

上記は、WRA のすべての政策や活動を規定する基本原理と理解する。また、洪水被害軽減が、WRA の責任として明確に位置づけられた。

2) GIZ へのヒアリング

ドイツ政府の国際援助機関 GIZ (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH) は、ケニア国では 1964 年以来活動を続けており、経済発展、水資源開発・管理、グリーンエネルギー、ガバナンス、食糧安全保障、平和と安全を含む幅広い分野のプログラムを実施している。特に、水セクターでは、援助の歴史は長く、WRA (旧 WRMA) Performance Report や Catchment Management Strategy 策定にも関わっている。WRA 本部には、Technical Advisor (ケニア人) が常駐し、水配分に関するプログラムの策定や GIS を使ったデータ管理に関する業務を支援してきた。

本プロジェクトの活動の一環として、2017 年 3 月 21 日 (上記 Technical Advisor) と同年 3 月 30 日 (ナイロビ市内の GIZ 事務所) の 2 回にわたりインタビューを行った。新水法に関する、GIZ の見解を総括すると以下の通りである。

- 水資源管理の部分は旧水法から大きな変更はないとみられる
- 新水法では、地方分権化を前面に打ち出して、中央政府と地方政府レベルの責任管掌を明確化している
- 旧水法から顕著な変化が見られるのは水供給の分野である
- WRMA は、(水管理のための) 規約・規則策定と流域区における実際の管理の両方の責任を負っていたが、新水法による WRA は、前者だけを担い、後者は、Basin Water Resources Committee (BWRC) と WRUA (Water Resources Utilization Association) が担うことになる

上記の通り、GIZ によるケニア国の水セクターにおける支援は、本国政府の方針転換に従い、2018 年 12 月までですべて終了し、各プロジェクトの成果はすべて WRA に移管されている。

(3) 水資源管理プログラムへの助言（活動 3.1 関連）

1) WRA 内の将来ニーズ分析結果

上記 (1) と (2) の検討結果から、WRA が進むべき道筋が、少しずつ具現化されつつあるが、基本的には、WRMA の時代と大きく方向はずれないものと見られる。関連する情報として、National Water Pilocy に関する 2018 年国会審議用の文書(“Draft Sessional Paper on National Water Policy (Version of 21 June 2018)”)を入手した。ここでは以下の 8 つの主要分野の一つとして「水資源管理 (Water Resoueces Manamnet)」に焦点を当てている。

これに見る通り、「水資源管理」は、依然として優先分野の中でも上位に位置づけられ、これまでの水セクターにおける政策や計画の中で底流とし存在し、その強化・改善の必要性は今後も当分変わりそうにない。さらに、ANNEX として添付されている Draft Implementation Matrix の Water Resources Management を見ると、12 の Policy Direction のうち、以下の 2 項目で Monitoring 及び Data Management に関する政策・行動が含まれている（原典からの抽出）。

表 2.21 水政策に関する国会審議用文書抜粋

政策事項	行動内容	実施年数
6. Put in place water resources systems for continuous and coordinated surveillance, <u>assessment and monitoring of basin areas, aquifers, and water bodies</u>	a) Develop and implement a National water resource assessment and <u>monitoring framework for surface and groundwater resources</u> , and water quality	3 years
	b) Establish a water resources systems coordination framework among sector actors	3 years
12. Establish national system for acquisition, <u>management and sharing of water resources information and data</u>	a) Establish an <u>integrated geo-referenced water resources database</u>	4 years
	b) Develop and implement a <u>framework on data and information sharing system</u>	1 year

出典：”Draft Sessional Paper No.** of 2018 on National Water Policy, Version of 21 June 2018, Ministry of Water and Sanitation”

さらに、WRA Shurie 長官等との協議の際に、入手した”Concept Paper（2018年9月）”によると支援が必要な分野として、以下に示す通り 3 項目を掲げている。

- (a) 地域事務所とサブ地域事務所に焦点を当てた能力強化と技術移転を通じた水資源管理に関する組織体制の強化、
- (b) NWMP 2030 に基づく水資源管理の改善のためのテレメータ化等による観測ネットワークの強化
- (c) ダム安全基準の開発

以下に、原文を掲載する。

.....

1. Strengthening and building institutional capacity for water resources management through capacity development and technology transfer with focus on the Regions and Sub Regional offices
2. Enhancement of monitoring network through installation of telemetric and other monitoring equipment on order to improve water resources management by WRA in line with the National Water Master Plan 2030

- Acquisition, installation and calibration of automatic water level sensors, automatic river gauges to provide telemetric automated hydrometeorological and water quality monitoring stations in target counties in Athi Catchment.
 - Provision of telemetric automated ground water monitoring stations (drill and equip with data loggers and telemetric system for 10 groundwater monitoring stations in
 - Kiambu (Thika-Delmonte-Kakuzi, Kikuyu Escarpment Forest)
 - Nairobi (Upper Hill)
 - Mombasa Town
 - Kwale (Ukunda)
 - Kilifi (Malindi)
 - Taita Taveta (Mzima Springs)
 - Makueni (Kibwezi Spring area)
 - Machakos
 - Kajiado (Ongata Rongai)
 - Acquisition of Acoustic Doppler Current Meter (ADCP) and Acoustic Doppler Velocimeter (AVP)
 - Civil works which will include: Construction of automatic water level data logger housing, construction of perimeter fence for automatic water level data logger housing and rainfall stations, construction of ARG data logger stations, onsite construction of reinforced concrete posts and struts for erecting staff gauge.
3. Development of dam safety regulations which will involve:
- i. Development of guidelines and standards for dam safety
 - ii. Development of dam safety manuals
 - iii. Assessment of all existing dams
 - iv. Mapping and inventory of all existing dams in the country
-

2) NWRM2030 組織制度強化計画の提案内容

2010年制定の新憲法に基づく国家水政策と水法改訂（新水法2016）が未完了であったため、マスタープランの組織制度強化計画は1999年策定の国家水政策と旧水法2002に基づいて策定された。

この計画の中では、以下の8つの戦略的アクションが提案された。

- (a) アクション1：水資源管理の具体的枠組みの明確化
- (b) アクション2：国家レベルおよび地方レベルで水資源の独占的・一元的管理
- (c) アクション3：水利権と水資源開発計画の一元管理
- (d) アクション4：水資源の科学的・量的な管理体制の構築
- (e) アクション5：供給管理と需要管理
- (f) アクション6：WRMA 地域事務所の能力開発
- (g) アクション7：WRUA の設立促進および強化
- (h) アクション8：国家および地方レベルの水資源管理組織の財政状況の改善

マスタープランでは、水利権紛争や環境へのインパクトを避けるため、出きる限り早期に上記アクションを実施することを提案した。特に、アクション3と4はWRA本部及び地域事務所の組織強化の一環として試験的にも実施することが望ましい、かつ、この試験的アクションはマスタープランの水資源開発及び管理計画を活用し実行可能と、提言した。

それぞれのアクションの内容は、マスタープラン策定後の新水法 2016 等の水資源開発・管理に係る法律や計画に照らしても、組織制度の面から水セクターの発展に寄与できる内容を多く備えていることを確認した。一方、特に、地方レベル・流域レベルの水資源管理上、WRA の地域事務所は実施的に責任を持つ BWRCs と具体的にどう連携できるか、WRA のタスクは何か、現行の地域事務所の要員で対応可能か等、新しい課題も見えつつある。

3) WRA Strategic Plan 2018-2023 (第1次ドラフト)

Water Act 2016 に基づき、2019年2月、WRA Strategic Plan 2018-2023 の第一次草案が担当コンサルタントから WRA に提出された。この内容に関して、その概要を以下に示す。

(a) 全体構成と概要

要約 (Executive Summary) と全 8 章から構成されており、各章のタイトル及び記載概要を表 2.22 に示す。

表 2.22 WRA Strategic Plan 2018-2023 の内容と特徴

構成 (章タイトル)	主な記載内容	特徴・補足説明
要約	<ul style="list-style-type: none"> □ケニア政府はケニア国憲法 2010 第 43 条により水資源を保障することを宣言した。 □ミレニアム開発目標のもと統合的な水資源管理手法として、ケニア政府は統合水資源管理 (IWRM) の原理を適用する事を決定した。 □従来の WRMA は、新水法 2016 の施行により WRA に移行した。新水法の目的は、ケニア国憲法に従い、水資源管理・開発の調整及び水供給と下水処理サービスのための法的規定を示すことである。 □この新水法により WRA は水資源の管理と利用を統制する一政府機関として責任を持つことになった。 □WRA 戦略計画 2012-2017 の評価を通じて、水資源は中央政府の管理下に置かれるものの、計画の実施段階におけるカウンティの役割を、新戦略計画 2017-2022 では、提示する必要がある。 □ビッグ 4 アジェンダの実現に向けた鍵は、まさに「水」である。 □従って、WRA の役割は非常に重要になりつつあり、これに向けた支援の中でいくつかの重要な役割を実行に移すことに期待が寄せられている。 □新戦略計画を策定には、参加型の計画手法を採用し、WRA 内部・外部の利害関係者との協議、評価を実施し、SWOT (Strength, Weakness, Opportunity and Threats) 分析手法を用いた。 □新戦略計画には、目的達成のための活動と、その実施工程と具体的な成果が示されている。 □新戦略計画は、会計年度ごとに期待された成果を生み出すための適正な組織、財政、運営、人材及びリスク管理の戦略を含む。 □新戦略計画は、実施段階における進捗を査定するための統合的なモニタリング・評価の枠組みを含む。 	本稿の全体的な概要を示す。

<p>1. 序章</p>	<p>□WRA は、新水法 2016 により 2017 年 4 月 21 日付の官報により、水衛生省のもと国家の一組織として設立された。旧水法 2002 に基づき WRMA として 12 年間存続した後、WRA が正式に発足した。</p> <p>□WRA は、WRUA やその他の関連機関と共に、ダブリン宣言で位置づけられた統合水資源管理を実現していく責任を有する。</p> <p>□そのための手段として、国家水資源管理戦略（National Water Management Strategy）に基づき 6 流域区ごとの流域管理戦略（Catchment Management Strategy : CMS）を策定した。CMS は、WRA の支援のもと WRUA がコミュニティごとにサブ流域管理計画（Sub- Catchment Management Plan : SCMP）を作成し実施に移している。</p> <p>□新水法第 III 編の第 12 項により、WRA は、全 9 項目の機能を有するものと規定される。これを遂行するために、WRA は国土の水資源を利用し管理するための組織として全責任を担う。</p> <p>□新水法第 13 項より、WRA は以下の権限を有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 組織の活動のための予算取得 ● 水資源に関する情報の収集、分析、発信 ● 水利用者による利水要請・認可に係る法律遵守の監視 ● 流域界を跨る水資源配分に係る許可の発行 ● 水法 25 項に基づき、流域水資源委員会 (Basin Water Resources Committee) に管理機能を委譲する。 	<p>本章では、WRA の設立経緯及び責任管掌、権限とその根拠を明示している。WRA が目指すビジョン、ミッション、共有すべき価値、等も示しており、WRA のホームページに掲載され、一般に開示されている内容に合致する。</p> <p>新水法が規定する WRA の 9 項目の機能は P34 参照</p>
<p>2. 国家開発計画のもとでの WRA の役割</p>	<p>□ケニア国憲法 憲法では「水」は人間の権利として位置付け、ケニアビジョン 2030 では、「国家の発展を支える重要な資源」と規定する。</p> <p>□ケニアビジョン 2030 とビッグ 4 アジェンダ ケニアビジョン 2030 は、産業経済を指向する国家への転換を目指した、2008 年から 2030 年までを視野に入れた新しい開発計画である。ビジョンの実施は、5 年ごとの中期計画 (2008-2012、2012-2017、それ以降同様に 2030 年まで) に基づく。</p> <p>WRA は水資源管理に関し、5 つのビジョン 2030 基幹プロジェクトを掲げている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 気象・水文観測ネットワークの設立、復旧、改良 (2) 地下水の水文地質からの評価 (3) 流域管理戦略の見直し (4) サブ流域管理計画の策定 (5) 土質ダム建設のための技術的な支援 <p>また、ビッグ 4 アジェンダの実現を支えるため、WRA は以下の役割を期待されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 計画策定のためのデータ・情報の提供 (2) 適正な水質と水量の持続的な水資源確保 (3) 持続可能な水資源管理のための管理規定の統制と強化 	

	<p>□水資源管理政策 水資源管理政策の方向性を以下の観点から述べた上で、WRA が貢献できる分野を12項目提示している。</p> <p>(a) 国家としての水資源の希少性から見た水資源管理の重要性、(b) 新水法 2016 のもと設立された BWRCs (Basin Water Resource Committees) の役割と総合的な流域管理の欠如、(c) 水資源の平等な配分と適正な水利権管理、(d) 水質汚染の規制と管理、(e) 水資源管理への住民参加、(f) 定期的な水質調査と継続的なモニタリング</p> <p>□他セクターへの貢献 WRA が、エネルギー、農業、工業、健康、教育・訓練、観光等の分野で直接的・間接的に貢献できる点について説明している。</p>	
<p>3. WRA の現状分析</p>	<p>□戦略計画 2012-2017 のレビューについて記載されている。内容は、2017年4月にWRA自ら作成した”A Report on the Evaluation of the WRMA Strategic Plan 2012-2017 “を引用している。(本報告書表 2.19 参照)</p> <p>□表1に、責任分野ごとに実施された活動内容(実績)とその評価が記されている。</p> <p>□旧水法 2002 に基づく WRA (WRMA) の現行組織図及び職員数(含む事務所ごとの内訳人数)を示す。全756名の内、約4割(290名)が技術系、6割(466名)が事務系(補助)の職員構成となっている。</p> <p>□本戦略計画を策定するために、WRA の機能と能力に関して、SWOT 分析と PESTLEG 分析を実施した。その結果が提示されている(表5)。</p> <p>□WRA の顧客と利害関係者との関係性、WRA へのニーズ、課題、等が示されている(表6)。</p> <p>□新水法 2016 は、WRA が統制機関(Regulatory Authority)として位置付けている点を述べ、再度7つの機能を掲載している。</p> <p>□国家開発における WRA の果たすべき役割を、水資源の「統制」、「保全」、「普及」の視点から整理し、結論付けている。</p>	<p>結論として、WRA の責務には、水資源管理の「監視機関」と「実施機関」の2つの目的があるとしている。</p> <p>PESTLEG: Political, Economic, Social, Technological, Legislative, Environmentl and Governance の頭文字を取ったマイクロ社会経済の分析手法の一つ。</p>
<p>4. WRA の戦略方針</p>	<p>□組織としての戦略目標 WRA は、水質管理、流域保全、適正技術の応用と開発、モニタリングと情報システムによって構成される水資源管理と利用に包括的かつ統合的な手法を推進しようとしている。持続的水利用も含む。</p> <p>□ケニア国内の水資源について、表流水・地下水・土地利用・転流水・水利権・水質保全と排水規制・調査とモニタリング・住民参加とコミュニティの視点から、それぞれが厳しい状況と改善を必要としている現状を記述。</p> <p>□7つの戦略目標とその実施内容を提示。</p> <p>□戦略目標を、利害関係者、財政、内部規定、組織能力の4つの視点(For Balanced Score)から整理し、数値目標と5年間の概略予算を含む「戦略計画実行表」を提示。</p>	<p>本章が提案の根幹部分と理解する。</p>

5. 組織制度と管理能力	<input type="checkbox"/> 水資源管理に係る5段階の組織（WRA 評議会、本部、流域区、流域水資源委員会（BWRC）、サブ流域区）の、役割と責任を明記 <input type="checkbox"/> WRA の下に4段階の実施組織を提案 WRA⇒BWRD⇒WRA Basin Office⇒Sub-basin Office⇒地方政府（カウンティ）・WRUA・CSO 等 <input type="checkbox"/> 6 流域区を構成するカウンティを提示している。	WRA の地域事務所（RO）と BWRC との役割分担が明確でない。 WRA Basin Office は現行の地域事務所（Reginal Office）のことか？
6. 必要な資源	<input type="checkbox"/> 現行の756名の職員数に対して新組織を構成する人数を797名として提案している。 <input type="checkbox"/> Section、Division、Department の3段階で構成されるWRAの新組織を提案。総裁（CEO）は、6つの事務所の統括責任者と日々連絡を取り合い、監理する。 <input type="checkbox"/> 本戦略計画実施のための財政的な措置として、約50億シリング（経常予算約30億、開発予算約20億）の予算計上が必要と提案している。 <input type="checkbox"/> 予算確保のための手段、パートナーに言及している。 <input type="checkbox"/> 組織面から、中央政府と地方政府（County）の役割と協調について言及している。ケニアの国土は流域区に分けられるが、流域単位の総合的な管理計画はまだ存在しない。流域管理計画とサブ流域管理計画が、流域ごとに十分に統合されていない。BWRCs がこの分野で機能することが期待できる。	Section、Division、Department の名称を有する部署の階層が明確でない。 （表現上の問題かもしれない）
7. モニタリング及び評価戦略	<input type="checkbox"/> 国家的には、ケニアビジョン2030が5年ごとの中期計画に基づいて実行され、この進捗状況が評価される。 <input type="checkbox"/> 水セクターでは、全面的に水衛生省（MWS）に政策の評価は委任されている。水資源管理戦略計画の現況、進捗状況のモニタリングと評価は、評議会レベル、管理レベル、機能レベルで実施される。 <input type="checkbox"/> モニタリング・評価のためのツールと評価指標が提案されている。	
8. 危機管理戦略	<input type="checkbox"/> 合計7分野のリスクに対し、影響範囲、程度、制御手段、緩和対策、責任部署、時間軸、等からなる危機管理戦略を提案している。	
添付資料（Annex）	<input type="checkbox"/> 以下の6種の添付資料がリストに掲載されている。 (1) Overall Institutional Status of WRA against WA 2003 Mandate (2) WRA Development Themes and Sub Themes (3) Map of Kenya showing Regionas and Sub-regions (4) Contacts from HQ, Regional and Sub-regional Offices (5) Logical Framework Matrix (6) Results and Implementation Matrix in Balanced Scored Format	

出典：JICA 専門家チーム

(b) 着目すべき要点

本 WRA 戦略計画 2017-2022 は、まだ第一次草稿の段階であるが、全体的な骨子は今後の最終案でも大きな変更はないと仮定する。ただし、数値目標や実施計画は、詳細内容の最終化の過程で変更の余地はまだあると推察される。従って、ここでは全体概要を把握した

上で、協力の方向性の検討材料として、第4章に示された7つの戦略目標に着目する。

- 水資源の情報と管理システムの強化 ⇒ アクション2、4
- 水資源の計画、配分、規則遵守の改善 ⇒ アクション1、3、4
- 水資源保全の改善 ⇒ アクション1
- 水資源管理に関する利害関係者間の協力強化 ⇒ アクション6、7
- 法制度の構築と作業環境の改善 ⇒ アクション1、5
- 資源調達と予算の有効活用の強化 ⇒ アクション8
- 水資源管理への利害関係者参加の強化 ⇒ アクション5

WRA 戦略計画 2017-2022 と NWMP2030 組織制度強化計画の戦略的アクションの番号の関係性を上記に示した。上記7つの戦略目標の内容を精査すると、マスタープランの組織制度強化計画とも密接に関連し、提案されたアクションプランに程度の差こそあれ関連していることが分かった。

4) 今後の協力プログラム (案)

前項までの分析に基づき、我が国が今後ケニア国の水資源分野で協力を継続していく項目を選択する上で、以下に示す4つの協力に向けた前提条件（基本方針）を考慮した。

- (a) 新水法 2030 が目指す方針（WRA に求める9つの機能）に沿っていること
- (b) NWMP2030 の実現に貢献できること
- (c) 最近の WRA の要求事項や課題解決にも連動していること（新戦略計画に配慮）
- (d) 水資源分野における我が国の技術力や知見・経験を有効に生かせること

上記の前提条件に、今後、WRA 自身の中長期的視点から優先的に強化を継続すべき項目として以下の5項目を取り上げ、最も優先度の高い項目として、(1) 気象水文観測ネットワークとデータ管理の強化、について協力プログラム (案) として提案した（参照：添付資料9）。

表 2.23 水資源セクターの中長期的強化項目

支援項目	背景とニーズ	想定される検討項目及び実施上の留意点
(1) 気象水文観測ネットワークとデータ管理の強化	<ul style="list-style-type: none"> □ 気象・水文観測ネットワークの強化は施設面、技術（能力）面、維持管理体制面、すべての面で強化・改善が必要である。 □ WRA は、KWSCRIP の実績を踏み台として観測所の自動転送化（テレメータネットワークの構築）のすべての流域区で推進しようとしているが、WRA の目標に対してまだ不十分である。 □ テレメータ化の実現には、観測施設・通信施設の計画・設計・建設・管理の他、民間通信（電話）会社との委託契約・メンテナンス契約、周波数帯の許認可問題（無線の場合）、データベースのセキュリティとリダンダンシーの確保、スペアパーツの調 	<p>検討項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NWMP2030 で提案する観測ネットワークのレビューと再構築のための計画立案 ● テレメータ施設を導入し、運営、維持管理するために必要な技術・技能の整理 ● 従来型観測施設及びテレメータ観測施設の標準設計・仕様の開発 ● パイロットプロジェクトの実施（施設計画・設計から設置、運用まで） ● 水文データ（雨量・水位）の

	<p>達・保守管理、要員体制の確立と人材育成、など様々な問題への具体的な対応が求められる。データ使用の明確な目標設定と関連技術の適用可能性、評価が求められる。</p> <ul style="list-style-type: none"> □ テレメータ化とは別に、本プロジェクトで実施したような水資源データの信頼性・継続性の向上と量的管理を支える各流域での活動も並行して継続するべきである。 □ 水文分野での技術者不足、スキル向上のための、組織内外での人材育成・教育訓練が喫緊の課題である。 	<p>品質管理基準の作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 組織強化と技術移転・人材育成 ● 危機管理型水位計設置の可能性の検討、標準仕様の開発（パイロットプロジェクト実施を含む） <p><u>留意点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● KWSCRP の実績・教訓・課題、等の確認 ● 維持管理のための組織体制づくりを合わせて実施すべきである。
(2) 水利権発給・管理の強化	<ul style="list-style-type: none"> □ 将来の大幅な水使用量の増加に応じ、流域内、流域間の導水を含む水資源開発が必要となるが、開発に伴う水利権付与にあたっては、地域間の紛争を回避する枠組み（法制度）が必要である。 □ 新水法 2016 のもと、BWRCs や WRUA の機能が強化されつつも、水利権の発給・管理は、WRA が今後も管轄する。 □ 国家レベル及び地方レベル水資源を独占的かつ一元的に管理する権限と機能を WRA が明確に確立し、強化する必要がある。そのために WRA は、水利権付与や規制のためすべての水セクター関連部署や様々な水利利用者を規制できる権限を持つ必要がある。 □ 将来の水需要増加や気候変動に備えて水供給の安全度を確保するためには、水資源開発の段階から水利権の適正な付与がなされることが重要であり、すべての水利権と水資源開発を連結させた水利権の一元的規制および執行体制の構築が鍵となる。 	<p><u>検討項目</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 流域区の水利権発給業務実態調査 ● 水利権台帳（データベース）の整備・改良（最新版管理の徹底、記載事項や更新規則の見直し、等） ● 「水配分ガイドライン（WRMA、2010年3月）」等、基準類の改訂 ● 実施体制の強化（地域事務所・サブ地域事務所の担当要員増員） ● 担当要員の教育・訓練 <p><u>留意点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 量的管理を推進するには、本項目を単独で行うのではなく、支援項目(1)と合わせて実施することが効果的と考えられる。
(3) 流域管理計画の策定支援	<ul style="list-style-type: none"> □ 流域レベルの流域管理をどう押し進めるか、BWRCs（CAACsを引き継ぐ形で）の設立に伴い Basin Water Resources Management Strategy（BWRMS）の策定が義務付けられている。 □ 一方で、現行 6 流域区の Catchment Management Strategy（CMS:流域区管理計画）は、すべて旧水法 2002 及び WRMA Strategic Plan2012-2017 に基づき作成されたもので、新水法や新規計画に基づき更新が必要である。この分野で支援してきた GIZ は 2018 年 12 月で活動を停止した。 □ 現在は、KWSCRP の下で、6 流域区の新 CMS が策定中で 2019 年中にもドラフトが完成すると伝えられる（WRA 関係者）。 	<p><u>検討項目</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 各流域区の管理計画の作成責任者、対象範囲（流域区分・カウンティの範囲）、実施体制・責任者、各計画の相互関係の明確化 ● 新 CMS の作成状況とその内容の確認（KWSCRP との連携）、WRA 本部内での位置づけ、政策・目標として重要性の確認 ● BWRMC に対し、パイロット流域における BWRMS（案）の策定支援 ● WRUA に対し、SCMP の策

	<ul style="list-style-type: none"> ❑ また、WRUA は Sub-catchment Management Plan (SCMPs) の策定が義務付けられている。 ❑ 地域レベル・流域レベルの水資源管理をどのように効率的、効果的に進めるか、具体的な役割分担は、この分野で WRA 地域事務所に求められるタスクは何か、などが明確にされないと混乱をきたす恐れがある。 ❑ 現行 CMS の実施状況（実績調査）等から見ると WRA、BWRC、WRUA が従来の階層構造を踏襲するとしても、明確な方針（計画者と実施者の責任の明確化）を確立しておく重要性に着目すべきである。 ❑ 新水法 2016 の下での水資源管理体制を確立し、過去の計画に縛られることなく、実効性のある流域管理計画策定が求められている。 	<p>定支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 組織強化と技術移転・人材育成 <p><u>留意点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 支援対象組織が多岐にわたる可能性があるため、優先的な対象流域を絞り、効率的な活動ができるような配慮が必要。
<p>(4) 洪水災害管理分野の強化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ 新水法 2016 で、WRA が洪水管理の機能、責任を担うことが明記された。これに伴い、早期に具体的な活動開始（計画、指針、対策案などの策定を含む）が求められる。 ❑ 流域区ごとに気象・地形条件が大きく異なるので一緒に扱う事はできない。国家及び流域区の指針として、NWMP2030 の成果を、近年の情報を補足した上で有効に活用すべきである。 ❑ 将来的な気候変動の影響を計画策定（構造物・非構造物対策）に考慮する必要がある。2019年3月、モザンビークで発生した洪水被害の教訓をレビューし活かすことが求められる。 ❑ 流域区ごとの計画は、CMS と BWRMS の内容とも整合性を取る必要がある。 	<p><u>検討項目</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ケニア国内の洪水災害管理関連の既往調査・実施案件のレビュー・評価・教訓の整理 ● 至近 10 年間の洪水被害実績及び気象水文事象の整理 ● NWMP2030 による洪水発生リスク地域のレビュー ● 危機管理型水位計設置の可能性の検討（パイロットプロジェクト実施を含む） ● パイロット流域におけるハザードマップ及び避難計画作成 ● 水文解析及び気候変動解析 <p><u>留意点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● KWSCRIP の Nzoia 川流域の調査・計画が先行している。 ● 危険地域として指定されていない地域でも、近年、洪水が発生している。
<p>(5) ダム安全管理体制の強化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❑ WRA はダム建設の実施主体ではないが、水資源管理の責任を担う立場から、ダムの安全管理の責任を持つ。 ❑ ケニア国内の既存ダムは、3,050 箇所と言われており、現在 WRA では、インベントリーの作成作業を実施中である。 ❑ WRA が「Regulator」として、今後、ダムの安全管理分野で何ができるか、何をどこまで求められているか、それにこたえるためには何（技術、要員、時間、予算）が必 	<p><u>検討項目</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ケニア国内のダムの実態調査（主要構造、目的、主要諸元、運用、管理主体、等）及建設中・提案されているダム諸元の整理。 ● 調整・計画・設計・建設・施工監理・入札、安全管理、等各段階、分野における基準・規約類の確認・調査

	<p>要かを十分に議論しタスクを明確化すべきである。それに基づき、要員配置や人材育成の方針を確立すべきである。WRAの現状勢力でどこまで対応可能かが的確に判断できない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 諸元一覧表と位置図の作成 ● ダム安全管理基準(案)の作成 ● ダム安全チェック・維持管理の現場研修(パイロットダムを指定) <p><u>留意点</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ダム安全管理タスクフォーラムの動向、検討成果の確認 ● WRA内の関連する活動の進捗確認 ● 世銀主催のダム安全管理セミナー開催(ナイロビ世銀事務所、2018年10月1日)。
--	--	--

出典：JICA 専門家チーム

2.3.2 研修が必要な課題の特定と研修プログラム作成【活動3.2】

(1) WRA内の職員研修に関する現状把握

WRA組織内の職員研修(内部・外部)に関する現状を把握するため、担当部局(Human Resources Management Office)に質問票によるインタビューを行ない、下記資料を収集した。

(a) Training Needs Assessment

記載内容： WRA職員(原則的には全員)の受講・参加希望の研修項目一覧表(氏名、職責、格付等)

(b) Trainings Plan for the Financial Year 2017/2018

記載内容： 2017年度(2017年7月～2018年6月)に予定されている研修やセミナー、国際会議、海外留学など(技術職・事務職)の種類と期間、開催場所(国内外)、予定参加者氏名と職責の一覧表

(c) Training Requirements (一般情報)

記載内容： 技術職と事務職に分け、これまで受講した外部研修の種類・テーマ・取得ライセンス/ディプロマ、及び今後、受講が必要とされる研修分野・テーマ・個別技術、等の一覧表

上記資料(a)は、所定のフォーム(Staff Appraisal Form)に各スタッフが記入し、提出した資料に基づき作成されている(2016年)。基本的に毎年フォームを配布・回収し、情報が更新されるが、申告制となっているため提出しないスタッフも存在する。その場合には、リスト上に記載されていないケースもあるという。

また、上記資料(b)によると、水文・水資源分野では、水衛生省(MWS)傘下のKEWI(Kenya Water Institute)が、それぞれ3～4日間のコースで下記のテーマで講習を行っている。各コースとも4～5名のWRA職員が参加している。

- Installation, operation and maintenance of hydrometric station training
- Hydrometry and hydrological data processing (タナ川流域区地域事務所職員も参加)
- Hydrological forecasting & time series analysis

- Hydrological modeling and GIS applicaitons

この資料には、JICA 主催の、「統合水資源管理」、「水文気象観測データの戦略的な活用」の研修コースも掲載されている。

(2) 水文・水資源部分野の研修ニーズ

上記資料(a)からは、それぞれ個人的な属性やアカデミックな背景、現在置かれている職責等が起因しているものと推察されるが、項目としておおむね以下の研修ニーズ及び課題が特定、確認できる。

- シニアマネージメントクラス
戦略的組織マネージメント及びリーダーシップ、プロジェクトマネージメント、財務管理、等
- 表流水担当者
IT・コンピュータ技術、水文データの管理・解析技術、GIS、近代的な観測機器（ADCP/ADV等）の操作・維持管理、解析ソフトの操作技術（MIKE Basin）、等
- 洪水管理担当者
洪水・防災管理、早期警報システム、総合洪水対策、流速計等観測機器の操作・維持管理、GIS、IT 関連技術、等
- 水利権担当者
水文データ管理、GIS、公的訴訟処理、統合水資源管理、記録管理技術、等

(3) JICA 主催研修プログラムへの派遣支援

前述した JICA 主催の、「統合水資源管理」、「水文気象観測データの戦略的な活用」の2つの研修コースは、2018年、2019年と引き続き開講され、WRA 職員派遣に向けた支援を実施した。具体的には、研修員選定への助言、貴機構側の要求事項・タイムラインに関する補足説明、アプリケーションフォーム作成支援・助言、研修中の生活環境面のアドバイス、等の活動を行った。

(4) 推奨される研修プログラム

ケニア国内では、前項(1)で述べた KEWI 主催の研修コースがまず挙げられる。KEWI は、2001年に設立された。運営資金の一部を政府からの援助を受けている半官半民の一政府機関であり、水資源に関する研修・調査・コンサルティングサービス等を提供している。研修内容は、水資源分野を比較的広くカバーしているが、短期間コース（1週間前後）のプログラムを見ると水供給、水質管理、水質試験・調査、汚水処理関連分野の講座が多い。ただし、参加実績のある前項(1)に見るようなテーマも中にはあるので、継続的に若手から中堅の職員の参加を促すべきかと考える。

一方、ドナー機関主催の研修に目を向けると、(3)に示した JICA の2つの研修が最も WRA の業務内容に寄り添っており、今後も積極的に派遣すべきである。また、課題別研修：「水災害被害の軽減に向けた対策」があり、今後 WRA が洪水災害管理を管轄することを考慮すると中堅から管理職を含むシニア職員の派遣を検討すべきである。

また、IT 関連、コンピュータ技術、解析ソフトの習熟、等のニーズも見られる。DHI 等が行っている、解析ソフト MIKE シリーズに関する技術セミナーなどが該当する。今後の導入方針や、必要とされる解析技術に応じて、選択すべきと考える。

2.4 全成果共通の活動

2.4.1 再委託業務

本業務においては、合計3件の現地再委託業務を計画し実施した。

表 2.24 本プロジェクトにおける再委託業務一覧

番号	項目	内容	状況
1	河川測量（及び周辺の平板測量）	合計6箇所での河川横断測量、（及び1箇所の平板測量）	完了 (2017年9月)
2	水位観測所の設置・修繕	2箇所の量水標の修繕、1箇所の新規観測所の設置	完了 (2018年3月)
3	流量観測	新規を含めた6箇所に対して、1か所15回程度実施（全90回）	完了 (2019年1月)

出典：JICA 専門家チーム

(1) 再委託業務：「河川横断測量」の概要

1. 再委託契約名：	河川横断測量
2. 再委託業者名：	RAMANI LAND Services Limited 住所：P.O Box 15353, Langata, Nairobi, 00509, Kenya
3. 再委託契約履行期間：	2017年6月23日～2017年8月31日 2017年6月23日～2017年10月13日 (契約変更1、2017年8月21日)
4. 再委託契約業務の概要：	6観測所における河川横断測量（計18横断）
5. 選定方法：	最低コストに基づく選定（見積入札）

出典：JICA 専門家チーム

(2) 再委託業務：「水位観測所の設置・修繕」の概要

1. 再委託契約名：	水位観測所の設置・修繕
2. 再委託業者名：	NARIANA Enterprises Limited 住所：P.O Box 15353, Langata, Nairobi, 00509, Kenya
3. 再委託契約履行期間：	2017年6月27日～2017年11月15日（当初） 2017年6月27日～2018年1月31日 (変更契約1:2017年11月10日) 2017年6月27日～2018年3月9日 (変更契約2:2018年1月30日)
4. 再委託契約業務の概要：	3観測所における平板測量 2箇所の水位観測所の修繕 1箇所の水位観測所の設置 排水路の整備
5. 選定方法：	最低コストに基づく選定（競争入札）

出典：JICA 専門家チーム

(3) 再委託業務「流量観測」

1. 再委託契約名：	流量観測
2. 再委託業者名：	NARIANA Enterprises Limited 住所：P.O Box 15353, Langata, Nairobi, 00509, Kenya
3. 再委託契約履行期間：	2018年3月6日～2018年10月31日（当初） 2018年3月6日～2019年1月25日 (契約変更1:2018年10月3日)

4. 再委託契約業務の概要:	6ヶ所の水位観測所での流量観測各15回(合計90回)実施 2回のワークショップ開催
5. 選定方法:	指名競争見積に基づく選定

出典: JICA 専門家チーム

2.4.2 機材調達

(1) 調達機材

本業務を通して調達した機材は、以下の表の通りである。すべての機材は WRA へ譲渡済みである。一部は上記の再委託業務で設置済み(圧力式水位計・量水標)、および WRA からコントラクターに貸与され(流速計)プロジェクト活動に有効に活用された。

表 2.25 供与された調達機材一覧

番号	項目	仕様	個数	備考
1	流速計	プロペラ式	3	1台は流量観測で使用後、残りの3台とも WRA 本部で保管
2	圧力式水位計	圧力式	4	1台は新規水位観測所(4F10)の建設時に設置済み
3	量水標	1.0 m	50	一部は水位観測所の修繕に使用済み
4	デスクトップ PC	Windows 10	2	HP ELITEDESK
5	プリンター	カラーレーザー	1	HP Color LaserJe Pro MFPM277dw
6	GIS ソフトウェア	ArcGIS	1	Spatial Analyst 含む
7	Microsoft Office		2	
8	GPS	ハンディタイプ	1	GARMIN eTrex 30X
9	UPS		1	

出典: JICA 専門家チーム

2.4.3 Newsletter

広報活動の一環として、合計7通(各A4-2頁)の Newsletter を作成し、WRA 本部及び Embu 地域事務所(タナ流域区)の掲示板に掲載された。また、WRA のウェブサイトにもアップロードされ、プロジェクト情報が WRA 関係者及びインターネット経由でケニア一般国民に公開されている。その発行時期と主な内容は以下のとおりである。添付資料 10 にまとめて掲載した。

表 2.26 Newsletter の概要

発行番号	発行時期	掲載内容
No.1	2017年3月	プロジェクト概要、目的、実施期間、活動内容、対象地域、現地踏査結果、今後の活動予定、等
No.2	2017年6月	活動概要、水位観測所の現地踏査結果、現地再委託業務の進捗、タナ川流域区管理戦略計画、今後の活動予定、等
No.3	2017年10月	活動概要、各成果に関する主たる活動の進捗、河川測量(現地再委託)の進捗、今後の活動予定、等
No.4	2018年3月	活動概要、各成果に関する主たる活動の進捗、水位観測所の設置・修繕(現地再委託)の進捗、今後の活動予定、等
No.5	2018年7月	活動概要、各成果に関する主たる活動の進捗、流量観測(現地再委託)の進捗、今後の活動予定、等
No.6	2018年11月	活動概要、各成果に関する主たる活動の進捗、水位観測所の維持管理・データ管理用ガイドライン、今後の活動予定、等
No.7	2019年1月	活動概要、各成果に関する主たる活動の進捗、プロジェクト活動取りまとめ会議(Embu)の結果、今後の活動予定、等

出典: JICA 専門家チーム

3 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

(1) 重要合意事項の明文化

課題：本プロジェクト開始に当たり、JICA 及び実施機関の WRA 双方が署名した合意書が存在しなかったため、最低限の規定事項を明記し、合意しておく必要性があった。

工夫：WRA の Shurie 総裁、F. Edalia 氏（元 Technical Coordination Manager、2017 年末までに引退し、現在は副総裁格であった B. Mwaniki 氏が昇格し同職務を担当）、L.Thooko 氏（Assistant Technical Coordination Manager）と度重ねて協議した結果、Tehcnial Note として活動内容を明記、作成し、専門家チームとの間で署名・交換することとした（本報告書「1.6 合意事項の確認 (2)」参照）。

教訓：プロジェクト活動の成否にかかわる重要合意事項は明文化し、実施機関と共有すること。

(2) プロジェクト目標達成に密接に関係する CP の選定

課題：当初、Shurie 総裁を含め 5 名の本部幹部職員がカウンターパート（CP）として想定されていたが、プロジェクト目標や予定された各活動に効果的に関与できるか懸念があった。

工夫：効果的な技術移転とその定着を踏むため、実際のプロジェクト活動に参加するスタッフを、本部だけでなくパイロット地区の地域事務所やサブ地域事務所のスタッフを含めることを進言した。その結果、合計で 19 名のスタッフが正式に任命されプロジェクト活動に参加することとなり、パイロット地区での活動がより確実に現地に定着する礎が築かれた（本報告書「1.6 合意事項の確認 (1)」参照）。

教訓：プロジェクト効果の早期発現と定着化に配慮した CP の配置を提案すること。

(3) パイロット活動対象流域（地域）の選定

課題：本プロジェクト開始前（コンサルタント調達時）には、Lake Victoria North 流域区がパイロット地区として考えられていた。しかし、プロジェクト開始直後のキックオフ会議（2017 年 1 月 18 日）の席上で、Shurie 総裁からタナ流域区に変更したい⁴、と要請があり急きよ変更の必要性が生じた。

工夫：専門家チームの目で、早急にタナ流域区を視察・踏査し、かつ地域事務所の関係者とも意見交換の上、決定を下したいと WRA 側に申し入れ、了承を得た。その後の現地踏査（2017 年 1 月 23 日～25 日）と一連の協議の結果、計画されているプロジェクト活動は、タナ川流域区においても十分実施可能と判断するに至り、WRA 側の提案を受入れることとして、具体的な Work Plan を作成し、承認を得ることで合意に至った。

教訓：実施機関の進行中の活動や別プロジェクトの妨げにならないよう、プロジェクトの活動内容に柔軟性を持たせ CP のモチベーションを考慮すること。

⁴ 先行する世銀支援の「Kenya Water Security & Climate Resilience Project」が Victoria North 流域区の Nzoia 川流域をパイロット地区としており、活動が重複する事態が背景としてあった。

(4) WRA の意向に配慮した調達機材の選定

課題：本コンサルタント契約の中に含まれる調達機材（プロジェクト終了後 WRA に無償で提供）のうち、水位センサー、流速計、水位標は、目的に応じてそれぞれ様々な形式があり、一律に調達しやすさや耐久性だけで購入した場合、現地への適合性や使い勝手、今後の汎用性にそぐわない懸念があった。

工夫：各機器とも、日本製に限らず他国製品も比較検討の対象とし、忍耐強く WRA 側の意向を引き出す努力を行った。特に、パンフレットや仕様の詳細をできるだけメーカーから取り寄せ、比較の段階から CP とともに検討し、協議を重ねた。その結果、一定の合意をもとに機器を購入し、現地に設置し、かつ現在、現地再委託業務（流量観測）等で有効に使用することが可能となった。

教訓：本邦製品にこだわらず、性能や耐久性のみならず、現地の状況と CP の習熟性に配慮しつつ供与機材を選定すること。

(5) 将来の水資源管理に寄与できるプロジェクト活動対象水位観測所の選定

課題：パイロット流域として選定されたタナ川流域で、どのようなコンセプトで水位観測所の修繕や新規水位観測の設置を行うか、対象観測所を選定するか一定の基準（シナリオ）が必要とされた。

工夫：今回、選定したプロジェクト活動対象の水位観測所 6 ヶ所は、1 ヶ所（4F10: Kathita 川）を除いてすべて Management Station である。特に、主要な支流がタナ川本流と合流する手前での流量管理（観測）に着目し選定した。また、河川横断測量や流量観測を通じて水文資料が蓄積され、将来的に水資源管理の精度向上への貢献に配慮した。

教訓：プロジェクト成果の将来への有効性とインパクトに配慮した資源の集中に配慮すること。

(6) 提案事項（NWMP2030）再確認・再検証の重要性

課題：WRA に求められる役割や機能は、新水法 2016 の解釈及びその理念に基づき少しずつ具体化していくと見られている。一方で、NWMP2030 は、旧水法 2002 のもとで策定された。従って、M/P の中で提案されたプログラムやプロジェクト及び戦略的アクションが、新水法 2016 に照らし、今後の WRA にとって同等の優先度を持って位置づけられるかの再確認、並びに実施に向けたニーズの再検証が必要となっている。

工夫：WRA Strategic Plan 2017-2022（WRA 戦略計画）は 2019 年 5 月頃の公表を目指して WRA 自身の手で策定中である（外部コンサルタントが調達され作業中）。NWMP2030 と上記戦略計画の関連性をその内容を対比し精査することによって確認した。本作業は、将来、WRA が庁内のコンセンサスを早期に築き、将来的に予算を確保しやすくする狙いがあった。

教訓：先行する上位計画が存在する場合（今回は NWMP2030 が該当）、後継の新しい計画や指針がどういう関係性にあり、どこに位置づけられるのか確認すること。

(7) 世銀プロジェクトとの密接な連携

課題：前述した世銀支援の「Kenya Water Security & Climate Resilience Project」は、複数のコンポーネントで構成され、その中には本プロジェクトと類似する活動（例えば、観測ネットワークやデータマネジメントの強化）も含まれている。同じ実施機関のもと、同時進行するプロジェクト間で相互に開発された成果や教訓を共有し、WRA への技術移転を促進し、効率的な組織強化が期待されている。

工夫：専門家チームは、適宜、世銀チームの WRA 側の責任者やコンサルタント側のチームリーダーと情報交換を行った。2017年10月6日には、三者合同会議（JICA ケニア事務所担当者も出席）開催を申し入れ、相互の進捗状況や直面している課題等について協議した。その後も適宜情報共有を図り、特に、WRA の組織体制や職員的能力強化に関して意見交換し、参考情報として本プロジェクトの活動や提案内容に取り入れた。

教訓：プロジェクト期間中、実施機関が進める他ドナーによるプロジェクトと連携し、よりプロジェクト効果が上がるような工夫を模索すること。

(8) 活動の効率性に配慮した要員配置の実践

課題：本プロジェクトは、25ヶ月間のプロジェクト実施期間中、現地アサイメント期間が2名の専門家合計で15M/Mと限られている。その範囲で、できるだけ効率的な技術移転活動（能力強化＝技術協力プロジェクト的な位置づけ）が求められている。

工夫：Work Plan 策定時、各アサイメント期間に求められるタスクを分析・評価し専門家2名の配置のタイミングを設定した。つまり、初回と2回目（2017年1月から4月まで）は、作業計画の検討や現地再委託のための現地状況確認、地域事務所でのプロジェクト説明、等が主体となる。そこでこの期間にはできるだけ2名が同時に現地滞在できるように配慮し、配置した。一方3回目以降（2017年7月以降終了時まで）は、できるだけどちらかが現地に居て、CP と協働の活動期間を長く取れるよう、また現地再委託業務の監理の効率性を考え、かつ業務の引継ぎ期間を最低限設け配置した。

教訓：専門家の各アサイメント期間の活動内容に配慮し、より優れた成果に結びつくよう効率的な要員配置に留意すること。

(9) 優先的 GIS 業務（WRA 内担当者）への支援展開

課題：本プロジェクト開始後、水文データ管理の効率化・強化とともに、WRA 表流水データ管理部局の GIS 業務の支援に関し、専門家チームへの要請の高まりにこたえる必要性が生じた。

工夫：ケニア人 GIS エキスパートを特殊傭人の枠で雇用し、かつ本プロジェクトで購入した（調達機材として）PC と GIS ソフトウェア（Arc GIS）を有効活用し、WRA 側の実質的な業務補助となるよう配慮した。特に、WRA 側 GIS 業務担当者と密に作業内容の摺合せを行い、優先的な作業項目のリスト作成（先行実施の優先度付）を依頼した。その後、先方から提供があり、そのリストに基づき工程監理を行い、進捗が第三者にも分かるよう工夫し進め、WRA 側で今後役に立つ資料作成に貢献することができた。

教訓：プロジェクトで雇用した現地傭人や購入機材を有効に使い、実施機関が進める業務をサポートすることによって、計画した成果に繋げプロジェクト目標の達成に寄与する可能性を示している。

(10) 水位観測に使用する機材の研修

課題：現在、殆どの水位観測所では現地住民に委託して1日1回、水位標の読み取りにより河川水位を記録している。観測データの精度確保やデータ量の増加（毎時）、作業効率の向上を図るため観測自動化の推進が重要な課題となっている。

工夫：河川水位を自動的に観測してデータ保存する機材（水位センサー、データロガー等）を提供し、設置した。機材の設置からデータの記録、回収、キャリブレーションといった一連の運用を職員と協働で実施して指導・助言することで機材運用の理解促進を図った。提供した自動観測4セットのうち1セットを今回の研修で使用した。その他3セットも職員が習得した技能を活用してその他観測所に設置され、観測自動化が推進されることが今後期待される。

教訓：供与機材を有効に使い、CPが自動観測化の意味を理解し、きちんと維持管理できようにするための基礎知識・技能の移転と現地での訓練を必ず取り入れること。

(11) 気象・水位観測所の運用改善に向けた支援

課題：気象・水位観測所において、観測機材の故障や水位標の流失等により観測が停止している箇所が多く確認された。これらの問題は台帳等に整理されておらず修繕などの対策が実施されないままの状態となっている。観測所の運用を改善するためには、まずは問題点を整理し情報共有することが喫緊の課題となっていた。

工夫：観測所を検査した結果を記録するチェックリスト及びその運用方法を説明するガイドラインを作成して職員に配布した。チェックリストには、検査項目で問題が確認された内容や必要な対応策について記述する欄を設けた。また、SROが作成したチェックリストをRO経由で本部へ提出することで、情報共有を図り適切な対応策が図られるような手続きの流れとした。このガイドラインに基づいて2018年10月に試験運用を実施し、運用改善に向けた問題点の整理及び情報共有の重要性の理解促進を図った。なお、維持管理の予算には限度があることから、本プロジェクトで選定した重要な観測所を優先的に修繕し、有効な維持管理活動を推進することが重要であることを担当職員に指導した。

教訓：将来、観測所の改善計画を作成するには、現状がどうなっているか、関係者が必要情報を正確に認識し、共有していなければならない。そのためには、現地事務所の日常業務に即した、最低限重要な情報を記録として残せる簡便な支援ツールが効果的であること。

(12) 気象・水文データベースの改善に向けた支援

課題：データベース管理では、データの品質を確保するとともに着実にデータ保管されることが重要な目標である。現状のデータ管理状況においては、書棚・PC設備の不足や予算・人員の不足などの様々な問題点が確認された。これらの問題点は十分に把握、整理されていないことから施設修繕等の対応策を検討できない状況である。まずは現状の問題点を定量的に把握し、関係者間で情報共有することが喫緊の最優先課題であった。

工夫：観測データの品質を確保するとともに着実にデータ保管されるために、データベース管理のチェックリスト及びガイドラインを作成した。チェックリストでは、観測データが紙ベース及び電子ファイルベースで適切に保管されているかを確認するとともに、保管されていない場合にその原因を記述する欄を設けた。これにより、データベース管理における設備や組織上の問題点が把握できるようにした。2018年10月にチェックリストを用いた試験運用を実施し、データベース管理の改善に向けた問題把握として重要な支援ツールとなることへの理解を促進した。

教訓：水資源管理のための水文データの品質確保と有効活用を促すため、データの蓄積状況を把握し、適宜情報更新しなければならない。そのためには簡便な支援ツールが有効であること。

4 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標は、「WRAによる水文情報マネージメント能力が強化されること」である。この目標に対し、以下に示す3つの評価指標が設定されている。

- (1) パイロット地域における表流水観測所の至近の状況が、本部、地域事務所（RO）、サブ地域事務所（SRO）間で適切に更新され共有されること
- (2) パイロット地域における表流水観測所の日観測記録が SRO から RO/本部に確実に転送され、データベースに蓄積されること
- (3) 水資源管理上の課題が特定され、協力プロジェクト/プログラムが提案されること

評価指標 (1) に関して

目標達成の判断の手掛かりとして、既存水位観測所の改良と新規水位観測所の設置、が挙げられる。本プロジェクトでは、Tana 川流域における、既存観測所の改良を2地点（4BE10：Tana Rukanga 及び 4DD02：Thiba）、新規観測所設置を1地点（4F10：Kathita）において、現地再委託業務の一環で実施した。「改良」の内容は、老朽化または紛失している水位標の設置と簡易土木工事（斜面の雨水排水用の排水溝の設置：4BE10）の実施である。また、「新規」では、水位標の設置と共に、圧力式水位センサー及びデータロガーを取付け、自動水位観測が可能となった。また、河岸付近に位置する既存の観測小屋を洗掘から守るため、その川側に延長約 20m の蛇かご工を設置した。

これら、一連の改良工事は、常に Embu RO 及び所管の SRO（Muranga SRO 及び Meru SRO）の CP と連携して進めた。また、観測施設の定期監視と維持管理の重要性に対する認識強化と技術移転を図るため、2018年3月と6月に計2回のワークショップ（流量観測）を開催した。この中で、各 SRO から管内の観測所の現状と課題について発表する機会を設け（参照：添付資料5）、本部/RO/SRO 間の情報共有を図るなど、一定の成果が得られた。

さらに、Tana 川流域内各水位観測所の状況を定期的にチェックし、最新情報を更新し関係者間で共有する目的から、水位観測所維持管理のためのガイドライン（「Guideline for Maintenance of Regular Gauging Station」）を作成し、2018年10月から試用開始した。水位観測所の現状を SRO/RO がチェックリスト（所定のフォームを Guideline に添付）に記入し本部を含めた3者間で情報共有が行われた。今後、継続的にモニタリングが実施され、情報が蓄積されることによってこれらの支援ツールが観測所の改善に資することが期待される。

評価指標 (2) に関して

本プロジェクト期間中、SRO/RO での観測データの共有の流れや各事務所における管理状況を、直接担当者へのインタビューや関連資料等を通じて確認した。

現在は、世銀プロジェクトで各 RO にデータサーバー（PC）と MIKE INFO（データベース管理ソフト）が設置され、全国レベルの視点から WRA のデータ管理能力強化を目指している。一方、本プロジェクトでは、これらの動きとは袂を分かち、Tana 川流域の将来的な水資源管理に貢献するために、現時点の課題を確認した上で、現場での観測データの質的改良に着目し活動を進めた。具体的には、SRO が責任を持つ水位観測所の水位標（スタッフゲージ）の目視データ及び自動観測データ（データロガー）の改善である（水位標や水位センサー・データロガー設置などの活動

も関連する)。脆弱性があり不安定な通信インフラのもとで観測ネットワークや自動データ通信の現状を踏まえると、依然として目視データの記録としての重要性は揺るがないと考えられる。

一方で、データの重要性は認識されているものの、現場のデータが SRO から RO に提出され、さらに本部へと転送・共有されるまでに半年以上も遅れるなどの課題の解決が必要であった。機会があるごとに、予算やアクセスなど制約はあるものの改善の余地は多々あると CP に対する啓蒙活動を継続しつつ、有効な手段を模索した。

その過程で、データ転送 (SRO⇒RO、RO⇒本部) の遅れや不徹底、データロガーに関する知識不足による計測結果の未調整、等の課題解決に向けた活動に絞り込んだ。手段として、データベース管理のためのガイドライン (「Guideline for Hydrometeorological Database Management」) を作成し、前述した水位観測所維持管理のためのガイドラインとともに試用を開始済みである。また、本プロジェクトで 4F10 に設置した水位センサーとデータロガーを使い、現場のデータ取得 (データコレクターによる) から PC へのデータ格納、ファイル形式の変換 (Excel Form)、キャリブレーションまでのトレーニングを実施した。

これらの活動を通じ、CP のスキルは確実に向上し、各観測所の日記録は SRO から RO/本部に転送され、確実にそれぞれのデータベースに蓄積される基礎を構築できたものと考えられる。

評価指標 (3) に関して

ケニアにおける水資源管理の課題を特定するために、関連資料を幅広く収集するとともに、WRA や上位官庁の水衛生省 (元水灌漑省) 関係者、及び世銀、GIZ 等のドナーへのインタビューを行い、現状分析を行った。その過程で、新旧水法における WRA の位置づけ・役割の相違やケニア国における水資源行政の大きな潮流や WRA が抱える課題を確認した。

一方、プロジェクト開始後初期段階で、2014 年の NWMP2030 の策定以降、特に水資源管理計画・洪水管理計画分野の提案事項に係る、各流域区における WRA 本部・地域事務所の取り組み状況についてアンケートによる情報収集を試みた。しかし、残念ながら、6 流域区どこからも返答がなく、提案事項が現時点でどこまで実現しているのか、詳細は確認できなかった。

ただし、これらの一連の活動を通じて、NWMP2030 が庁内で広く認知され、WRA 中期戦略計画やその他の文書にも必ず参照されていることから、責任機関として、その提案の実現を少なからず意識し、その意図を反映させようという動きが継続して存在するという点は再確認できた。つまり、関連情報の更新は必要としつつも、その提案自体の重要性は未だ陳腐化していない点に注目すべきであろう。

さらに、NWMP2030 との直接の関連性について、これを持って議論するのは困難だが、WRA Strategic Plan 2012-2017 の評価レポート (WRA スタッフ自身が 1 週間のワークショップを通じて作成、全 17 名の WRA 職員が参加 = 「A Report on the Evaluation of the WRMA Strategic Plan 2012-2017, April 2017」) を 2017 年 10 月に入手した。6 分野の設定目標に対して、押しなべて達成度は高い評価となっている。その後、この後継の 2017-2022 年版の WRA 戦略計画 (中期計画) の第 1 次草案を 2019 年 3 月に入手し、内容を分析し戦略目標の方向性を確認した。この検討結果を基に、NWMP2030 の組織制度強化計画の提案内容とも見比べた上で、今後の水資源セクターにおける支援項目を選定し、協力プログラム (案) を提案した。

以上の振り返りから、安全面の配慮から活動範囲をパイロット流域区（タナ流域区）の上流域に絞らざるを得なかった点、地域事務所の予算不足から CP のプロジェクト活動への参加が一時期低調だった点など、いくつかの制約はあったものの、プロジェクト開始当初に設定したプロジェクト目標は、一定レベルの段階までは達成できたものと評価する。

5 提言

我が国として、ケニア国の水資源管理分野における今後の協力方向性を見定める上で、重要と思われる9つの視点に着目し、ケニア政府側とJICA側とに分けて、以下に提言としてまとめる。

5.1 ケニア政府側への提言

(1) 活動の継続と予算の確保

本プロジェクトを通じてパイロット地域で実施した、水位観測、流量観測、水位流量曲線の作成、データ管理、等一連の活動は、水資源管理における最も基本的かつ重要な作業である。プロジェクト終了後も、これらを継続して実施できるよう、WRA内で、年度ごとに確実な予算確保を可能とする体制づくりが重要である。また、今回はタナ流域区をパイロット活動地域として選択したが、本プロジェクトの成果を今後他流域に水平展開し、適用していくことも十分可能であり、推進すべきと考える。

(2) プロジェクト成果(ガイドライン等)の有効活用

本プロジェクトの成果の一つとして、観測所の維持管理とデータ管理用のガイドラインを別々に作成し、チェックリストと共にWRA側に提供した。本件、試験的な運用を通じて、WRA側の意見を集約した上で改善を加えている。しかし、今後間を置くことなく、さらなる継続使用を実践し、その過程でWRA自身で使い勝手がいいように、更なる改良を施し使うことでルーチン化されることを期待している。もちろん、これらツールを使う事自体が目的ではないが、まずは自ら実践することから始めてほしいと考えている。

(3) 供与機材の有効活用と効果的な配置

本報告書2.4.2節でも記載した通り、プロジェクト予算で、様々な機材を期間中に調達し、すでにWRAに移管済みである。観測機材については、本部のプロジェクト・コーディネーターの話では、パイロット地域のタナ流域区(Embu RO)に優先的に移管するとのことであった。組織内部の承認作業をいち早く進め、現場で使用できるような配慮を図ってもらいたい。尚、水位センサーとデータロガー(3セット)については、将来的な運用・維持管理に十分配慮し、優先的に配置する3つの観測所を決める必要がある。

(4) 協力プログラムの実施に向けた準備の加速

今回、成果3のアウトプットとして提案した協力プログラム(案)は、強化を必要とする水資源管理セクターの重要分野である。その中でも、観測ネットワークとデータ管理の強化が最も緊急性を要する重要課題と認識している。今回のプロジェクト目的の延長線上にある課題とも言える。WRAには、まず新戦略計画2017-2022の早期最終化と、そのフレームワークの中に協力プログラムの構成要素をどう位置付けるか、庁内の議論、調整、意見の集約を急いでほしい。その上で、WRAとして高い優先度を持つ分野の選択を促したい。

(5) 庁内における人材育成と教育訓練の強化と機会の有効活用

本プロジェクトの最終盤で、開始当初からWRA側プロジェクトマネージャーを務めてきたシニアエンジニアが定年を迎え、WRAを退職し、同時にプロジェクトから離れた。今回は偶然のめぐり合わせかもしれないものの、特に本部では、職員の高齢化が進んでおり、若手職員のリクルートと人材教育は組織強化と持続的成長の上から重要な課題として認識すべきである。組織内部の予算的制約はあるものの、様々な機会を捉えて国内の技術研修やJICAが毎年企画・実施してる課題別研修、等に若手職員を派遣し、能力強化を図る必要があると考える。

5.2 JICA 側への提言

(1) 実施機関による支援スキームの理解浸透への支援

ケニア政府側、本プロジェクトの関係者で、技術協力プロジェクトに関して少しでも知識を持つスタッフはほとんどいなかった。日本の技術・資金協力の枠組みや JICA の支援スキームごとの特色や狙いなど、啓蒙活動が必要であると実感した。案件が開始され、実際のその活動の中に自分が入った時、プロジェクトの成り立ちについて、最低レベルの予備知識でもあるかないかで、プロジェクト活動の理解を促し、参加への積極性にも影響を及ぼすと推察する。

(2) 水資源管理分野の継続的協力関係の構築

現在、ケニア政府として、ケニアビジョン 2030、新水法 2016、NWMP2030 などの計画や新規戦略の実施を加速すべき時期を迎えている。事実、MWS や WRA は今後 5 年間を見据えた新規戦略計画（中期計画）を準備中で、双方とも 1~2 ヶ月中には対外的に公表される見込みである。また、JICA 支援のもとで策定された NWMP2030 は、依然として様々な計画文書に引用、参照され、水資源開発・管理分野の目指すべき羅針盤として関係者間に浸透していることが改めて確認された。引き続き本分野における我が国の支援に期待が寄せられている。

(3) 他ドナー機関との情報共有と連携の強化

本プロジェクトとほぼ並行して、2020 年 5 月完了を目指し、世銀主導の KWSCRIP が WRA の下で進行中である。案件自体の規模や対象範囲の広さを考慮すると、今後、我が国として協力を展開すべき方向性や具体的な内容を探る上で、引き続きその行方を注視する必要がある。また、ドイツ政府の国際協力機関である GIZ がケニア国の水分野における支援活動を 2018 年 12 月で中止した。一方で、ドイツ政府の支援は違う形で WRA に対して継続されるという情報もあり、これら他ドナーの動向や方針に関する情報は、今後の協力案件の有効性を高める上で、定期的に更新の必要がある。

(4) 我が国の関連技術適用の可能性

気象・洪水観測分野における IoT・通信技術の適用や LIDAR やドローンを活用した測量技術等、日本国内のみならず諸外国でも適用範囲が広がりつつある。水資源・防災分野への適用も進み、今後、官民連携による積極的展開を加速しようとしている段階に来ているものと認識する（例えば、国交省が進める危機管理型水位計など）。周辺インフラの整備水準が低いケニア国では、これらの技術を直接適用はできないかもしれないが、どこかを改善・強化できれば一定の信頼性や持続性を持って適用できる技術もありうる。双方にメリットのある案件形成を進めるべきと考えている。

添付資料 1

カウンターパートのリスト

WRMA INTERNAL MEMO

11

TO: Chief executive Officer
THRO' Technical Coordination manager
FROM: ATCM- SW
REF: WRMA/HQ/EXP/23/2 VOL.2
DATE: 3rd March 2017

Recommended for approval 3/4/17

NAMES PROPOSED FOR JICA PROJECT COUNTERPART

Please find the proposed Line-ups and names for the above project in Tana Catchment Area for your approval.

OFFICE	MANAGER	WRM OFFICER	SW OFFICERS	DATA MAN OFFICERS	TOTAL
Headquarter		Lawrence Thooko	1. Julia M. kiruri 2. Margaret Muthiani	1. Eunice ochieng 2. Pauline Nyamu	4
Embu RO	Geoffry Wachira		1. John Kinyanjui 2. Augustus Wanjiku		
Garissa SRO	Abdi Omar		Daniel Gathima		
Meru SRO	Antony Ndungu		Alex Kimotho		
Kerugoya SRO	James Maina		1. Lucy Fundi 2. Jane njuguna		
Muranga SRO	Jackqueline Mboroki		1. Faith mbathi 2. Jane Wairimu		
Kitui SRO	Joseph Munyoki				
Total	6	1	10	2	19


Julia M. Kiruri
ATCM-SW

Approved
2/3
11/4/17


添付資料 2

Technical Note

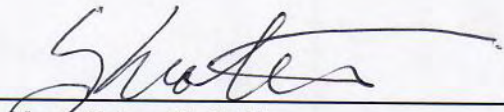
TECHNICAL NOTE
ON
TECHNICAL COOPERATION PROJECT
ON
WATER RESOURCES MANAGEMENT EXPERT
IN
THE REPUBLIC OF KENYA

AGREED UPON
BETWEEN
WATER RESOURCES MANAGEMENT AUTHORITY (WRMA)
AND
THE JICA EXPERT TEAM

Nairobi, 12 April 2017



Mr. Lawrence Thooko
Project Manager
Water Resources Management
Authority,
Republic of Kenya



Mr. Yoshihiro Motoki
Team Leader/ Water Resources
Management
JICA Expert Team

The Project is the technical cooperation project and objective is to enhance capacity of water resources management in the Water Resources Management Authority of Kenya (hereinafter referred to as “WRMA”) through the dispatching two Japanese experts. The project period is for 26 months from January 2017 till February 2019.

WRMA and the Expert Team dispatched by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA Experts Team”) have had a series of discussions in order to decide equipment to be procured and other crucial issues such as cost sharing and target locations for the Project activities to be deployed to allow the smooth implementation of the Project. This Technical Note presents key topics on which both parties mutually recognized and agreed at the beginning stage of the Project hereinafter. Further, the detailed scope of work for the Project with demarcation between WRMA’s Counterpart personnel and the JICA Experts Team is compiled in the Work Plan, which has been mutually accepted at the meeting between WRMA and JICA Experts Team on April 7. Then, the Work Plan was officially submitted to WRMA on April 12, 2017 after duly integrating the comments of WRMA.

1. Procurement of Equipment

In accordance with the results of discussions and agreement with WRMA, the equipment to be procured through the Project was mutually accepted by WRMA. JICA Experts Team will procure all the equipment by the Project budget. In particular, in regards to the current meter and water level sensor, comparison of several types was examined and its results are tabulated in Appendixes 1 and 2 respectively. Table 1 shows the selected type and number of units to be procured through the Project. Upon completion of the project, the equipment will be transferred to WRMA when JICA accepts the official request on transfer from WRMA :

Table 1 Selected Type and Number of Units to be Procured through the Project

Kind of Equipment	Selected Type	Number of Unit to be Procured
Current meter	Propeller type	3 units ⁽¹⁾
Water level sensor	Pressure type	4 units ⁽¹⁾

Note: ⁽¹⁾, Depending on the actual price per unit for purchase since total budget is fixed.

2. Budget for the Project

- (1) WRMA mutually accepted that required budget for participation to the Project activities by WRMA counterpart personnel should be principally shouldered by WRMA.
- (2) JICA shoulders the cost for activities of the JICA Experts Team in Kenya including procurement of equipment and subcontract works.
- (3) JICA Experts Team agreed to covey the WRMA’s request to JICA Kenya Office to disclose the total project cost.




3. Candidate Monitoring Sites for Project Activities (Output 1 & Output 2)

As the results of discussions, priority sites for the Project activities were tentatively decided in accordance with the provisions in the Work Plan, which had been accepted by WRMA. However, those sites as tabulated in Table 2 might be subject to change due to further unforeseeable factors arising in the course of the Project. A location map of the monitoring stations is shown in Appendix 3.

**Table 2 List of Monitoring Sites for Project Activities
(Field Measurement and Installation)**

Planned Activities	Selected Sites	Concept for Selection
1. River cross section survey	<ul style="list-style-type: none"> ● Existing five sites <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>4BE01, 4BE10, 4CC07</u> (Muranga SRO) ➤ <u>4 DD02</u>⁽¹⁾ (Kerugoya SRO) ➤ <u>4EA07</u>⁽¹⁾ (Meru SRO) ● One candidate new site at d/s of High Grand Falls dam site (proposed) along the Tana mainstream near 4F13 or farther d/S site ⁽²⁾. <p><u>A total of six (6) sites</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Considering the importance of surface flow monitoring in river channel, Management Unit G/S located near the confluence with the Tana mainstream should be prioritized. ● Discharge amount released from High Grand Falls dam will become very important for future low flow and flood management at Garissa and farther downstream areas.
2. Discharge Measurement	<ul style="list-style-type: none"> ● Same sites at existing and newly installed stations for river cross section survey (Item 1 above) <p><u>A total of six (6) sites</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● H~Q curves will be created based in the results of discharge measurements at these stations in the Project.
3. Repair of existing surface water gauging stations and installation of new gauging station	<ul style="list-style-type: none"> ● Two sites subject to repair ⁽³⁾ among Item 1 <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>4 BE10 and 4DD02</u> ● One site for new installation ⁽⁴⁾ <ul style="list-style-type: none"> ➤ d/s of High Grand Falls dam site (to be examined further) <p><u>A total of three (3) sites</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Existing gauge plates are obsolete, damaged and/or invisible due to rust and debris. ● Same reason as described in Item 1.

Note: (1, H~Q curves are available at these stations.

(2, Site reconnaissance will be jointly conducted by WRMA and JICA Experts Team to determine the appropriate site between June and July 2017.

(3, Only re-installation of staff gauges are envisaged.

(4, Installation of pressure type water level sensor with construction of logger house is presumed.

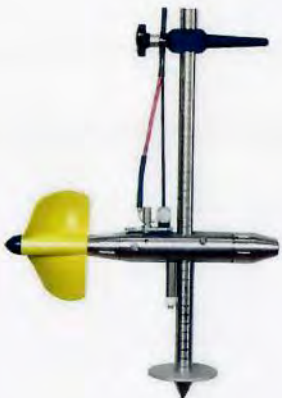

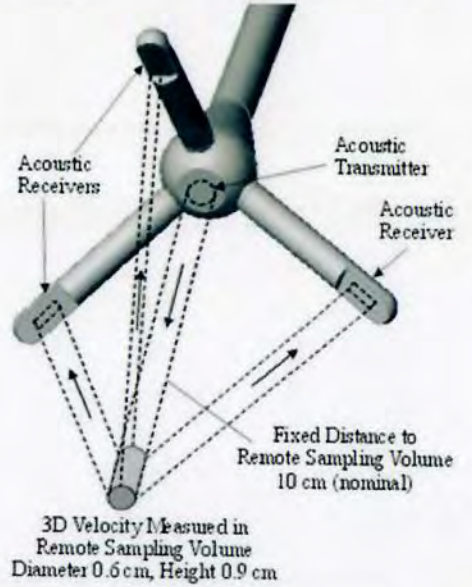
Appendixes

Appendix 1: Comparison of Type of Current Meters

Appendix 2: Comparison of Type of Water level Sensors

Appendix 3: Location Map of Target Monitoring Stations for Project Activities

Table -1 Comparison Type of Current Meters

	Current Meter with propeller	Electromagnetic current meter	Acoustic Doppler Velocimeter (ADV)
Image			
Description	The theory is based on the placing a mechanical current meter at a point in a stream and counting the number of revolutions of the rotor during a measured interval of time.	The theory is based on the principle that a conductor (water) moving through a magnetic field will produce an electrical current directly proportional to the speed of movement (Faraday's law).	The theory is based on the Doppler principle to determine point velocities of flowing water as well as complete vertical velocity profiles. Acoustic Doppler velocimeters (ADV) are a class of acoustic meter that measures a point velocity and can thus be used to make measurements with a wading rod.
Maintenance	A Current meter requires calibration to maintain accuracy. Interval for calibration should not be more than one/two years must be valid for.	A Current meter requires e calibration to maintain accuracy. Interval for calibration should not be more than one/two years must be valid for. Low flow, less than 0.15 m/s is less accurate.	It is only necessary to confirm the transmission / reception performance of radio waves. (It does not require the calibration.)
Experience in WRMA	SEBA Current Meter in SRO.	(---)	Some in the other catchment area
Price	Moderate	High	Very High
Judgment	○	×	△

A2-4

Appendix - 1

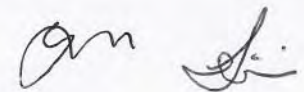
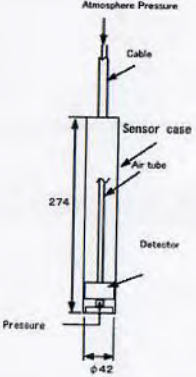
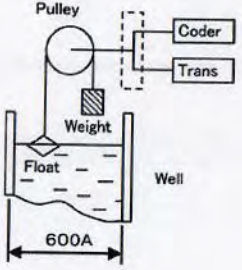
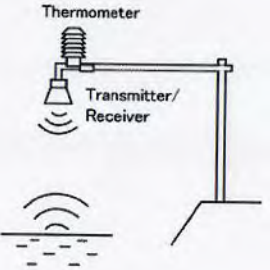
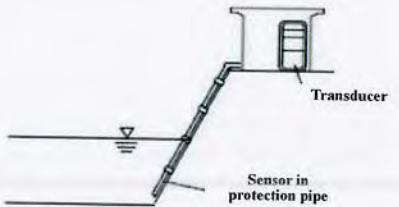
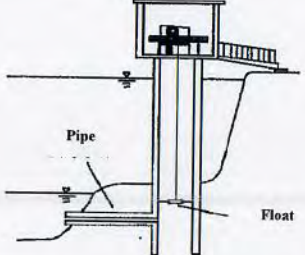
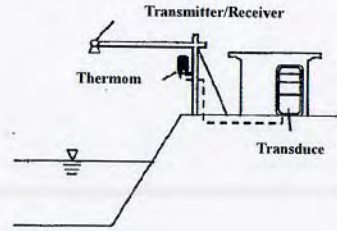


Table -2 Comparison Type of Water Level Sensors

Item \ Type	Pressure Sensor	Shaft Encoder (Well)	Ultrasonic Type Sensor
Diagram			
Diagram			
Gauging Theory	<p>Sensor in the water gauges' variation of water pressure which reflects the water level. The sensor consists of a robust ceramic material.</p>	<p>Water level is gauged by measuring rotation of a pulley which, a wire with float and weight on its both ends hangs on.</p>	<p>Ultrasonic type sensor is set above water surface. The sensor transmits supersonic waves vertically, and receives reflection waves. Water level can be estimated with a time lag from the transmission to receiving waves.</p> <p>This type of sensor is used in mountainous areas where river flow including sediment and bed load so much to install sensor in river water like pressure type.</p>
Maintenance	<p>Removal of sedimentation or deposits on the sensor is required. Titanium is preferable for installation in estuarine or sea water.</p>	<p>Float type sensor is easy to maintain, though comparatively a lot of maintenance is needed to keep intake pipes clean.</p>	<p>Maintenance of sensors mounted on a pole requires scaffoldings such as stages or cranes.</p>
Experience in WRMA	<p>Existing have utilized this type. Garissa Station [4G01] utilizes this type.</p>	<p>Existing RGSs utilize this type.</p>	<p>Will be installed at Nzoia river in LVNCA.</p>
Price	<p>Reasonable</p>	<p>A large-scale civil work is required.</p>	<p>---</p>
Judgment	<p>○</p>	<p>△</p>	<p>---</p>

A2-5

Appendix - 2





Location Map of Target Monitoring Stations for Project Activities

John
Li

添付資料 3

Technical Note No.2

Technical Note No.2

This Technical Note No.2 prescribes to supplement to the former Technical Note, which was exchanged between WRMA and JICA Experts Team on 12 April 2017, in order to clarify the unfixed issues in the Technical Note.

Repair of Existing Gauging Stations and Installation of New Gauging Station

As one of sub-contract works and subsequent project activities, one site for installation of new gauging station was pending till date. Under such circumstances, representatives of WRMA Headquarter and the Regional Office in Embu conducted field reconnaissance with a JICA Expert on 14 June 2017. Considering reinforcement of monitoring works of surface water in the future, the Kathita River was preliminarily selected for the site of new gauging station.

On the other hand, the proposed High Grand Falls (HGF) Dam, which is planned on the Tana mainstream at around 4 km downstream from the confluence of the Kathita River, will be submerged in downstream part of the Kathita River upon its completion. Therefore, new station should be installed at farther upstream avoiding backwater of the proposed HGF reservoir.

As the result of the reconnaissance, both parties mutually agreed on the followings:

- (1) Location of new gauging station : Same location of 4F10 (near Marimanti)
(Lat: S 0°09'43", Long: E 37°58'47", El. 580 m approx.)
- (2) Equipment to be installed : New water level sensor (pressure type) and
new staff gauges (L=5.0m , 1.0m/unit)
(Existing gauge house will be utilized as it is.)
- (3) Upgrading of priority
Although 4F10 is currently Intra-management Unit Station, it will be upgraded to the
Management Unit station after the installation works of equipment.

Further, as for the target sites for river cross section survey, 4CC07 (Thika River) was changed to 4CC08 (Thika River) because of unfavorable site conditions for the survey and subsequent measurement of river discharge due to existing domestic water intake structure nearby.

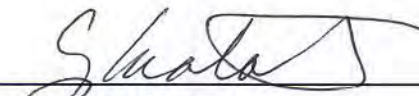
A location map is shown in Appendix 1.

Appendix 1: Location Map of Target Gauging Stations

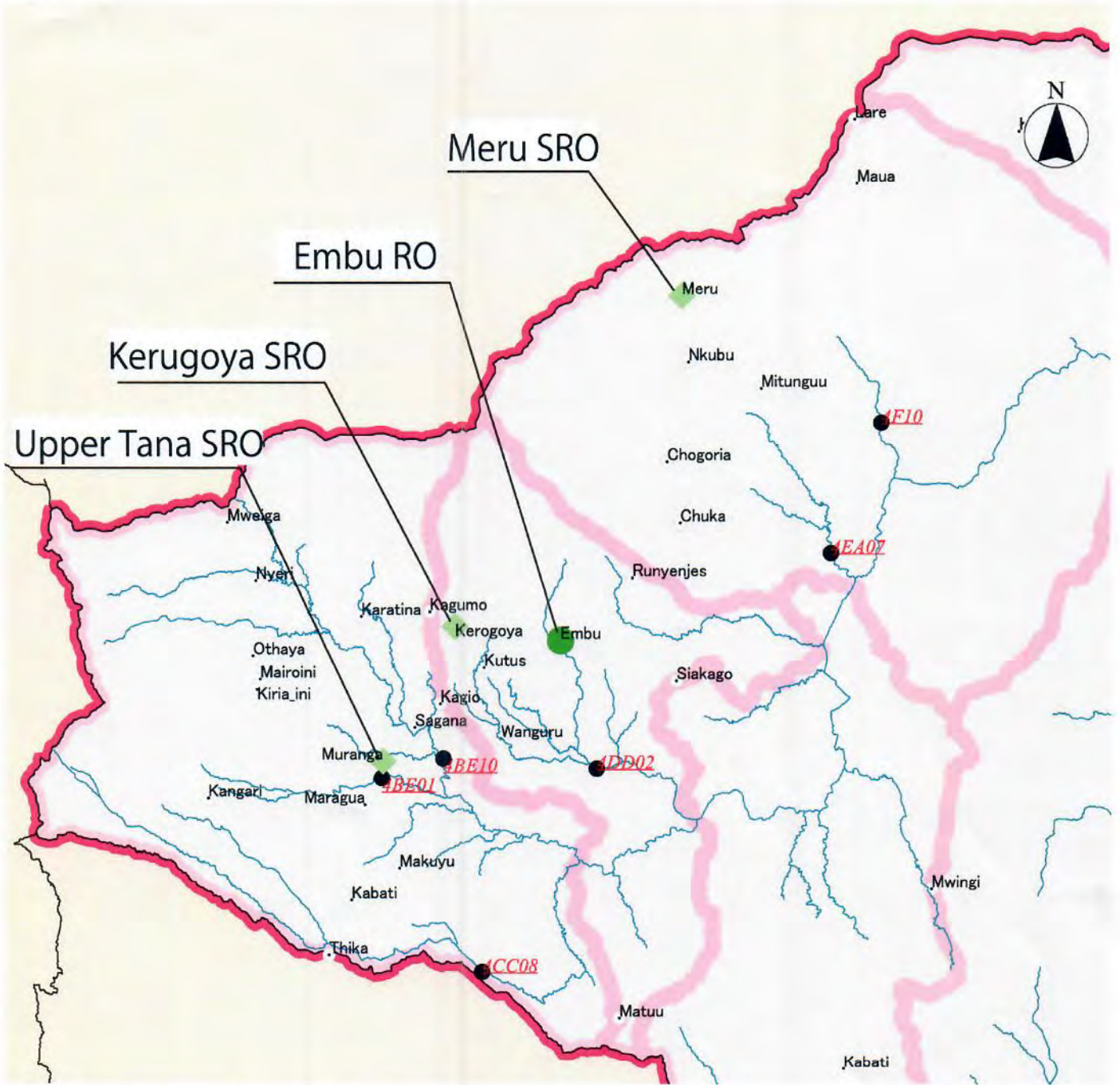
Nairobi, 27 June 2017



Mr. Lawrence Thooko
Project Manager
Water Resources Management
Authority, Republic of Kenya



Mr. Yoshihiro Motoki
Team Leader/ Water Resources
Management
JICA Expert Team



Location of River gauging stations (for the Project activities concerned)

No	RGS Name	Latitude	Longitude	SRO*	Remarks
1	4EA07	0°22'43.65"S	37°53'47.45"E	Meru	
2	4DD02	0°44'2.22"S	37°30'38.28"E	Kerugoya	Rehabilitation
3	4BE10	0°43'41.56"S	37°15'32.00"E	Upper Tana	Rehabilitation
4	4BE01	0°44'59.29"S	37° 9'27.91"E	Upper Tana	
5	4CC08	1° 4'16.90"S	37°19'18.34"E	Upper Tana	
6	4F10	0°09'43"S	37°58'47"E	Meru	(new)

Note: *, SRO: Sub Regional Office (WRMA) RO: Regional Office

Location Map of Target Gauging Stations for Rehabilitation and Newly Installation

添付資料 4

タナ流域区観測ネットワークの評価
(本プロジェクトによる改善案)

Evaluation of Water Level Gauging Stations in Tana Catchment (Recommendaiton by the Project)

(based on the recommendation by NWRM 2030 and related infromation collected)

A	B	C	D	E	F	G	H	I
No.	ID No.	Station Name	Location	Responsible SRO	Operational Status	Data Recording System	Evaluation and Comments by JICA Expert Team	Evaluation and Comments by WB Kenya Water Security and Climate Resilience Project (as of January 2019)
1	4AA05	Sagana	Tributary of Sagana R.	Muranga	Operational	Automatic	To keep as it is to continue monitoring. It is important to monitor discharge at most upstream areas of Tana Catchment with maintaining this site.	Station upgraded according to WRA. Coordinates require verification. Current coordinates have been upgraded from their original version via Google Earth. Listed as automatic and operational, so continue to monitor.
2	4AB06	Amboni	Sagana R.	Muranga	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring for same purposes as 4AA05.	Station coordinates need verification. Station appears to be near major roads, so access should be relatively easy. Discuss this station with WRA to add to design. Station is also downstream of minor tributary confluence, so could have delineation benefits. Station listed as operational, so continue to monitor manually.
3	4AC04	New Chania	Chania R.	Muranga	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring. The site is closed to Nyeri City proper. So, monitoring flood water levels is also important for flood risk assessment and preparedness.	This is a questionable station. If it is needed in the town of Nyeri, then it could be beneficial. Otherwise, 4AA05 captures that tributary and more. Better basin delineation size with 4AA05. Station is listed as operational, so continue to monitor.
4	4AD01	Gura	Gura R.	Muranga	Operational	Automatic	To keep as it is to continue monitoring. This is one of key stations at upper reaches of Tana Catchment.	Coordinates are most likely invalid for this station. Coordinates require verification with WRA. High priority and long history of data, so keep it in initial design.
5	4BB01	Ragati	Tributary of Sagana R.	Muranga	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring.	Coordinates require verification for this station. Flow is captured further downstream by station 4BC04. This could be a station to potentially add to the hydromet design, but station would create a small basin.
6	4BC04	Rwamuthambi	Tributary of Sagana R.	Muranga	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring. Together with 4BB01, these two stations will help to monitor flood water levels at surrounding of Muranga.	Coordinates need verification. Station appears to be on a minor tributary. Station would delineate too small of a basin to use for the hydromet network design. Station is in heavy agricultural area, so could be a good potential candidate for water quality. Located ~0.5km off Baricho-Kagio Rd (Google Earth road name) and southeast of Kiandai Village. However, station listed as operational by sub-region, so continue to monitor manually.
7	4BD01	Mathioya	Mathioya R.	Muranga	Non-Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring.	Coordinates require verification. Located on bridge along C71 downstream of Muranga Town/Fort Hall. Station is listed as operational, so continue to monitor manually. (not operational from Oct.2018, Re: information of Embu RO)
8	4BE01	Maragua	Maragua R.	Muranga	Not-Operational	Telemetric	Target G/S of JICA Project. <ul style="list-style-type: none"> • 3 river cross sections are available (measured in Aug.2017). • DM conducted and H-Q curve newly established. Two bridges are located and suitable for discharge measurement. Need to renew the staff gauge posts and plates at right bank.	This station is listed as one that will be automated by WRA. 0 - 4.5 m gauges that are all in place. The third gauge needs to be rehabilitated. Automatic HOBO data logger and automatic water quality multiparameter installed in 2015. There is also a SEBA hydrometric MDS which is not operational. There is a benchmark at the right bank old bridge crest. Installation of 2 extra concrete posts for anchoring the boat during the high flow discharge measurements is recommended. (Not operational by vandalization)

9	4BE10	Tana Rukanga	Tana R.	Muranga	Operational	Automatic	One of the most important G/S in upstream area and target G/S of JICA Project. <ul style="list-style-type: none"> · 3 river cross sections are available (measured in Aug.2017). · Staff gauge posts and plates were renewed. Bench marks connected with national grid are available. · DM conducted and H-Q curve newly established. A ditch for protection of gauge house was constructed. 	This station is a HYCOS installed station so already has an automatic data logger that is listed as operational. This station could be used as a sub-regional pilot station (Phase B) that is upgraded to full telemetric.
10	4BF01	Saba Saba	Saba Saba R.	Muranga	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring. This site will monitor the incremental discharge along Saba Saba R. flowing into Tana Rukanga (4BE10).	This station does not add any value hydrologically. If WRA wants to include it as a phase C or D station, then coordinates need to be verified to ensure accuracy.
11	4CA02	Chania	Chania R.	Muranga	Operational	Automatic	To keep as it is to continue monitoring. The station is located near Thika City. Since a series of dam is planned and designed in the Chania R. and Thika R., to monitor the discharge at this site is important.	Station is too high in watershed to provide value hydrologically. Station coordinates need verification. Potential discussion point with WRA to see if station has other unknown benefits. Station is listed as automatic and operational, so continue to monitor.
12	4CC03	Yatta Furrow	Thika R.	Muranga	Operational	Manual	To cancel this site and substitute with 4CC08 after verification of accurate location of both, since those are closed each other.	Station is captured by 4CC08 downstream. However, station is marked as operational, so continue to monitor, but only as a Phase D station (meaning all sub-region Phase A-C stations must be managed sustainably first).
*	4CC08	Thika	Thika R.	Muranga	Operational	Manual	Target G/S of JICA Project. <ul style="list-style-type: none"> · 3 river cross sections are available (measured in Aug.2017). · DM conducted and H-Q curve newly established. · A bridge is located at upstream of G/S and suitable for discharge measurement. It is recommended to integrate in the network for long-term monitoring to assess discharge of Thika R. flowing into Masinga Dam.	Station located on canal next to river according to subregion. 4CC08 is on the uninhibited river. See 4CC08 as the station referenced in design.
13	4DA10	Thiba	Thiba R.	Kerugoya	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring. This site will monitor the discharge from a tributary of the Thiba R.	Too small of a catchment basin size to add value? Unless there is another purpose for this station. The flow this station is measuring is captured further downstream by station 4DA07 and 4BE04. However, this station is marked as operational, so continue to monitor manually.
14	4DB04	Nyamindi	Nyamindi R.	Kerugoya	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring. Discharge through three gauging stations of 4DA10, 4DB04 and 4DC06 flows and meet together into 4DD02. So, all important to know the discharge at tributaries.	Coordinates need verification. Station is too far upstream in watershed to add value hydrologically. Station is next to town of Kimbimbi, so could be a potential candidate based for water quality monitoring. Station is also located within 0.5 KM of station 4DB04 and 4DA05, so all coordinates need verification. If station is indeed operational, can continue to monitor manually, but leave as a phase D (lower priority) station for Thiba sub-region.
15	4DC06	Kapingazi	Kapingazi R.	Kerugoya	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring as same reason at 4DB04.	Station closed according to WRA sub-regional staff. Information collected November-December 2017 on ISC regional office visit.

16	4DD02	Thiba	Thiba R.	Kerugoya	Operational	Automatic	<p>Target G/S of JICA Project.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 river cross sections are available (measured in Aug.2017). • Staff gauge posts and plates were renewed. Bench marks connected with national grid are available. • DM conducted and H-Q curve newly established. <p>It is recommended to integrate in the network for long-term monitoring to assess discharge of Thiba R. flowing between Kamburu and Gitaru Dams.</p>	Data logger at site is not working currently and needs rehabilitation (battery replacement might be the only issue). The station has 1 - 4.5 m gauges that are all in place. Flood mark is approximately 3 m away from the 3rd gauge (3-4.5) is bent. This level is above the last staff gauge. An additional 4th gauge to capture flood flow should be installed. The benchmark is next to third gauge and should be re-established at higher grounds. Station to be upgraded to telemetric according to WRA.
17	4EA07	Mutonga	Mutonga R.	Meru	Operational	Telemetric	<p>Target G/S of JICA Project.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 river cross sections are available (measured in Aug.2017). • DM conducted and H-Q curve newly established. <p>It is recommended to integrate in the network for long-term monitoring to assess discharge of Mutonga R. flowing into tana mainstream at u/s of High Grand Fall Dam reservoir.</p>	Coordinates need verification. Station is very close to station 4EA05 according to current coordinates. Station could be beneficial to capture tributaries originating from Mt. Kenya on the eastern slope. Station appears to be ~1KM from major road C93, but access to exact coordinates looks challenging. Minimal roads to river from C93. The station has 0-4.5m gauges that are all in place. The benchmark was found at the old steel housing. The station has a recorder housing in good order (4ft x 4ft x 6ft with wash back tank installed on the roof). Station is listed by WRA as one that will upgraded to telemetric.
18	4EB07	Thuchi	Thuchi R.	Meru	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring.	Station could be used to further delineate above station 4EA07 (which is included in design). However, station is upstream in watershed and would create a smaller basin. Discussion point with WRA. Station is listed as operational so continue to monitor manually as long as all other Phase A-C stations are sustainably managed.
19	4EC04	N/A	Ena R.	-	Non-operational	-	This site is not included in the WRA's ledger sheet. Need to verification.	<No description>
20	4F09	Ura	Thanantu R.	Meru	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring.	Station is upstream in watershed, so does not provide much value hydrologically for the hydromet network design. However, station is operational so continue monitoring as a Phase D station as long as Phase A-C stations are managed sustainably.
*	4F10	Kazita	Kazita (Kathita) R.	Meru	Operational	Manual	<p>Target G/S of JICA Project.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 river cross sections are available (measured in Aug.2017). • Staff gauge posts and plates were renewed. Bench marks connected with national grid are available. • Gabion mattress installed to protect existing gauge house against bank erosion. • DM conducted and H-Q curve newly established. <p>It is recommended to integrate in the network for long-term monitoring to assess discharge of Kathita R. flowing into future High Grand Fall Dam, since 4F19 will be submerged by back water of the reservoir. Need to further verification.</p>	Coordinates need verification. If station is located on river upstream of 4F11, then could be a good candidate for hydromet network design. Need to verify location before including in design. However, station is marked as operational so continue to monitor manually as long as all other Phase A-C stations are managed sustainably.

21	4F13	Tana Grand Falls	Tana mainstream	Meru	Non-operational	Manual	A cableway across of the Tana mainstream and supporting tower at both banks still exist. It is recommended to restore the facility and to restart discharge measurement again, though this station can be utilized until completion of High Grand Fall dam. Staff gauges cover an enough range of river water fluctuation, but needs to be rehabilitated.	Stilling well. Verify that this is a surface water station because coordinates are not on any river and not near Kibuka. Grand falls are approximately 3KM northwest of current station coordinates. No time series data provided for this station. Discuss this station with WRA. Station is marked as operational, so continue to monitor manually as long as other Phase A-C stations are managed sustainably.
22	4F19	Kazita	Kazita R.	Meru	Operational	Manual	To keep as it is to continue monitoring. It is better to continue monitoring at this site together with 4F10 until completion of High Grand Fall dam.	Station would capture other major set of tributaries off eastern slopes of Mt. Kenya. Station is downstream of Gaungu and Marimanti, so could be a good candidate for water quality before it drains to the Tana River. However, station appears to be in a remote area, so access to this station might be challenging. This station is recommended as a Phase B station because its significance in the sub-region - this station captures a large area of runoff before the confluence with the Tana.
23	4F28	Rujiweru	Bisanadi R. (right tributary)	Meru	Non-operational	-	Gauge swept away. Need to rehabilitate. Better to restore and resume monitoring works, since this is only one gauge site along the tributary.	No description to match, but coordinates put station on river.
24	4G01	Tana Garissa	Tana mainstream	Garissa	Operational	Automatic	Only one National Station in the Tana Catchment and very important to monitor low and high flow including water quality. To keep monitoring.	Station closed according to WRA sub-regional staff. Information collected November-December 2017 on ISC regional office visit.
25	4G02	Tana Garsen	Tana mainstream	Garissa	Operational	Manual	This is only the station to monitor at lowest stretches of the Tana mainstream. Need to upgrade and connect with telemetering system to cover low and high flow. To keep monitoring.	Station is located along Tana River in town of Garissa. Station is crucial for flood forecasting and ISC recommends this station be upgraded to full telemetric. Sub-regional noted that the data logger is not always functional, but there is a consistent gauge reader to obtain manual readings.
26	4G04	Tana Hola	Tana mainstream	Garissa	Operational	Manual	An important location to monitor at middle of the lower stretches of the Tana in terms of both low and high flow. It is recommended to rehabilitate and upgrade into the telemetering system. To keep monitoring.	Coordinates need verification. Coordinates were updated from original versions via Google Earth. Station appears to be along major road C112. Station appears to be downstream of town of Garsen. Station could be used for flood forecasting purposed if WRA identifies this area of the lower Tana as one of top concern. Station would need to be fully upgraded to telemetric - gauge plates washed away in flood several years ago and have not been replaced.

Note: Source of information and further explanation

Column A: Total 26 sites were recommended by NWRM 2030. Two sites marked "*" are added by current Project, but No.12 is recommended to cancel. **Total 27 sites are recommended by the Project.**

B: Master List (Ledger) of WRA

C: Master List (Ledger) of WRA

D: Confirmed by the current Project

E: Confirmed by the current Project


F: Master List (Ledger) of WRA


G: Master List (Ledger) of WRA

H: Evaluation by JICA Expert Team

I: Extracted from the master inventory sheets prepared by KWSCR Project (shared by WRA)

Color coding:  Recommended by NWRM2030

 Target sites for pilot activities of the Project

 Non-operational

 Recommended to cancel

添付資料 5

水位センサーのデータロガー調整手法

Instruction for Data Adjustment of Data-Logger

The process of data adjustment for converting the record of Data-Logger to exact water level is explained as below.

- (1) The record of Data-Logger can be converted to exact water level by using utility software program provided with the CD of Data-Logger
- (2) The procedure of conversion is illustrated in the page 67 of instruction manual as shown in the figure below.
- (3) The operation of conversion is just to input two information A (slope) and B (offset) in accordance with the guide as illustrated in the manual below.
- (4) In the case of 4F10 station shown in the table 1 and figure 1 below, input 10.515 and -10.472 as A (slope) and B (offset) individually.
- (5) The converted data can be shown graphically by graphing editor of the utility program.

Note: You have also another way for conversion. The original record of Data-Logger can be output as a CSV file. Then the CSV file can be edited on Excel software. It is also easy way to convert the record.

Table 1 Data Conversion of Data-Logger ST. 4F10

Date	Manual Obs. by Staff Gauge Reading		(1) WL (m)	Automatic Obs. by Sensor				WL Difference (1)-(2)
	Time			Original of Data logger		Converted Data		
	Start	End		Time	(2) WL (m)	Time	(3) WL (m)	
2018/3/27	9:50	11:34	0.54	10:00	1.050	10:00	0.57	-0.03
2018/4/19	9:08	9:18	0.91	9:00	1.083	9:00	0.92	-0.01
2018/5/2	14:00	15:18	0.84	14:00	1.076	14:00	0.84	-0.00
2018/6/7	11:25	13:05	0.72	12:00	1.064	12:00	0.72	0.00
2018/6/8	14:25	15:55	0.70	15:00	1.062	15:00	0.69	0.01
2018/6/12	12:38	13:47	0.65	13:00	1.056	13:00	0.63	0.02
2018/7/9	14:14	15:39	0.48	15:00	1.040	15:00	0.46	0.02
2018/7/23	9:30	10:25	0.40	10:00	1.033	10:00	0.39	0.01
2018/7/29	9:22	9:59	0.36	9:00	1.030	9:00	0.36	0.00
2018/8/25	10:35	11:15	0.28	11:00	1.022	11:00	0.27	0.01
2018/9/13	12:01	12:29	0.25	12:00	1.019	12:00	0.24	0.01
2018/9/14	9:35	10:00	0.32	10:00	1.027	10:00	0.33	-0.01
2018/9/22	9:35	10:00	0.30	9:00	1.027	9:00	0.33	-0.03

Note: Conversion Equation (3) = 10.515 × (1) - 10.472

slope 10.515
offset -10.472

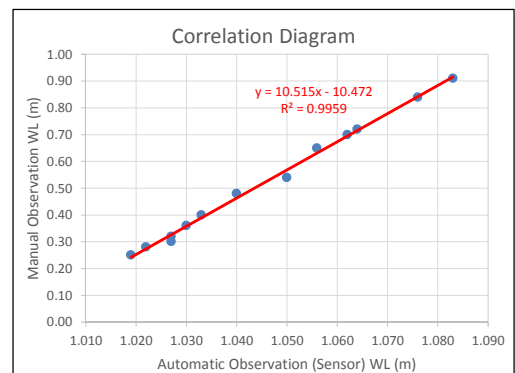


Figure 1 Correlation Diagram

67

5.1 Scaling

The following scaling calculation is applied to measured values.
Scaled Result = Raw data (measured value) × A + B × SI prefix (multiplier)
Scaled results are saved as a new item in the recording file.

1. Select the items, time span, and the following options.

Setting Options	Description
Specify by example *	Enter two known conversion points (up to ten digits each).
Specify by A/B *	Enter the scaling coefficients (A and B, up to ten digits each).
Scaled units	<ul style="list-style-type: none"> • Select the [SI Prefix]. [p]=1E-12, [n]=1E-9, [μ]=1E-6, [m]=1E-3, [k]=1E3, [M]=1E6, [G]=1E9, [T]=1E12 • Enter a character string to identify the scaled units. (Up to five characters, except \, /, ., *, ?, ", <, >, and)

* Set either one

2. Confirm settings.

Setting confirmation	Description
Confirm	Confirm that scaling is performed properly. Enter any numerical value as raw data, and click the [Calculate] button to display the scaled result.

3. Click the [Execute] button.
(The scaled results are saved.)
Note: Click the [Finish] button to close the [Scaling] dialog box.

5

Chapter 5 Processing Recorded Data



LR5041
LR5042
LR5043

HIOKI

Instruction Manual

VOLTAGE LOGGER

! Be sure to read this manual before using the instrument. [Safety Information ▶ p.5](#)

✓ When using the instrument for the first time
Part Names/Functions and Display Indicators ▶ p.12
Settings List ▶ p.29

📖 Troubleshooting
Maintenance and Service ▶ p.81
Troubleshooting ▶ p.82
Error Display ▶ p.84

EN

Aug. 2017, Revised edition 3
LR5041B980-03 17-08H

6 00329173

Available to be Downloaded:

https://www.hioki.com/en/products/detail/?product_key=5687

添付資料 6

ワークショップ配布資料



Japan International Cooperation Agency (JICA)
Water Resources Authority (WRA)



Water Resources Management Expert

1st Workshop

--- Methodology of Discharge Measurement ---

March 8 to 9, 2018
Regional Office in Tana Catchment, Embu

JICA Experts Team
(Nippon Koei Co., Ltd.)

Contents of Workshop

- Par 1. Project Briefing
- Part 2. Methodology of Discharge Measurement
- Part 3. Field Measurement
- Part 4. Record and Computation
- Part 5. Development of Rating Curves (H~Q Curves)

2

Part 1. Project Briefing

1. Project Briefing (1) Project Outline (1/2)

- Objective
To enhance capacity of water resources management in WRA with the following three expected outputs :
- Output
 - ◆ Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)
 - ◆ Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and its management
 - ◆ Output 3: Guidance to WRA on future support for water resources management through Japan's ODA or from any other organizations

4

1. Project Briefing

(1) Project Outline (2/2)

- **Pilot area:**
Tana Catchment
- **Project period**
From Jan. 2017 to Feb. 2019
- **Japanese experts**
Two personnel (Mr. Motoki (TL) and Mr. Kato)
- **Sub-contract Works**
 - ◆ River cross section survey (6 sites)(completed)
 - ◆ Rehabilitation of existing gauging stations and installation of new gauging stations (3 sites) (completed)
 - ◆ **Discharge measurement (15 times @ 6 sites)**

1. Project Briefing

(2) Pilot area for project activities



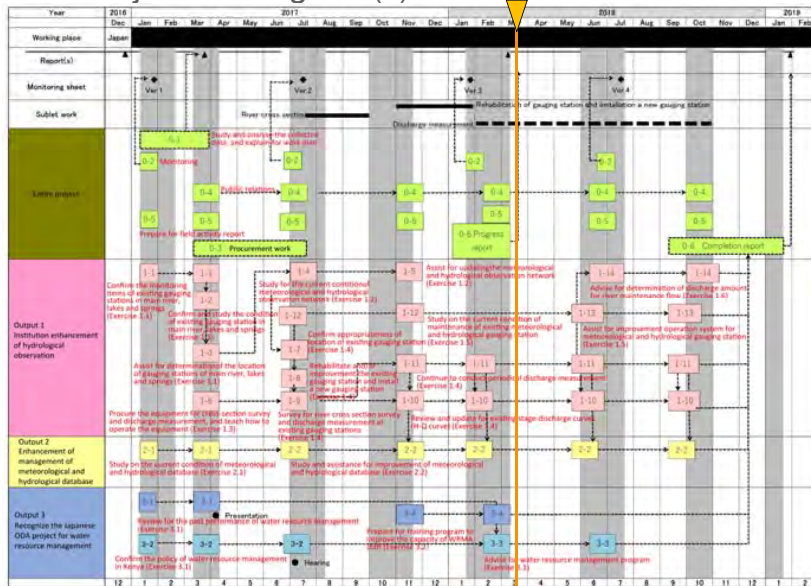
Upper Tana Catchment was selected as the Pilot Area at commencement of the Project. In particular, six river gauging stations (RGS) were selected as target the sites for discharge measurement.

No	RGS Name	Latitude	Longitude	SRO
1	4EA07	0° 22'43.65"S	37° 53'47.45"E	Meru
2	4DD02	0° 44'2.22"S	37° 30'38.28"E	Kerugoya
3	4BE10	0° 43'41.56"S	37° 15'32.00"E	Upper Tana
4	4BE01	0° 44'59.29"S	37° 9'27.91"E	Upper Tana
5	4CC08	1° 4'16.90"S	37° 19'18.34"E	Upper Tana
6	4F10	0° 09'43"S	37° 58'47"E	Meru

A6-2

1. Project Briefing

(3) Work Schedule



1. Project Briefing

(4) Assignment Schedule of Experts

	2017												2018												2019	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
MOTOKI																										
KATO																										

Mr.Motoki: Total 180 working days, and 7 trips
(Year 2017: 108 days, Year 2018: 60 days, and Year 2019: 12 days)

Mr.Kato: Total 255 working days, and 8 trips
(Year 2017: 132 days, Year 2018: 105 days, and Year 2019: 18 days)

1. Project Briefing

(5) Schedule of discharge measurement (tentative)

SRO	Remarks	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Meni		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kerugoya (rehabilitation)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Upper Tana (rehabilitation)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Upper Tana		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Upper Tana		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Meni (New)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Expets (-3/15) Ramadan(5/14- 6/14)

SRO	Remarks	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Total
Meni		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Kerugoya (rehabilitation)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Upper Tana (rehabilitation)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Upper Tana		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Upper Tana		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Meni (New)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15

Expets (45 days) Expets (30 days)

1. Project Briefing

(5) Line-up of Counterpart Personnel

WRMA INTERNAL MEMO

TO: Chief executive Officer
 FROM: Technical Coordination manager
 REF: ATCM-SW
 DATE: 3rd March 2017

NAMES PROPOSED FOR JICA PROJECT COUNTERPART

Please find the proposed Line-ups and names for the above project in Tana Catchment Area for your approval.

OFFICE	MANAGER	WRM OFFICER	SW OFFICERS	DATA MAN OFFICERS	TOTAL
Headquarter		Lawrence Thooko	1. Julia M. Kiuri 2. Margaret Muthiani	1. Eunice echieng 2. Prudence Nyamu	4
Embu RO	Godfrey Wabira		1. John Kimani 2. Agastus Wangiku		
Garissa SRO	Abdi Omar		Daniel Gathina		
Meru SRO	Anthony Ndirango		Alex Kinobho		
Kerugoya SRO	James Maina		1. Lucy Fundi 2. Jane Njiguna		
Muranga SRO	Jackqueline Mboroli		1. Faith mbathi 2. Jane Wairimu		
Kiuri SRO	Joseph Muryali				
Total	6	1	10	2	19

Jubia M. Kiuri
ATCM SW

11/4/17
15/3

Part 2. Methodology of Discharge Measurement

2. Methodology of Discharge Measurement

(1) Five key points for discharge measurement (1/4)

- ❑ **Point 1 To select the ideal site for conducting discharge measurement**
 - ❖ Reasonably straight site or 5 to 10 times the channel's width both upstream and downstream from the gauge site
 - ❖ Observations should be conducted at the sections where there is straight channel stretching long enough for observations where cross section nor river width changes substantially
 - ❖ Free from rocks, weeds, and other obstructions
 - ❖ River flow that is parallel to the bank avoiding cross flow or reverse flow
 - ❖ A stable river bed and banks - if a cross section changes over time the discharge measurement will change.

2. Methodology of Discharge Measurement

(1) Five key points for discharge measurement (2/4)

- ❑ **Point 2 To Measure the geometry of the channel cross section**
 - ❖ Determine the cross-sectional geometry – Measure width of the cross section and the depth at a certain vertical
 - ❖ Divide the river or stream into equal vertical subsections, where ideally no subsection includes more than 5 to 10 percent of the total discharge of river or stream
 - ❖ Determine the depth of river or stream for each of the verticals

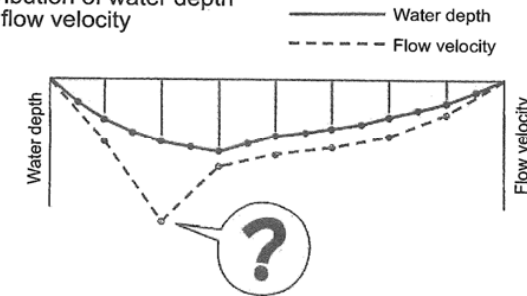
13

2. Methodology of Discharge Measurement

(1) Five key points for discharge measurement (3/4)

- ❑ **Point 3 To apply right technology for measuring flow velocity**
 - Check the consistency of the velocities along the channel section

Distribution of water depth and flow velocity



14

2. Methodology of Discharge Measurement

(1) Five key points for discharge measurement (4/4)

- ❑ **Point 4 To use appropriate equipment**
 - ❖ Keep instruments in good conditions (to check before mobilization to the field)
 - ❖ Clean, oil and make the instruments operational
- ❑ **Point 5 To assign qualified personnel**
 - ❖ Assign experienced hydrologists and instrument technicians who are capable enough for field measurements
 - ❖ Hire assistants from neighborhood who are familiar to the river conditions

15

Part 3. Field Measurement

16

3. Field Measurement

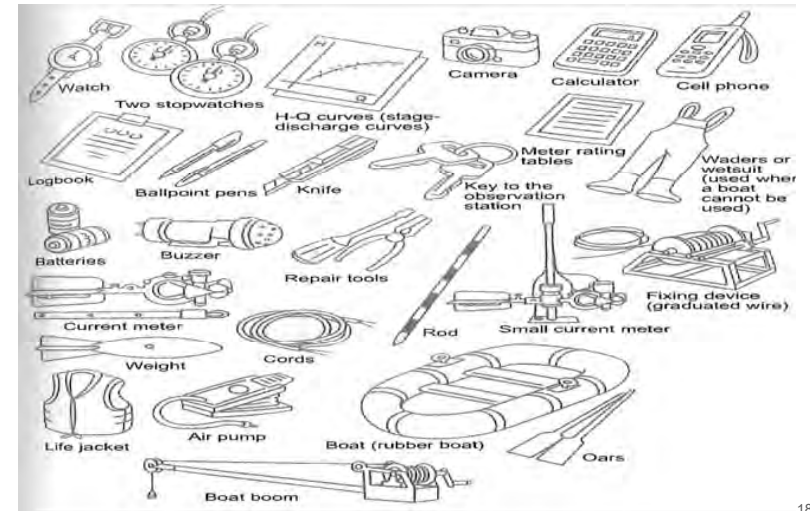
(1) Procedure of discharge measurement

- Step 1 Record the readings of **water level at staff gauges**
- Step 2 Check flow conditions as discharge measurement method depends on flow conditions
 - For instance:
 - Low flow - Wading measurement using current meter or observation by boat using current meter
 - Medium flow - Observation by boat using current meter
 - High flow (flood) – Observation by float
- Step 3 Decide measurement method
- Step 4 Preparation of required equipment and setting
- Step 5 Measure water levels and flow velocities
- Step 6 Record the readings of **water level at staff gauges**
- Step 7 Record of the results and data analyses

17

3. Field Measurement

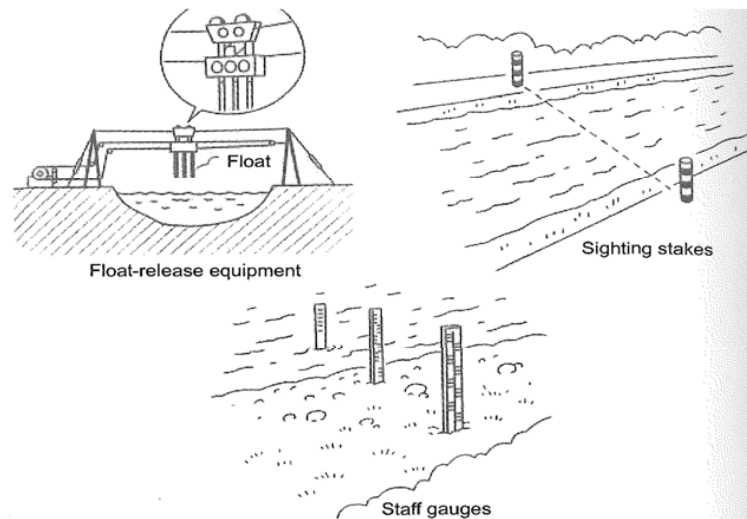
(2) Required equipment (1/2)



18

3. Field Measurement

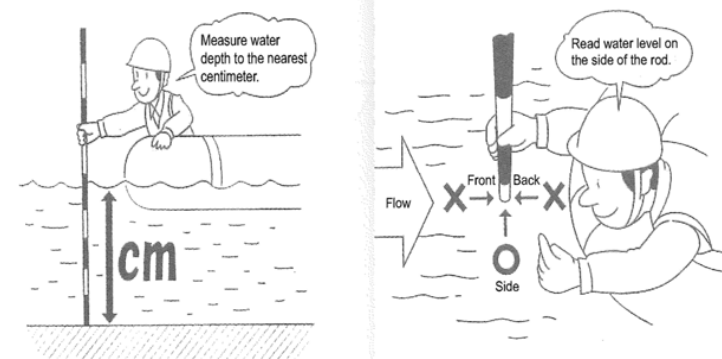
(2) Required equipment (2/2)



19

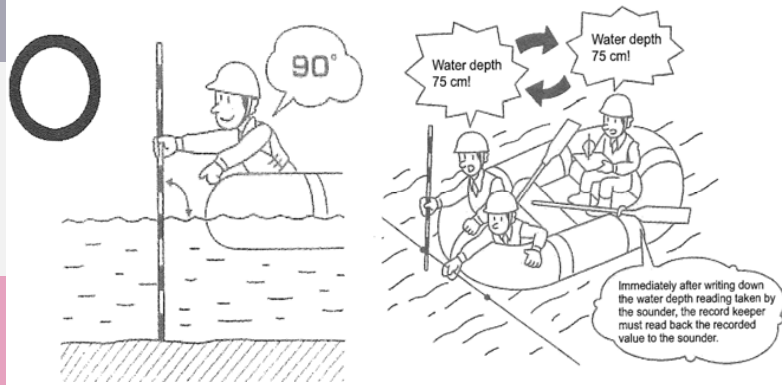
3. Field Measurement

(3) Measurement of water depth (1/2)



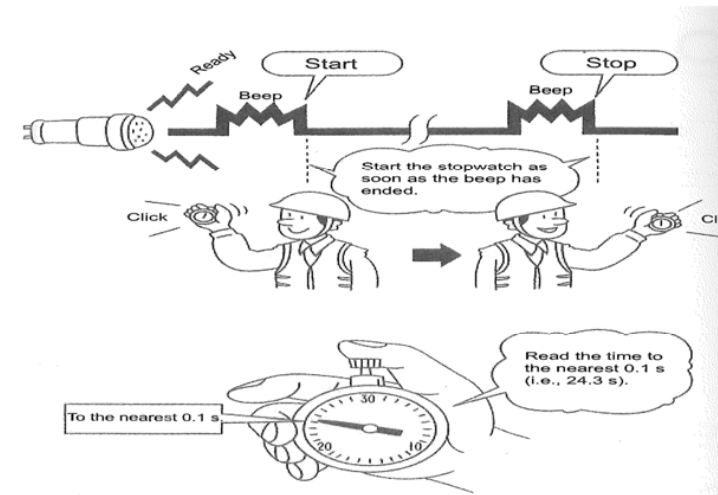
20

3. Field Measurement (3) Measurement of water depth (2/2)



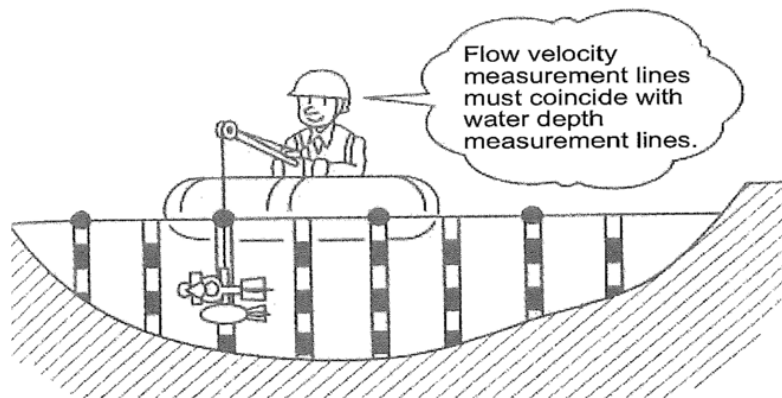
21

3. Field Measurement (4) Time keeping (float measurement)



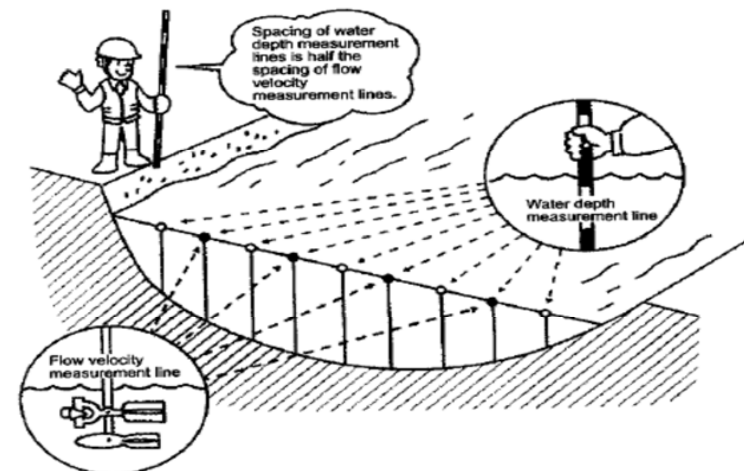
22

3. Field Measurement (5) Setting of measurement lines



23

3. Field Measurement (6) Spacing between measurement lines (1/2)



24

3. Field Measurement

(6) Spacing between measurement lines (2/2)

Water surface width (m)	Spacing between water depth measurement lines (m)	Spacing between flow velocity measurement lines (m)
Less than 10	10~15% of water surface width	10~15% of water surface width
10 ~ 20	1	2
20 ~ 40	2	4
40 ~ 60	3	6
60 ~ 80	4	8
80 ~ 100	5	10
100 ~ 150	6	12
150 ~ 200	10	20
More than 200	15	30

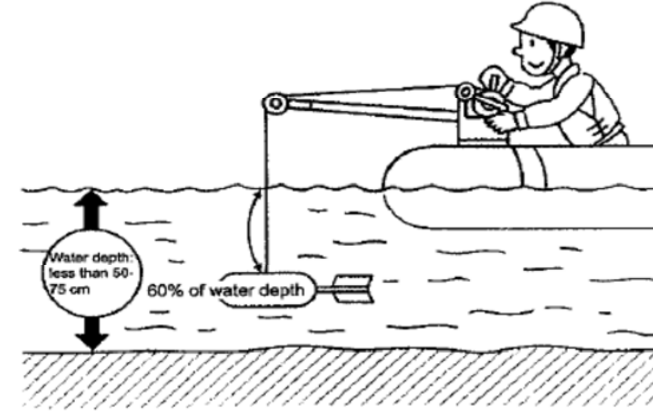
25

3. Field Measurement

(7) Flow velocity measurement points (1/2)

One-point method

Take the flow velocity at a measurement point at 60% of water depth from the water surface as the average flow velocity in the cross section.



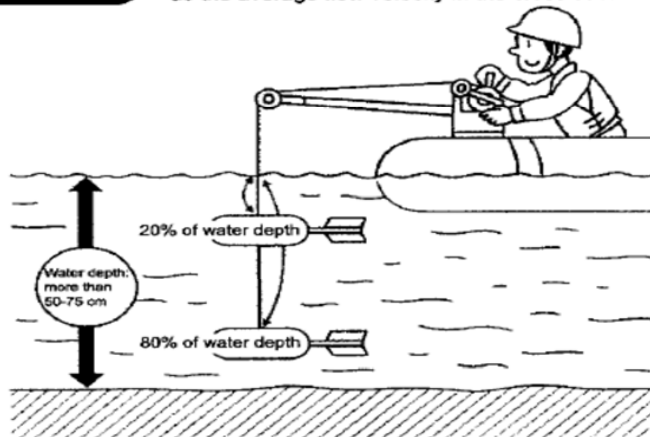
26

3. Field Measurement

(7) Flow velocity measurement points (2/2)

Two-point method

Take the average of the flow velocities at 20% and 80% of water depth from the water surface as the average flow velocity in the cross section.

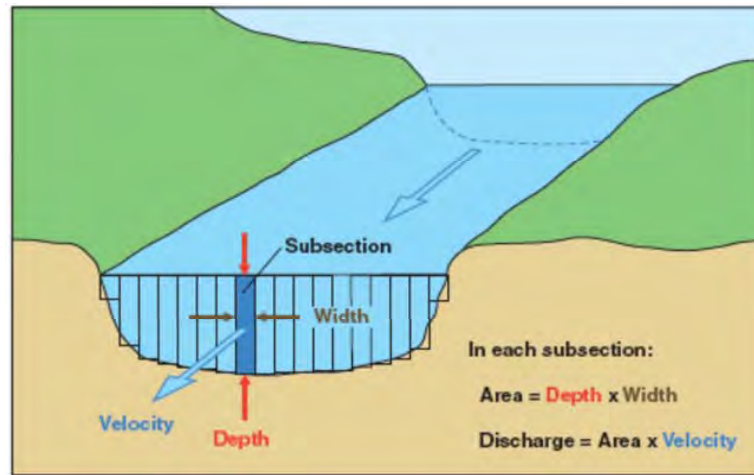


27

Part 4. Record and Computation

28

4. Record and Computation (1) Schematic image of discharge calculation



29

4. Record and Computation (2) Simple theory of calculation

- The cross-section channels were already divided into a number of 'segments'.
- The edge of these segments are called 'verticals'.
- Discharge in each segment is calculated by multiplying the area of each segment by the average flow velocity representing the cross section area.
- Discharges in all segments are totaled to derive the discharge in the entire cross section.

30

4. Record and Computation (3) Sample recording form (Excel)

- Calculation sheet (Current Meter, Float)



Current Meter Method



Float Method

31

4. Record and Computation (4) Items to be filled in recording form

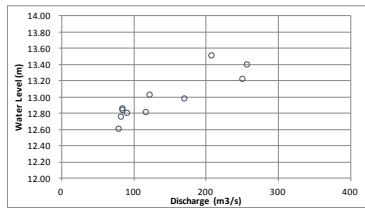
An example of records filled by actual measurements in the Philippines

DISCHARGE CALCULATION FORM (USING CURRENT METER METHOD)										
Station Name:	Date:	1 March 2015			Weather:	Summary of result:		Computed by:		
Pelaez Bridge	Start Time:	10:53 AM	Obs. Duration:		Cloudy	WL(m)	6.39			
Cañayan de Oro River	End Time:	11:30 AM	0:37 hr			Discharge(m ³ /s)	15.85	Checked by:		
Observers:	Start WL:	6.44 m	Start Width:	40.10 m	Area(m ²)	13.02				
	End WL:	6.34 m	End Width:	40.00 m	Mean velocity(m/s)	1.22			Approved by:	
	Diff.:	0.10 m	Diff.:	0.10 m	Method:	Wading				
	Average WL:	6.39 m	Average Width:	40.05 m	Boat					
No. of measurement line	Distance from left bank side water edge (m)	Water Depth (m)			Velocity (m/s)			Area (m ²)		Discharge (m ³ /s)
		1st	2nd	Average	Depth of current meter(m)	Point velocity (m/s)	Mean velocity (m/s)	Average water depth(m)	Width(m)	

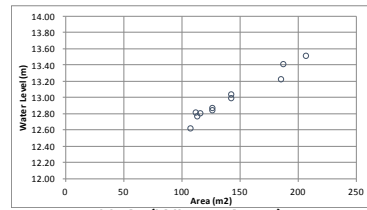
32

4. Record and Computation (5) Graphical Plots

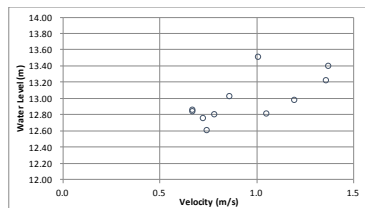
- Graphical plots are very important to grasp hydraulic characteristics.



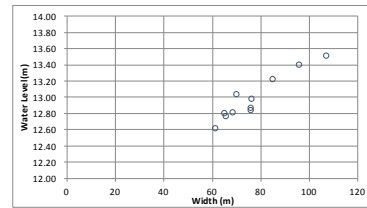
H-Q (WL vs Discharge)



H-A (WL vs Area)



H-V (WL vs Velocity)

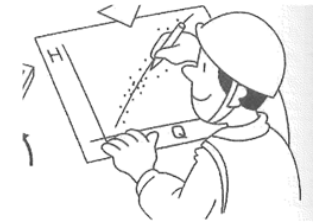


H-B (WL vs Width)

33

4. Record and Computation (6) Quality check of field records

- To check accuracy after measurements, perform discharge calculation on site/office
 - Plot stage – discharge curves and check accuracy of the plots
 - If deviation is greater than 10% - repeat calculation
 - If deviation is still 10% conduct discharge observation again



34

Part 5. Development of Rating Curves (H~Q Curves)

5. Development of Rating Curves (H~Q curves) (1) Importance of rating curve

- A rating curve is established by making a number of concurrent observations of stage and discharge over a period of time covering the expected range of stages at the river gauging section.
- Periodical check of curve (fitting with the curve) and its update is necessary to accurately convert from water level to discharge.
- Quality discharge data is prerequisite for discharge quantity management for water resources management including appropriate water right control.

35

36

5. Development of Rating Curves (H~Q curves)

(2) Equation of rating curve

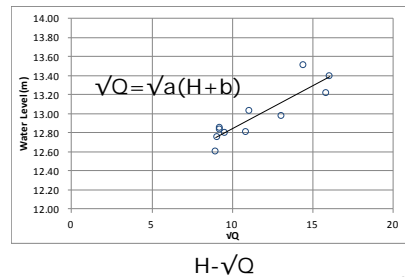
□ Equation of Rating Curve

$Q=a(H+b)^n$ where Q: Discharge (m³/s)
 H: Water Level (m in MSL)
 a: Multiplier (parameter)
 b: Scale offset (parameter)
 n : Exponent (parameter)

□ Parameter Estimation

Plot $H-\sqrt{Q}$. If plots are on a straight line, $n=2$.

Then, a and b can be estimated by simple linear regression least squares method.



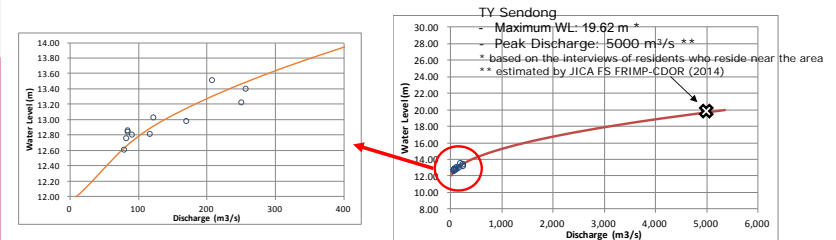
37

5. Development of Rating Curves (H~Q curves)

(3) Examples of rating curves

□ Rating Curves at Six Stations

No	Station Name	River	Rating Curve
CDO1	Pelaez Bridge	CDO River	$Q=76.94(H-11.66)^2$
CDO2	Cabula Bridge	CDO River	$Q=131.49(H-39.78)^2$
CDO3	Uguiaban Bridge	CDO River	$Q=6.86(H-140.75)^2$
CDO4	Liboran	Bubunawan River	$Q=73.40(H-75.62)^2$
T1	Santa Ana	Tagoloan River	$Q=29.36(H-24.77)^2$
T2	Dalirig	Tagoloan River	$Q=205.43(H-121.13)^2$



Example: Rating Curve at Pelaez Bridge

38

5. Development of Rating Curves (H~Q curves)

(4) Possible reasons of variations (1/2)

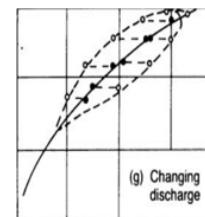
Scatters in rating curve might be due to:

- Variable backwater conditions arising due for example to tidal influences or to high flows in a tributary joining downstream
- Variation in the local acceleration due to unsteady flow
- Scouring of the bed or changes in vegetation characteristics to erosion or deposition of sediment at the stage measurement site
- Observation errors

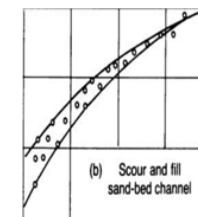
39

5. Development of Rating Curves (H~Q curves)

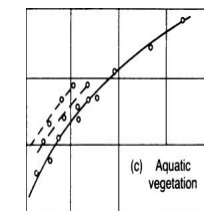
(4) Possible reasons of variations (2/2)



Rating curve affected by unsteady flow



Rating curve affected by scour and fill



Rating curve affected by aquatic vegetation

40



Japan International Cooperation Agency (JICA)



Water Resources Authority (WRA)

Water Resources Management Expert

2nd Workshop

--- Progress of Discharge Measurement ---

June 26 to 27, 2018

Regional Office in Tana Catchment, Embu

JICA Experts Team
(Nippon Koei Co., Ltd.)

Part 1. Quick Review of 1st Workshop

Contents of 2nd Workshop

Day 1 (June 26, 2018)

- Part 1. Quick Review of 1st Workshop
- Part 2. Overall Progress of Discharge Measurement (DM)
- Part 3. Check of Recording Sheets of DM
- Part 4. Development of H~Q Curves and Conversion from H to Q
- Part 5. Preparation of DM Manual (Draft)
- Part 6. Incoming Schedule of DM Works

Day 2 (June 27, 2018)

- Part 7. Outstanding Meteorological Records and Flood Monitoring during Events in March to May 2018
- Part 8. Status of Data Recording, Storing and Utilization in Tana Catchment
- Part 9. River Maintenance Flow

2

Quick Review of 1st Workshop

Day 1 (March 8, 2018)

- Part 1. Project Briefing
- Part 2. Methodology of Discharge Measurement
- Part 3. Field Measurement
- Part 4. Record and Computation
- Part 5. Development of Rating Curves (H~Q Curves)

Day 2 (March 9, 2018)

Practice: Discharge measurement (by current meter) at RGS 4BE10

Participants: Total 22 personnel from HQ, RO and SROs



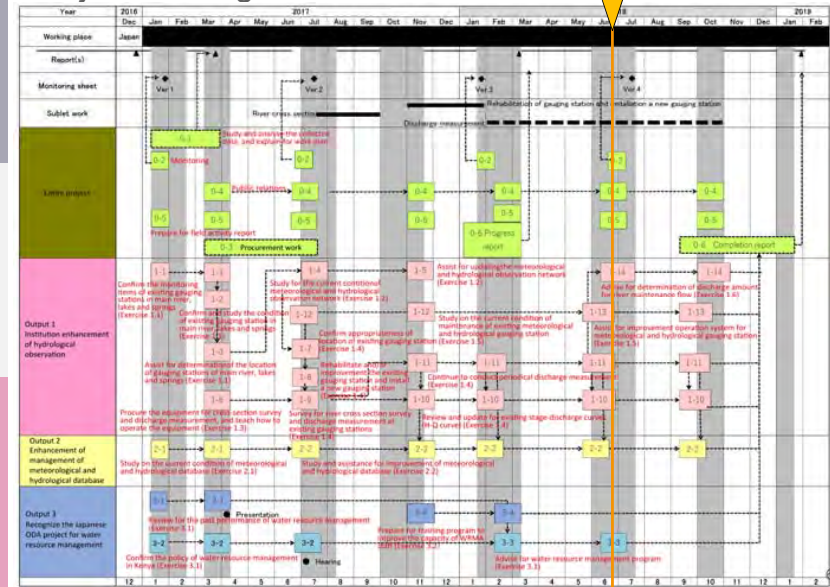
4

Project Briefing Project Outline

- **Pilot area:**
Tana Catchment
- **Project period**
From Jan. 2017 to Feb. 2019
- **Japanese experts**
Two personnel (Mr. Motoki (TL) and Mr. Kato)
- **Sub-contract Works**
 - ◆ River cross section survey (6 sites)(completed)
 - ◆ Rehabilitation of existing gauging stations and installation of new gauging stations (3 sites) (completed)
 - ◆ Discharge measurement (15 times @ 6 sites)

5

Project Briefing Work Schedule



A6-12

Project Briefing Pilot area for project activities



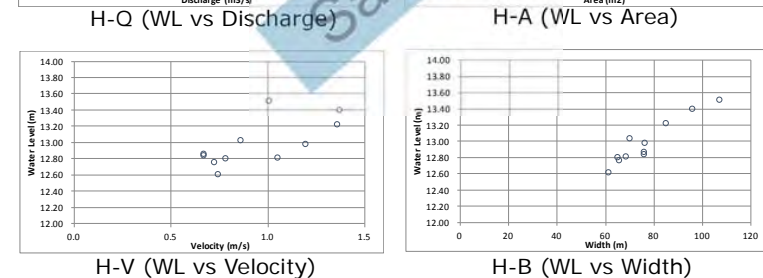
Upper Tana Catchment was selected as the Pilot Area at commencement of the Project. In particular, six river gauging stations (RGS) were selected as target the sites for discharge measurement.

No	RGS Name	Latitude	Longitude	SRO
1	4BE01	0° 44' 59" S	37° 09' 28" E	Upper Tana
2	4BE10	0° 43' 42" S	37° 15' 32" E	Upper Tana
3	4CC08	1° 04' 17" S	37° 19' 18" E	Upper Tana
4	4DD02	0° 44' 02" S	37° 30' 38" E	Kerugoya
5	4EA07	0° 22' 43" S	37° 53' 48" E	Meru
6	4F10	0° 09' 43" S	37° 58' 47" E	Meru

7

Record and Computation Graphical Plots (as sample)

- Graphical plots are very important to grasp hydraulic characteristics.



8

Part 2. Overall Progress of Discharge Measurement (DM)

Schedule of Discharge Measurement (set in March 2018)

SRO	Remarks	3	4	5	6	7
Meru		05	12	19	26	02
Kerugoya (rehabilitation)		09	16	23	30	07
Upper Tana (rehabilitation)		14	21	28	04	11
Upper Tana		18	25	02	09	16
Meru (New)		20	27	03	10	17

Expets (-3/15) Ramadan(5/14- 6/14)

SRO	Remarks	6	7	8	9	10
Meru		25	02	09	16	23
Kerugoya (rehabilitation)		30	06	13	20	27
Upper Tana (rehabilitation)		03	10	17	24	01
Upper Tana		08	15	22	29	05
Upper Tana		12	19	26	02	09
Meru (New)		18	25	02	09	16

Expets (45 days) Expets (30 days)

10

Actual Progress of DM (as of June 25, 2018)

Work Plan for Discharge Measurement at 6 Sites in Upper Tana Catchment

Activity / Month	Site	Method	Actual DM by Current Method	Actual DM by Float Method
4BE01	Upper Tana	3		
4BE10	Upper Tana	0		
4CC08	Upper Tana	4		
4DD02	Kerugoya	2		
4EA07	Meru	0		
4F10	Meru	5		

Note: [Blue] Planned, [Red] Actual DM by Current Method, [Pink] Actual DM by Float Method

11

Summary of Progress of DM

Number of DM is summarized as follows:

No.	RGS No.	SRO	Current Meter Method	Float Method	Total	Progress
1	4BE01	Upper Tana	3	5	8/15	53 %
2	4BE10	Upper Tana	0	0	0/15	0 %
3	4CC08	Upper Tana	4	10	14/15	93 %
4	4DD02	Kerugoya	2	3	5/15	33 %
5	4EA07	Meru	0	0	0/15	0 %
6	4F10	Meru	5	1	6/15	40 %
Total			14	19	33/90	37 %

Initial setting of the Work Plan (in March 2018)

- Measurement period: From March 26 to September 8, 2018
Total 167 days
- Number of days passed as of June 24: 91 days
- 54 % (91/167) of period has passed.

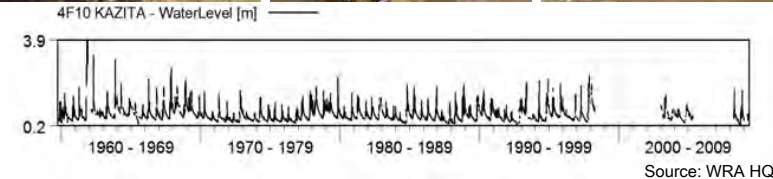
12

Key Observation in DM Works in 1st Half Period of the Contract (required improvement)

- Serious flooding in Tana Catchment during March to May 2018 have influenced to DM works at target sites.
 - Deteriorated access road
 - Strong current in the streams
 - Heavy downpour
- No measurement at RGS 4BE10 and 4EA07 till date
 - Need to apply more float method and reinforce more efficient measurement and appropriate discharge computation manner
 - Or, shall we shift to other RGS to complete the Contract?
- No participation to DM at sites from RO/SRO concerned
 - In 1st Workshop on 9th March, all parties agreed that SWO at RO/SRO participate once a month at RGS in their territory.
- The Contractor did not share the result of DM sheets among CP immediately after field works by means of appropriate manner.

13

DM works at RGS 4F10 (Kathita)

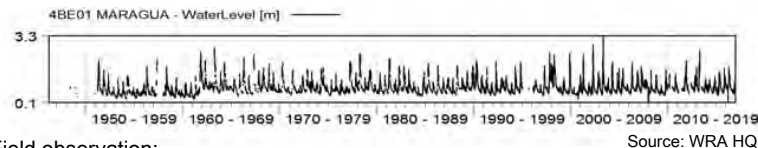


Field observation:

- ◆ H= 0.65m at 12:40 on Jun.12, 2018 Tuesday (by current meter method)
- ◆ No damage to the staff gauge, gauge house, steps and gabion mattress
- ◆ Bolt and nut for fixing gauge plate (1st: 0.0m – 1.0m) were taken away.
- ◆ WL of flood mark might be 1.5-2.0m at maximum by debris remained on gabion.

14

DM works at RGS 4BE01 (Maragua)



Field observation:

- ◆ H= 1.20m at 10:30 on Jun.11, 2018 Monday (by float method)
- ◆ 1st gauge (0.0-1.5m) has been washed away and 2nd gauge (1.5-3.0m) is tilted.
- ◆ Due to stable flow condition and straight stretches, the river section between two bridges is appropriate for both current meter and float methods.
- ◆ However, careful measurement is necessary because dead flow areas exist by influence of bridge piers.

15

River Condition at 4BE01 on 22nd May 2018



Note: The 2nd gauge (1.5m-3.0m) was almost submerged under water (around H=2.7m).

16

DM works at RGS 4CC08 (Thika)



No historical water level records available.

Field observation:

- ◆ H= 1.55m at 12:30 on Jun.11, 2018
- ◆ No damage to the staff gauges installed by Tanathi Water Services Board
- ◆ It takes around 1.5 hrs. normally for preparation of boat, fixing ropes and current meter, etc. from arriving site till commencement of measurement.
- ◆ Both current meter and float methods are applicable at this site due to existence of the road bridge at upstream.
- ◆ No serious flood damage was confirmed at this site.

17

Part 3. Check of Recording Sheets of DM

Two steps for checking of recording sheets

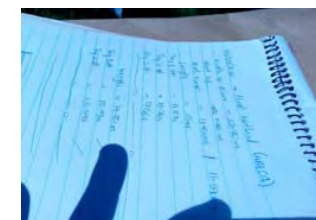
- ❑ Checking recording sheets and supervision of DM works at the site
- ❑ Suggestions of correction on errors in submitted DM recording sheets

Actions to Check DM Recording Sheets

- ❑ Ensure accurate record of information of parameters from current meter reader
- ❑ Check accuracy after measurements through discharge calculation at the site
- ❑ Recording, video taking and photographing of DM measurement for reference
- ❑ Discussing as a team as DM is being done
- ❑ Taking notes of every site situation

19

Checking of Recording Sheets during DM Works at Site



20

Quality Check of Field Records

❑ Checking for errors of submitted DM recording sheets (items of parameters to be checked)

- Station name
- Date of measurement and members of measurement party
- Measured channel width, area, average velocity
- Start and end of water level and time
- Accuracy of formulas used
- Discharge calculation done at site versus the one done in the office

Submitted DM Recording Sheets

DISCHARGE CALCULATION FORM (USING CURRENT METER METHOD)

Station Name: MATIYA Date: 29.03.2018

No. of measurement time	Distance from left bank-side water edge (m)	1st	2nd	Average	Point velocity (m/s)	Mean velocity (m/s)	Ave. water depth (m)	Width (m)	Area (m ²)	Sum of Area (m ²)	Discharge (m ³ /s)	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.00	0.00	0.00	
1	1.00	0.25	0.25	0.25	0.09	0.28	0.28	0.35	1.00	0.35	0.23	
2	3.00	0.45	0.45	0.45	0.26	0.36	0.36	0.46	1.00	0.46	0.34	
3	3.00	0.53	0.53	0.53	0.32	0.41	0.41	0.50	1.00	0.50	0.43	
4	4.00	0.65	0.64	0.64	0.38	0.49	0.49	0.70	1.00	0.70	0.56	
5	5.00	0.75	0.74	0.74	0.45	0.57	0.57	0.74	1.00	0.74	0.58	
6	6.00	0.75	0.73	0.74	0.48	0.60	0.60	0.74	1.00	0.74	0.58	
7	7.00	0.75	0.74	0.74	0.48	0.60	0.60	0.74	1.00	0.74	0.58	
8	8.00	0.85	0.85	0.85	0.55	0.68	0.68	0.85	1.00	0.85	0.68	
9	9.00	0.75	0.75	0.75	0.48	0.60	0.60	0.75	1.00	0.75	0.58	
10	10.00	0.70	0.68	0.68	0.44	0.56	0.56	0.68	1.00	0.68	0.52	
11	11.00	0.68	0.67	0.67	0.43	0.55	0.55	0.67	1.00	0.67	0.51	
12	12.00	0.68	0.67	0.67	0.43	0.55	0.55	0.67	1.00	0.67	0.51	
13	13.00	0.72	0.71	0.71	0.46	0.58	0.58	0.71	1.00	0.71	0.54	
14	14.00	0.71	0.72	0.71	0.45	0.57	0.57	0.71	1.00	0.71	0.54	
15	15.00	0.74	0.75	0.75	0.48	0.60	0.60	0.75	1.00	0.75	0.58	
16	16.00	0.74	0.75	0.75	0.48	0.60	0.60	0.75	1.00	0.75	0.58	
17	17.00	0.80	0.80	0.80	0.52	0.64	0.64	0.80	1.00	0.80	0.64	
18	18.00	0.80	0.80	0.80	0.52	0.64	0.64	0.80	1.00	0.80	0.64	
19	18.00	0.74	0.80	0.77	0.46	0.58	0.58	0.77	1.00	0.77	0.60	
20	20.00	0.72	0.74	0.73	0.45	0.57	0.57	0.73	1.00	0.73	0.57	
21	21.00	0.75	0.73	0.74	0.48	0.60	0.60	0.74	1.00	0.74	0.58	
22	22.00	0.84	0.85	0.84	0.55	0.68	0.68	0.84	1.00	0.84	0.68	
23	22.00	0.84	0.85	0.84	0.55	0.68	0.68	0.84	1.00	0.84	0.68	
24	24.00	0.84	0.84	0.84	0.55	0.68	0.68	0.84	1.00	0.84	0.68	
25	25.00	0.92	0.92	0.92	0.60	0.72	0.72	0.92	1.00	0.92	0.72	
26	26.00	0.92	0.92	0.92	0.60	0.72	0.72	0.92	1.00	0.92	0.72	
27	27.00	0.92	0.92	0.92	0.60	0.72	0.72	0.92	1.00	0.92	0.72	
28	28.00	0.83	0.82	0.82	0.53	0.63	0.63	0.82	1.00	0.82	0.63	
29	29.00	0.80	0.80	0.80	0.52	0.64	0.64	0.80	1.00	0.80	0.64	
30	30.00	0.45	0.48	0.46	0.36	0.46	0.46	0.46	1.00	0.46	0.34	
31	31.00	0.35	0.35	0.35	0.25	0.36	0.36	0.36	1.00	0.36	0.27	
32	32.00	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	1.00	0.23	0.17	
33	33.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	1.00	0.11	0.08	
34	34.00	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	1.00	0.26	0.19	
35	35.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
Total											0.40	0.64

A6-16

Errors Identified in DM Recording Sheets

DISCHARGE CALCULATION FORM (USING CURRENT METER METHOD)

Station Name: MATIYA Date: 29.03.2018

Error in time (highlighted in red)

Missing values for velocity and width (indicated by arrows pointing to empty cells)

Missing water depth (indicated by arrows pointing to empty cells)

Error as a result of missing values (indicated by arrows pointing to empty cells)

No. of measurement time	Distance from left bank-side water edge (m)	1st	2nd	Average	Depth of current meter(m)	Point velocity (m/s)	Mean velocity (m/s)	Average water depth(m)	Width(m)	Area(m ²)	Sum of Area(m ²)	Discharge (m ³ /s)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
1	1.00	0.10	0.10	0.10	0.05	0.40	0.40	0.18	1.00	0.18	0.18	0.20
2	3.00	0.25	0.25	0.25	0.20	0.27	0.27	0.27	1.00	0.27	0.45	0.20
3	3.00	0.25	0.25	0.25	0.06	0.32	0.32	0.29	1.00	0.29	0.63	0.20
4	4.00	0.29	0.29	0.29	0.23	0.34	0.34	0.34	1.00	0.34	0.63	0.20
5	5.00	0.39	0.39	0.39	0	0.45	0.45	0.45	1.00	0.45	0.63	0.20
6	6.00	0.50	0.50	0.50	0	0.42	0.42	0.43	1.00	0.43	0.63	0.20
7	7.00	0.35	0.35	0.35	0	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.63	0.20
8	8.00	0.64	0.64	0.64	0	0.33	0.33	0.84	1.00	0.84	0.63	0.20
9	9.00	1.04	1.04	1.04	0	0.05	0.05	1.00	1.00	1.00	0.63	0.20
10	10.00	0.85	0.85	0.85	0	0.43	0.43	0.95	1.00	0.95	0.63	0.20
11	11.00								1.00			
12	12.00	1.38	1.38	1.38	1.10	0.46	0.46	1.34	1.00	1.34	0.63	0.20
13	13.00	1.30	1.30	1.30	1.07	0.45	0.45	1.33	1.00	1.33	0.63	0.20
14	14.00	1.35	1.35	1.35	1.08	0.46	0.46	1.33	1.00	1.33	0.63	0.20
15	15.00	1.01	1.01	1.01	0.87	0.35	0.35	1.18	1.00	1.18	2.61	2.24
16	16.00	1.34	1.34	1.34	1.07	0.58	0.58	1.31	1.00	1.31	2.49	1.87
17	17.00	1.25	1.25	1.25	1.01	0.57	0.57	1.31	1.00	1.31	2.49	1.87
18	18.00	1.25	1.25	1.25	0.97	0.57	0.57	1.30	1.00	1.30	2.61	1.26
19	19.00	1.25	1.25	1.25	0.97	0.57	0.57	1.10	1.00	1.10	2.61	1.26
20	20.00	0.90	0.90	0.90	0.75	0.44	0.44	0.63	1.00	0.63	1.73	0.20
21	21.00	0.30	0.30	0.30	0.26	0.31	0.31	0.26	1.00	0.26	0.93	0.20
22	22.00	0.08	0.08	0.08	0.09	0.30	0.30	0.19	1.00	0.19	0.93	0.00
23	22.00	0.08	0.08	0.08	0.09	0.30	0.30	0.19	1.00	0.19	0.93	0.00
24	23.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	1.00	0	0.04	0.00
Total											0.39	0.25

Summary of DM Results (as of 25th June)

Available data for H-Q curve development (by current meter method)

RGS No.	Date	Ave. Gauge Height (m)	Ave. Water Depth (m)	Width of River (m)	Ave. Velocity (m/s)	Total Flow Area (m ²)	Discharge (m ³ /s)	
1	4BE01	29.03.2018	0.63	0.48	14.3	0.25	7.08	2.40
		04.04.2018	0.71	0.60	15.0	0.33	8.68	3.72
		11.04.2018	1.08	1.04	17.0	0.76	17.63	16.61
2	4BE10	No record						
3	4CC08	29.03.2018	0.70	0.54	19.0	0.22	10.17	3.10
		04.04.2018	1.02	0.74	22.0	0.39	16.23	8.76
		10.04.2018	1.10	0.93	22.0	0.39	20.49	9.38
		11.06.2018	1.54	1.45	23.0	0.77	33.32	28.84
4	4DD02	28.03.2018	1.22	1.07	29.0	0.62	30.89	22.19
		10.04.2018	1.27	1.14	27.0	0.56	30.91	21.12
5	4EA07	No record						
6	4F10	27.03.2018	0.54	0.64	35.0	0.40	22.26	10.25
		02.05.2018	0.84	1.13	37.0	0.52	42.22	24.44
		07.06.2018	0.72	1.03	35.0	0.42	35.34	0.97
		08.06.2018	0.70	1.01	35.0	0.39	35.75	16.92
		12.06.2018	0.65	0.93	36.0	0.44	33.61	16.03

Part 4. Development of H~Q Curves and Conversion from H to Q

Available H-Q Curves at Six Target RGS (MU RGS)

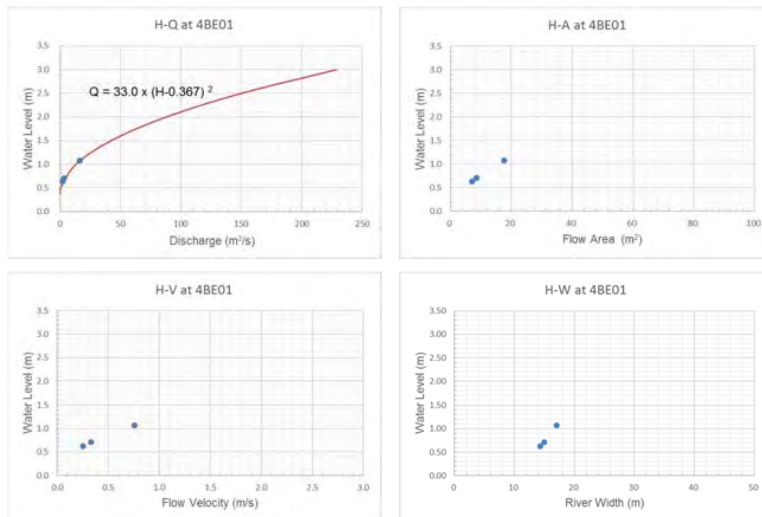
No	RGS Name	Year Prepared	Equation	Applicable Period
1	4BE01	?	?	?
2	4BE10	?	?	?
3	4CC08	?	?	?
4	4DD02	?	?	?
5	4EA07	?	?	?
6	4F10	?	?	?

Note:

We need to clarify any information about existing H-Q relation material (tables and figures, etc.) to compare and validate the results of current exercises to develop and improve reliable curves.

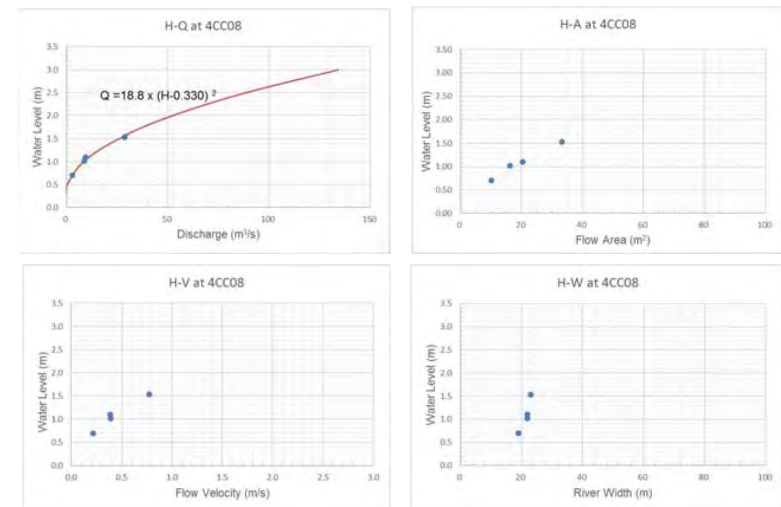
26

H-Q Curve Development (at 4BE01)



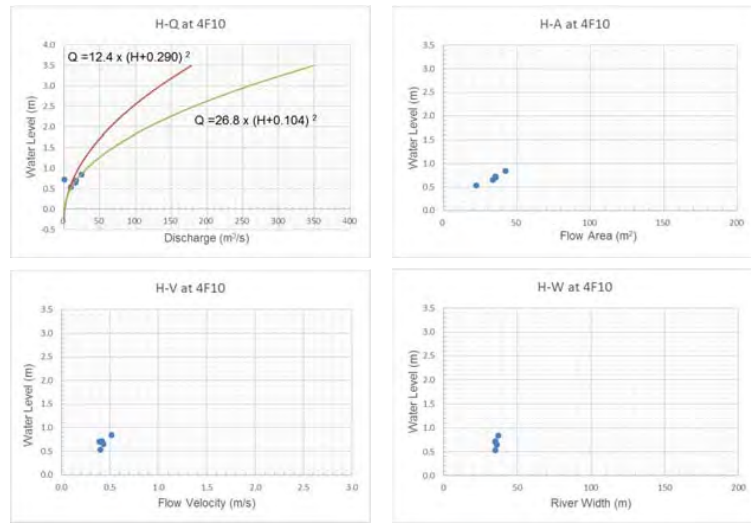
27

H-Q Curve Development (at 4CC08)



28

H-Q Curve Development (at 4F10)



29

H-Q Curve Development

- H-Q curves at 3 sites were tentatively set as follows:

As of Jun. 25, 2018

Site	Equation	Available Data Set
4BE01	$Q = 33.0 \times (H - 0.367)^2$	3
4CC08	$Q = 18.8 \times (H - 0.330)^2$	4
4F10	$Q = 26.8 \times (H + 0.104)^2$	4

- The water level record should be converted to discharge by means of the equations above at 3 RGS.

30

Part 5. Preparation of DM Manual (Draft)

Table of Contents of DM Manual (Draft Version)

1. Introduction of Discharge Measurements in Kenya
 2. Preparing for Discharge Measurements
 3. Maintenance and Handling Equipment
 4. Calculation of Discharge
 5. Validation of Discharge Measurements Results
 6. Development of H-Q Curve
 - 6.1 General Concept of H-Q Curve
 - 6.2 Method of H-Q Curve Development
 - 6.3 Update of H-Q Curve
- Tables and Figures
 - Annex

32

Procedure and Time Schedule of H-Q Curve Development

- ❑ Compilation of DM results at least 15 cases (pair data of H and Q) at 6 sites (by mid. Sep. 2018)
- ❑ Conduct first trial to fit H-Q curves on the graphics at 6 sites
- ❑ Revalidate and review of DM results at 6 sites (end of Sep.)
- ❑ Retry to fit H-Q curves at 6 sites (end of Sep.)
(Compilation of DM Manual in parallel) ↓ by NARIANA

- ❑ Compile daily water level records at 6 sites by each SRO
- ❑ Convert from H to Q by H-Q curves at 6 sites ↓
- ❑ Compile daily discharge data at 6 sites

Part 6. Incoming Schedule of DM Works

Incoming DM Works Schedule (July to September) (originally set in March 2018, need to modify)

Activity / Month		JULY																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
4BE01	Planned																																
4BE01	Actual																																
4BE10	Planned																																
4BE10	Actual																																
4CC08	Planned																																
4CC08	Actual																																
4DD02	Planned																																
4DD02	Actual																																
4EA07	Planned																																
4EA07	Actual																																
4F10	Planned																																
4F10	Actual																																
Activity / Month		AUGUST																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
4BE01	Planned																																
4BE01	Actual																																
4BE10	Planned																																
4BE10	Actual																																
4CC08	Planned																																
4CC08	Actual																																
4DD02	Planned																																
4DD02	Actual																																
4EA07	Planned																																
4EA07	Actual																																
4F10	Planned																																
4F10	Actual																																
Activity / Month		SEPTEMBER																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
4BE01	Planned																																
4BE01	Actual																																
4BE10	Planned																																
4BE10	Actual																																
4CC08	Planned																																
4CC08	Actual																																
4DD02	Planned																																
4DD02	Actual																																
4EA07	Planned																																
4EA07	Actual																																
4F10	Planned																																
4F10	Actual																																

Recommendation for Further Enhancement for Quality DM Works from JICA Expert Team

- ❑ Field measurement and verification of DM results
➡ Active participation from RO/SRO
- ❑ Practices to update of summary sheet of DM results
➡ Self-checking and update of H-Q curves
- ❑ Conversion from H to Q by applying rating curves updated
➡ Preparation of daily discharge series without interruption period
- ❑ Storing records its sharing in appropriate manner
➡ Printing and filing of tables and graphics

Part 7. Outstanding Meteorological Records and Flood Monitoring during Events in March to May 2018

Presenters

- ▣ Ms. A.W. Migui (Embu RO)
- ▣ Mr. D. Gathima (Garissa SRO)
- ▣ Ms. F. Mbathi (Murang'a SRO)
- ▣ Ms. L. Fundi (Kerugoya SRO)
- ▣ Mr. A. Kimotho (Meru SRO)
- ▣ Mr. E. Mwangi (Kitui SRO)

Objective of Data/ Information Sharing in Part 7

It is essential to recognize that the experiences of flood events in March to May 2018 provided us a good opportunity for reviewing current hydrological monitoring routine including gauge reading, collection/ transmitting of field records, data storage and analyses and every related manual/ guidelines in the Tana Catchment.

In this context, we share the following information from each Sub-regional office in this Part 7:

- (1) Narrative description on overview of flood events
- (2) Status of collected data and availability of records from January 2018 to date (June 2018) (The latest list of gauging stations be included)
- (3) Present status of gauging stations under territory of each sub-regional office after floods (detailed damage to the properties)
- (4) Pictorial/ graphical information on flood events
- (5) Required actions to be taken for improvement in the future

38

Part 8. Status of Data Recording, Storing and Utilization in Tana Catchment

- Clarification of current status through interviews at SROs and review of "Handing Over Report", by Mr. L.Thooko, 2016
- Discussions for strengthening and improvement for meteorological data management

Current Monitoring Network in Tana Catchment

Summary of gauging stations by sub-region

Sub-region	National	MU	Intra-MU	Special	Total	Operational (%)
Kathita/ Mutonga	0	2	8	6	16	44
Lower Tana	1	0	0	2	3	100
Thiba	0	1	4	2	7	43
Tiva Tyaa	0	0	0	0	0	0
Upper Tana	0	4	9	11	24	75
Total	1	7	21	21	50	62
Operational (%)	100	57	62	62	62	

Expected instruments:

Instrument	National	MU	Intra-MU
Gauge plates	○	○	○
Weirs in selected stations	○	○	○
Automatic WL recorders/ data loggers/ divers	○	○	-

0

Current Status of Data Management in Tana Catchment (1/2)

- Fill the data to the form daily and send to SRO by monthly
- Data is send by SMS and phone call when a special need



- Anytime when the unexpected data was found.



- Store the data into Server by monthly



- Store the data into Server by quarterly

- Change the excel format and send to RO by monthly

B1. Report

Current issues :

- ◆ Some RGS with absence (not existence) are found.
- ◆ Printing and filing of data sheets should be appropriately ensured.
- ◆ Periodical quality check of data should be conducted as routine works of surface water officers.
- ◆ Computer and server system should be renewed.

41

Current Status of Data Management in Tana Catchment (2/2)

No.*	Action	From	To	Manner	Timing/ Frequency
A1	Report	GR	SRO	Filled forum	Monthly
A2	Feedback	SRO	GR	Call	Anytime when unexpected data was found.
B1	Report	SRO	RO	Quarterly	Monthly
		SRO	RO	Excel format	Every month
B2	Feedback	RO	SRO	Call/ write e-mail	Anytime when unexpected data was found.
C1	Report	RO	HQ	Export back-up	Quarterly
C2	Feedback			Call/ write e-mail	Anytime when unexpected data was found.
D1/D2	Store	HQ/RO	Server	(Mike Basin)	Quarterly

Note: *, Refer to previous slide

GR, Gauge reader SRO, Sub-regional Office RO, Regional Office

42

Way Forward for Future Enhancement

Action Plan (Short-term: 2018-2020)

Subject	Means and Procedure	Responsible Office	Time Frame

Hints: Necessity of improvement on.

monitoring network, equipment of gauging stations, system on data acquisition and storing, computer system/software, training of human resources, outsourcing of part time job, etc.

43

Part 9. River Maintenance Flow

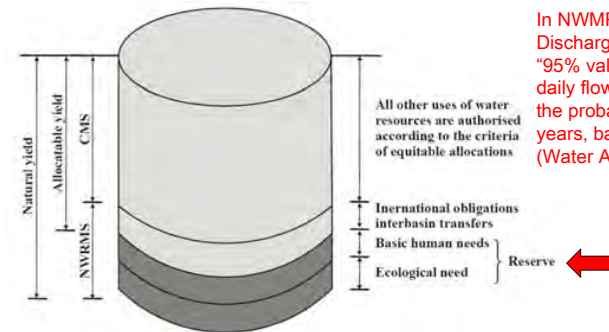
Guidelines for Water Allocation in Kenya

- **The Water Act 2002** Section 8 mandates WRMA “to develop the principle, guidelines, and procedures for the allocation of water resources”. The first edition of the “**Guidelines for Water Allocation**” was issued in March 2010 to set out the guidelines to be followed by WRMA in decision making on the allocation of available water resources.
- The guideline generally consider the allocation of four demands of (1) **ecological demand**, (2) **basic human needs**, (3) **international obligation and interbasin transfers**, and (4) **demand allocated for individual use by means of permit**. (Refer to the figure in next slide)

45

Definition of Reserve Discharge in Kenya

- “Guidelines for Water Allocation, Mar. 2010” defines as follows:
 - The reserve is the portion of the water resource which is set aside to meet demands for ecological and basic human needs. The reserve needs to be defined with respect to the quantity, reliability and quality. (Detailed discussion is shown in WAG.)



46

Definitions of Related Terms in Japan (1/2)

- There are **two types of flow discharge** to be determined.
- **The first is the flow discharge determined in total consideration of water functions** such as navigation; fisheries; tourism; maintenance of clean river water; prevention of salt damage; prevention of river-mouth clogging; protection of river management facilities; maintenance of groundwater levels, landscape values, and ecosystems; and the securing of opportunities for human interactions with the river. This discharge is hereinafter referred to as “**Maintenance Flow Discharge**”.
- **The second is the flow discharge necessary for water utilization downstream of the point** for which the maintenance flow discharge has been determined (hereinafter referred to as “**Water Utilization Flow Discharge**”); this discharge is determined at a point that serves as the reference point for appropriate river management.
- The “**Normal Flow Discharge**”, if necessary, should be determined for each of the river reach represented by annual fluctuations in the maintenance flow discharge and water utilization flow discharge.

47

Definitions of Related Terms in Japan (2/2)

- **Normal Flow Discharge**
 - “Normal Flow Discharge” is defined as the required discharge **to satisfy the both “Maintenance Flow Discharge” and “Water Utilization Flow Discharge”**.

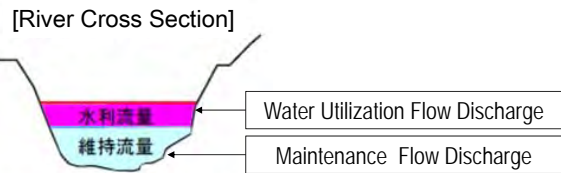
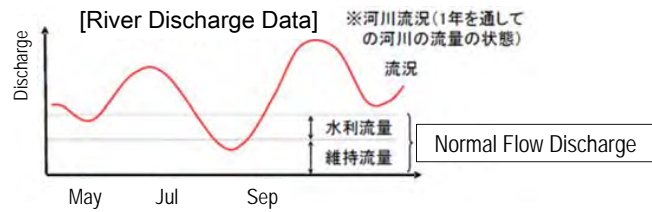
$$\boxed{\text{Normal Flow Discharge}} = \boxed{\text{Maintenance Flow Discharge}} + \boxed{\text{Water Utilization Flow Discharge}}$$

- **Even in case of drought year**, the one required for total consideration of water functions is the “Normal Flow Discharge”.

Therefore, the “Normal Flow Discharge” is not determined as desired for normal year ⇒ Discharge to maintain water function at minimal level.

48

Graphical Image of Normal Flow Discharge

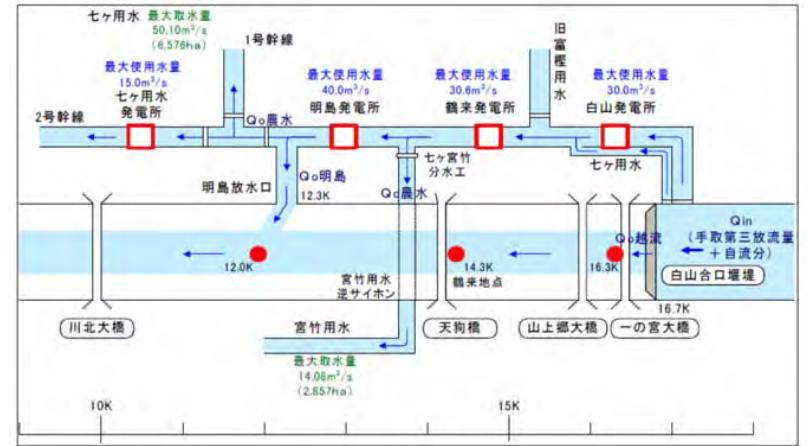


Note: WUFD is fluctuated by seasons.

49

Consideration of Normal Flow Discharge Schematic Diagram of Water Utilization (sample)

In case of Tetsu River, Toyama Pref. in Japan



50

End of 2nd Workshop

Thank you for your active participation!

Discharge measurement workshop

PRESENTATION BY
A.WANJIKU MIGWI

Tana catchment overview

- Geographically the Tana Catchment Area extends from the crests of Mt. Kenya, the Aberdares Ranges and the Nyambene Hills in the north extending southwards to the Indian Ocean bounded by the Yatta Plateau to the west. the Catchment Area covers an area of 126,000 km² .The bounded by Latitudes of 0° 30' north and 2° 30' south, and longitudes 37° 00' east and 41° 00' east.

Hydrometeorological network

- The Hydrometeorological networks for discharge and rainfall measurements allocated in the five Sub Regions in Tana namely, Thiba (Kerugoya), Upper Tana (Murang'a) , Kathita Mutonga (Meru), Tiva Tyaa (Kitui) and Lower Tana (Garissa).
- Currently there are **69** RGS stations that are operational and **23** Rainfall in the Region are operational.

RGS status at the Sub Regions

Sub Region	National	MU	Intra-MU	Others	Operational	Total	% Operational
Thiba	0	1	3	9	13	13	100
Upper Tana	0	4	10	44	46	58	79
Lower Tana	1	2	0	0	3	3	100
Tiva Tyaa	0	0	0	0	0	0	0
Kathita Mutonga	0	2	7	29	7	38	20
Total	1	9	20	82	69	112	

Rainfall network status

SUB region	Rain fall	% operational	Evaporation	% operational	Weather	% operational
Thiba	6	50	3	100	1	0
Upper Tana	10	95	3	100	3	100
Tiva Tyaa	5	40	1	100	1	0
Lower Tana	5	75	4	25	0	0
Kathita/Mutonga	6	50	3	66	0	0

Rehabilitated RGS station By JICA from Jan 2018 to May 2018

SUB REGION	Stations	Achievement
Sub Region		
Thiba	4DD2 Thiba	construction of stair case
Upper Tana	4BE10 Tana Rukanga	- construction of water runaway canal Installed 5 No. staff gauge from 1.5m to 8m - installed Bill board
Kathita Mutonga	4F10 kazita	Installed 3 No. staff gauge from 1.5m to 4m - installed Bill board 2 no.
Tiva Tyaa	NONE	
Lower Tana	NONE	

DATA Received from Rehabilitated

STATION	From jan to may 2018	Remarks
Mutonga 4EA7	Jan 2018 to feb 2018	Updated in the data base
Kazita 4F10	Telemetric only	the gauge reader stopped taking data. From DEC 2017
Thiba 4DD2	Jan to march 2018	Both telemetric and manual Working
Thika 4CC08	None	the gauge reader stopped taking data. From October 2017 SW0 unable to download the data. (equipment not working)
Maragua 4BE01	From Jan to may 2018	Updated in the data base

conclusion

- According to the JICA Project objective, to enhance capacity of water resources management in WRA through ;
 - Establishment of appropriate hydro meteorological network and its management has been achieved by about 70 % since most of 4 out of 6 rehabilitated stations are in good order and have submitted data .

Garissa SRO

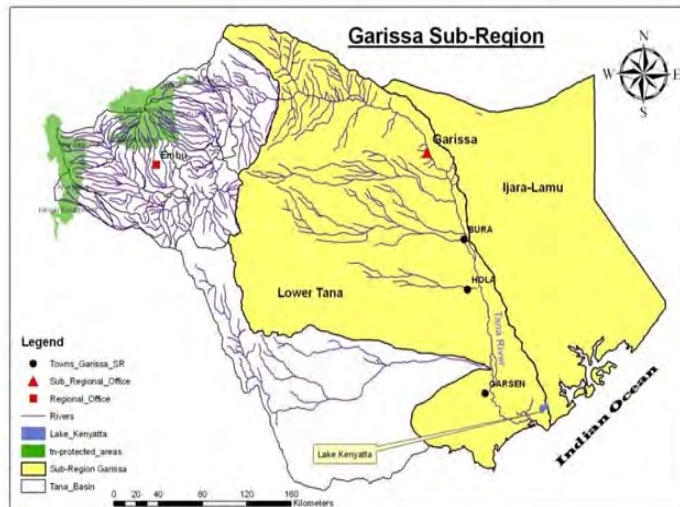
Outstanding Meteo-hydrological Records and Flood Monitoring during Events in March to May

*Lower Tana Sub Region
Garissa
By Daniel G Wanyumu*

INTRODUCTION

- Lower Tana sub region covers Garissa county, Tana River county, Lamu county, part of Kitui and Malindi counties with a total coverage of 77,400Km². It is one of the five Sub regions in Tana Catchment. The sub-region borders Ewaso nyiro North catchment area to the North, Athi catchment area to the south west and Somalia to the east
- It is classified as semi arid area falling under ecological zone 5,6 and 7
- The weather is generally hot with temperatures above 30°c in most parts
- The rainfall pattern is bimodal with long -rainfall season coming in the month of April-May and the short rains in the month of October – November
- The annual precipitation is unreliable, erratic and varies widely across in space and time, averaging below 300mm annually
- The sub Catchment has an irrigation potential of approximately 205,000ha from Balambala to Kipini (Tana basin)

Lower Tana sub region Monitoring stations



Overview of flood events in March to May 2018

- Historically effects of floods in lower Tana have been high during the short rains as illustrated in the graph below.
- However from 16th March 2018 the water levels rose to 3.40m from 1.69 the previous day. Flood alert in Garissa starts at 3.50m.
- The office started sending sms to all riparian area through WRUA members and stakeholder especially chiefs and County Commissioner.
- On 24th April we created a WhatsApp group of 175 members involved with floods.
- Frequent FM radio updates were given in local language by the SRM.

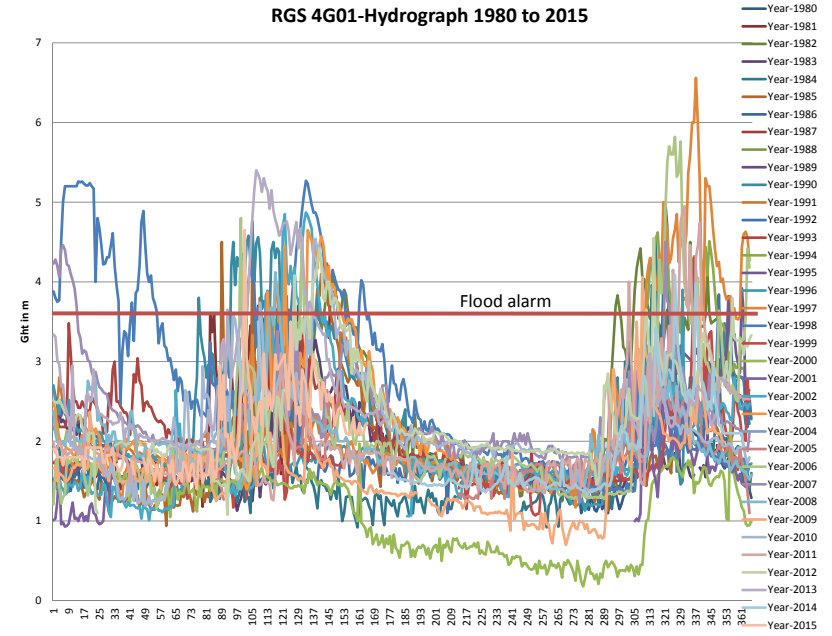


RGS 4G01 in Tana Garissa

RGS 4G04 in Tana Hola

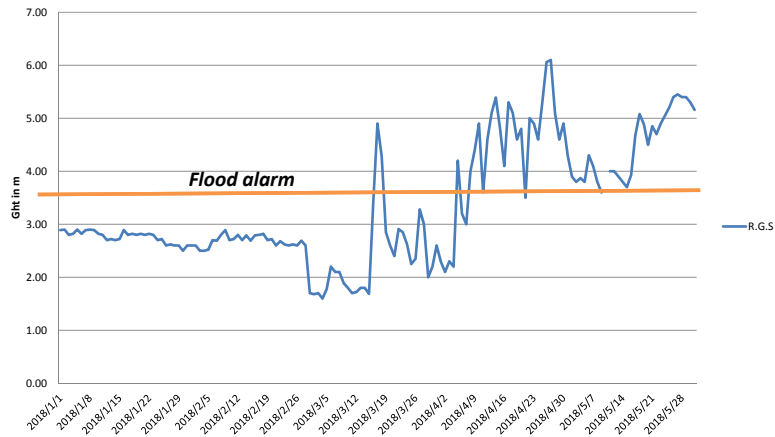
RGS 4G02 in Tana Garsen

RGS 4G01-Hydrograph 1980 to 2015

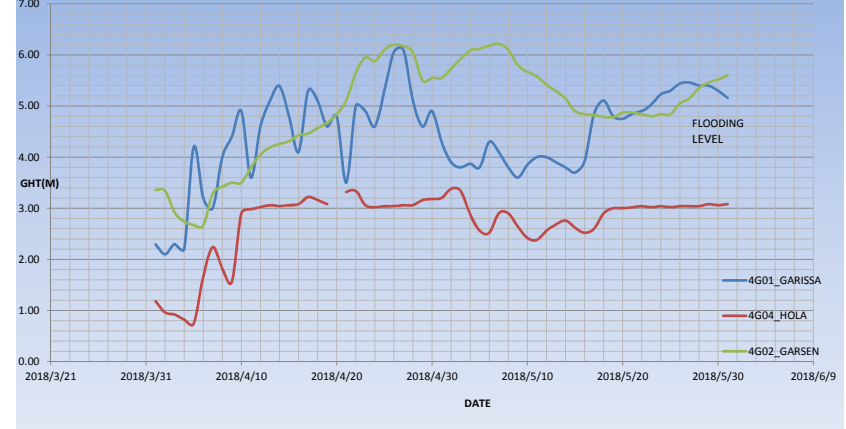


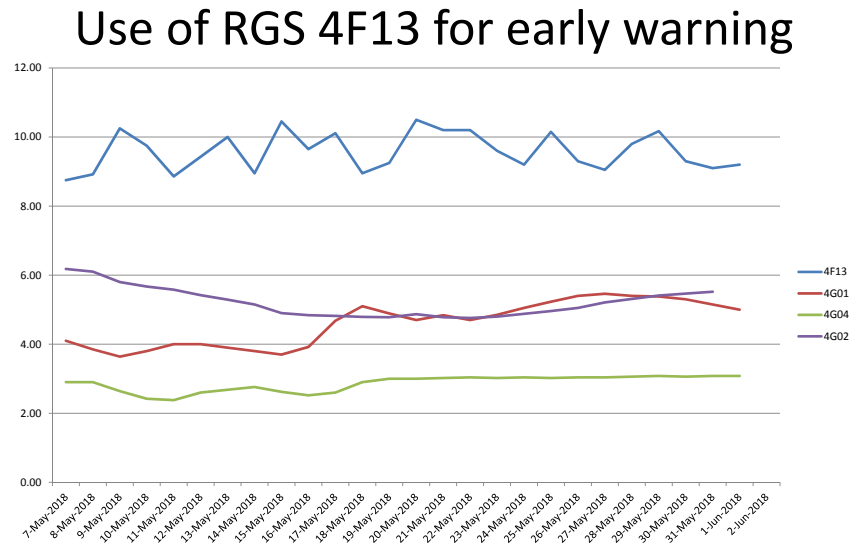
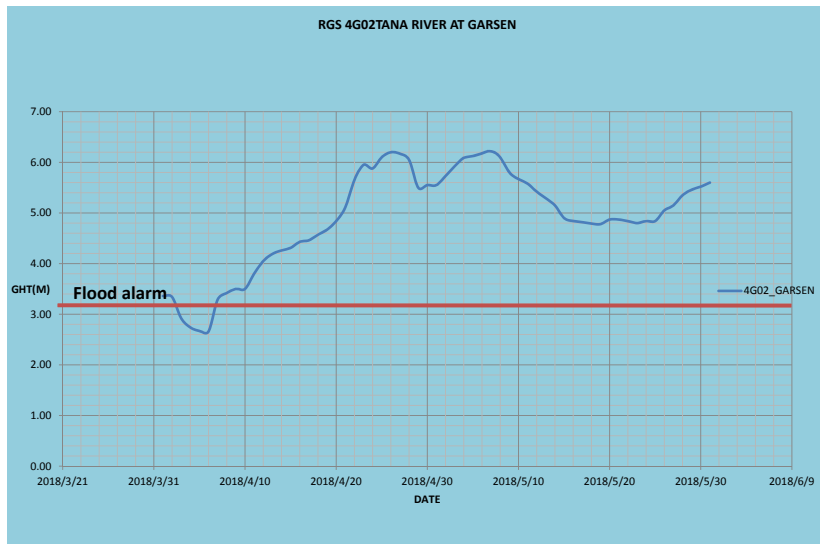
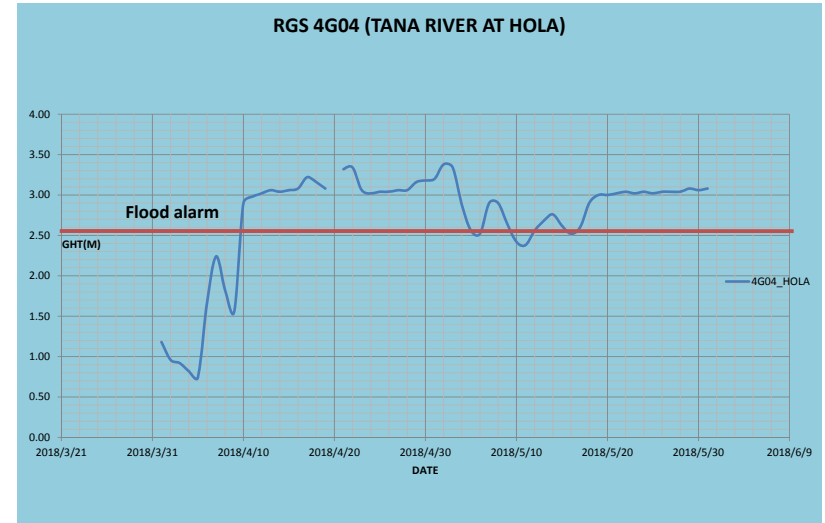
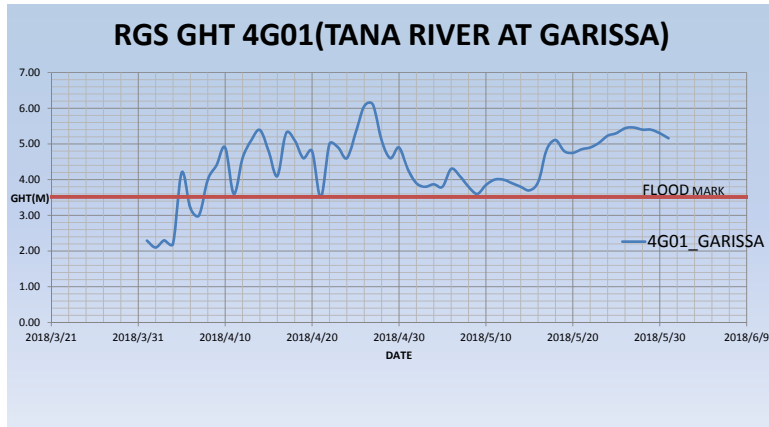
A6-27

R.G.S 4G01



GHT RGS 4G01-4G02-4G04 COMPARISON





Effects of Floods in Lower Tana

- Tana River County
 - The flooding affected mainly communities living along the riverine and others in the hinterlands affecting approximately 117 villages translating to 12,809 households. Total population affected was 64,045 (32,205 female and 31,840 male).
 - A total number of 9,539 acres of crops have been destroyed by the floods.
 - About 49 primary and secondary schools have either been submerged or completely cut off.
 - Health facilities and Roads were affected prompting high food prices fluctuations
 - Water related diseases were reported with cholera confirmed in Madogo.

Effects of Floods in Lower Tana

- Garissa County
 - Approximately 10,926 people were affected , including 1564 HHs who were displaced in spontaneous camps. It was also reported that, 5 cows, 88 goats were drown, over 600 farms washed away by floods.
 - Water related diseases were reported
 - Nairobi-Garissa, Garissa- Garsen -Lamu, Garissa-Balambala and Garissa –Masalani Roads were destroyed.

Flood photos



flood photos



Required actions

- Installation of an RGS upstream of RGS 4G01 for early warning for community downstream of RGS 4G01. It should be downstream of RGS 4F13 and Dry river beds from Kitui and Garissa (Tyaa, Rahole, Al amin moju and Chanyigi)
- Develop a model that can give early warning using WRA data.

Jica workshop:

27th - 28th June 2018.

Murang'a SRO

WATER RESOURCES AUTHORITY – UPPER TANA SUB REGION.

Catchment overview

- The Upper Tana Sub-Region is one of the five sub-regions in Tana catchment Area. It has an approximate area of coverage of 5,202Km² out of the 126,026 km².
- Is between Aberdare and Mt Kenya water towers .
- Has an estimated population of 1.9 million people and an average population density of 365 persons per Km² .

Catchment management units.

- For management purposes the Sub-Region is divided into five management units namely
- Sagana Gura – Drainage area 4A
- Lower Sagana – Drainage area 4B
- Upper Thika – Drainage area 4CA
- Thika Urban – Drainage area 4CB
- Lower Thika – drainage area 4CC

Overview of floods events

- The onset of Long rains started in early March 2018 and most part of Upper Tana Catchment, received little rainfall which was not evenly distributed.
- During the months of April and May 2018, there was intensive increase in rainfall and most rivers registered high flows. which coursed flash floods in all areas and river induced flooding in lower zones.

Cont, overview of Floods

- With the continues extremely heavy precipitation which occurred in the month of April and May 2018, generated high volume of runoff in excess of the drainage capacity coursing flooding in most of the sub regional rivers
- Many Springs were spawned out .

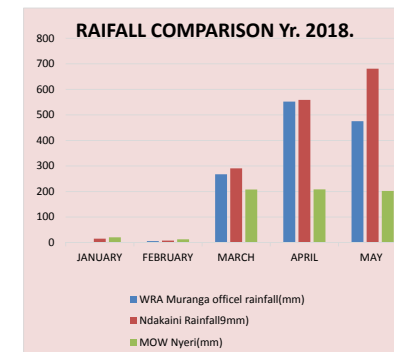
Cont, floods overview -Rainfall

- March 2018-The onset of Long rains. Registered little and moderate rains not well distributed within the sub region.
- April 2018- heavy rainfall well distributed
- May 2018- intense rainfall well distributed

cont. Rainfall

The chart below depict rainfall comparison for 3stns-Ndakaini R/stn registered more rainfall than Muranga R/stn and Nyeri R/Stn.

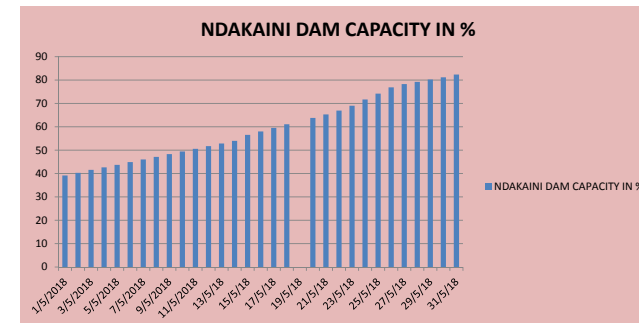
Rainfall comparison			
	WRA Muranga officel rainfall(mm)	Ndakaini Rainfall9mm)	MOW Nyeri(mm)
January	0	15.3	20.6
February	5.7	7.7	12.7
March	267.5	290.6	207.7
April	551.9	558.53	208.2
May	475.3	680.8	202.1



Dams Capacity

- Sasumua Dam –100% full capacity (15.91MM3) by 11/5/2018
- NDakaini dam by 11/5/2018 was 50.54% (35,377,651M3) out of 70MM3.
- Ndakaini capacity was 82.34% (57,637,680MM3) BY 31/5/2018.

DAM WATR LEVEL TREND



Effects of flooding

- Land slides
- Mad slides
- Aquiver severe cracks
- Infrastructure destructions- Regular gauging Stations,bridges, water intakes, water channels, Roads ,Buildings etc
- High erosion coursing high river siltation.
- Deaths and Relocation of people.

Cont, Effect of floods

- 5 RGS Were Damaged .
- 1.4BE1 R. Maragua 1st staff gauge washed away.it was automated with multiparameter and hobo data loggers.
- 4AA02 R. Thegu mutiparameter and hobos washed away.
- 4BE10-Tana Rukanga –telemetric house was submerged by flood these affected the telemetry data logger equipment. The 3rd gauge plate was damaged. The floods mark was beyond the last staff gauge - 8M
- 4BD01 R. Mathioya –Vandalized
- 4AA1 R.Sagana –gauge plate damaged.

COLLECTED DATA

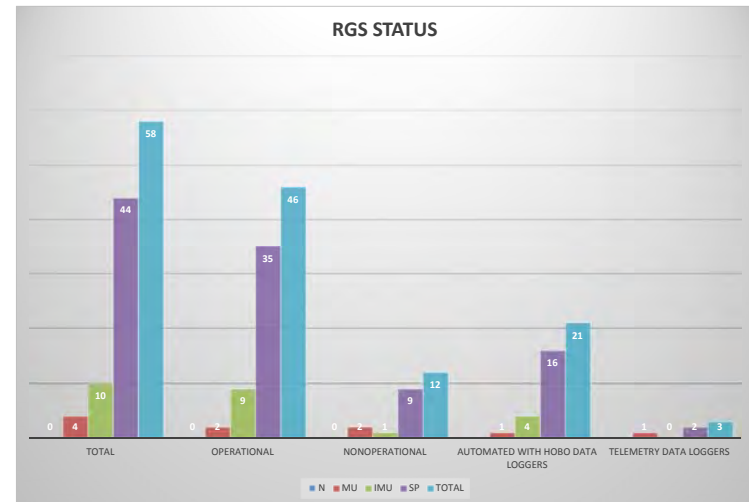
- Discharge data- 74 gauging from 24 Stations.
- Water level data- from 17 RGS , 9 No.Hobos downloaded
- Water quality data-1200 water samples collected and analysed . Insitu water parameters collected from 24 RGS.
- Rainfall data-data collected from 8 No. stations
- Evaporation data-3 stations

Status of Monitoring Network

- Regular gauging stations- 58
- Rainfall stations-19
- Evaporation stations-3
- Full weather statio-1

RGS STATUS

category	total	operational	nonoperational	automated with hobo data loggers	telemetry data loggers
N	0	0	0	0	0
MU	4	2	2	1	1
IMU	10	9	1	4	0
SP	44	35	9	16	2
Total	58	46	12	21	3



STATUS-WEATHER STATIONS

STATIONS	OPERATIONAL	NONOPERATIONAL	TOTAL	TELEMETRIC
RAINFALL STNS	17	4	19	5
EVAPORATION	3	0	3	0

REQUIRED ACTION FOR IMPROVEMENT.

- More facilitation for establishment and rehabilitation of monitoring network
- Automation and upgrading of station
- Ensuring the data software is available to all sub regions.
- introduction of mobile SMS code to ease data transmission.

4BE10 FLOODED-RECORDER HOUSE



WATER LEVEL-SAME DAY



4BE10 -2ND Gauge plate damaged.



FLOW MEASUREMENT AT 4AC3
R.SAGANA –ADCP.



discharge Measurement –ADV and lab
analysis



Floods-Relocation



R.MARAGUA -FLOODED



Land slides



Loss of properties.



FAITH MBATHI- THANK YOU

THIBA SUB REGION 2nd DM workshop presentation

26th June 2018

Flood event

- Thiba sub region like other parts of the country, received above normal rainfall whose onset was the first week of March 2018.
- Rains intensified with time and by the month of April and May the sub region was already reporting flood situation in various areas. Most affected was the lowlands to the south of the sub region.

Flood events cont`

- All rivers recorded high water levels, with some exceeding highest starve level thus marking of flood points was done.
- At least 10no human beings were reported to have drowned (Rupingazi, Icakimangu, Rutui, Thiba, Ena, Dallas swamp.)
- Several houses were sub merged (eg. Thiguku village recorded 50houses, Dallas area recorded 35 houses)

Count`

- Infrastructure, including foot bridges, were also damaged.
- Several feeder roads were cut off, crop damaged and livestock died
- About 140 persons were displaced at Thiguku village, 35 at Dallas

Data collected

- Water level data
- Flood plain marks
- Rain fall
- Evaporation
- No of displaced human and livestock
- No of sub merged and destroyed houses
- Estimated acreage of damaged crop

RGS status

- All 13No RGS are functional.
- 3No RGS were rehabilitated just before the onset of rains under capital project

Flood events: Data comparison

Station	Date (2018)	WL (M)	Date (2017)	WL (M)
THIBA 4DD2	15/5/2018	Over 5m gauge	15/5/2017	1.87
	16/5/2018	4.94	16/5/2017	1.73
	17/5/2018	3.97	17/5/2017	1.68
	18/5/2018	3.42	18/5/2017	1.60
	19/5/2018	3.07	19/5/2017	1.57
	20/5/2018	2.90	20/5/2017	1.53
	21/5/2018	2.99	21/5/2017	1.48
	22/5/2018	3.35	22/5/2017	1.42
	23/5/2018	4.86	23/5/2017	1.33

Required actions

- Mapping of wetland riparian areas
- Marking of all flood plains
- Riparian and catchment rehabilitation for infiltration and reduced surface runoff velocity
- High flow measurement for updated rating curves
- Early warning systems established and improved

Flood situation



Conti`



Meru SRO

KATHITA MUTONGA DATA

COMPONENT

- Rainfall stations
- Evaporation stations
- River gauging stations

MU Rainfall stations

- Meru DWO
- Meru forest
- Maua DO office
- Kionyo dispensary
- Gacuru
- Kinna
- Mumbuni
- Ura
- Marimanti

Other Rainfall Stations

- DO OFFICE Nkubu
- Nkubu water supply
- Kaguru FTC
- Mikinduri Pry school
- Marimba farm
- Chuka forest
- Kiamuriuki
- Kibugua
- Thuci barrier
- Mwangarimwe
- Chogoria gate
- Chiakariga Kewi Campus

MU Evaporation Stations

- Meru DWO
- Maua DO office

Other evaporation station

- Chiakariga Kewi Campus

Operational Rainfall Stations

- Meru forests
- DO office Nkubu
- Maua DO office
- Mikinduri Pry School
- Meru DWO

Operational Evaporation Stations

- Meru DWO
- Maua DO office

River Gauging Stations (RGS)

NAME	
Tana grand falls 4F13	Liutu 4FB
Kathita 4F19	Thuci 4EB4
Kathita 4F31	Thuci 4EB7
Kathita 4F10	Ruguti 4EB5
Thingithu 4F17	Ruguti 4EB6
Mutonga 4EA7	Maara 4EB16
Tungu 4EB9	Maara 4EB12
Kithinu 4EA3	Maara 4EB13
Mutonga 4EA6	Maara 4EB11
Thangatha 4F8	Kinyaritha main 4F new
Nithi 4EB1	Kinyaritha minor 4F new
Mutonga 4EA1	Thanantu 4F20
Kathita 4F29	Ura 4F09

stations priority

MU	IMU	SPECIAL	OTHERS
Kathita 4F10	Thanantu 4F20	Tana 4F13	Kathita 4F19
Mutonga 4EA7	Ura 4F9	Tana 4F16	Kathita 4F31
	Ruguti 4EB6	Ruujji Rweru 4F18	Thingithu 4F4
	Tungu 4EB9	Kithino 4EA3	Nithi 4EB1
	Mutonga 4EA6	Thangatha 4F8	Mutonga 4EA1
	Thingithu 4F17		Kathita 4F29
	Maara 4EB11		Liutu 4FB
			Thuci 4EB4
			Thuci 4EB7
			Ruguti 4EB5
			Maara 4EB16
			Maara 4EB12
			Maara 4 EB11
			Kinvaritha main 4F

Discharge measurement Jan to Jun 2018

Stn Name	Jan 2018		Feb 2018		Mar 2018		April 2018		may 2018		Jun 2018	
	GHT	DM(M3)	GHT	DM(M3)	GHT	DM(M3)	GHT	DM(M3)	GHT	DM(M3)	GHT	DM(M3)
Kathita 4F31	0.16	0.3669	0.12	0.2809	0.12	0.2809	0.53	-	0.39	1.4356		
Thingithu 4F4	0.46	0.4024	0.4	0.2333	-	-	-	-	0.9	5.5966		
Mutonga 4EA6	0.44	1.8268	0.35	1.7107	0.35	1.7107	-	-	2.28	35.112		
Maara 4EB11	0.19	2.0846	0.11	2.0329	0.11	2.0329	-	-	1.24	12.7313		
Ruguti 4EB6	0.52	0.7385	0.47	0.4544	0.47	0.4544	-	-	1.68	5.7709		
Thuci 4EB7	-	0.3390	-	0.0288			-	-	1.45	8.705		
Tungu 4EB9	0.09	0.0794	0.0	0.0482	0.0	0.0482	-	-	1.0	2.9316		
South Maara 4ED12	0.16	0.4773	0.07	0.3207	0.07	0.3207	-	-	-	-		
Kithino 4EA3	-	0.3125	0.36	0.0290	-	-	-	-	0.87	3.7752		
	-	-	-	0.39	0.0716	-	-	1.0	8.288			

Status of the Stations

Station name	Status	Remarks
Kathita 4F10	Operational	Station okay
Mutonga 4EA7	Operational	Station okay
Thanantu 4F20	Not operational	No gauge plate
Ura 4F9	Operational	Station okay
Ruguti 4EB6	Operational	Station okay
Tungu 4EB9	Operational	Station okay
Mutonga 4EA6	Operational	Station okay
Thingithu 4F17	Not operational	First gauge swept away
Maara 4EB11	Operational	Station okay
Tana 4F13	Operational	Station okay
Tana4F16	Operational	Station okay
Ruujirweru 4F18	Operational	Station okay
Kithino 4EA3	Operational	Station okay

Status of other Stations

Station name	Status	Remarks
Kathita 4F19	Not operational	Needs to be rehabilitated
Kathita 4F31	operational	Station okay
Thingithu 4F4	Not operational	Install first gauge
Nithi 4EB1	Not operational	Needs to be rehabilitated
Mutonga 4EA1	Not operational	Needs to be rehabilitated
Kathita 4F29	Not operational	Needs to be rehabilitated
Liutu 4FB	Not operational	Needs to be rehabilitated
Thuci 4EB4	Not operational	Needs to be rehabilitated
Thuci 4EB7	Operational	Station okay
Ruguti 4EB5	Not operational	Needs to be rehabilitated
Maara 4EB16	Not operational	Needs to be rehabilitated
Maara 4EB12	Operational	No gauge reader
Maara 4EB13	Not operational	Needs to be rehabilitated

Flood Events

Flush flood events were experienced in the region.

The following are the affected stations

- Thangatha 4F8
- Thingithu 4F17
- Thingithu 4F4
- Thuci 4EB7
- Kathita 4F10
- Maara 4EB11
- Kithinu 4EA3
- Thanantu 4F20

Lesson Learnt

- Challenges of anchoring concrete pillars
- Vandalism of gauge plate
- Gauge readers not co operating
- High flow requirements are required

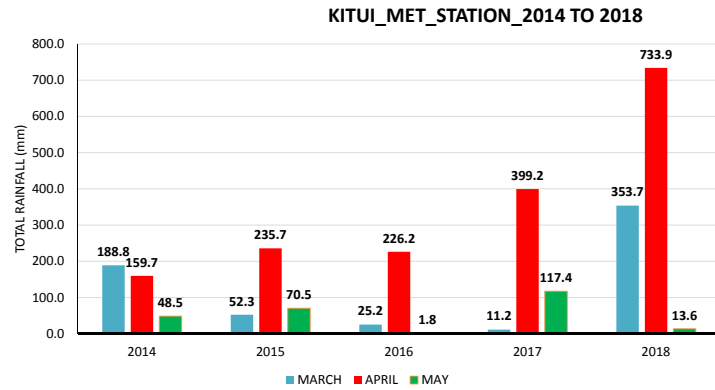
Introduction

- Tiva-Tyaa (Kitui Sub Region) covers an Arid and Semi-arid area characterized by small hills and flat areas which are well drained.
- The River courses are well defined and most of them maintain the flash floods within their River banks, hence, very few and occasional incidences of floods of negative impacts are reported.

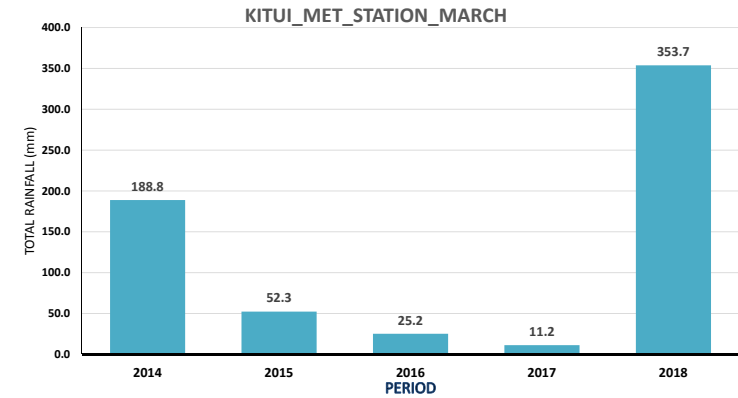
Data Collected

- The sub region has no river gauging stations. However, trends on rainfall data collected from Kitui Met Station are shown below. The data covers a period of 5 years.
- While it is apparent from the demonstration that more rain was received this year compared to the last five years, most of it came in March and April. In fact, May 2014, 2015 & 2017 was wetter than May 2018 in Kitui.
- The month of April was consistently wetter than any other month throughout except in 2014 when march received more rainfall.
- Some flood data was collected and some pictures are shared in the presentation

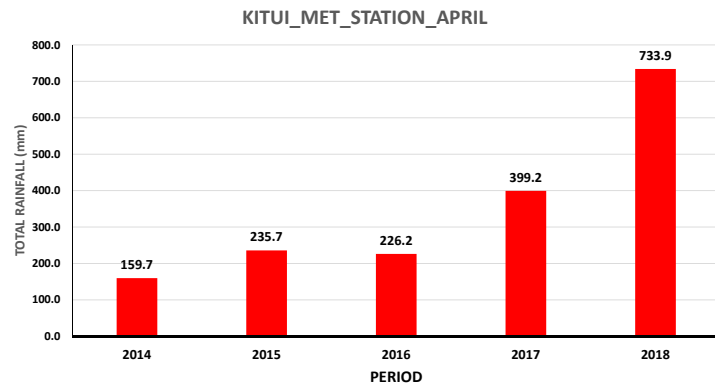
MAM Rainfall Comparison, 2014 to 2018



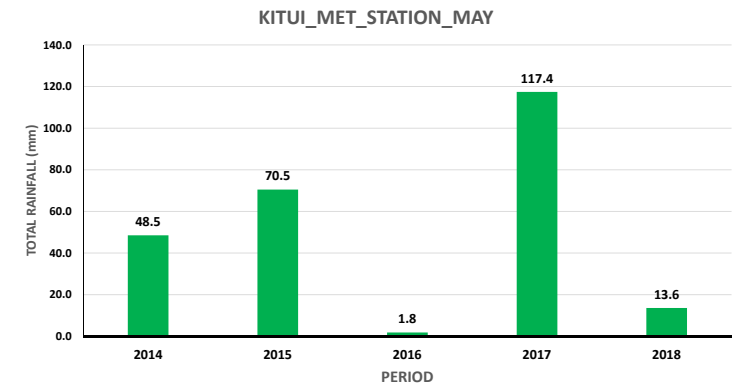
Months of March 2014 to 2018



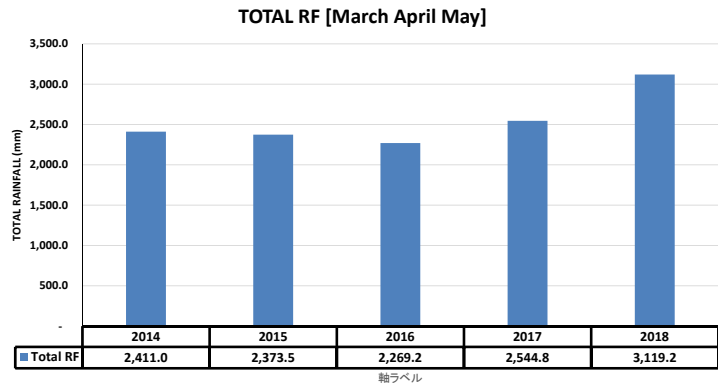
Months of April 2014 to 2018



Months of May 2014 to 2018



TOTAL MAM RAINFALL 2014 - 2018



FLOOD EVENT PICTURES

The following pictures were taken at Thua river during a flood survey

Kalambani Market



Kalambani Market



Kalambani Market



Thua River at Kalambani



The right river bank that had vegetation was protected while the left bare river bank where the market is located suffered a lot of deposition

Kalambani Market



Kalambani Market



Kalambani Market



Thua River



A 'Makuti' structure formerly located here washed away



Huge trees carried by the flooded river and deposited in the market

Kalambani Water Supply



Thank you

THE END

添付資料 7

水位観測所維持管理ガイドライン

WATER RESOURCES AUTHORITY

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY/
WATER RESOURCES MANAGEMENT EXPERT**

**GUIDELINE
FOR
MAINTENANCE
OF
REGULAR GAUGING STATION**

JANUARY 2019

NIPPON KOEI CO., LTD

1. Objective of Guideline

This guideline aims to support the management of maintenance work of RGS (Regular Gauging Station) in WRA (Water Resources Authority). The consistent maintenance work of RGSs should be achieved for keeping the quality of observed data high by means of checklist form. It is expected that the communication and information sharing of the RGS's status between each office will be improved by using the checklist, and then appropriate management of maintenance work will be established.

2. Management of Maintenance Work

2.1 Maintenance Work

The staff of SRO (Sub-Regional Office) engages in maintenance work of RGSs. The maintenance work should be complied with a letter "Maintenance of Regular Gauging Station" issued by ATCM (Assistant Technical Coordination Manager) on 28th January 2014. The letter indicates three reference guidelines for maintenance work of RGS. The maintenance work should be implemented on a monthly basis.

Table 1 Maintenance Work

No.	Item	Contents
1	Person in Charge	Staff of SRO (Sub-Regional Office)
2	Items of Inspection	Devices of observation, Structures of station, Calibration of gauging, Clean up the area of station
3	Regulations	Comply with a letter "Maintenance of Regular Gauging Station" issued by ATCM on 28 th January 2014 Reference Guidelines: <ul style="list-style-type: none"> ■ Guide to Hydrological Practices, WMO-No.168 ■ ISO 1100-1, Measurement of liquid flows in open channels ■ Guidelines for Assessment of River Gauging Stations
4	Frequency	On a monthly basis

2.2 Handling of Checklist

The Checklist is prepared, transferred, compiled and stored in accordance with the following procedure:

- The Checklist form attached on this guideline should be filled after completion of maintenance work by SRO's staff, and SRO submits the Checklist to RO (Regional office) on a monthly basis.
- RO compiles the received Checklists from SROs and submits to HQ (Head Quarter) on a quarterly basis.
- HQ compiles the received Checklists from ROs. HQ utilizes the compiled Checklist for studying strategy and budget formulation of maintenance work.

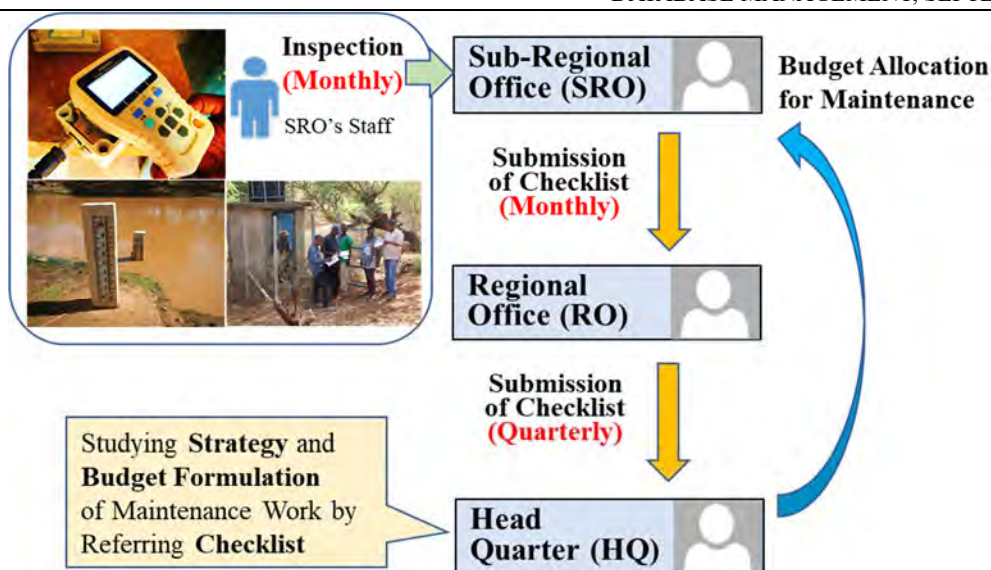


Figure 1 Management of Maintenance Work of RGS

3. Roll of the Tasks

The roll of tasks for management of maintenance work are indicated in the table below;

Table 2 Roll of Tasks

Function	Responsible Institution		
	HQ	RO	SRO
1. Inspection		○ ¹⁾	○ ²⁾
2. Maintenance		○ ¹⁾	○ ²⁾
3. Securing Quality of Facilities		○ ¹⁾	○ ²⁾
4. Planning Strategy	○	△	
5. Budget Formulation	○	△	

Note: ○ : Main roles, △ : Assisting roles
 1) Responsibility of quality securing
 2) Responsibility of work implementation

Attachments

- Checklist for Maintenance Work of Regular Gauging Station
- Sample of Summary Table of Checklist

Checklist for Maintenance Work of Regular Gauging Station

Month and Year of Checklist: _____ in _____
Office Name: _____
Recorded by _____
Recorded Date: _____

The maintenance works had been checked with the items below and summarized on the attached summary table.

Check Items for Maintenance Works

No.	Check Items	Check Contents
1	Facility	The facilities such as observation hut, staff gauge and bench mark have been functioned without significant damage
2	Device	The devices such as sensor, recorder and telemeter have been functioned
3	Replacement	The necessary replacements such as battery, recording paper and cartridge pen have been replaced with new ones or remain enough balance until next inspection
4	Calibration	The recorded data coincided with the value of observation at the time of site inspection
5	Cleanup	The cleanup works such as grass mowing, wiping devices and taking stuck branch off facilities have been accomplished

Signed by Office Manager:

Name :

Position :

Filled by		Checked by				Checklist for Maintenance Work of Regular Gauging Station										TANA BASIN	2019/1/17		
S/ No	STATION ID	STATION NAME/ RIVER	CONSTIT UENCY	COUNTY	LOCATION	REGION	SRO	CHECK ITEMS										COMMENTS	
								Facility		Device		Replacement		Calibration		Cleanup		ISSUES	REQUIREMENTS
								YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO	YES	NO		
1	4AA06	LOWER SAGANA	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Hombe foest station road	TANA	Upper Tana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Observation sensor was broken and not functioned	Observation sensor should be replaced	
2	4AA07	U.SAGAN A	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Hombe foest station road	TANA	Upper Tana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None	
3	4AA1	SAGANA	MATHIRA	NYERI	Rocky	TANA	MURANGA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None	
4	4AA2	THEGO	KIENI	NYERI	Chaka-state lodge road	TANA	MURANGA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	One staff gauge had been flowed out	To re-install a staff gauge is required	
5	4AA4	NAIROBI	NYERI TOWN	NYERI	Chaka state lodge road	TANA	MURANGA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None	
6	4AA5	SAGANA	NYERI TOWN	NYERI	Marua-Kiganjo Sagana bridge	TANA	MURANGA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None	
7	4AB01	MURINGA TO	NYERI TOWN	NYERI	Kiganjo-Nyeri at Muringato bridge	TANA	Upper Tana	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	None	None	
8	4AB02	MWEIGA	NYERI TOWN	NYERI		TANA	Upper Tana	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	The revetment for securing observation hut had been eroded partially	To repair the revetment is required	

SAMPLE

添付資料 8

気象水文データベース管理ガイドライン

WATER RESOURCES AUTHORITY

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY/
WATER RESOURCES MANAGEMENT EXPERT**

**GUIDELINE
FOR
HYDROMETEOROLOGICAL
DATABASE MANAGEMENT**

JANUARY 2019

NIPPON KOEI CO., LTD

1. Objective of Guideline

This guideline aims to enhance the hydrometeorological database management in Water Resources Authority. The consistent data storage should be achieved by clear demarcation of the tasks of each office by means of checklist form. It is expected that the communication and data sharing between each office will be improved by using the checklist, and then appropriate hydrometeorological database management will be established.

2. Procedure of Database Management

The observed hydrometeorological data are recorded, transmitted and stored in accordance with the following procedure:

(i) Sub-Regional Office (SRO)

- The observed hydrometeorological data is recorded on a monthly record form by a staff of Sub-regional Office,
- When the staff found any unexpected data, the staff should research the reason and update the data. If the trouble could not be fixed, note the reason and requirement on a table of checklist,
- The staff of Sub-regional Office sends the excel file of monthly record form with attaching a PDF file of checklist form (CHECKLIST-SRO) and excel file of summary checklist table to Regional Office on a monthly basis,

(ii) Regional Office (RO)

- The staff of Regional Office converts the water levels into discharges by using a latest H-Q curve,
- The converted discharges are recorded on a monthly record form and stored into a server at Regional Office,
- The staff of RO compiles the received summary checklist tables of SROs in one excel file, and fills the checklist table in accordance with the attached checklist form (CHECKLIST-RO),
- The staff of RO sends the excel file of monthly record form with attaching two PDF files of checklist forms (CHECKLIST-SRO and CHECKLIST-RO) to the Headquarter on a quarterly basis,

(iii) Headquarter Office (HQ)

- The staff of the headquarter compiles the received summary checklist tables of ROs in one excel file, and fills the checklist table in accordance with the attached checklist form (CHECKLIST-HQ),
- The staff of the headquarter stores the monthly record and summary checklist table into a server at the Headquarter.
- When the staff found any issues on the summary checklist table such as requirement of repairing and replacement of some equipment, the Headquarter handles the matter in cooperation with SRO and RO.

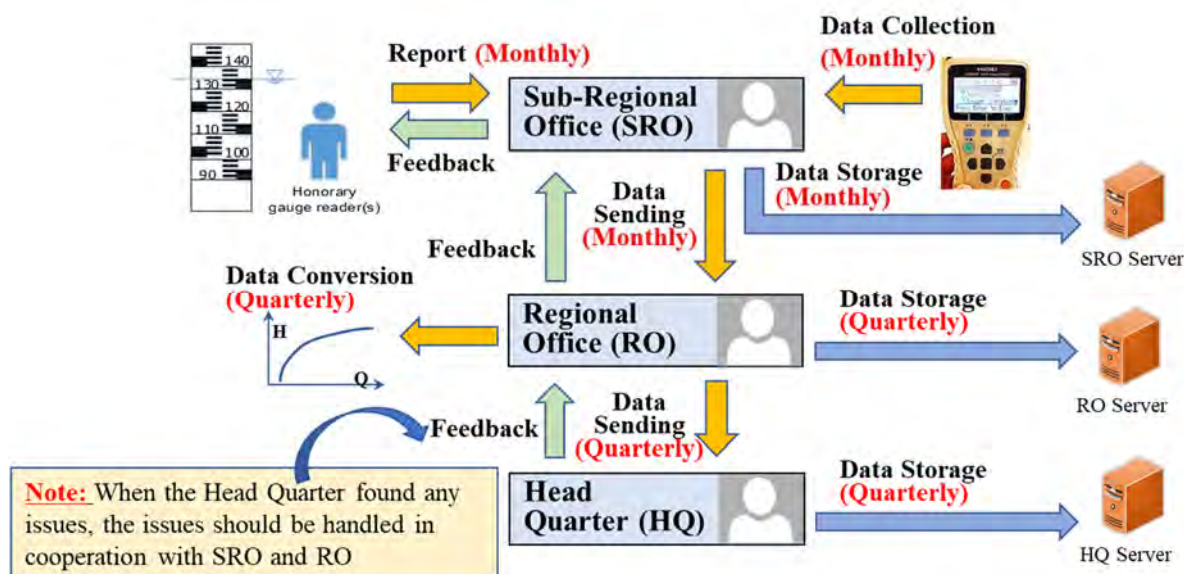


Figure 1 Communication for Hydrometeorological Database Management

3. Roll of the Tasks

The functions of database are divided into five categories as shown in the figure below. The roll of task of each function is indicated in the table below;

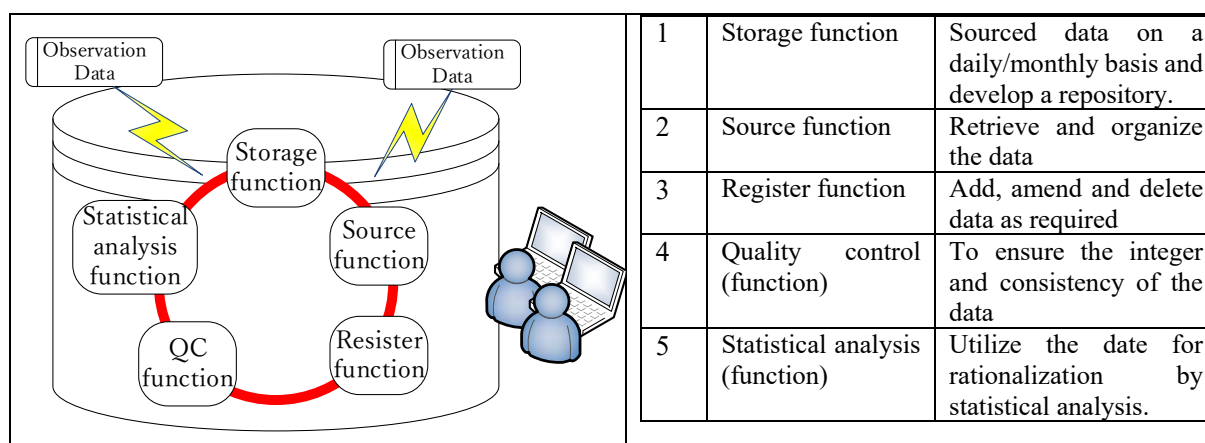


Figure 2 Functions of Database

Table 2 Roll of Tasks

Function	Responsible Institution		
	HQ	RO	SRO
Storage function	○ ¹⁾	○ ²⁾	△
Source function		○ ¹⁾	○ ²⁾
Register function		○ ¹⁾	○ ²⁾
Quality control	○ ¹⁾	○ ¹⁾	○ ¹⁾²⁾
Statistical analysis	○	△	

Note: ○ : Main roles, △ : Assisting roles

1) Responsibility of quality securing, 2) Responsibility of work implementation

4. Handling of Documents and Data

The handling action and timing for hydrometeorological database management at each office, are summarized in the tables below:

Table 3 Preparation of Documents

Office	Documents of Preparation	File Type	Timing
SRO	(1) Monthly Record Form at regular gauging station	Excel	Monthly
	(2) Checklist of form 'CHECKLIST-SRO' in handwriting	PDF	Monthly
	(3) Summary Checklist Table	Excel	Monthly
RO	(4) Monthly Record Form at rainfall/ water level gauge station	Excel	Quarterly
	(5) Checklist of form 'CHECKLIST-RO' in handwriting	PDF	Quarterly
	(6) Summary Checklist Table	Excel	Quarterly
HQ	(7) Checklist of form 'CHECKLIST-HQ' in handwriting	PDF	Quarterly
	(8) Summary Checklist Table	Excel	Quarterly

Note: PDF file is prepared by scanning the checklist paper in handwriting

Table 4 Transmission of Data

Office	Data of Transmission	Transfer to	Timing
SRO	(1) Monthly Record Form at rainfall/ water level gauge station	RO	Monthly
	(2) Checklist of form 'CHECKLIST-SRO'		Monthly
	(3) Summary Checklist Table		Monthly
RO	(4) Monthly Record Form at rainfall/ water level gauge station	HQ	Quarterly
	(5) Checklist of form 'CHECKLIST-SRO and RO'		Quarterly
	(6) Summary Checklist Table		Quarterly

Note: Data is sent by SMS

Table 5 Storage of Data

Office	Data of Storage	Server	Timing
SRO	(1) Monthly Record Form at rainfall/ water level gauge station	SRO	Monthly
	(2) Checklist of form 'CHECKLIST-SRO'		Monthly
	(3) Summary Checklist Table		Monthly
RO	(4) Monthly Record Form at rainfall/ water level gauge station	RO	Quarterly
	(5) Checklist of form 'CHECKLIST-SRO and RO'		Quarterly
	(6) Summary Checklist Table		Quarterly
HQ	(7) Monthly Record Form at rainfall/ water level gauge station	HQ	Quarterly
	(8) Checklist of form 'CHECKLIST-SRO, RO and HQ'		Quarterly
	(9) Summary Checklist Table		Quarterly

Note: SRO and RO should also file and store the paper of Monthly Record Forms at each office

Attachments

- CHECKLIST-SRO: Checklist of Sub-Regional Office
- CHECKLIST-RO : Checklist of Regional Office
- CHECKLIST-HQ : Checklist of Headquarter
- Sample of Summary Table of Checklist

CHECKLIST-SRO

Checklist
for
Hydrometeorological Database Management
at
Sub-Regional Office

Month and Year of Checklist: _____ in _____

Office Name: _____

Recorded by _____

Recorded Date: _____

The database management had been checked with the items below and summarized on the attached summary table.

Check Items for Hydrometeorological Database Management of SRO

No.	Check Items	Check Contents
1	Data Filling	The monthly record form was filled by observed data without missing value
2	Data Matching	The observed data is correct data at the target station
3	Expected Data	The observed data did not include any unexpected data such as high water level without raining
4	Paper Filing	The monthly record form filled by observed data was filed on paper based, and the file was stored in a shelf
5	e-Data Storing	The excel file of monthly record form with attaching a PDF file of checklist form (CHECKLIST-SRO) was stored to the server at Sub-Regional Office

Signed by Sub-Regional Manager:

Name :

Position :

CHECKLIST-RO

Checklist
for
Hydrometeorological Database Management
at
Regional Office

Month and Year of Checklist: _____ in _____

Office Name: _____

Recorded by _____

Recorded Date: _____

Check Items for Hydrometeorological Database Management of RO

No.	Check Items	Check Contents
1	Data Filling	The monthly record form was filled by observed data without missing value
2	Data Conversion	The water level was converted into discharge by using latest H-Q curve ※Note: In case of rainfall gauge station, marks 'YES' as no issues
3	e-Data Storing	The excel file of monthly record form was stored to the server at Regional Office

Signed by Regional Manager:

Name :

Position :

CHECKLIST-HQ

Checklist
for
Hydrometeorological Database Management
at
Headquarter

Month and Year of Checklist: _____ in _____

Office Name: _____

Recorded by _____

Recorded Date: _____

Check Items for Hydrometeorological Database Management of HQ

No.	Check Items	Check Contents
1	Data Filling	The monthly record form was filled by observed data without missing value
2	e-Data Storing	The observed electric data was stored to the server at Headquarter

Signed by Assistant Technical Coordination
Manager:

Name :

Position :

Sample of Summary Table of Checklist

GUIDELINE FOR HYDROMETEOROLOGICAL
DATABASE MANAGEMENT, SEPTEMBER 2018

Checklist for Hydrometeorological Database Management

TANA BASIN

2019/1/17

S/ No	STATION ID	STATION NAME/ RIVER	CONSIT UENCY	COUNTY	LOCATION	REGI ON	SRO/ RO	CHECK ITEMS																		ISSUES	REQUIREMENTS		
								SRO						RO						HQ									
								Data Filling	Data Matching	Expected Data	Paper Filling	e-Data Storing	Data Filling	Data Conversion	e-Data Storing	Data Filling	Data Conversion	e-Data Storing	Data Filling	Data Conversion	e-Data Storing	YES	NO	YES	NO				
1	4AA06	LOWER SAGANA	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Homble foesi station road	TANA	Upper Tana/ Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: There is no server computer for storing e-data RO: None	SRO: The budget for purchasing one server computer is required RO: None	
2	4AA07	USAGAN A	KIENI	NYERI	Kabaru forest station to Homble foesi station road	TANA	Upper Tana/ Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: There is no server computer for storing e-data RO: None	SRO: The budget for purchasing one server computer is required RO: None	
3	4AA1	SAGANA	MATHIRA	NYERI	Rocky	TANA	MUR ANGA / Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None	
4	4AA2	THEGO	KIENI	NYERI	Chaka-state lodge road	TANA	MUR ANGA / Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None
5	4AA4	NAIROBI	NYERI TOWN	NYERI	Chaka state lodge road	TANA	MUR ANGA / Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: No preparation of H-Q curve for converting water level into discharge	SRO: None RO: Discharge measurement for preparing H-Q curve should be conducted
6	4AA5	SAGANA	NYERI TOWN	NYERI	Marua-Kiganjo Sagana bridge	TANA	MUR ANGA / Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None
7	4AB01	MURINGA TO	NYERI TOWN	NYERI	Kiganjo-Nyeri at Murugato bridge	TANA	Upper Tana/ Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: No budget for paying allowance to observing honorary RO: None	SRO: The budget for paying allowance to observing honorary RO: None
8	4AB02	MWEIGA	NYERI TOWN	NYERI		TANA	Upper Tana/ Embu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SRO: None RO: None	SRO: None RO: None

SAMPLE

添付資料 9

協力プログラム(案)

添付資料 9

協力プログラム（案）

1. タイトル

和名 : ケニア国 気象水文観測ネットワーク及びデータ管理の強化

英名 : Strengthening of Hydrometeorological Monitoring Network and Data Management in Republic of Kenya

2. 技術協力の背景

ケニア国は、人口 4,970 万人（国連、2107 年）、面積 58.3 万 km²（日本の約 1.5 倍）で、国土の約 83%が乾燥・半乾燥地域が占めている同国では、従来の水不足に加え、開発に伴う水需要が増大しており、水資源の適切な管理が重要な課題となっている。このような状況下、WRMA（水資源管理庁：現 WRA の前組織）をカウンターパート機関として、（独）国際協力機構（JICA）の支援のもと、全国 6 流域を対象に、気候変動の影響をも考慮した「全国水資源マスタープラン 2030 策定プロジェクト（NWMP2030）」が実施され、最終報告書が 2014 年 4 月にケニア政府に提出された。その後、2016 年には Water Act 2016（新水法）が制定され、水資源管理の責任を担う WRA の役割が明確化された。

NWMP2030 の中で、今後の水資源開発・管理を強化するために、水資源の量・質のより高効率・効果的なモニタリング体制の構築を優先的に進めるべきとの提言がなされ、2017 年 1 月から 2019 年 5 月にかけて「水資源管理アドバイザー業務」（JICA）が実施された。ここでは、タナ流域区がパイロットプロジェクト地域として選定され、約 20 名のカウンターパートが任命され、専門家チームとともに水文観測やデータ管理に関する様々な活動を実施された。

これまでの活動実績を有効活用しさらに、WRA として新水法 2016 で求める機能に従い、水資源管理の強化を実現するため、観測ネットワーク及びデータ管理の高度化と職員のスキル向上が必要とされている。

3. 技術協力プログラムの概要

3.1 上位目標

ケニア国の 6 流域区において、水資源庁の水資源管理能力が強化される。

3.2 プロジェクト目標

水資源庁によるパイロット流域区（タナ流域区を想定）における水資源管理のための自動観測ネットワーク及びデータ管理が強化される。

3.3 成果

(1) 成果 1

水資源管理の目的（利水・治水・環境保全）に応じて各気象・水文観測所が明確に位置付けられ、観測ネットワークが強化される。

(2) 成果 2

気象・水文データの精度向上を目指し品質管理基準が整備され、自動観測・転送のための標準データフォーマットの開発と共に統合データベースが構築される。

(3) 成果 3

ケニア国の実情（気象・水文特性、技術水準、関連インフラ、等）に即した自動観測・自動データ転送システム構築に必要な技術指針（施設計画・設計・施工）が立案される。

(4) 成果 4

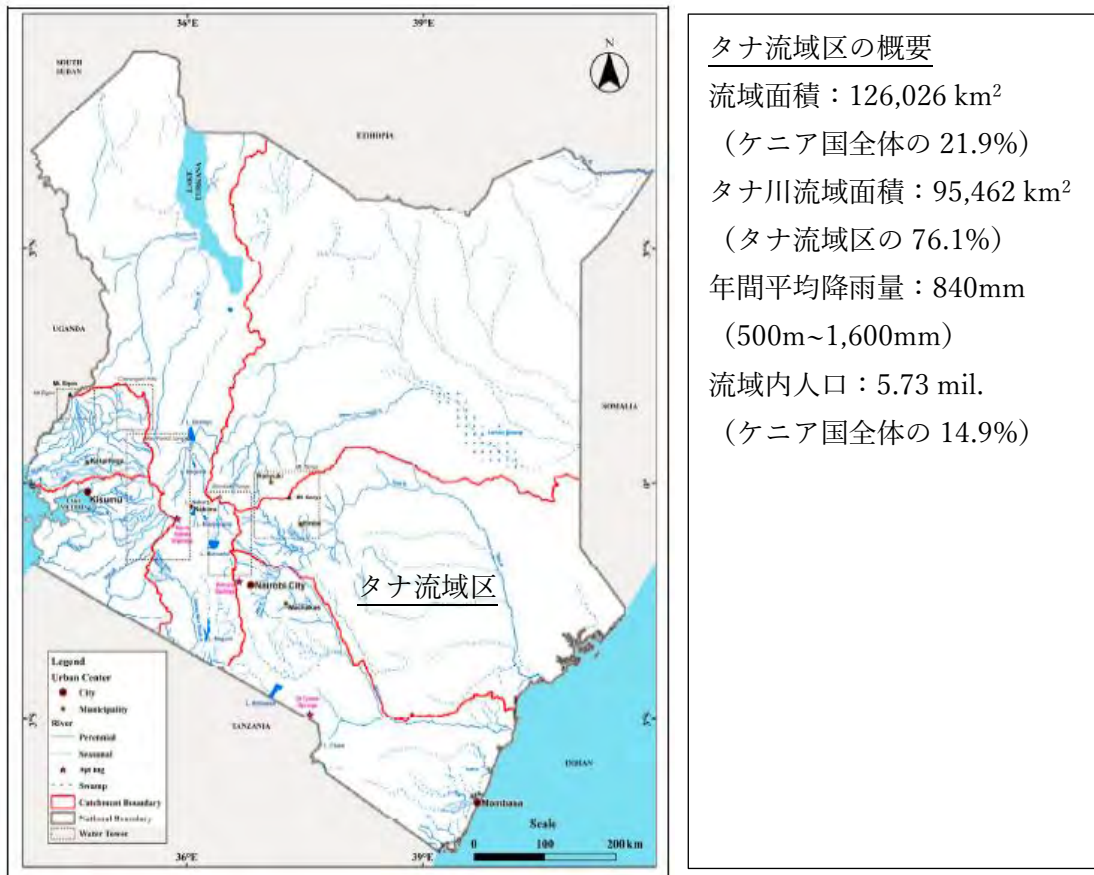
水資源庁の中で洪水管理のための具体的な業務が明文化され、近年の洪水被害実績をもとに優先的な観測地域・流域が特定され、観測ネットワーク及び被害軽減対策が強化される。

(5) 成果 5

上記、成果 1 から成果 4 までの活動実績がパイロット流域区で適用され、担当職員（本部、地域事務所、サブ地域事務所）の技術力が向上する。

3.4 パイロット活動サイト

2017 年 1 月から 2109 年 4 月にかけて実施された「水資源管理アドバイザー業務」の活動の継続性と担当職員のさらなる技術力の向上と定着に配慮し、かつ重要性を増すナイロビ首都圏の水資源開発・管理計画実現の促進を考慮し、タナ流域区をパイロット活動対象流域とする。図 1 に位置図を示す。



出典：NWMP2030

図1 プロジェクトサイト位置図

3.5 プロジェクト活動

(1) 成果1 (観測ネットワークの強化)

- 1-1 既存の観測所管理台帳の内容と運用・更新状況の確認、課題の抽出
- 1-2 水資源管理基準点の指定を含む観測ネットワークの改善案策定
- 1-3 観測所維持管理ガイドラインの更新、改善

(2) 成果2 (観測データ活用・管理の高度化)

- 2-1 気象・水文観測データの管理 (特に流量データ管理) と利用状況の確認、課題の抽出
- 2-2 気象・水文データ品質管理基準 (案) の立案
- 2-3 流量観測及び H-Q 曲線の更新
- 2-4 自動転送用観測データ標準フォーマットの開発
- 2-5 調達するデータベースソフトウェアの選定および試行と訓練を通じた機能の習熟

- (3) 成果3 (標準テレメータシステムの開発)
 - 3-1 既設テレメータシステムの現状把握と評価、課題分析
 - 3-2 テレメータシステムの目的・機能の明確化、適切な運用と維持管理のための要件整理 (必要とされる技術と要員、組織体制)
 - 3-3 テレメータシステムの計画・施設設計・施工のための技術指針 (案) の立案
- (4) 成果4 (洪水管理の強化)
 - 4-1 流域区ごとの近年の洪水被害及び洪水対策実績に関する情報・データの収集と傾向分析、課題の抽出
 - 4-2 洪水観測に特化した危機管理型水位計 (3L-type water level gauging station: Low cost-Long life-Localized) の標準機器構成と設置計画 (サイトの選定を含む) の立案
- (5) 成果5 (パイロット流域区への成果の適用)
 - 5-1 更新済み観測所維持管理ガイドラインの適用と改善
 - 5-2 標準データフォーマットと品質管理基準 (案) を適用した観測データの蓄積とデータベースの構築
 - 5-3 テレメータシステム技術指針 (案) を適用した観測施設の設置
 - 5-4 危機管理型水位計の設置と水位観測及びデータ管理
- (6) 現地調査及び観測機器設置のための業務 (委託調査業務)
 - 6-1 河川横断測量
 - 6-2 流量観測 (H-Q 曲線の更新を含む)
 - 6-3 危機管理型水位計の設計・設置

4. 実施スケジュール

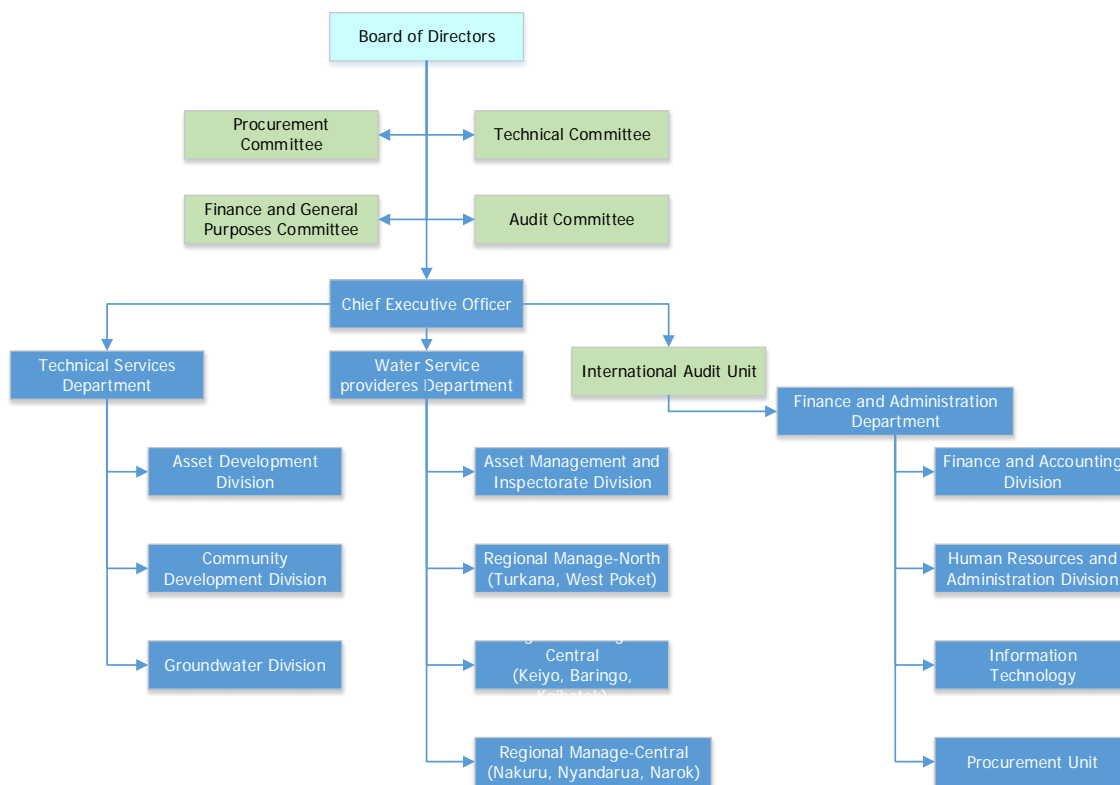
実施期間は2020年5月～2022年4月(24ヶ月間)とし、概略実施工程を図2に示す。

項目	2020				2021				2022	
	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dec	Jan-Mar	Apr-Jun
準備	■	■								
成果1		■	■	■	■	■				
成果2		■	■	■	■	■				
成果3		■	■	■	■	■				
成果4		■	■	■	■	■				
成果5						■	■	■	■	■
委託調査業務			■	■	■	■	■	■	■	■

図2 概略実施工程表

5. 実施機関に関する情報

WRA の現行組織図を図 2 に示す。



出典：WRA

図 2 WRA の組織図 (2019 年 2 月現在)

職員数の内訳は表 1 のとおりである。

表 1 WRA の職員数 (2019 年 1 月現在)

流域区	人数 (人)
ナイロビ本部	104
タナ流域区	100
ビクトリア湖北部流域区	93
ビクトリア湖南部流域区	94
アティ流域区	144
リフトバリー流域区	126
エワソングロ流域区	95
合計	756

出典：”Water Resources Authority Strategic Plan 2017-2022, 1st Draft, Feb. 2019

カウンターパートは、本部の観測データの管理担当者及び、タナ流域区地方事務所及び同流域区内のサブ地域事務所の技術職員で構成し、総勢約 20 名前後を想定している。

6. 関連情報

(他ドナーによる類似プロジェクト)

Kenya Water Security and Climate Resilience Project (KWSCR)

世界銀行の支援を受け、WRA が主たる実施機関として進行中のプロジェクトである。ビクトリア湖北流域区の Nzoia 川をパイロット流域として位置付け、様々な活動を展開している。WRA が担当するサブプロジェクトは以下の通りである。

- (a) Nzoia Watershed Management
- (b) Lower Nzoia Flood Early Warning System
- (c) Strengthening Water Management and Planning
 - Activity 1: Water Resources Knowledge Base
 - Activity 2: Water Resources Planning and Allocation
 - Activity 3: Institutional Capacity Strengthening and Partnership

同流域は、特に流出土砂量が多く、流域管理の重要性が指摘されており、上記(a)では IWRM の理念に基づく計画策定が進みつつある。また、(b) では、韓国政府の無償資金供与（約 US3.5 mil.）により、全国の洪水危険箇所（NWMP2030 で指定）を対象として 16 ヶ所の自動水位観測システムの建設が進められている。尚、Nzoia 川流域を対象として、WRA とケニア気象庁（KMD: Kenya Meteorological Department）の間で、協力合意書が結ばれ、必要な気象水文データの相互提供の円滑化が図られている。尚、プロジェクトの全体実施機関は、2017 年 6 月から 2020 年 5 月までの 36 ヶ月間である。

添付資料 10

ニュースレター



Water Resources Management Experts

JICA Experts Team

No.1 (March 2017)

Beginning of January 2017, two Japanese Experts commenced the project **JICA Experts for Water Resources Management**. During the first stay in Kenya, they carried out the kick off meeting and site reconnaissance in Tana Catchment Area. This newsletter describes the project outline and work actives recently.

1. Project outline

A study of “The National Water Master Plan 2030”, which was conducted in 2013 with the assistance of JICA, formulated the National Water Master Plan towards the year 2030 taking into consideration of climate change.

One of the outputs of the National Water Master Plan (NWMP) is the Water Resources Management Authority (WRMA) action plan on strengthening of its capacity on water resources management by; 1) establishment and operations of Catchment Forum for strengthening of river basin governance, 2) strengthening of hydro meteorological information management, 3) improvement of flood and drought disaster management are proposed as the urgent and priority actions to be undertaken among the others.

To achieve this action plan, WRMA has been making efforts to enhance its water resource management capacity by strengthening of the hydro meteorological monitoring system, and formulation of catchment strategy and sub catchment management plans.

There are however emerging challenges on low level of monitoring, evaluation, analysis and collection of water resources data, resulting in poor data management. In this regard, there is an urgent need for capacity development of WRMA staff engaged in hydro meteorological monitoring as the information generated is essential for water resources management including water allocation decision making, water resources investment projects, production of water situation reports, etc.

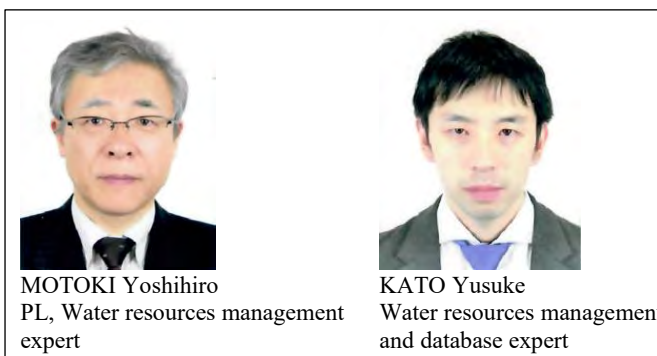
2. Objective

The Project is a technical cooperation project and objective is to enhance capacity of water resources management in WRMA with the following three expected outputs through JICA Experts Team.

- Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRMA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)
- Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same
- Output 3: Provision of guidance to WRMA on future support for water resources management through Japan’s ODA or from any other organizations

3. Project Duration

The Project is carried out in the process of about 26 months from January 2017 to the end of February 2019.



MOTOKI Yoshihiro
PL, Water resources management expert

KATO Yusuke
Water resources management and database expert

4. Working Activities

To achieve three outputs, total 10 activities will be conducted with the assistance of JICA Experts Team.

Output 1 **Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRMA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)**

- Activity 1.1 Assistance in the determination of the location of gauging stations of main river, lakes and springs
- Activity 1.2 Assistance in updating the meteorological and hydrological observation network
- Activity 1.3 Training on how to operate the equipment for discharge measurement
- Activity 1.4 Assistance for stage-discharge curves (H-Q curves)
- Activity 1.5 Assistance for the improvement of the operation system for the meteorological and hydrological gauging stations
- Activity 1.6 Advise on the determination of the discharge amount for river maintenance flow

Output 2 **Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same**

- Activity 2.1 Confirmation on the current condition for the meteorological and hydrological database
- Activity 2.2 Assistance in the improvement for meteorological and hydrological database

Output 3 **Provision of guidance to WRMA on future support for water resources management through Japan's ODA or from any other organizations**

- Activity 3.1 Advise on the past performance of water resource management
- Activity 3.2 Specification the required items for training and preparation of the training program

5. Project Area

There are six catchment areas in Kenya in the WRMA catchment boundary. Tana Catchment area is the project area for the implementation of activities, especially for Output 1 and Output 2.

Due to security concerns, JICA Experts Team in accordance with JICA's security regulation will not be able to conduct activities in East Garissa and therefore WRMA Staff of Garissa Sub-regional office are requested to participate in activities conducted at the regional office or at the other selected pilot sites in Tana Catchment Area.

6. Site Reconnaissance in TCA from 23 Jan. to 25 Jan.

Experts Team carried out the site reconnaissance in Tana Catchment Area with Headquarter Officer, Ms.Julia, and Embu Regional office Manager, Mr.Wachira and surface water Officer, Ms.Migwi.

They assessed current condition of river gauging stations and identified technical issues to solve this project.



7. Way Forward

Two JICA experts are now ready to implement 10 activities to achieve the three outputs together with Cps from WRMA. The project will run for two years, and during which the stay of the JICA experts will be intermittent. Corporation with WRMA staffs is key factor in achieving the project goals.

Contact: JICA Experts Team	
Rm902 WRMA, NHIF Building, Off Ngong Road, Nairobi	
Yoshihiro MOTOKI	Yusuke KATO
Tel 0799-008-122	Tel 0799-008-121
E-mail motoki-ys@n-koei.jp	E-mail kato-yk@n-koei.jp

JICA Experts Team



Water Resources Management Experts

JICA Experts Team

No.2 (June 2017)

After one month break, the JICA Experts Team restarted project activities for the Water Resources Management Experts in the middle of May 2017. They conducted the site reconnaissance with WRMA counterpart personnel in the Upper Tana catchment, which is the target area for the Project, to decide the sites for construction and rehabilitation of river gauging stations and discharge measurement. The sites were mutually agreed by WRMA and duly recorded in the Technical Note No.2. This Newsletter No.2 covers the major project activities carried out during the period covering May to June 2017.

1. Outline of Activities

Major activities in connection with three Outputs achieved in this period are listed as follows:

Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRMA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)

- Task 1-4 Study of current condition of observation network
- Task 1-7 Confirmation of appropriateness of location of existing G/S
- Task 1-8 Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S
- Task 1-9 River cross survey at existing G/S

Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same
<No activity in this period>

Output 3: Provision of guidance to WRMA on future support for water resources management through Japan's ODA or from any other organizations

- Task 3-1 Advice on the past performance of water resources management

Common Activities: Procurement of equipment

2. Site Reconnaissance

In order to decide the sites for rehabilitation of the existing gauging stations (5 sites) and construction of new gauging station (1 site) for project activities, the JICA Expert Team conducted site reconnaissance with WRMA representatives from the Headquarters and the Regional Office (Embu) on May 23 and June 13 to 15.

As a result of the reconnaissance, the target 6 sites were decided as below:

No.	Code No. of RGS	River	River Cross Section Survey	G/S
1	4EA07	Mutonga	○	-
2	4DD02	Thiba	○	To rehab.
3	4BE10	Tana Rukanga	○	To rehab.
4	4BE01	Maragua	○	-
5	4CC08	Thika	○	-
6	4F10	Kathita	○	To install



At RGS 4F10 (Kathita River, June14, 2017)



Upstream view of Tana mainstream from existing RGS 4F13 (Jun. 13, 2017)

The WRMA representatives and the Expert Team conducted reconnaissance at mainstream of Tana River as well to find suitable site for river discharge monitoring. They confirmed that mainstream may not be suitable for the Project activities such as discharge measurement, because discharge amount is rather big even within dry seasons. On the other hand, they preliminarily confirmed possibility of restoring cable and tower facilities crossing over the river.

3. Sub-Contract Works

Within this period, the Expert Team made two contracts with local contractors for field works as follows:

- River Cross Section Survey
 - Objective:
 - To make river cross sections at Management Unit Stations in order to utilize for developing stage-discharge curves.
 - Contract period: July to August 2017
 - Target sites: 6 existing river gauging stations in Upper Tana Catchment (Refer to the table in Page 1)
 - Number of survey line: 3 sections per site
- Rehabilitation of Existing Gauging Station and Installation of a New Gauging Station
 - Objective:
 - To enhance monitoring network with replacing staff gauges and installing water level sensors
 - Contract period: September to November 2017
 - Target sites: Two for rehabilitation of existing G/S and one for new installation of G/S (Refer to the table in Page 1) in the Kathita River, which is a tributary of the Tana River

A location map of target gauging stations is illustrated in the following figure:



Location Map of Target Gauging Stations

4. Tana Catchment Management Strategy 2014-2022

The Expert Team collected information on the current status of Catchment Management Strategy 2014-2022 for the Tana Catchment Area from Embu Regional Office (RO). Among the programs which have been conducted and accomplished by the RO, some distinguished issues are extracted as follows:

Chapter 9: Flood and drought management

- ⇒ 27 nos. of small catchment management plans were developed

Chapter 10: Climate change adaptation

- ⇒ 12 nos. of monitoring stations were rehabilitated/upgraded

Chapter 14: Institutional strengthening

- ⇒ On-going under JICA's current project

The Expert Team will further analyze significant achievements and future challenge based on the document as well as interview to the staff concerned in the regional and sub-regional offices.

5. Way Forward

The Expert Team will remobilize and continue Project activities with WRMA CPs in September. Even during their absence in Nairobi, the sub-contracted works will continue.

Contact:

As for the Project, please make contact with us.

- Yoshihiro MOTOKI: motoki-ys@n-koei.jp
- Yusuke KATO: kato-yk@n-koei.jp



Water Resources Management Experts

JICA Experts Team

NEWSLETTER No.3 (October 2018)

The JICA Experts Team remobilized and restarted project activities for the “Water Resources Management Expert” in the beginning of September 2017. They proceeded activities with WRA counterpart personnel in the Upper Tana catchment in accordance with the Work Plan including site reconnaissance to supervise contractor’s works for river cross section survey and construction and rehabilitation of river gauging stations. Within the assignment period, equipment purchased in Japan has been shipped and delivered to the Team’s office in WRA through custom clearance in Kenya. This Newsletter No.3 covers the major project activities conducted during the period from September to October 2017.

1. Outline of Activities

Major activities regarding three Outputs achieved in this period are listed as follows:

Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRMA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)

- Task 1-5 Assistance for updating meteorological and hydrological observation network
- Task 1-8 Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S
- Task 1-9 River cross survey at existing G/S and discharge measurement

Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same

- Task 2-2 Study and assistance for improvement of meteorological and hydrological database

Output 3: Provision of guidance to WRMA on future support for water resources management through Japan’s ODA or from any other organizations

- Task 3-4 Preparation of training program to improve the capacity of WRMA staff

Common Activities:

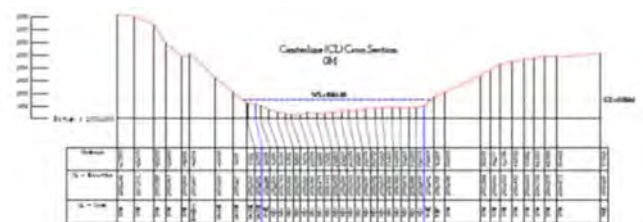
- Procurement of equipment
- Issuance of Newsletter No.3

2. Highlights in Output 1

The Experts Team and CP of WRA has selected the contractors for both river cross section survey and rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S and made contracts in June 2017.

River cross section survey

River cross section survey at six gauging stations (G/S) in the Upper Tana Catchment has been completed by the end of September. Now a total of 18 cross sections at six G/S are available. Following figure shows one of the final products for example (at RGS 4DD02 in Thiba River). These outcomes will be efficiently utilized for creating H~Q curves to convert from water levels to discharge values through Project activities:



River Cross Section at 4DD02

Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S

Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S has been commenced in September at RGS 4BE10 (Tana Rukanga), 4DD02 (Thiba) and 4F10 (Kathita) through a sub-contract. New water level sensor will be installed at 4F10 and new staff gauges will be installed at all three G/S by the end of November 2017.

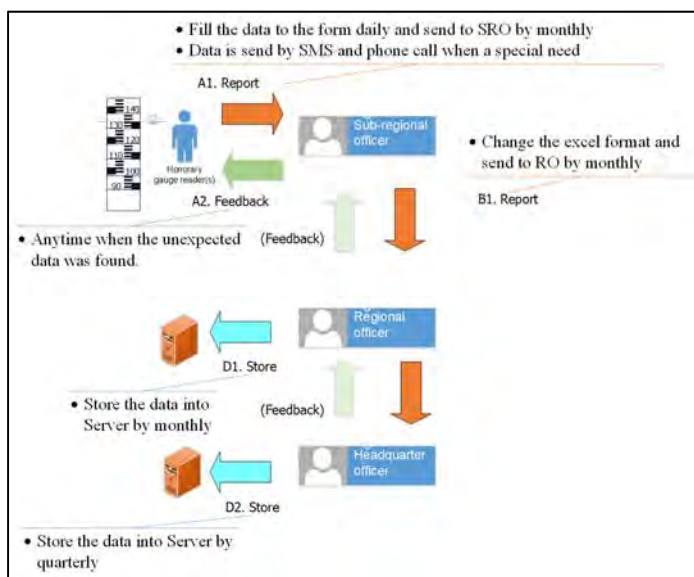
It is noteworthy that these six stations will have equivalent datum above mean sea level connecting with national grid. Therefore, hydraulic computation by means of observed water level records at these stations can be conducted as an integrated river system.



Joint Site Inspection at RGS 4F10 (Oct.11, 2017)

3. Highlights in Output 2

The Expert Team as well as CP in WRA HQ conducted interview survey at the Region/ Sub-region Offices concerned in Tana Catchment to clarify the status of data management of surface water. Manner of data transfer and storage was confirmed and clarified issues as illustrated below:



Current Mechanism of Data Transfer and Storage in WRA (water level data)

Key Issues clarified

- ❖ To clearly define roles and functions in data management among HQ, RO and SRO
- ❖ To improve hardware and software of computer system in RO and SRO
- ❖ To enhance basic skill of data management in terms of quality control at SRO and RO

4. Highlights in Output 3

The Expert Team together with CP of WRA still need to identify and justify the potential area for future technical assistance in water resources management in Kenya. In this connection, WRA's current activities and achievement are now researching and updating from Tana Catchment with CP in WRA HQ.

In addition to such activities envisaged in the approved Work Plan, the Expert Team proposed 1st Joint Meeting with the "Kenya Water Security and Climate Resilience Project", which has been commenced in May 2017 funded by World Bank. The Project Manager of Project Implementation Unit (PIU) called the key personnel concerned in WRA and Team Leader of the ISC, and organized the meeting on Oct.6 at PM's office.

The Expert Team recognized that the purpose of the meeting is to exchange information on outstanding activities and achievements of the two on-going projects in WRA aiming at further elaboration of project outcome. Through the discussions, all attendants acknowledged importance of sharing data /information and building the knowledge base (database) on both projects avoiding duplication which optimize the available resources.

5. Procurement of Equipment

The Expert Team procured equipment from Japan as listed below through substantial assessment and acceptance with CP in WRA HQ. Those were delivered and available already until Oct.12 at the office of Expert Team. The items 1 to 4 in the table below will be installed by the Contractor of "Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S". Item 5 will be utilized in "Discharge Measurements" which is scheduled to commence from February 2018.

Procured Equipment from Japan

No.	Name of Item	Qty.
1	Water level sensor (20 m@ 2 sets and 30 m @ 2 sets)	4 units
2	Data logger	4 units
3	Data collector	2 units
4	Staff gauge plate with sticker	50 pcs
5	Current meter	3 units

6. Way Forward

The Expert Team will remobilize and continue Project activities with WRA CP in February 2018. Even during their absence in Nairobi, the sub-contract works will continue with assistance of local consultants.

Contact:

As for the Project, please make contact with us.

- Yoshihiro MOTOKI: motoki-ys@n-koei.jp
- Yusuke KATO: kato-yk@n-koei.jp



Water Resources Management Experts

NEWSLETTER No.4 (March 2018)

The JICA Experts Team remobilized and restarted project activities for the “Water Resources Management Expert” in the beginning of January 2018. They proceeded activities together with WRA counterpart personnel in the Upper Tana catchment to supervise contractor’s works for construction and rehabilitation of three river gauging stations. In addition, another sub-contract works of “Discharge Measurement” has been awarded and commenced on 6th March. During the contract period, procured equipment (current meter, etc.) through the present project will be effectively utilized. Further, JICA Expert intensively discussed future assistance program/project, on which deliberation will be continued between WRA and JICA Expert Team. This Newsletter No.4 covers the major project activities conducted during the period from January to March 2018.

1. Outline of Activities

Major activities regarding three Outputs achieved in this period are listed as follows:

Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRMA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)

Task 1-10 Assistance for updating meteorological and hydrological observation network

Task 1-11 Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S

Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same

Task 2-2 Study and assistance for improvement of meteorological and hydrological database

Output 3: Provision of guidance to WRMA on future support for water resources management through Japan’s ODA or from any other organizations

Task 3-4 Preparation of training program to improve the capacity of WRMA staff

Task 3-3 Advice on the water resources management program

Common Activities:

- Issuance of Newsletter No.4
- Preparation of Progress Report

2. Highlights in Output 1

The Experts Team and CP of WRA have checked completion status of the rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S from March 2 to 3, 2018.

Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S

Rehabilitation of existing G/S and installation of a new G/S has been completed at RGS 4BE10 (Tana Rukanga), 4DD02 (Thiba) and 4F10 (Kathita) through a sub-contract in March. New water level sensor was installed at 4F10 and new staff gauges and signboard were installed at all three stations. Beside the staff gauge installation, river bank protection works by gabion mattress and construction of small drain canal were also completed at 4F10 and 4BE10 respectively.



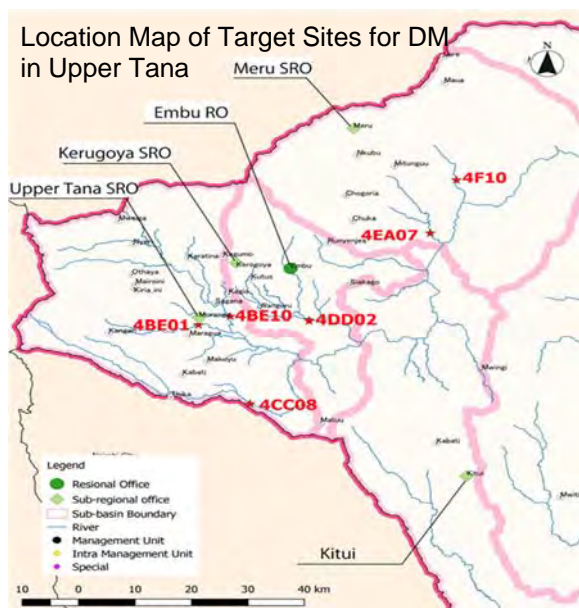
Completed staff gauge posts at RGS 4BE10 (Mar.2, 2018)

Upon completion of the sub-contract works, the target stations, can be utilized for monitoring water levels. In order to properly maintain these facilities, close coordination between the neighboring villages and WRA RO & SROs will be prerequisite.

Discharge Measurement (DM)

The workshops (2 times in March and June 2018) on discharge measurement are decided to be held for capacity development of CP. The Expert Team delivers lectures and presentation of technical knowledge on detailed methodology of discharge measurement and creating H~Q curves, etc.

Discharge measurement (DM) will be conducted 15 times each at six river gauging stations (total 90 times until September 2018) in Upper Tana catchment where river cross section survey was conducted in the previous year, as illustrated below:



The first workshop was conducted at WRA Regional Office in Embu on March 8. Mr. Motoki (Team Leader) delivered lectures on technology of DM and facilitated the workshop to 19 attendants of CP from RO and SROs.



Discussions at 1st Workshop on DM

On March 9, a demonstration and practice of DM at RGS 4BE10 (Tana Rukanga, one of the target 6 sites) were conducted by means of a boat. As for the measurement, a new current meter (Type MCM-3, MT precision),

which was procured by the Project was used. All personnel, who attended the workshop on the previous day participated in the practice.



Practice of DM at RGS 4BE10

3. Highlights in Output 2

In line with the activities for assistance for improvement of meteorological and hydrological database, WRA had an urgent request to improve their database at HQ such as water body registration and sub-basin layer update with WRUA boundary harmonization, etc. As the results of discussion with the Expert Team, the Team agreed to help the GIS works under the Project.

4. Highlights in Output 3

The Expert Team collected information together with Project Manager on the staff training in order to identify the technical areas and themes demanded by WRA and to recommend affordable and effective training program in the future. Human Resource Department provided three kinds of material, which consist of (a) training needs assessment, (b) training plan for the financial year 2017/2018, and (c) training requirements. Based on the references, the Expert Team preliminarily verified the potential areas for staff training in water resources management sector.

5. Way Forward

The Expert Team will remobilize and continue Project activities with WRA CP in June 2018. Even during their absence in Nairobi, the contractor will continue to conduct DM with assistance of local consultants.

Contact:

As for the Project, please make contact with us.

- Yoshihiro MOTOKI: motoki-ys@n-koei.jp
- Yusuke KATO: kato-yk@n-koei.jp



Water Resources Management Experts

NEWSLETTER No.5 (July 2018)

The JICA Expert Team remobilized and restarted project activities for the “Water Resources Management Expert” in the end of May 2018. They proceeded activities together with WRA counterpart personnel in the Upper Tana catchment to supervise contractor’s works of the “Discharge Measurement (DM)”, which has been commenced on 6th March this year. In this connection, 2nd Workshop has been held at conference room of the Regional Office of WRA in Embu to discuss the intermediate results of DM and exchange the latest hydrological information/ data in the basin. Further, JICA Expert intensively discussed and supported to make up an idea of future program/project assisted by the Japanese Government, on which deliberation will be continued between WRA and JICA Expert Team. This Newsletter No.5 covers the major project activities conducted during the period from May to July 2018.

1. Outline of Activities

Major activities regarding three Outputs achieved in this period are listed as follows:

Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)

- Task 1-5 Assistance for updating the meteorological and hydrological observation network
- Task 1-10 Review and updating of existing stage-discharge curves (H-Q curve)
- Task 1-14 Advise on determination of discharge amount for river maintenance flow

Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same

- Task 2-2 Study and assistance for improvement of meteorological and hydrological database

Output 3: Provision of guidance to WRA on future support for water resources management through Japan’s ODA or from any other organizations

- Task 3-3 Advice on the water resources management program

Common Activities:

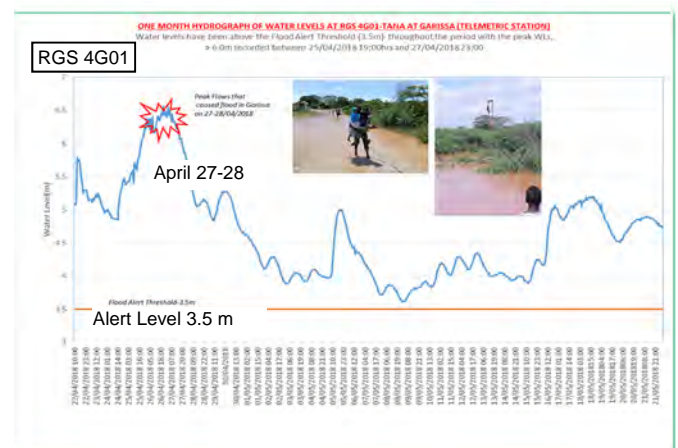
- Issuance of Newsletter No.5
- Discharge Measurement (2nd Workshop)

2. Highlights in Output 1

Flood Situation at Tana Catchment in 2018

The Experts Team has collected information on flooding occurred from March to May 2018 through newspaper articles and web sites as well as from WRA Regional Office in Embu. Tana Catchment has been serious hit by extraordinary downpour. In particular, Garissa Sub Region was most seriously affected among five sub regions in the Tana Catchment.

The following figure illustrates a hydrograph at RGS 4G01 (in Garissa Town) and the peak water level reached above 6m (more than 3.0 m higher than the alert level) was recorded.



Flood condition at 4BE10 (Tana Rukanga) on May 4, 2018 (one of target site for rehabilitation of the Project)



Discharge Measurement

Discharge Measurement (DM) has commenced from March 2018 to update/create rating curves at six target sites in Upper Tana. Nariana Enterprises Ltd. (the Contractor) is undertaking the exercise with supervision by Experts Team and will conduct a total of 15 measurements at each site until September 2018. The picture below shows the DM works by current meter method at RGS 4F10 in Kathita River.

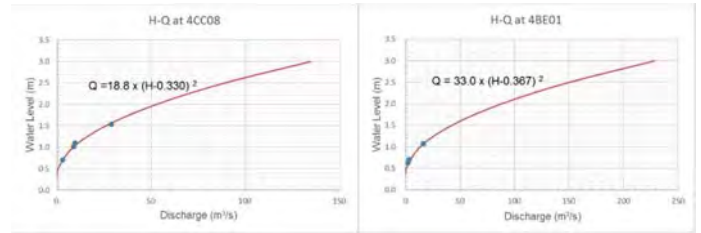


2nd Workshop

The 2nd Workshop attached to the DM was held on June 26th and 27th at WRA Regional Office, Embu. The participants were the counterpart personnel (CP) assigned for the Project. The Workshop was planned not only to share the intermediate DM results but also to discuss current hydrological monitoring works during the flood season for identifying crucial issues for further enhancement to the monitoring network in each sub catchments.



The contents of the 2-day Workshop were divided into 9 Parts and the CP has learnt the practical method to fit discharge rating curves at three RGS, namely 4BE01, 4CC08 and 4BE10 by using their own Personal Computers. The following graphs illustrate the rating curves at 4BE01 and 4CC08.



3. Highlights in Output 2

In line with the activities for assistance for improvement of meteorological and hydrological database, the Expert Team continued analyses by GIS together with WRA's engineers at Headquarter. One of outstanding complete output is modification to harmonize between sub catchment boundaries and WRUAs' boundaries in all six catchments in the country. This is expected to greatly help management of water right in WRA with more accurate estimation of water resources potential.

4. Highlights in Output 3

The Experts Team collected and thoroughly reviewed related key documents in the Ministry of Water and Sanitation (MWS) and WRA as follows:

- (1) Gazette Notice No.5628 (June 8, 2018)
"The Kenya Water Act" (dam safety task force)
- (2) "Rapid Results Initiative (RRI)"

In line with formulating prospective project/ program, the Experts Team will continue to discuss and assist personnel in charge for further enhancement and contribution to water sector reform by WRA's initiative.

5. Way Forward

The Expert Team will return to Nairobi and continue Project activities with WRA CP in middle of September 2018. The Contractor will continue to conduct DM works with assistance of local supervio

Contact:
As for the Project, please make contact with us.
➤ Yoshihiro MOTOKI: motoki-ys@n-koei.jp



Water Resources Management Experts

NEWSLETTER No.6 (October 2018)

The JICA Expert Team of the “Water Resources Management Expert” together with WRA counterpart staff continued their activities from September to October 2018. Within the period, Mr. Tokuaki Kawaguchi, senior hydrologist of Nippon Koei Co., Ltd., joined in the Expert Team for substitution of Mr. Yusuke Kato to further enhance project activities with the counterpart of Water Resources Authority (WRA). They conducted 4-day field reconnaissance to inspect current conditions including completed rehabilitation works of the facilities of the target six gauging stations in the upper Tana Catchment. In parallel, they supervised and advised the Contractor of the Discharge Measurements to expedite field works and preparation of the outputs as stipulated in the contract agreement. Further, the Expert Team prepared draft guidelines for supporting maintenance works of regular gauging stations and hydrological database management by WRA. This Newsletter No.6 covers the activities conducted during the period from September to October 2018.

1. Outline of Activities

Major activities regarding three Outputs achieved in this period are listed as follows:

Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)

- Task 1-5 Assistance for updating the meteorological and hydrological observation network
- Task 1-6 Training how to operate the equipment for discharge measurement
- Task 1-12 Assistance for the improvement of the operation system for the meteorological and hydrological gauging stations

Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same

- Task 2-2 Study and assistance for improvement of meteorological and hydrological database

Output 3: Provision of guidance to WRA on future support for water resources management through Japan’s ODA or from any other organizations

- Task 3-3 Advice on the water resources management program

Common Activities:

- Issuance of Newsletter No.6
- Discharge measurement and check the results (continued)

2. Highlights in Output 1

Flood Reconnaissance

During the field reconnaissance from Sep. 26 to 29, the Experts Team inspected and confirmed status of the completed works of installation of new gauging station and rehabilitation of existing gauging stations in the target areas. As the results, one piece of 1.0 m staff gauge plate at 3rd post (from 3.0m to 4.0) was washed away and lost. There is therefore need to place a spare plate, which was procured by the current project.

Further, the Expert Team together with SRO CP staff collected water level records after installation in February 2018 to date at 4F10.



Discharge Measurement

Discharge Measurement (DM) continued by Nariana Enterprises Ltd. (the Contractor). A total of 80 measurements out of 90 of the target at six sites in the Upper Tana as shown in the table below has so far been carried out:

RGS No.	River Name	Method		Improvement Works
		CM	FM	
4BE01	Maragua	12	4	-
4BE10	Tana Rukanga	12	0	New staff gauges
4CC08	Thika	12	5	-
4DD02	Thiba	12	0	New staff gauges
4EA07	Mutonga	9	0	-
4F10	Kathita	13	1	New WL sensor and staff gauges
Total		70	10	

Note: CM, Current meter method FM, Float method

The H-Q curves will be updated based on the DM results by means of the methodology, which was delivered to the CP during the 2nd Workshop in June 2018.

The Expert Team and the Contractor agreed that remaining DM works should be completed by the end of October 2018 assuming no extraordinary water level fluctuation at the target sites. Further, due to the interruption caused by extraordinary floods between March and May this year, the contract period was extended to January 25, 2019 (Originally October 31, 2018).

3. Highlights in Output 2

In connection with the activities for enhancement of maintenance of Regular Gauging Stations (RGS) as well as improvement of meteorological and hydrological database, the Expert Team prepared two draft guidelines and shared it with HQ, Embu RO and 3 SROs (Muranga, Kerugoya and Meru) for trial utilization:

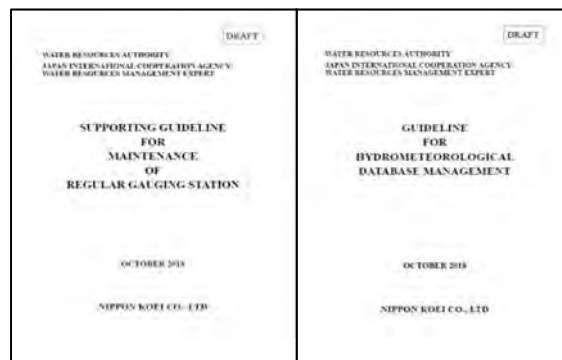


Explanation on the Guidelines at Embu RO (Sep.28, 2018)

These Draft Guidelines include simple Checklists as Quick Reference showing the latest conditions of RGSs

and data collection status. It is expected that those will supplement existing QMS documents of WRA.

On order to evaluate effectiveness and further elaborate the Drafts, Embu RO and SROs are requested to submit the Checklists periodically to the Expert Team within the trial period from October to December 2018.



4. Highlights in Output 3

The Experts Team continued to collect and reviewed related key documents in the Ministry of Water and Sanitation (MWS) and WRA to identify appropriate areas to cooperate in the future. In particular, following two documents were reviewed in this assignment period:

- (1) Draft Sessional Paper No.**of 2018 on National Water Policy, Version of 21 June 2018, by MWS
- (2) Capacity Development and Institutional Strengthening for WRA, A Concept for Support to JICA, July 2018, by WRA

In this connection, WRA is now preparing New Strategic Plan 2018-2023. Since this document will demonstrate further directives of WRA and prioritized areas to be strengthened in water resources management, the Expert Team will focus the details of the new strategy to wrap-up their recommendation.

5. Way Forward

The Expert Team will return to Nairobi and continue Project activities with WRA CP in the beginning of January 2019. The Contractor will continue to conduct DM works with participation of SRO staff concerned

Contact:

As for the Project, please make contact with us.

- Yoshihiro MOTOKI: motoki-ys@n-koei.jp
- Tokuaki KAWAGUCHI: kawaguchi-to@n-koei.jp



Water Resources Management Experts

NEWSLETTER No.7 (January 2019)

After opening New Year 2019, the JICA Expert Team consisting of Mr.Y.Motoki and Mr. T.Kawaguchi remobilized Nairobi to resume the Project activities on January 8 and stayed until 30th January. Within the period, they conducted a Progress Meeting at Embu Regional Office to share the latest project activities with the counterpart personnel. In particular as reported in the previous Newsletter No.6, they created and distributed two kinds of guidelines, namely “Guideline for Maintenance of Regular Gauging Stations” and “Guideline for Hydrological Database Management” in last October. In accordance with the agreement, RO/SROs started to utilize them for their routine operation in tasks. The Checklist for October 2018 was shared among the CPs and the Expert Team. Further, the Discharge Measurement, which has been commenced from March 2018 and continued to date, was finally completed by Nariana Enterprises Limited. Based on the results of the measurements, rating curves at 6 target sites in the Upper Tana were finally created and presented in the Progress Meeting. This Newsletter No.7 covers the activities conducted between November 2018 and January 2019.

1. Outline of Activities

Major activities regarding three Outputs achieved in this period are listed as follows:

Output 1: Enhancement of surface water monitoring to improve water resources management by WRA in line with the National Water Master Plan 2030 (NWMP)

- Task 1-5 Assistance for updating the meteorological and hydrological observation network
- Task 1-6 Training how to operate the equipment for discharge measurement
- Task 1-10 Review and update for existing stage-discharge curves (H-Q curve)

Output 2: Establishment of appropriate hydro meteorological network and management of the same

- Task 2-2 Study and assistance for improvement of meteorological and hydrological database

Output 3: Provision of guidance to WRA on future support for water resources management through Japan’s ODA or from any other organizations

- Task 3-3 Advice on the water resources management program

Common Activities:

- Progress Meeting
- Issuance of Newsletter No.7
- Hand over of the equipment procured

2. Common Activities

Progress Meeting at Embu RO (Jan.15, 2019)

In order to share the progress of the Project activities, the Progress Meeting was held at Regional Office in Embu on Jan.15, 2019 with the agenda as follows:

- (1) Data management by means of Guideline and Checklist
- (2) Discussions on data calibration/ adjusting of data logger and sensor
- (3) Discharge measurement results at 6 target sites
- (4) Self-evaluation on Project activities and capacity development



A Scene of discussions in the Progress Meeting

A total of 12 counterpart personnel from WRA HQ, RO and SROs (Kerugoya, Muranga and Meru) attended and shared latest output and information of the Project. On Item (1) data management, the attendants discussed responsibilities of respective offices in the aspect of database functions. As the results, they concluded the demarcation as follows:

Responsibilities for Database Management

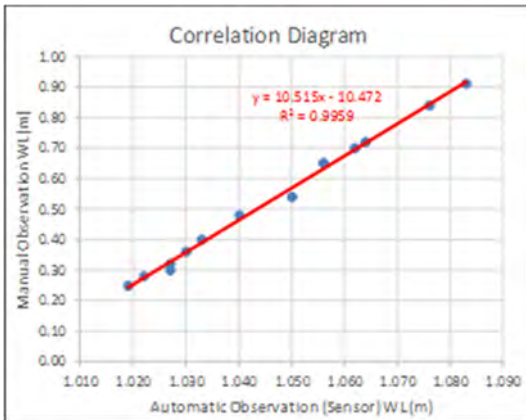
Function of Database	Responsibility		
	HQ	RO	SRO
Storage function	○ ¹⁾	○ ²⁾	△
Source function	-	○ ¹⁾	○ ²⁾
Register function	-	○ ¹⁾	○ ²⁾
Quality control	○ ¹⁾	○ ¹⁾	△⇒○ ¹⁾²⁾
Statistical analysis	○	△	

Note: ○, Main roles △, Assisting roles

- 1) Responsibility of quality securing,
- 2) Responsibility of work implementation

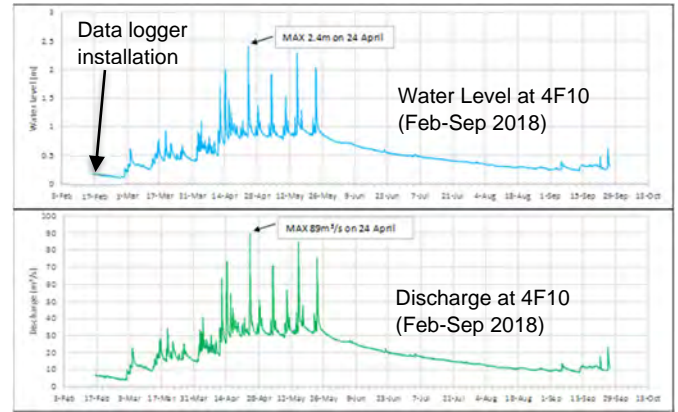
Since the preliminary check of raw data (gauging reading records) by SRO is important as first step, the “Quality Control” at SRO was modified from “Assisting” to “Main” roles.

On Item (2), Mr. Kawaguchi (Data Management) of JICA Expert Team explained the calibration method of records from data loggers of water level sensor at 4F10 (Kathita), which was installed by the Project in last February. Although the sensor detected and recorded fluctuation of water levels continuously, the records were not yet adjusted to the same datum of staff gauge. The following figure shows the correlation between automatic records of the sensor and manual observation during the discharge measurements.

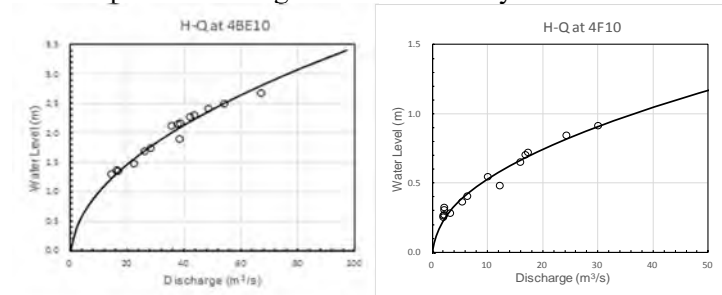


The calibration was successfully done with a high correlation ratio of 99.6%. The difference between two data is in a range of 2 to 3 cm only. Based on the equation, the automatic water level records from February to September 2018 were converted.

By applying the H-Q curve (Ref: A figure of 4F10 in right row), such water level data were further converted to discharge data set at 4F10. The two kinds of hydrograph were drawn in the following figure:



On Item (3), Mr. Motoki (TL/ Water Resources Management) explained and shared the results of discharge measurement with estimated H-Q curve equations at 6 target sites. Nariana Enterprises Limited has completed discharge measurements by Jan. 2019.



H-Q Curves at and 4BE10 (Tana Rukanga) and at 4F10 (Kathita)

Handing Over of Equipment Procured by the Project

In January 2019, the following equipment, which have been procured by the Project were transferred to WRA.

No.	Name of Item	Qty.
1	Water Level Sensor (with cable L=20 m @2 and 30 m@2)	4 sets
2	Data Logger	4 sets
3	Data Collector	4 sets
4	Gauge Plate with Stickers (L=1.0m/pc)	50 pcs
5	Current Meter with Rod (L1.0m)	3 sets
6	Desktop PC	2 units
7	GIS software (ArcGIS with spatial analyst)	1 set
8	Microsoft Office (Operation System)	2 sets
9	GPS (Global Positioning System)	1 set
10	UPS (Urgent Power Supply)	1 set

3. Way Forward

The Expert Team (only Mr. Motoki) will return to Nairobi and continue Project activities with WRA CP in the middle of March 2019. This is the last assignment period for the Expert Team of the Project. Therefore, active CP's active participation would be expected.

Contact:

As for the Project, please make contact with us.

- Yoshihiro MOTOKI: motoki-ys@n-koei.jp
- Tokuaki KAWAGUCHI: kawaguchi-to@n-koei.jp

写真集

写真集

1. 水資源庁本部における会議



プロジェクト開始のキックオフ会議 (2017/01/18)



ワークプランの説明・協議 (2017/03/31)

2. パイロット流域 (タナ流域区) での協議



地域事務所での初協議 (エンブ、2017/01/23)



水位観測所設置・修繕に関する三者協議
(エンブ、2017/09/18)



プロジェクト活動の説明
(加藤団員、ムランガ サブ地域事務所、2017/09/28)



プロジェクト現況説明
(新 Regional Manager オムヤ氏、エンブ、2018/02/22)

3. パイロット流域の状況写真



水位標 (4F13 = タナ川本流沿い、2017/06/14)



流観用ケーブル支持用のタワー (4F13、2017/06/14)



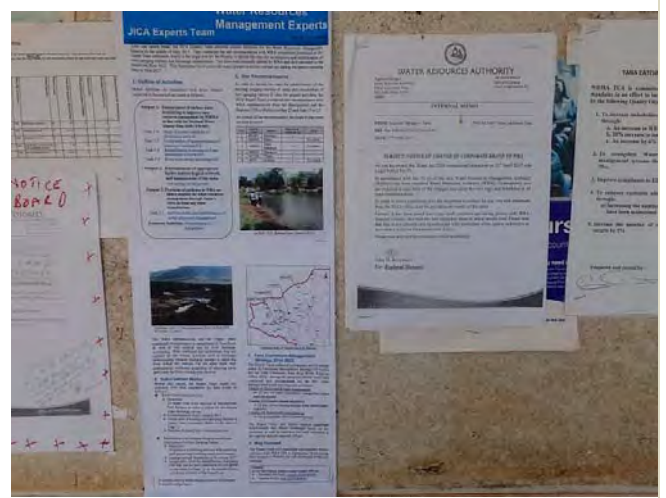
流量観測用の横断ケーブル (4F13、2017/06/14)
(長期間使われていない)



タナ川本流の状況 (4F13 地点から上流方向を臨む、
2017/06/14)



タナ川本流の河道状況 (4F13 直下流から上流方向を臨む、
2017/06/14)



掲示板に掲載されたニュースレターNo.2
(エンブ地域事務所、2017/09/27)



観測小屋（4BE10：タナ ルカンガ、2017/09/28）



修繕前の水位標（4BE10、2017/04/05）



既設新旧観測小屋（4DD02：ティエバ、2017/10/12）



修繕前の水位標（4DD02、2017/10/12）



観測小屋（4F10：カジータ、2017/09/27）



観測小屋前面の河岸浸食状況（4F10、2017/09/27）

4. 現地再委託業務の現況写真



河川横断測量用新ベンチマーク (4DD02、2017/10/12)



河川横断測量用新ベンチマーク (4F10、2017/09/27)



サブ地域事務所関係者による合同現地視察 (4DD02、2017/09/19)



コントラクターを含めた三者合同現地視察 (4F10、2017/10/11)



完成済サインボード (4BE10 への分岐道路脇、2018/02/22)



水位標ポスト型枠及び鉄筋 (4BE10、2018/02/22)



水位標ポスト建設状況 (4BE10、2018/02/22)



排水路建設状況 (4BE10、2018/02/22)



建設済水位標ポスト (4F10、2018/02/16)



データ回収機のテスト (4F10、2018/02/16)

5. 調達機材



水位標及びプロペラ式流速計 (ロッド付) 一式
(JICA 専門家チーム執務室、2018/02/26)



水位計 (センサー)、データロガー及びデータ回収機
(JICA 専門家チーム執務室、2018/02/26)

6. 水位観測所の設置・修繕（完成検査）



水位標の設置：4F10（2019/03/01）



階段工および護岸工の設置：4F10（2019/03/01）



完成済みサインボード（4F10 への分岐道路脇）
（2019/03/01）



水位標の設置：4DD02（2019/03/02）



水位標の設置：4BE10（2019/03/02）



排水路の建設：4BE10（2019/03/02）

7. 第1回ワークショップ（流量観測）



水資源庁本部トーコ氏（Project Manager）の開会の辞
（2019/03/08）



データ回収機の説明（元木 TL、2019/03/08）



第1回ワークショップ参加者（2019/03/08）



流量観測準備作業（ボート組立作業）
（4BE10、2019/03/09）



流量観測作業（流速計のテスト）
（4BE10、2019/03/09）



各参加者による流量観測結果の記録作業
（4BE10、2019/03/09）

8. 流量観測 (NARIANA Enterprise Ltd.)



浮子による流量観測 (4BE01 : マラグア、2019/06/11)



流速計による流量観測 (4CC08 : ティーカ、2019/06/11)



流速計による流量観測 (4F10 : カジータ、2019/06/12)



護岸工設置状況 (完成後) (4F10、2019/06/12)

9. 第2回ワークショップ (流量観測)



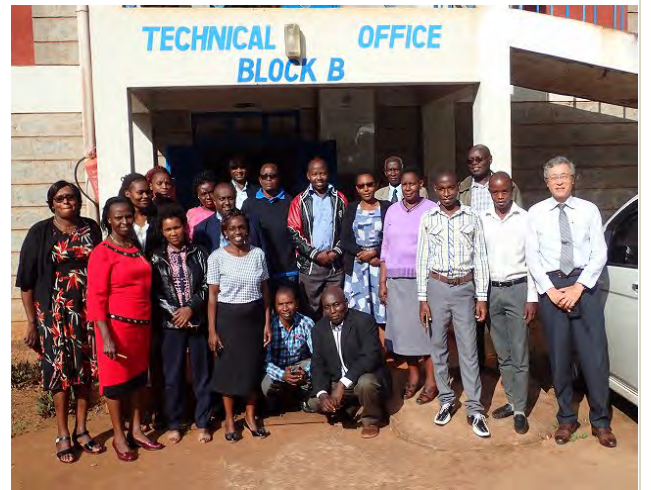
オムヤ氏 (Regional Manage, Embu) による開会の辞 (2019/06/26)



ガティマ氏 (ガリッサ サブ地域事務所表流水担当) による活動計画 (Action Plan) の説明 (2019/06/27)



キルリ氏 (Project Coordinator) の説明 (2019/06/27)



第2回ワークショップ参加者 (2019/06/27)

10. データ管理改善に向けたサブ地域事務所での協議



ムランガ-サブ地域事務所 (2019/09/26)



ケルゴヤ-サブ地域事務所 (2019/09/28)

11. WRA との最終会議 (兼世銀プロジェクトチームとの合同会議)



プロジェクト活動結果説明 (水資源庁幹部、JICA 関係者、元木 TL、本部会議室、2019/04/09)



同佐

