

アフリカ諸国
井戸データベース構築に向けた
情報収集業務
業務完了報告書

2022年2月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社地球システム科学

資金
JR
22-004

アフリカ諸国
井戸データベース構築に向けた
情報収集業務

業務完了報告書

2022年2月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社地球システム科学

アフリカ諸国井戸データベース構築に向けた情報収集業務

目 次

第1章	はじめに	1
1.1	本業務の背景・目的.....	1
1.2	本業務の構成および内容	1
1.2.1	既存井戸のデータセット作成	1
1.2.2	パイロット国（ウガンダ国）における現地調査.....	2
(1)	既存井戸調査の実施方針	3
(2)	ウガンダにおけるプロジェクトおよび井戸掘削数	3
(3)	調査準備段階の業務	4
(4)	既存井戸調査の実施（現地業者による調査）	5
(5)	データの比較・分析	9
(6)	ウガンダの県に対する補足インタビュー	10
第2章	データセット作成.....	11
2.1	井戸データセットの構成と内容.....	11
2.1.1	井戸データセットの概要.....	11
2.1.2	井戸データセット対象案件	11
2.1.3	井戸データセットを構成するフォルダとファイル	12
(1)	井戸データセット MS Excel ファイル	13
(2)	画像ファイルフォルダ	14
2.1.4	井戸データセットの内容.....	15
(1)	井戸の位置、掘削、揚水試験、施設に関するパラメータ情報	15
(2)	水質に関する項目	19
(3)	案件情報に係る項目	20
(4)	地方行政区分シート（Local Administrative Division）	21
2.1.5	画像データ	22
2.2	井戸データセット作成作業手順.....	22
2.2.1	井戸データセット作成作業の流れと注意点.....	22
2.2.2	井戸データセット作成作業手順.....	22

(1)	データの入手.....	23
(2)	案件メタデータの作成.....	23
(3)	パラメータ関連表の作成.....	23
(4)	データ入力.....	24
(5)	データ変換シートの作成.....	24
(6)	画像データの作成.....	25
(7)	データの確認.....	25
(8)	値への変換.....	26
(9)	案件ごとのデータの作成.....	26
(10)	地方行政区分シートの作成.....	26
(11)	既存井戸データへの追加.....	26
(12)	2010年度作成の井戸データセットの修正.....	26
(13)	井戸データセットの統合（井戸データセットの完成）.....	26
2.3	井戸データセット作成過程における課題と対応.....	26
2.3.1	2010年版作成作業からの改善点.....	26
(1)	作業手順.....	26
(2)	追加情報シート.....	27
(3)	地方行政区分.....	27
(4)	案件情報シート.....	27
(5)	フィールド名.....	27
2.3.2	今回の作成作業における課題と対応.....	28
(1)	案件内井戸番号.....	28
(2)	セルに数値ではなく、他のセルを参照元とする関数が入力されている場合.....	29
(3)	書式設定により表示とデータが異なる場合.....	29
(4)	不都合な値の場合.....	29
2.3.3	今後の案件による新規井戸データの保管（完了届の付属資料の保管）..	29
第3章	ウガンダでのデータセットを活用した井戸調査.....	30
3.1	ウガンダの既存データベース.....	31
3.1.1	Water Supply Atlas.....	31
3.1.2	Water Point Data Exchange (WPdx).....	32
3.1.3	保健施設.....	33
3.2	県へのインタビューからの課題.....	34

3.2.1	インタビューから見出された主要課題	34
3.2.2	Butambala 県	35
(1)	学校の就学事情	35
(2)	給水施設整備	36
(3)	井戸情報の収集、管理	37
3.2.3	Gomba 県	37
(1)	給水施設整備の計画、協議	37
(2)	給水施設情報管理	37
(3)	学校の女子生徒	37
(4)	管路給水の拡大	37
(5)	地域的特徴	38
3.2.4	就学率、給水事情、ジェンダー	38
3.3	井戸の現状確認概要	38
3.3.1	数量	38
3.3.2	位置情報（緯度経度のばらつき）	42
3.4	井戸の維持管理に関する集計・分析	43
3.4.1	井戸の稼働状況と維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性について	43
3.4.2	修理、改修、新規施設建設の資金源の比較について	46
3.5	施設設計についての集計・分析	52
3.5.1	給水無償で建設された井戸を示す情報源	52
3.5.2	給水施設利用者数の増大と施設の給水許容能力	54
3.5.3	雨期の氾濫による井戸への影響	58
3.6	水位変動についての集計・分析	59
3.6.1	水位変動の反映を想定した間接的調査による考察	59
3.7	水質についての集計・分析	63
3.7.1	水利用者の問題認識（聞き取り結果より）	63
3.7.3	水質測定結果から見出される水質課題	65
(1)	建設時の測定値との比較	65

(2)	鉄の測定値についての考察	67
(3)	硝酸についての考察	68
3.7.4	赤水について	76
(1)	赤水についての現状認知と対応	76
(2)	赤水についての聞き取りと揚水管の材質	76
(3)	鉄の濃度測定結果と赤水について	77
(4)	赤水と腐食性の水質について	77
3.8	学校での調査結果の集計・分析	79
3.8.1	小学校で利用可能な給水施設	80
3.8.2	飲用水の充足割合の背景	80
3.8.3	清掃状況	82
3.8.4	維持管理活動状況	84
3.8.5	課題	85
3.9	保健施設での調査結果の集計・分析	86
3.9.1	患者数	86
3.9.2	保健施設で利用可能な給水施設	87
3.9.3	保健施設における水の充足割合	87
3.9.4	清掃状況	89
3.9.5	課題	90
3.10	主要な共通課題	91
3.10.1	人口増加	91
(1)	2000年、2020年の人口密度の比較	91
(2)	人口密度と利用者数の関係	91
(3)	人口密度と水の満足度	92
(4)	アクセス距離と満足度	93
(5)	人口増加が水質へ与える影響	94
(6)	課題	95
3.10.2	安全な水の給水率	95
3.10.3	井戸能力（揚水量）の分布、地下水の得やすさの偏在性	98
3.10.4	学校、保健施設	100

3.10.5	現地の井戸等、施設のデータの活用と県事務所.....	100
3.11	課題へのアプローチの方向性	101
3.11.1	概要	101
3.11.2	能力の高い井戸を活用するアプローチ	101
(1)	ハンドポンプ井戸（レベル1）から動力揚水（レベル2）へのアップグレード	101
(2)	アップグレード検討の際の留意事項	102
(3)	抽出事例	105
(4)	学校・保健施設への配水を含める	106
3.11.3	自然条件により井戸のアップグレードが難しい地域へのアプローチ ...	109
3.11.4	給水率の低い地域へのアプローチ	110
3.11.5	水質リスクのある地域へのアプローチ	110
3.11.6	県事務所への技術支援	110
3.11.7	デジタル技術の導入と技術支援	111
(1)	KoBo Toolbox	111
(2)	ハンドポンプの水料金徴収システム	112
(3)	技術支援	113
第4章	データセット活用の検討	116
4.1.1	データセット単独での集計、分析	116
(1)	掘削工法に着目した集計分析例	116
(2)	年別井戸建設数	119
(3)	井戸深度分布	121
(4)	その他の集計分析案	122
4.1.2	データセットと公表されているデータと組み合わせる	122
(1)	位置情報を固定点として、給水率と人口密度の変化を国別比較する	122
(2)	その他の活用案	127
4.1.3	調査で新たに得られた情報と建設当初との情報を比較する	127
4.1.4	事業評価やフォローアップの際の基礎資料	128
4.1.5	セクター間での情報共有	128
4.2	活用範囲の拡大に向けた取り組み	129

4.2.1	著作権	129
4.2.2	今後の案件による新規井戸データの保管（完了届の付属資料の保管）	129
4.3	まとめ	130

BOX 一覧

〔 BOX- 1 硝酸（窒素）の自然界の循環について 〕	68
〔 BOX- 2 地下水保全と食糧増産 〕	75
〔 BOX- 3 ランゲリア指数について 〕	78
〔 BOX- 4 給水事業で導入されている電子マネーのシステム例 〕	115

表一覧

表 1-1	本業務作成した説明書およびその内容	2
表 1-2	既存井戸調査の対象のプロジェクトおよび井戸掘削数	3
表 1-3	既存井戸調査の内容および調査数量	4
表 1-4	既存井戸の現況、水質測定および維持・管理に係る調査項目	6
表 1-5	水質測定項目および測定方法	6
表 1-6	小学校および保健施設での調査項目	8
表 2-1	位置、掘削、揚水試験、施設に関するデータ項目	15
表 2-2	水質に関するデータ項目	19
表 2-3	案件ごとの情報項目	21
表 2-4	地方行政区分シートの項目	21
表 2-5	井戸情報シートの項目の変更	28
表 3-1	第 3 章の構成	30
表 3-2	Water Supply Atlas 概要	31
表 3-3	Water Point Data Exchange	32
表 3-4	National Health Facility Master List の概要	33
表 3-5	Health Facilities in sub-Saharan Africa	34
表 3-6	2017 年の小学校の就学率 (%)	38
表 3-7	データセットと調査計画・実績の内訳	39
表 3-8	レベル 2 サイトの井戸本数	40
表 3-9	レベル 2 施設の計画給水人口と調査時（2021 年）との比較	57

表 3-10	水位測定結果と掘削時との比較.....	60
表 3-11	水質測定項目と建設時の測定データの有無.....	65
表 3-12	資料取得先.....	74
表 3-13	ハンドポンプ井戸の利用者居住エリア半径の試算.....	94
表 3-14	1日当たり運転時間および運転揚水量の条件別の試算.....	102
表 3-15	発電機、商用電力、ソーラーシステムの運転時間に関連する事項.....	103
表 4-1	ナイジェリア国で実施された給水無償案件.....	120
表 4-2	井戸建設地点平均人口密度と給水率の抽出結果一覧.....	127

図一覧

図 2-1	井戸データセットに格納されている井戸の分布.....	12
図 2-2	井戸データセットのフォルダ、ファイル構造.....	13
図 2-3	井戸データセット作成フロー.....	23
図 2-4	パラメータ関連表（一部のみ）の例.....	24
図 3-1	Butambala 県から提供された小学校の男女別生徒数.....	36
図 3-2	井戸の現状事例写真.....	41
図 3-3	日本大使館により支援された施設の外観とプロジェクト銘板.....	41
図 3-4	施設とデータセット位置情報との差.....	42
図 3-5	調査井戸全体の稼働状況（レベル1、レベル2含む）.....	43
図 3-6	ハンドポンプ用井戸の稼働状況.....	43
図 3-7	レベル2施設の稼働状況.....	44
図 3-8	プロジェクト年ごとの井戸の稼働状況.....	44
図 3-9	プロジェクト年別の井戸の稼働状況（7年ごと）.....	45
図 3-10	稼働状況と維持管理組織の有無.....	45
図 3-11	維持管理組織の有無.....	45
図 3-12	スペアパーツの入手のしやすさ.....	46
図 3-13	レベル1における改修等への内部資金、外部資金の比較と外部出資者の数.....	48
図 3-14	レベル2における改修等への内部資金、外部資金の比較と外部出資者の数.....	48
図 3-15	積立状況（レベル1）.....	49
図 3-16	積立状況（レベル2）.....	49
図 3-17	十分な積立があるという回答での積立額（レベル1）.....	50

図 3-18	十分な積立があるという回答での積立額（レベル2）	50
図 3-19	井戸の非稼働理由	51
図 3-20	井戸の非稼働理由（図 3-19 をカテゴライズ）	51
図 3-21	建設年ごとの建設井戸数	52
図 3-22	給水無償で建設された井戸を示す情報源	53
図 3-23	給水無償で建設された井戸を示す情報源（建設年ごと）	53
図 3-24	ハンドポンプのコンクリート現状例	54
図 3-25	レベル1の利用者数の建設時と2021年時点での分布の比較	55
図 3-26	レベル2の利用者数の建設時と2021年時点での分布の比較	55
図 3-27	レベル1の利用者数の分布の変化	56
図 3-28	レベル2の利用者数の分布の変化	56
図 3-29	建設時と2021年の利用者数の差の分布	57
図 3-30	建設年の利用者数と2021年の利用者数総計比較	57
図 3-31	雨期の洪水により冠水する月数	58
図 3-32	洪水が発生する井戸の代替水源内訳	59
図 3-33	ハンドルの重さの変化	60
図 3-34	揚水可能期間の変化	61
図 3-35	水位が下がって揚水可能期間が制限される月数	61
図 3-36	ハンドルの重さの変化と揚水可能期間の変化	62
図 3-37	井戸利用可能期間の変化と揚水量の関係	63
図 3-38	井戸利用可能期間の変化と井戸深度の関係	63
図 3-39	水質に問題ありの井戸の稼働状況	63
図 3-40	水質が悪化したかどうかについての聞き取り結果	64
図 3-41	水質悪化の内訳（複数回答）	64
図 3-42	水質悪化の回答内訳	64
図 3-43	水質分布の比較（pH）	66
図 3-44	水質分布の比較（EC）	66
図 3-45	水質分布の比較（鉄）	67
図 3-46	水質分布の比較（硝酸）	67
図 3-47	建設当初との差(pH)	67
図 3-48	建設当初との差(EC)	67
図 3-49	硝酸の測定値分布図	71
図 3-50	地質図への硝酸の測定値のプロット	71
図 3-51	土地利用・植生図（2000）への硝酸測定値のプロット	72
図 3-52	土地利用・植生図（2014）への硝酸測定値のプロット	72
図 3-53	降水量コンター図への硝酸測定値のプロット	73

図 3-54	降水量コンター図への鉄測定値のプロット.....	73
図 3-55	揚水管の材質ごとの赤水発生状況.....	77
図 3-56	pH とランゲリア指数の相関.....	78
図 3-57	小学校における利用可能な給水施設.....	80
図 3-58	学校における利用可能な給水施設と飲用水の充足割合.....	81
図 3-59	利用可能な給水施設と給水不足月数.....	81
図 3-60	給水不足月数と飲用水の充足割合.....	82
図 3-61	給水不足月の有無と小学校の清掃状況.....	83
図 3-62	給水不足月月数と小学校全体の清掃状況.....	84
図 3-63	教師、生徒による維持管理活動の状況.....	84
図 3-64	維持管理活動状況と給水不足月の有無.....	85
図 3-65	給水不足月数ごとの維持管理活動状況.....	85
図 3-66	保健施設における 1 か月あたりの患者数、妊婦数、出産数の分布.....	87
図 3-67	保健施設の利用可能な給水施設.....	87
図 3-68	保健施設の医療用水と飲用水の充足割合とその比較.....	88
図 3-69	保健施設で利用可能な給水施設と給水不足月数.....	88
図 3-70	月当たりの出産数と医療用水の充足状況.....	89
図 3-71	給水不足月の有無と清掃状況.....	90
図 3-72	井戸地点の 2000 年と 2020 年の人口密度の分布と比較.....	91
図 3-73	井戸地点の人口密度 2020 年と利用者数 (2021) の箱ひげ図の比較.....	92
図 3-74	ハンドポンプ井戸地点の人口密度 (2020 年) と利用者数 (2021 年) の散布図.....	92
図 3-75	利用者数・人口密度と満足度の関係.....	93
図 3-76	ハンドポンプ井戸の利用者居住エリア半径の分布と満足状況.....	94
図 3-77	ランゲリア指数と人口密度の相関.....	95
図 3-78	人口密度と給水率の関係.....	96
図 3-79	ウガンダ国の人口密度分布 (人/km ²)	97
図 3-80	安全な水の給水カバー率.....	97
図 3-81	無償案件で建設された井戸の揚水量の分布.....	98
図 3-82	地質図への揚水量のプロット.....	99
図 3-83	地質図への不成功井戸のプロット.....	99
図 3-84	学校および保健施設の利用可能な給水施設の割合の比較.....	100
図 3-85	ソーラーシステムによる揚水量の試算.....	104
図 3-86	抽出した井戸位置をプロット.....	106
図 3-87	抽出した小学校・保健施設 (三角＝学校／ひし形＝保健施設)	107
図 3-88	抽出した井戸・小学校・保健施設 (Mubende 県)	108

図 3-89	抽出した井戸・小学校・保健施設（Luwengo 県）	108
図 3-90	Water Supply Atlas 上への小学校・保健施設の位置をプロット	109
図 3-91	SUNDA の外観とチャージ画面	112
図 3-92	SUNDA が設置されている井戸 Butambara 県（2021 年 9 月撮影） ...	113
図 4-1	データセットに登録されている井戸の工法内訳	117
図 4-2	データセットに登録された成功井戸本数と不成功井戸本数（工法毎） ...	118
図 4-3	工法別の井戸の揚水量	119
図 4-4	揚水量のヒストグラム	119
図 4-6	案件実施年別の登録井戸建設数量分布	120
図 4-7	掘削深度分布	121
図 4-8	不成功井戸の掘削深度分布	122
図 4-9	水汲み待ちの様子（ニジェール国）	125
図 4-10	給水無償による井戸建設地点における平均人口密度と給水率（Rural）の 国別分布	126
図 4-11	揚水量・比湧出量のプロットによる井戸診断	128

略語集

ACAP	The Project for Capacity Development in Planning and Implementation of Community Development in Acholi Sub-Region	アチョリ地域コミュニティ開発計画策定能力強化プロジェクト
BD	Basic Design	基本設計
CAO	Chief Administrative Officer	県行政長官
COVID-19	Coronavirus disease 2019	新型コロナウイルス感染症 (2019年)
CSV	Comma Separated Values	カンマ区切りのテキストデータ
DTH	Down the Hole Hammer	ダウンザホールハンマー
DWO	District Water Officer	県水事務所長
DWRM	Directorate of Water Resource Management	水資源管理総局
EC	Electrical Conductivity	電気伝導率
GER	Gross Enrolment Ratio	総就学率
GI	Galvanized Iron	亜鉛メッキ鉄鋼
GIS	Geo Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HPM	Hand Pump Mechanics	井戸修理人
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JMP	Joint Monitoring Programme	(国際連合児童基金/世界保健機関)共同モニタリングプログラム
MIS	Management Information system	経営情報システム
MS	Microsoft	マイクロソフト
MWE	Ministry of Water and Environment	水・環境省
NASA	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NER	Net Enrolment Ratio	純就学率
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
OCR	Optical Character Reader	光学的文字認識
OD	Outline Design	概略設計
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
SSA	Sub-Saharan Africa	サブサハラアフリカ
TDS	Total Dissolved Solids	総溶解固形物
UNICEF	United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
USAID	U.S. Agency for International Development	米国国際開発庁
WASH	Water, Sanitation and Hygiene	水供給・衛生分野
WHO	World Health Organisation	世界保健機関
WL	Water Level	水位

第1章 はじめに

1.1 本業務の背景・目的

サブサハラアフリカ（以下、「SSA」という）の地方部での安全な水の確保は深井戸に依存するところが多く、SSA 全土で現在百万本が整備されていると言われている。

独立行政法人国際協力機構（以下、「JICA」と称する）は、SSA の地方給水において1995 年以降に約 180 件の無償資金協力を実施し、住民向け深井戸施設等を建設してきた。井戸の建設に際して得られる水理地質や水質についての情報は貴重なデータであり、新規井戸の開発・既存井戸の改良、また建設された井戸の経年劣化の傾向の分析等に有効に活用することができる。現在、それらのデータは案件ごとにとりまとめられているが、電子化して統一的な様式することにより当該地区での開発に関わる人々（途上国政府、開発援助機関、NGO 等）が、給水計画のみならず保健・栄養・生計向上等の活動にも広く有効に活用されることが期待でき、また現状の井戸のデータと照合して分析することで無償資金協力によって建設された井戸の有効性や耐久性について定量的に検証することが可能である。

SSA 各国においては、これまで必ずしもデータ共有の体制は整備されていないが、井戸情報を公共財として共有する必要性は広く認識され、既に世銀や UNICEF、オックスフォード大学、WaterAid、WorldVision、ウガンダ政府、スワジランド政府、オランダ外務省等によってインターネット上に情報共有のためのプラットフォームが構築されている。

JICA は、2010 年に基礎情報収集・確認調査「アフリカ諸国井戸データベース構築に向けた情報収集確認調査（以下、「前回調査」という。）を実施し、1990 年～2007 年に実施された SSA19 力国の無償資金協力 49 件について計 6,717 件の井戸情報を電子化した。本業務では 2020 年までに実施済みの無償資金協力案件を対象とし、追加的にデータベース化を行った。また、ウガンダでかつて無償資金協力で建設された井戸を対象とし、それらの井戸の現在のデータを採取するとともに建設当時の情報と照合して分析を行った。

1.2 本業務の構成および内容

本業務は、①既存井戸のデータセット作成、②パイロット国（ウガンダ国）における既存井戸調査、③調査結果に関する分析、考察を主な内容としている。以下、各業務項目について述べる。

1.2.1 既存井戸のデータセット作成

既存井戸のデータセットは、2010 年に実施された前回調査以降に実施された無償資金協力事業によって掘削された井戸のデータを収集するとともに、同調査によってデー

タが収集されたもののデータセットとして取り込まれなかったデータを対象として作成された。この他、次の様なデータについても収集し、データセット作成対象に加えた。

- ① 前回調査時にデータの所在が不明であったが、今回新たに所在が確認され収集されたデータ
- ② 無償資金協力事業に先立ち実施された開発調査、基本設計調査、協力準備調査で掘削された井戸のデータ
- ③ 技術協力プロジェクトで掘削された井戸のデータ
- ④ 学校・保健施設を対象として無償資金協力で建設された一部の井戸のデータ

これらを通して収集された入力された井戸のデータの総数は9,975本である。業務におけるデータセットの入力完了後、これと前回調査で入力したデータセット（19カ国、49案件、6,717本）とを統合したデータセットを作成した。統合後の井戸データの総数は、25カ国、169案件、16,692本である。統合したデータセットの取扱い、データ更新方法等の説明のため、次の説明書を作成した（表 1-1）。

なお、井戸データは、応用地質株式会社、鉦研工業株式会社、株式会社鴻池組、株式会社地球システム科学、株式会社利根エンジニア、株式会社日さくの各社より提供を受けた。

表 1-1 本業務作成した説明書およびその内容

説明書	内容
無償資金協力井戸データセット使用説明書 (和文および英文)	データセットの目的、意義、内容、使用方法、データの正確性、著作権の取扱い
井戸データセットの更新マニュアル	データ取りまとめの流れ、データセット更新の具体的な方法、データセットに含まれる情報のうち、公開される情報項目、収集したデータの正確性確認の方法、データ公開の方法と留意点、様式の運用・維持管理方法(ファイル破損時の復旧方法、通常のバックアップ方法、パスワードの変更・確認方法、データ項目を削除・追加する場合の方法等

1.2.2 パイロット国（ウガンダ国）における現地調査

わが国の無償資金協力事業の給水案件で 600 本以上の井戸が建設されている国として、ウガンダ国が本調査のパイロット国として選定された。現地調査では、ウガンダ国で建設された我が国の無償資金協力事業の給水案件で建設された 673 本の井戸のすべてを対象として現況の調査、井戸の管理者に対するインタビュー、現地における水質測定を実施した。また、一部の井戸について地下水位の測定を行った。この他、既存井戸

が存在する一部の村落内の小学校および保健衛生施設を対象としたインタビューを実施した。なお、調査は入札によって選定した現地業者へ再委託して実施した。

(1) 既存井戸調査の実施方針

本業務における既存井戸調査は、次のような方針に基づき実施した。

- ① 既存井戸の建設当時のデータと比較出来るデータを効率的に収集する。
- ② 既存井戸の現地調査は、現地業者に委託して実施する。
- ③ 調査団は、現地業者による調査に先立ち、ウガンダ国水・環境省との協議を行い、調査の説明を行うとともに、データの提供および調査への協力を依頼する。
- ④ 調査団は、井戸を管轄する地方行政組織（主に県）を訪問し、調査の説明を行うとともに、データの提供および調査への協力を依頼する。
- ⑤ 収集したデータについて今後の給水案件実施に係るレビューおよび分析を行う。

(2) ウガンダにおけるプロジェクトおよび井戸掘削数

既存井戸調査の対象となった井戸を掘削したプロジェクトおよび井戸掘削数を表 1-2 に示す。なお、対象となったプロジェクトは、無償資金協力案件が 3 件、開発調査が 1 件、協力準備調査が 1 件の合計 5 件である。掘削された井戸数は、レベル-1 用井戸が 633 本、開発調査および協力準備調査段階での試掘が 40 本の合計 673 本である。

表 1-2 既存井戸調査の対象のプロジェクトおよび井戸掘削数

No.	プロジェクト名	対象地域 (実施当時の県名)	掘削された 井戸数 (報告書による)
1	地方給水計画	Mpigi, Mubende and Kiboga	レベル 1: 443 本
2	地方給水計画 (フェーズ 2)	Masaka, Mukono and Kayunga	レベル 1: 116 本
3	アチョリ地域国内避難民の定住促進のための地方給水計画 協力準備調査	Amuru, Nwoya, Gulu, Lamwo, Kitgum, Pader, and Agago	レベル 1: 74 本 試掘井: 20 本
4	チョガ湖流域水資源開発・管理計画調査	Serere, Pallisa, Kibuku, Luuka and Iganga	試掘井: 20 本
5	チョガ湖流域地方給水計画		(レベル-2 建設のみ)
	合計		レベル 1: 633 本 試掘井: 40 本 合計: 673 本

現地調査の実施過程で、先述の学校への給水を目的として建設された井戸に遭遇したため、これらも調査対象に加えた。この結果、最終的な調査井戸数は 679 本となった (表 1-3)。

表 1-3 既存井戸調査の内容および調査数量

No.	調査項目	調査予定数量	調査実績数量
1	既存井戸現況調査（井戸の現況、水質測定含む）	673 本（最大 700 本）	679 本
2	地下水位測定	70 本	5 本
3	井戸管理者へのインタビュー	600 個所	600 個所
4	小学校へのインタビュー	120 校	129 校
5	保健衛生施設へのインタビュー	60 施設	68 施設

(3) 調査準備段階の業務

1) 調査に対する協力の取付

本業務の現地調査実施に先立ち、ウガンダ側の次の関係機関を訪問し、調査への協力を要請した。

- ウガンダの給水セクターを所管する水・環境省（Ministry of Water and Environment）（以下、「MWE」という）の Department of Water Resource Management へのリモートによる説明、協議を行った。
- MWE の Department of Water Development への面談による説明、協議を行い、調査への協力を取り付けた。
- 地方給水を直接管理する各県の District Water Officer (DWO)（以下、「DWO」という）を通して、行政上のトップである Chief Administrative Officer 宛、他の 1 通は県議会の Chairperson への MWE からの調査への協力要請レターを手交し、調査の説明を行い、協力を要請した。

調査団は、各県から調査への協力の合意を証するものとして、提出したレターに Chief Administrative Officer あるいは Chairperson が署名したもののコピーを受領した。

このコピーは、現地業者が村落に立ち入る際に県の同意を得ていることを示す証拠となるものである。これらのレターの例を付属資料-2 に示す。

2) 調査対象井戸リストの作成

ウガンダの現地業者に調査対象となる既存井戸のリストを示す必要がある。調査の対象となる井戸のリストは、前項 1.2.1 で作成した井戸のデータセットからウガンダで建設された井戸のデータを抽出して作成した。リストには、データセットでの井戸番号、井戸所在地の村落名、井戸所在地が属する行政区分、座標（緯度、経度）等が含まれている。

3) 現地業者の研修

既存井戸調査では、対象井戸への到達に QField を、調査データの入力に KoBoCollect

を使用した他、水質測定にパックテスト、簡易測定器等を使用することから、調査が円滑に進むように予め調査員を対象とした研修を行い、各機器、ソフトの取扱い、データ取得・入力の方法等についての研修を室内および現地で実施した。なお、現地調査開始後、当初計画していなかった給水案件以外のスキーム（学校関連スキーム）によって建設された井戸が一部の地域に存在し、本調査の対象井戸との見分けが困難であることが判明したため、改めて区別の方法について現地で追加の指導を行った。

(4) 既存井戸調査の実施（現地業者による調査）

1) 既存井戸の確認（対象井戸の探し出し）

既存井戸を調査するためには、まず対象となる井戸を探しだし、対象井戸であるか否かを確認する必要がある。調査員が対象井戸を探すための補助手段として GIS ソフトの“QField”を利用した。“QField”は、スマートフォンにインストールし、Google Map上に井戸リストの座標を基に井戸の位置、および利用者（調査員）の現在の位置を表示させる機能を有している。また、利用者が移動するに従い、随時現在地を表示できるため、対象となる井戸を探し出すことが容易となる。本調査では、井戸位置の他、学校施設や保健施設の位置も表示して利用した。また、井戸の調査員は、井戸の修理に係わっている井戸修理人（Hand Pump Mechanics）に依頼し、対象村落へ同行し、対象井戸の確認を行った。

2) 既存井戸の確認（調査対象井戸か否かの確認）

対象村落内の井戸に到達しても、ウガンダでは多くのドナーや援助機関による井戸建設が行われており、地域によっては隣接して複数の井戸が存在することもある。したがって、到達した井戸が確実に調査対象井戸か否かを確認する必要がある。対象井戸か否の確認は次の順に行った。

- ① 井戸に取り付けられた銘板。
- ② 井戸のコンクリート構造物への刻印。
- ③ 井戸引き渡し時に施主に提出された Completion Report、村落に渡された井戸データ、県事務所で所有している登録井戸番号等の文書。
- ④ 村落の関係者、Hand Pump Mechanics 等による確認。

3) 既存井戸の現況、水質および維持・管理に係る調査

当該井戸が調査対象と確認された場合、井戸の現況、水質測定および維持・管理に関

する住民へのインタビューを行った。それぞれの調査項目を表 1-4 に示す。なお、インタビューを行った対象者は、水管理委員会の委員長またはメンバー、村落の村長または村落行政の関係者、井戸の管理者・利用者の内、調査チームの訪問時に対応が可能であった関係者である。

表 1-4 既存井戸の現況、水質測定および維持・管理に係る調査項目

調査項目	調査内容
井戸位置（村落名、位置名、座標）	井戸の位置（座標）を GPS で測定する。
井戸建設年、プロジェクト	対象井戸の建設経緯を把握する。
井戸の管理責任者	対象井戸の管理者、水管理委員会の有無を把握する。
井戸の稼働状況、非稼働の場合その理由（水位低下、水質悪化、ポンプの故障等）	対象井戸が稼働中であるか、非稼働状態であるかを確認し、非稼働の場合は時期、理由を把握する。
故障・修理の履歴	対象井戸での故障・修理の来歴を把握する。
維持管理体制、水料金の徴収状況	給水施設としての井戸の維持管理状況を把握する。
水質の変化	建設時と現時点を比較しての水質の変化の有無の聴き取り。
水質の現地測定（EC、pH、鉄、マンガン、フッ素、硝酸塩、アンモニア）	既存井戸で測定されている主な項目について、建設当時からの変化の有無を把握する。
代替水源の状況	雨季、乾季における、代替水源の種類、位置、距離または水汲み時間等を把握する。
水質測定	測定項目：EC、pH、鉄、マンガン、フッ素、硝酸塩、アンモニア、カルシウム硬度、総アルカリ度

調査対象井戸の座標は、KoBoCollect でスマートフォンの GPS 機能を利用して取得した。井戸の維持管理に関する事項については、水管理委員会、村落の関係者、井戸の管理者等に対するインタビューで情報を収集し、KoBoCollect に入力した。

水質測定は、表 1-5 に示す方法で測定し、測定データを KoBoCollect に入力した。

表 1-5 水質測定項目および測定方法

測定項目	測定方法
EC、pH	pH/EC/TDS/°C テスター（ハンナインストルメント）：HI 98129N（防水型テスター コンボ 2）
鉄、マンガン、フッ素、硝酸塩、アンモニア	パックテスト（共立化学）
カルシウム硬度、総アルカリ度	ドロップテスト（共立化学）

5) 地下水位測定

調査した既存井戸の内、住民の合意が得られる井戸について地下水位を測定した。地下水位の測定のために、設置されているハンドポンプを撤去し、測定後ハンドポンプの再設置を行った。地下水位の測定作業中は地下水の汲み上げができず、代替水源も準備できないことから住民の合意を得ることが困難で、かつ DWO からのハンドポンプの再設置にかかる滅菌措置の要請があったことから、地下水位を測定できた井戸は 70 個所の予定に対して 5 個所に留まった。これは次の様な理由によるものである。

- ① 地下水位測定のためにハンドポンプを撤去して、測定後に再設置するまでに長時間水汲みができないため、住民からの合意が得られなかったこと。
 - ② 上記①に関連して、代替水源の提供を要求されたが、代替水源の提供はできないこと。
 - ③ 県の井戸を管理する DWO から、ハンドポンプの再設置の前に最低 24 時間の塩素滅菌の時間を設けることを要求されたが、これに応じることが困難であること。
- Kitugum 県の DWO から発出されたレターを付属資料-3 に示す。

地下水位測定に住民の合意が得られた井戸については設置されているハンドポンプを撤去した後、水位計を用いて地下水位を測定した。測定結果は、KoBoCollect に入力した。地下水位測定終了後、ハンドポンプを再び設置した。ハンドポンプの撤去および再設置に際しては井戸およびハンドポンプに損傷を与えないよう慎重に作業を行った。

6) 学校および保健施設へのインタビュー

調査対象既存井戸が存在する村落内の小学校および保健施設を訪問し、各施設における水利用に関するインタビューを行った。なお、本調査時点でウガンダ国内のすべての学校はロックダウンによる休校中のため、教職員は出勤していない状態であった。このため、学校訪問時に偶々出勤していた場合はその教職員から、出勤している教職員が皆無の場合は村落内に居住する教職員を探してインタビューを行った。調査項目を表 1-6 に示す。インタビュー結果はすべて KoBoCollect に入力した。

表 1-6 小学校および保健施設での調査項目

調査項目	調査内容
学校でのインタビュー	-利用できる給水施設（レベル1・2給水施設、手洗い用施設、浅井戸等）、および水の満足度（水質、水量） -手洗いに使用できる蛇口または類似装置の有無（飲料水用を除く）、および水の満足度 -清掃状況（教職員、生徒の活動状況）
保健施設でのインタビュー	-利用できる給水施設数（レベル1・2給水施設、手洗い用施設、浅井戸等） -水の満足度 -清掃状況

7) 調査対象井戸の写真撮影

調査対象となった井戸については、調査対象であることを示す証拠や、井戸および周辺の状況が分かるような写真数枚を撮影し、後述のデータのアップロードと同時に写真についてもアップロードを行った。

8) 現地調査データの入力および国内における管理

調査で取得したデータはすべてスマートフォンにインストールした KoBoCollect アプリを用いて入力した。このため、5名の調査員は KoBoCollect アプリを携帯し、取得したデータを現地で入力した。入力したデータは、インターネットを通し、現地から送信できる環境であればその場でアップロードした。インターネットが利用できない環境であれば、事務所あるいは宿舎に戻りインターネットが利用できる環境下でアップロードを行った。アップロードされたデータは、調査団が設定した Google Drive 上のフォルダーに格納される。アップロードされたデータおよび写真については本調査のメンバーが随時アクセスして確認し、必要に応じて現地の調査員へ確認や指示を行い、必要とするデータが的確に取得できるように管理を行った。

9) 最終的な調査数量

上述した既存井戸の現況調査および維持・管理にかかるインタビュー、地下水位測定、水質測定、学校・保健施設へのインタビューの実施数量は表 1.2.2-2 に示した通りである。

既存井戸現況調査は 673 本を対象として実施したが、調査対象の井戸が見つからない場合があったこと、無償資金協力事業の給水案件以外に学校建設案件や保健施設案件の実施に伴って建設された井戸のデータが得られたことから、最終的に調査数量は 679 本となった。

(5) データの比較・分析

ウガンダにおける既存井戸調査で得られたデータを調査項目毎に取り纏め、分析を行った他、井戸建設時のデータとの比較による分析を行った。主な分析項目は次の通りである。

1) 既存井戸に関するデータ

- 井戸の成功率：建設年との関係、地質との関係
- 井戸の稼働状況：建設年との関係、維持・管理組織の有無との関係、修理履歴との関係、ポンプ・揚水管の交換履歴との関係等
- 利用者数の変化：建設年との関係等
- 水質の変化：建設年との関係、赤水が発生した井戸の建設年との関係、揚水管の材質と赤水発生との関係等
- 水供給の満足度：水量の変化と建設年、修理履歴との関係等

2) 学校でのインタビューで得られたデータ

- 利用可能な給水施設：給水施設形式別、飲用に利用できる給水施設・利用可能月数と給水満足度、保健施設との比較等
- トイレ：トイレの形式と給水充足度
- 手洗い施設：施設の有無、給水充足度
- 清掃：清掃用（トイレ、手洗い施設）の給水充足度、清掃状況、教職員・生徒による OM 活動状況等

3) 保健施設でのインタビューで得られたデータ

- 無償資金協力で建設された井戸の利用状況
- 給水施設：給水施設形式別、飲用に利用できる給水施設・利用可能月数と給水満足度、医療用水・手洗い用水・清掃用水等の充足度
- トイレ：トイレの形式と給水充足度
- 手洗い施設：施設の有無、給水充足度
- 清掃：清掃用（トイレ、手洗い施設）の給水充足度、清掃状況等

4) 他のデータベース戸の重ね合わせによる比較

- 地質図の重ね合わせ：成功井と地質との関連

- 医療保健施設のデータベースとの重ね合わせ：井戸位置と保健・医療施設の位置関係

(6) ウガンダの県に対する補足インタビュー

ウガンダで建設された給水用井戸の水理地質情報および維持・管理に係るデータは MWE が所管する MIS データベースに格納されている。各データは、県から提出されるデータによってアップデートされている。MIS データベースのデータに基づき、Water Supply Atlas を作成し公開している。

既存井戸調査終了後、本業務で作成するデータセットについての意見、各県におけるデータの取得、取得したデータの MWE への提出、MIS データベースの利用状況等について、リモート会議による協議に応じてくれた Butambala 県、および Gomba 県に対し、補足のインタビューを行った。

第2章 データセット作成

2.1 井戸データセットの構成と内容

2.1.1 井戸データセットの概要

井戸データセットには、25 カ国の 169 案件（期分けがある場合、各期で締結された E/N を 1 件として計算）、16,692 本の各井戸について、以下に示す情報が英語表記で格納されている。なお、これらの内、前回調査では、19 カ国の 49 案件、6,717 本の井戸データが収録されている。

- 井戸の位置（緯度、経度）、掘削、揚水試験、施設、水質等に関する 240 項目にわたるデータ。
- 井戸の柱状図、揚水試験結果、井戸・ポンプ周囲の写真、物理探査結果および井戸周囲の地図の画像。
- その他、案件ごとの情報、各国の地方行政区分、掘削後に追加された井戸情報。

2.1.2 井戸データセット対象案件

井戸データセットに格納された案件は、第 1 章に述べたように、我が国の無償資金協力による給水事業案件で建設された井戸を主体とする。これに、一部の開発調査、基本設計調査、協力準備調査、技術協力プロジェクトで井戸が掘削された案件を加えた。

格納した案件について案件ごとに ID が付与されている。案件 ID は井戸データセットで案件を特定する記号である。しかし、複数期に亘る案件で井戸本数が把握できない場合には、まとめて一つの案件 ID が付与されているので、案件 ID 数は E/N の期ごとの数より少なく、159 となっている。

収録した井戸のうちで緯度・経度データを有する井戸を地図上に重ねたものを図 2-1 に示す。

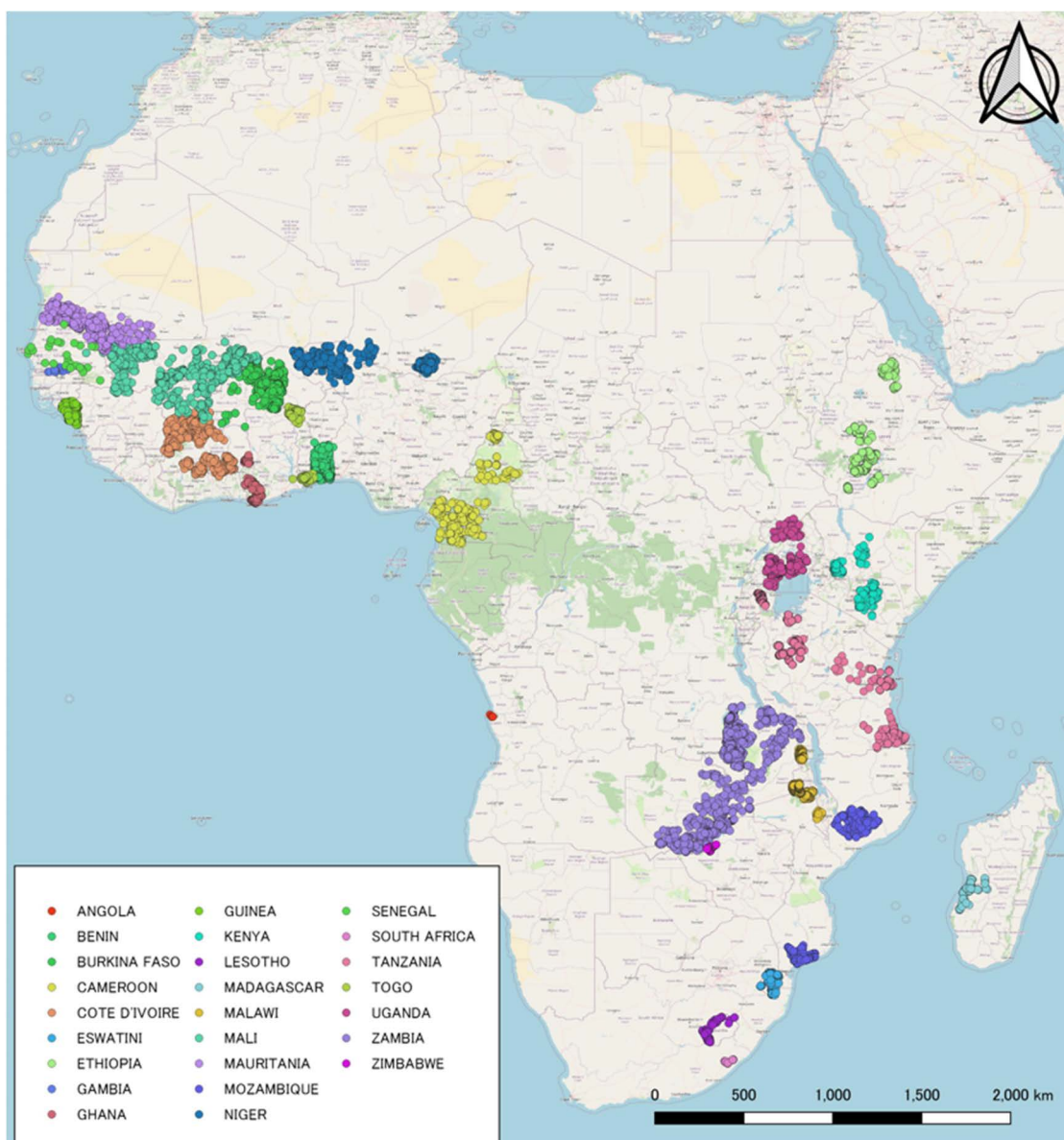
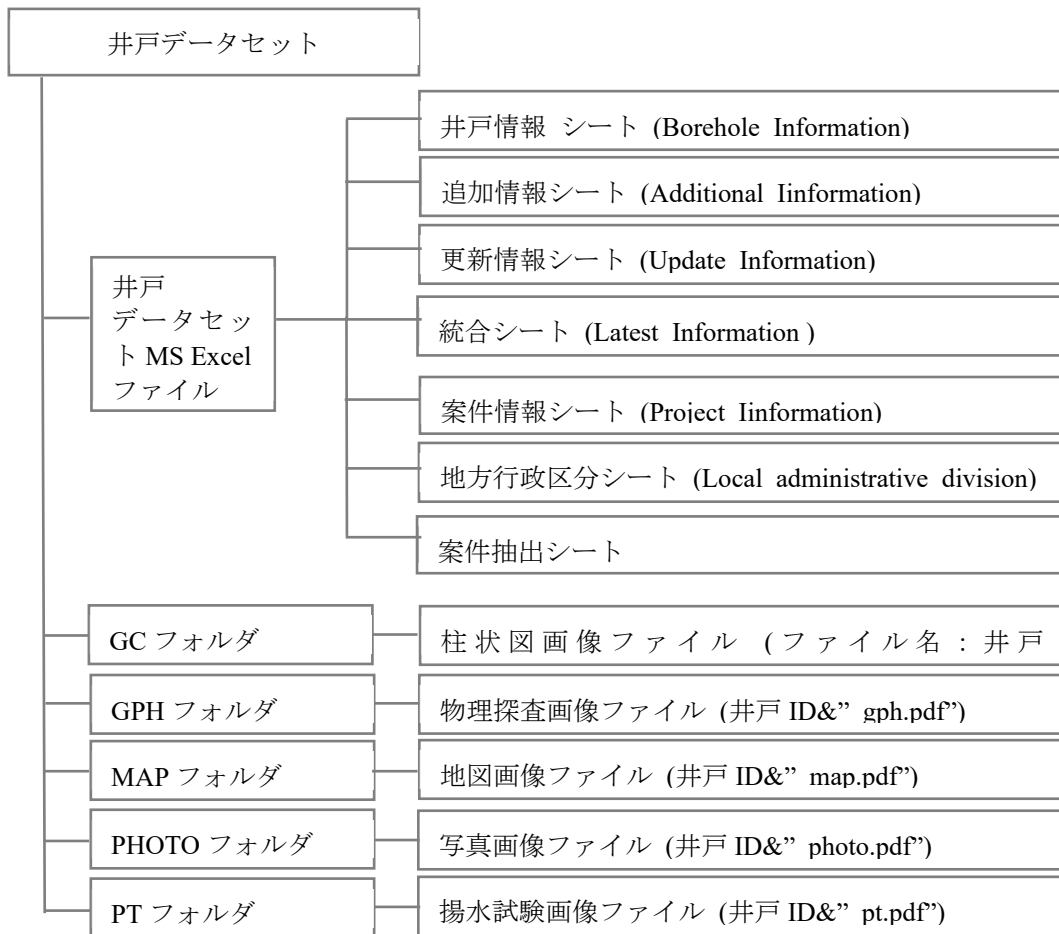


図 2-1 井戸データセットに格納されている井戸の分布

2.1.3 井戸データセットを構成するフォルダとファイル

井戸データセットを構成するフォルダとファイルの構造を図 2-2 に示す。井戸データセットは図 2-2 に示すように一つのフォルダであり、その中に、井戸情報シート (Borehole Information)、追加情報シート (Additional Information)、更新情報シート (Update Information)、統合シート (Latest Information)、案件情報シート (Project Information)、地方行政区分シート (Local Administrative Division) 案件抽出シート (Project Extraction) から成る 6 つのシートをもつ井戸データセットの MS Excel ファイルと柱状図、物理探査、地図、写真、揚水試験等の画像ファイルを格納する 5 つのフォルダで構成される。



(シート名の後のカッコ内の英語表記は MS Excel シート名を示す)

図 2-2 井戸データセットのフォルダ、ファイル構造

井戸データセットの MS Excel ファイルおよび画像ファイルの内容を次に示す。なお、各ファイルに含まれる具体的なデータの項目名は 2.1.4 で後述する。

(1) 井戸データセット MS Excel ファイル

- 1) 井戸情報シート (Borehole Information) : 収集したすべての井戸データを格納したファイル。一行につき井戸 1 か所の情報を格納している。井戸掘削時の情報であり、井戸情報シートの記載が書き換えられることはない。また、井戸情報シートには、どの時点の情報であることを明確にするために、データセット登録履歴として、登録日、業務名、登録実施機関/組織が記載されている。
- 2) 追加情報シート (Additional Information) : 井戸情報シートに収録された井戸で、新たに揚水試験や水質分析等が実施された場合のデータを格納したファイル。井戸 1 か所分のデータは、”追加 ID” を採番することでユニークとなるよう管理するが、”井戸 ID” は井戸情報シートの同一井戸と同じものを採番することで

紐付けが可能となっている。

- 3) 更新情報シート (Update Information) : 井戸の座標の再測定が行われた場合や、行政区分が変更になった場合のデータを格納したファイル。井戸の座標や行政区分は、GPS の精度の問題や分県によって建設時から変わる場合があるが、井戸情報シートは建設時の情報を残すものとし書き換え不可であるため、更新情報シートに格納するものである。また、井戸のポンプモデル、稼働状況やレベル 1・2 の情報が確認できた場合は、確認時点での情報として同様に記入する。追加情報シート (Additional Information) 同様、” 井戸 ID ” は井戸情報シートの同一井戸と同じものを採番することで紐付けが可能となる。
- 4) 統合シート (Latest Information) : 更新情報シート (Update Information) には現地確認できた井戸のみが格納されている。井戸情報シート (Borehole Information) 自体に上書きはできないため、井戸情報シートのうち更新情報シートにある井戸の座標や行政区分等を上書きしたものが統合シートとなる。すなわち、井戸情報シートの最新情報が更新されたものである。
更新情報シート同様、井戸のポンプモデル、稼働状況やレベル 1・2 の情報が確認できた場合は、確認時点での状況として記入されている。
- 5) 案件情報シート (Project Information) : 井戸を掘削した案件に関する情報を格納したファイル。井戸掘削案件ごとの情報で、データセット登録履歴はデータの登録に関する情報である。
- 6) 地方行政区分シート (Local administrative division) : データセット作成時点の地方行政区分を格納したファイル。
- 7) 案件抽出シート : スライサーに並んだ国名のボタンをクリックすることで、選択した国のプロジェクト名と各案件の掘削井戸本数を確認することができる機能を持つシート。

(2) 画像ファイルフォルダ

- ① GC フォルダ・柱状図画像ファイル : 井戸の柱状図を格納したファイル。
- ② GPH フォルダ・物理探査画像ファイル : 探査地点図、 ρ -a 曲線等で利用できるデータ画像を格納したファイル。
- ③ MAP フォルダ・地図画像ファイル : 井戸の位置を示す地図の画像ファイルを格納したファイル。
- ④ PHOTO フォルダ・写真画像ファイル : 井戸およびその周辺を撮影した写真を格納したファイル。
- ⑤ PT フォルダ・揚水試験画像ファイル : 水位測定記録表、水位降下曲線、Q-S ダイアグラム、透水係数の解析グラフ等で利用できるデータ画像を格納したファイル。

2.1.4 井戸データセットの内容

(1) 井戸の位置、掘削、揚水試験、施設に関するパラメータ情報

井戸の位置、掘削、揚水試験、水質、施設に関する項目のデータは井戸データセット MS Excel ファイルの井戸情報 (Borehole Information)、追加情報 (Additional Information)、更新情報 (Update Information) および統合 (Latest Information) の各シートに格納されている。各項目およびデータ内容がそれぞれのシートに含まれているかを表 2-1 に示す。

表 2-1 位置、掘削、揚水試験、施設に関するデータ項目

項目名	データ内容	各シートでの項目の有無				
		井戸情報シート	追加情報シート	更新情報シート	統合シート	
案件 ID	プロジェクトをユニークに認識するための記号	○		○	○	
井戸 ID	井戸をユニークに認識するための記号	○		○	○	
追加 ID	揚水試験・水質試験の追加データをユニークに認識するための記号		○			
井戸位置情報	ISO 国記号	ISO 3 文字国記号	○		○	○
	ISO 国番号	ISO 3 数字国番号	○		○	○
	国名	それぞれのレベルの地方行政区分	○		○	○
	地方レベル 1		○		○	○
	地方レベル 2		○		○	○
	地方レベル 3		○		○	○
	地方レベル 4		○		○	○
	地方レベル 5		○		○	○
	地方レベル 6		○		○	○
	プロジェクト内番号	プロジェクト内で使われている井戸番号	○			○
	登録井戸番号	当該機関に登録されている生産井の番号	○			○
	緯度	井戸、または村の緯度経度	○		○	○
	経度		○		○	○
	地表高度	井戸、あるいは村の高度	○			○
	UTM のゾーン	UTM 座標系による井戸または村の座標	○			○
	UTM X		○			○
UTM Y	○				○	
座標取得	座標を取得した地点 (井戸位置、村落)	○			○	
緯度経度の精度	緯度経度の精度に応じた値	○			○	
地図	地図 (画像のリンク)	○			○	

項目名		データ内容	各シートでの項目の有無					
			井戸情報シート	追加情報シート	更新情報シート	統合シート		
井戸諸元	井戸合否	成功井か失敗井かの判定	○			○		
	不合格理由	失敗井の場合、その理由	○			○		
	水質基準合否	水質が基準を満たしているか否か	○			○		
	注釈	自噴井、除鉄装置等の情報	○			○		
	新規掘削/リハビリテーション	新規掘削かリハビリかの区分	○			○		
	物理探査	データの有無	物理探査結果の有無	○		○		
		探査データイメージ	探査データイメージ(画像のリンク)	○		○		
		探査番号	探査結果画像での井戸付近の探査番号	○		○		
	掘削年月日	井戸掘削開始日	○			○		
	仕上げ孔	ビットタイプ	DTH,Tricone 等の最終掘削孔の Bit type	○		○		
		井戸掘削径	最終掘削孔の掘削径	○		○		
		掘削流体	最終掘削孔の掘削流体	○		○		
		掘削深度	掘削深度	○		○		
	掘進率情報	柱状図に掘進率データが表示されているか否か	○			○		
	水が出た深度情報	個々の井戸情報シートを確認し、First strike 情報があるかどうか確認	○			○		
	エアリフト揚水量	井戸の Development 時のエアリフトによる揚水量	○			○		
	揚水基準合否	揚水量基準を満たしたか否か	○			○		
	ケーシング・スクリーン	挿入の有無	ケーシングが設置されたか否か	○			○	
			材質	ケーシングの材質	○		○	
		サイズ	ケーシングの呼び径	○			○	
			設置深度	ケーシングの設置深度	○			○
		Top Screen	Top	最上位のスクリーンより、その上端、下端、次のスクリーンの上端、下端の順に記載	○			○
			Bottom		○			○
		2nd Screen	Top		○			○
			Bottom		○			○
		3rd Screen	Top		○			○
			Bottom		○			○
4th Screen		Top	○				○	
		Bottom	○				○	
5th Screen		Top	○				○	
		Bottom	○				○	
6th Screen		Top	○				○	
		Bottom	○				○	
7th Screen	Top	○				○		
	Bottom	○				○		

項目名		データ内容		各シートでの項目の有無					
				井戸情報シート	追加情報シート	更新情報シート	統合シート		
	8th Screen	Top		○			○		
		Bottom		○			○		
		9th Screen		Top	○			○	
				Bottom	○			○	
		10th Screen		Top	○			○	
				Bottom	○			○	
		11th Screen		Top	○			○	
	Bottom			○			○		
	総スクリーン長			スクリーン部分の長さの総和	○			○	
	柱状図			柱状図の有無	○			○	
	孔内検層	検層図有無		柱状図に検層図があるか否か	○			○	
		検層項目 1		"Resistivity", "SP", "Gamma"等の検層項目	○			○	
		検層項目 2			○			○	
		検層項目 3			○			○	
		検層項目 4			○			○	
	孔内水位測定	水位測定基準		"Ground Level", "Casing Top", "Super Structure"等の水位測定の基準	○			○	
		測定基準高		水位測定基準の"Ground Level"からの高さ	○			○	
		自然水位		静水時の水位	○			○	
	柱状図画像		柱状図画像（画像のリンク）	○			○		
	揚水試験	揚水試験開始日		揚水試験開始日	○	○		○	
段階揚水試験		1段階	揚水量	1 段目の段階揚水試験の揚水量	○	○		○	
			揚水時間	1 段目の段階揚水試験の揚水時間	○	○		○	
			動水位	1 段目の揚水時間経過後の水位	○	○		○	
		2段階	揚水量	2 段目以降の段階揚水試験の結果を記載	○	○		○	
			揚水時間		○	○		○	
			動水位		○	○		○	
		3段階	揚水量		○	○		○	
			揚水時間		○	○		○	
			動水位		○	○		○	
4段階		揚水量	○		○		○		
		揚水時間	○		○		○		
		動水位	○		○		○		
5段階		揚水量	○	○		○			
		揚水時間	○	○		○			

項目名		データ内容		各シートでの項目の有無			
				井戸情報シート	追加情報シート	更新情報シート	統合シート
	6段階	動水位		○	○		○
		揚水量		○	○		○
		揚水時間		○	○		○
		動水位		○	○		○
		揚水量		○	○		○
		揚水時間		○	○		○
		動水位		○	○		○
		揚水量		○	○		○
		揚水時間		○	○		○
		動水位		○	○		○
		揚水量		○	○		○
		揚水時間		○	○		○
	動水位	○	○		○		
	連続揚水試験	試験開始水位	連続揚水試験開始時の水位	○	○		○
		揚水量	段階揚水試験と同様	○	○		○
		揚水時間		○	○		○
		動水位		○	○		○
		比湧出量	連続揚水試験の比湧出量	○	○		○
	回復試験	計測時間	回復試験の期間	○	○		○
		回復水位	回復試験直後の水位	○	○		○
	揚水試験結果解析	連続揚水試験透水量係数	連続揚水試験の透水量係数	○	○		○
		連続揚水試験透水係数	連続揚水試験の透水係数	○	○		○
		回復試験透水量係数	回復試験の透水量係数	○	○		○
		回復試験透水係数	回復試験の透水係数	○	○		○
	グラフィイメージ		揚水試験の水位グラフの有無	○	○		○
	揚水試験イメージリンク		揚水試験画像(画像のリンク)	○	○		○
	井戸能力判定	揚水量	掘削業者が井戸の可否に用いる揚水量	○			○
		動水位	掘削業者が井戸の可否に用いる動水位	○			○
設置ポンプ	タイプ	"Hand or foot pump", "Submersible"等のポンプの型式	○			○	
	モデル	ポンプの型式	○			○	
	ポンプスペック(径等)	ポンプの径等の仕様	○			○	
	設置深度	ポンプの設置深度	○			○	

項目名		データ内容	各シートでの項目の有無				
			井戸情報シート	追加情報シート	更新情報シート	統合シート	
施設	プラットフォーム	地上の施設の有無	○			○	
	井戸利用目的	井戸の利用目的	○			○	
	井戸所有者	井戸の所有者	○			○	
	写真画像	施設の写真（画像のリンク）	○			○	
代表算出	連続揚水試験	揚水量	連続揚水試験の揚水量の転記	○			○
		動水位	連続揚水試験の揚水量の動水位の転記	○			○
	段階揚水試験	最大揚水量	段階揚水試験の最大揚水量の転記	○			○
		最大揚水量の時の動水位	段階揚水試験の最大揚水量の時の動水位の転記	○			○
	エアリフト		エアリフトの転記	○			○
	成功・不成功		成功・不成功の転記	○			○
	揚水量の代表値		連続揚水試験の揚水量を転記、なければ段階揚水試験の最大揚水量、なければエアリフトを転記	○			○
	揚水量が代表値の時の動水位		揚水量の代表値の時の動水位を転記	○			○
施設現況確認結果	ポンプタイプ	"Hand or foot pump", "Submersible"等のポンプの型式			○	○	
	モデル	ポンプモデル			○	○	
	井戸利用目的	井戸の利用目的（レベル1・2）			○	○	
	稼働状況	稼働状況			○	○	

(2) 水質に関する項目

井戸情報シートには、井戸の水質のデータも格納されている。その項目名、データ書式（テキスト/数値）、フィールド名、単位を表 2-2 に示す。

表 2-2 水質に関するデータ項目

項目名		単位	井戸情報 シート	追加情報 シート	更新情報 シート	統合シー ト
分析の有無			○	○		○
色度	UCV	UCV	○	○		○
色度	mgPt/l	mg/L	○	○		○
濁度	NTU	NTU	○	○		○
臭気			○	○		○
味			○	○		○
温度		°C	○	○		○
pH			○	○		○
酸化還元電位	ORP	mV	○	○		○
電気伝導度		mS/m	○	○		○
蒸発残留物	TDS	mg/L	○	○		○
全硬度		mg/L	○	○		○
アルミニウム	Al	mg/L	○	○		○
アンモニウム	NH4	mg/L	○	○		○
鉄	Fe	mg/L	○	○		○
フッ素	F	mg/L	○	○		○
マンガン	Mn	mg/L	○	○		○
硝酸塩	NO3	mg/L	○	○		○
亜硝酸塩	NO2	mg/L	○	○		○
溶存酸素	DO	mg/L	○	○		○
リン	P	mg/L	○	○		○
リン酸塩	PO43-	mg/L	○	○		○
ナトリウム	Na	mg/L	○	○		○
亜鉛	Zn	mg/L	○	○		○
カルシウム	Ca	mg/L	○	○		○
マグネシウム	Mg	mg/L	○	○		○
カリウム	K	mg/L	○	○		○
重炭酸塩	HCO3-	mg/L	○	○		○
炭酸塩	CO3-	mg/L	○	○		○
塩化物	Cl-	mg/L	○	○		○
硫酸塩	SO42-	mg/L	○	○		○
アルカリ度		mg/L	○	○		○
TAC		Degree Français	○	○		○
鉛	Pb	mg/L	○	○		○
パラジウム	Pd	mg/L	○	○		○
水銀	Hg	mg/L	○	○		○
セレン	Se	mg/L	○	○		○
砒素	As	mg/L	○	○		○
ホウ素	B	mg/L	○	○		○
カドミウム	Cd	mg/L	○	○		○
銅	Cu	mg/L	○	○		○
クロム	Cr	mg/L	○	○		○
六価クロム	Cr6+	mg/L	○	○		○
一般細菌		/100mL	○	○		○
大腸菌		/100mL	○	○		○
糞便性大腸菌		/100mL	○	○		○

(3) 案件情報に係る項目

案件情報に係る項目は、案件情報（Project Information）シートに格納されている。格納されている項目を表 2-3 に示す。

表 2-3 案件ごとの情報項目

情報	項 目	
プロジェクト情報	- 案件_ID	- 不成功掘削数
	- プロジェクト名	- 揚水量基準不合格数
	- コンサルタント名	- 水質基準不合格数
	- 施工業者	- 不合格理由不明数
	- 完了報告書提出年	- 成功率
	- 施工開始年月	- リハビリ本数
	- 施工終了年月	- 注釈
	- 掘削本数	- 情報確定年
	- 成功掘削数	- 案件実施国
データセット登録履歴	- 登録日	- 登録実施機関/組織
	- 業務名	-

情報確定年は、各案件の施工終了年が明確であればそれとする。施工終了年が不明な場合は、案件の報告書提出年とし、それが不明の場合は E/N の締結年とする。井戸情報シートに格納された案件には、成功井のみのデータしか収集できなかった案件がある。それらの案件の中には、失敗井も含まれているにも拘わらず失敗井のデータを収集できなかったものもあると考えられる。したがって、成功率 100% の案件には、本当に成功率 100% であった案件と失敗井が含まれていないために成功率が 100% となっている案件が含まれている。失敗井が含まれていない案件の場合には、不成功掘削数、揚水量基準不合格数、水質基準不合格数、不合格理由不明数、成功率が実際の値とは異なっていることになるので、注意が必要である。

(4) 地方行政区分シート（Local Administrative Division）

各国の地方行政区分情報である。井戸情報シート（Borehole Information）各種シートには、井戸の位置の地方行政区分は地方レベル 1～6 として表示されている。行政区分名は各国で異なるので、表 2-4 にその一部を示すように、地方行政区分名シートに各国で使われる地方行政区分名が示されている。地方行政区分名が変更された時は、表 2-4 の KENYA にあるように、それぞれの時期に分けて記載している。

表 2-4 地方行政区分シートの項目

地方行政区分							
国名	地方レベル 1	地方レベル 2	地方レベル 3	地方レベル 4	地方レベル 5	地方レベル 6	時期
Local administrative divisions							
Country	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Period
BURKINA FASO	Region	Province	Department/ Commune	Village	Site name		
COTE D'IVOR	District	Region	Department	Sub-prefecture	Commune/ Regional council	Village	
ETHIOPIA	Region	Zone	Districts (woreda)	Kebeles ("neighbourhoods").	Village	Site name	
KENYA	County	Sub-County	Ward	Village	-	-	After 2013
	County	District	Division	Location	Sub Location	Village	Before 2013

2.1.5 画像データ

井戸ごとの柱状図、物理探査、地図、写真、揚水試験に関連する画像は、pdf ファイルを作成し、それぞれ、GC、GPH、MAP、PHOTO、PT フォルダに保存した。画像 pdf ファイルへのリンクは井戸情報シートに貼り、そのリンクをクリックすることで、該当する画像ファイルが自動的に開き、閲覧できるように設定した。

2.2 井戸データセット作成作業手順

2.2.1 井戸データセット作成作業の流れと注意点

収集した井戸データを基にして、特記仕様書に示されている「井戸データ電子化標準様式」に従い、井戸データセットを作成した。井戸データ電子化標準様式は、2010 年に実施された「アフリカ諸国井戸データベース構築に向けた情報収集確認調査」で作成されたフォーマットをベースとした構成となっている。

本業務での井戸データセット作成に際して問題、課題になった点は本業務で改善するため、2010 年度に作成された井戸データセットについて、データの確認、修正を行うとともに、構成、単位、フォーマットの修正を行った。これらの問題、課題や改善点は「無償資金協力井戸データセット更新マニュアル」に取りまとめた。最後に、本業務で入力した個々の案件の井戸データセットを改善された 2010 年版の井戸データセットに統合した。

2.2.2 井戸データセット作成作業手順

井戸データセット作成の具体的な作業手順を図 2-3 に示す。

(1) データの入手

井戸業者、建設業者、コンサルタント、および JICA から井戸掘削データの提供を受けた。提供されたデータの型式は、電子データ、画像データ、紙ベースのものであった。

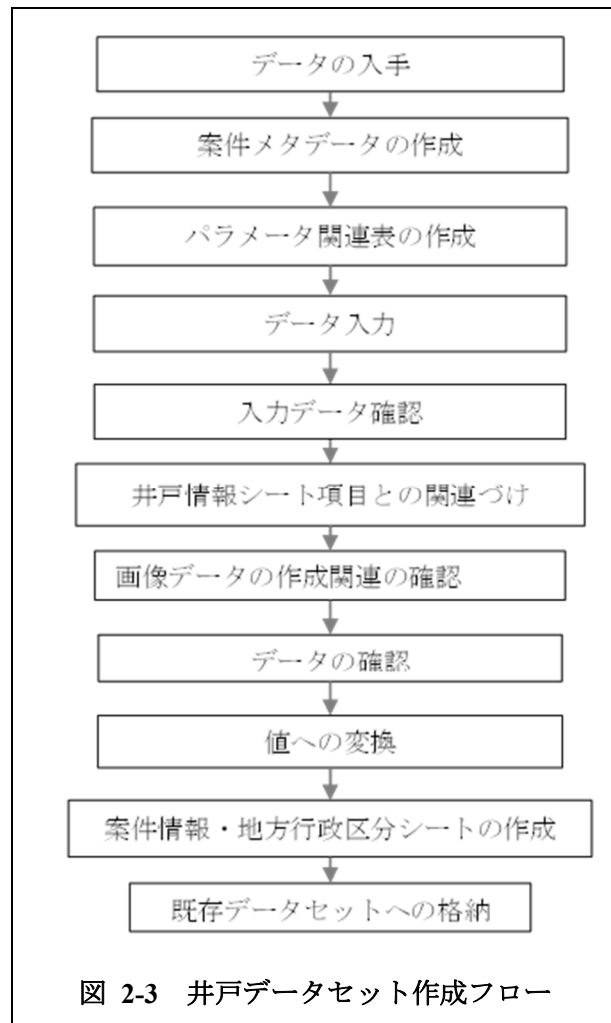
(2) 案件メタデータの作成

メタデータとはデータに関する情報のことで、ここではデータ項目やデータの種別（紙／電子データの区分、画像データの種類数、井戸数、項目名、単位、地方行政区分名等）等の元データを井戸データセットに変換する処理方法の検討に必要な情報を意味する。収集した紙、電子データ、画像データごとに、メタデータを抽出した。この時点で、地方行政区分、案件 ID、井戸 ID を定めた。

(3) パラメータ関連表の作成

案件メタデータをもとに、井戸データセットに取り込む項目とその項目に対応する元データの項目を対応させたパラメータ関連シートを作成した。図 2-4 に示す表の左側に井戸情報シート（Borehole Information）の全項目の名前、単位、フィールド名、その右側に案件メタデータで示す元データの項目名等を配置する。

次に、パラメータ関連表の井戸情報シート（Borehole Information）の項目と元データの項目とを関連付けた。



パラメータ名	単位	field name	表記法	データが不明等の表記	コメント or 全部同じ	下に、元データ(List・Well Report・Discharge testシートのパラメータの記載有り)				
プロジェクト ID		Project.ID	6文字の半角英数字			Listシート(5期サイト一覧表150327(最終).xlsx)より				
ID		Well.ID	9文字の半角英数字				項目	コメント	値の例	フィールド名
井戸位置情報	ISO国記号	ISO_Country_code	3桁の半角英大文字アルファ			Liste des forages /	Order - 施工順	不要	11	
	ISO国番号	ISO_Country_no	3桁の半角整数				No.	セルのカスタム設定で、テキストが	N-001	
	国名	Country							N-001	
	地方レベル1	L.level.1	半角英数字キリスト、大文字(アルファベット26文字で表示させるため、aでもAと表示させるため)。	or "-"を入力。			Nom de site- サイト名-		WOURO LABBO	
	地方レベル2	L.level.2				2015/3/7	Département- 県-		BENOUÉ	
	地方レベル3	L.level.3				現在	Commune- コミュニティ-		GAROUA 1	
	地方レベル4	L.level.4					Population- 人口-	不要	2000	
	地方レベル5	L.level.5					Villages réserve- 代替サイト対象-	不要	○	
	地方レベル6	L.level.6					Sondage électricité- 電気探査-	不要	△	
	プロジェクト内番号	Bore_no	半角英数字キリスト、半角英数字	or "-"を入力。			Forage existant- 既存井戸-	不要	◎	
	登録井戸番号	Reg_bore_no	半角英数字キリスト、半角英数字	or "-"を入力。			Latitude(Nord)- 緯度-N(°)		9.29637	
	緯度	Lat	半角英数字、度の単位で小数点	or "-"を入力。			Longitude(Est)- 経度-E(°)		13.34690	
	経度	Long	半角英数字、度の単位で小数点	or "-"を入力。			Altitude- 標高-		190	
	地表高度	Altitude	半角整数。	or "-"を入力。			ProfondeurEstimée- 予定深度-	不要		
	UTMのゾーン	UTM_Zone	半角英数字キリスト	or "-"を入力。			transfert de Site- サイトトランスファー	不要		
	UTM X	UTM_X	半角整数。	or "-"を入力。			Foration /掘削	掘削班- Jeudoués	不要	MOB
UTM Y	UTM_Y	半角整数。	or "-"を入力。					不要	16/09/2014	
座標取得	Coordinate point	半角英数字キリスト	Drilling point、Village、or "-"						16/09/2014	
緯度経度の精度	Lat_long_accuracy	m	半角整数、m単位の半角整数。	緯度経度が秒までの場合は30m、最小で30m、 "-"を入力。		Foration à tricone - 泥水掘-	9/5/8	データが入っている方が井戸掘削後、掘削流体になる。変換必要		
地図	Map link	IMAGE with リンク	IMAGE with リンク			Foration à marteau	6"1/2		66.40	

図 2-4 パラメータ関連表 (一部のみ) の例

(4) データ入力

パラメータ関連表作成した後、元データを MS Excel ファイルに取り込み、入力データシートを作成した。データ入力の方法は紙、画像、MS Excel ファイル等の提供されるデータの形態によって異なるため、入力データシートは通常複数になる。

1) OCR 処理が可能なデータ

OCR 処理によって MS Excel ファイルに変換できる電子ファイルや紙ベースの表は OCR 処理によって MS Excel ファイルに変換した。紙ベースの場合は、OCR 処理の前に画像をスキャンして pdf ファイルに変換した後、MS Excel ファイルに変換した。セルの結合の多い表や画像が粗い表は OCR 処理には不向きなため、手入力を行った。

2) 手入力が必要なデータ

OCR 処理が適用できない表や、柱状図や揚水試験結果のように画像から読み取る必要のある項目については、手入力用のシートに入力し MS Excel ファイルを作成した。

3) MS Excel ファイルで提供されたデータ

元データが MS Excel ファイルの型式で提供されたデータで、単位やフォーマット変換が必要な項目は、それぞれのシートに列を挿入し、そこに変換した値が入るように数式を入力した。

(5) データ変換シートの作成

井戸情報シート (Borehole Information) に取り込むすべてのデータは、(4)で作成した

入力データシートに取り込まれ、元データと同一であることは確認済みである。次の作業は、これらのデータを統合するデータ変換シートに取り込むことである。

作業用エクセルファイルに井戸情報シートと全く同じ構成のデータ変換シートを作成し、次の3つの方法でデータを入力した。

- 入力データシートのセルを参照元とする数式の入力
- 列に同じ値（数値、テキスト）を入力
- データ変換シートの他の列を参照する数式の入力

(6) 画像データの作成

井戸データセットに取り込む画像は、柱状図、揚水試験関連データ、物理探査関連データ、写真、地図である。これらの画像データを、紙の場合にはスキャン、MS Excel ファイルの場合は pdf に書き出し、pdf ファイルの場合はページを分離あるいは結合し、各々のファイル名で相当するフォルダに保存した。ファイルの容量が大きすぎないように、また、十分な解像度を持つ解像度に設定した。

(7) データの確認

入力したデータの次の項目について適切に入力されていることを確認した。

1) 数式が入力されている列の数式の参照元の確認

データ変換シートで、各列の数式の引数の参照元が適切であることを確認した。

2) 各列の値の確認

異常な値が入力されていたり、異常なデータが表示されたりしていないかを確認し、必要に応じて修正した。

3) データの組合せの確認

入力されたデータには種々の組合せがあるが、例えば、ケーシングを設置していないのに、ケーシングの材料や径のデータがあるようなつじつまの合わないデータの有無を確認し、誤りがあれば修正した。

4) 2つの値の比較による確認

入力されている2つのデータを比較することにより、異常値の有無を確認した。例えば、揚水試験の開始水位と段階揚水試験や連続揚水試験の動水位は、開始水位の値より大きいはずである。開始水位よりも動水位の値が小さい場合には、何らかの間違いであり、多くの場合は動水位であるべき値が水位降下量となっている。このようにしてデータの確認、修正を行った。

5) 緯度・経度の値の確認

MS Excel の 3D マップ機能を使って、地図上に井戸の位置をプロットし、入力されている緯度、経度のデータが適切か否かの確認を行った。緯度が異常な位置にプロットされた場合、同じ地方行政区分に位置する井戸の緯度・経度を参考に、可能なものについては緯度・経度の修正を行った。

6) 画像データの確認

画像データについては、柱状図、物理探査、揚水試験の画像データは、画像の有無を示すセルと画像がある場合そのリンク先を示すセルがある。すべての画像データのリンクのセルを、一つ一つクリックし、画像を開き、適切な画像が現れることを確認し、必要であれば修正を行った。

(8) 値への変換

データ変換シート of セルには、入力データシートを参照する関数が入力されているが、そのシートは井戸情報シート (Borehole Information) には取り込まないので、数式での入力でも問題の無い画像へのリンク以外のセルはすべて値 (数値やテキスト) に変更した。

(9) 案件ごとのデータの作成

案件ごとの井戸データから成功井、失敗井の数を算出、また、工事期間、コンサルタント名、掘削業者名のデータを作成し、シートに追加した。

(10) 地方行政区分シートの作成

案件メタデータシートで作成した地方行政区分に相当するその国の地方行政区分名を整理し、地方行政区分シート (Local administrative division) に追加した。

(11) 既存井戸データへの追加

すでに井戸情報シートに格納されている井戸について、リハビリテーションやその他調査等によって新たに揚水試験、水質検査等が実施され、1つの井戸に対して、揚水試験や水質試験等の追加情報が複数存在する場合には、それらのデータは、井戸情報シートではなく追加情報シート (Additional Information) に入力した。追加情報シートには、井戸情報シートに格納された同一井戸の情報を確認できるようにするため、ハイパーリンクが貼られている。

(12) 2010年度作成の井戸データセットの修正

2010年度に作成された井戸データセットの各データについて、上記“(7)データの確認”で述べた項目と同じ確認を行い、必要に応じて修正を行った。

(13) 井戸データセットの統合 (井戸データセットの完成)

本業務で作成したすべての案件の、案件ごとの井戸データセットと修正した2010年度作成の井戸データセットを統合し、井戸データセットを完成させた。案件情報シート (Project Information) には、どの時点での情報かを示すために「情報確定年」を記入した。

2.3 井戸データセット作成過程における課題と対応

2.3.1 2010年版作成作業からの改善点

2010年度の井戸データセット作成作業からの変更点・改善点を以下に示す。

(1) 作業手順

個々の案件のデータセット作成において、最も注意しなければならないことは、入力

ミス、単位変換による数値の変換やデータの転記で、間違いが起きないようにすることである。逐一データをチェックする方法も一つの方法ではあるが、非常に手間と時間がかかり、また値の参照という単純作業の繰り返しにより、見落としも起こりやすい。そこで、2010年度の業務方法を見直して、改善し、効率的かつ間違いが最小となるように、系統的な方法によりデータ処理を行った。具体的な方法を以下に示す。

- ・ 元データからの変換の過程が明らかになる作業過程を採用
- ・ データの項目の取りこぼしや対応間違いを最小にするために、案件メタデータ一覧表や対応が目視できる案件メタデータシート、パラメータ関連シートの作成
- ・ データの参照元が明確かつ手間をかけずに参照できる MS Excel ファイルの XLOOKUP 関数や HYPERLINK 関数等の数式の使用
- ・ 異常値を手間をかけずに見つける MS Excel ファイルのフィルター機能の利用

(2) 追加情報シート

一旦、井戸情報シートに情報が格納された井戸で、その後同一井戸にて揚水試験、水質分析、井戸のリハビリテーション等が行われた場合、それらのデータを追加するためのデータシートである。追加情報がある場合に、それを明確に示すことができるようにシートを分け、追加情報シートとした。追加情報シートも井戸情報シートもデータ項目は同じである。今後、このような場合が増加することが予想され、最初に登録された井戸の経時的な変化を示すデータの追加が必要になるので追加情報シートを新しく設けた。

(3) 地方行政区分

2010年版では、どの国の地方行政区分も州、県、郡、村、集落(英語では Region, District, Division, Village, Community or Site Name) の名前で5段階に区分した。実際には、区分名は国ごとに異なり、誤解を招く恐れがあるので、今回は地方レベル1~6の名前で区分し、その国の地方レベル1~6に相当する行政区分名を、地方行政区分シートに記載した。ある時に地方行政区分名の変更があった場合にも追跡できるように、変更があった場合には変更の期間も記載した。

(4) 案件情報シート

2010年版では案件情報の項目のデータは井戸情報シートに記載されているだけであったが、この情報を案件ごとに取りまとめ、案件情報シートとした。これにより、案件ごとのデータを一覧することができるようになった。

(5) フィールド名

2010年版では、項目名は大、中、小分類名を重層的に使っており、一つの項目名を一つの名前では定義付けてはいなかった。井戸情報シートのデータを GIS 等の他のツールやソフトウェアで使う場合には、項目名は一つの名前で示す必要があるため、すべての項目にアルファベットでフィールド名を定義した。

井戸情報シートの項目名や定義の変更、変更理由を表 2-5 に取りまとめる。

表 2-5 井戸情報シートの項目の変更

項目名	変更	理由
ISO 国記号	定義の変更	国記号としては JICA 図書館コードを用いていたが、より一般的な ISO 国記号を用いることとした。
ISO 国番号	追加	ISO 国記号との併記でデータの冗長性を高めるため
案件 ID	ISO 国記号+数値 3 桁 (案件の入力順)	国記号の変更と必ずしも古い順に案件を入力するわけではないので、数値 3 桁は入力順に変更。
井戸 ID	案件 ID+数値 3 桁	案件 ID の変更による変更
地方行政区分州	地方レベル 1~6 に変更	国によって地方行政区分名が異なるので、州、県、郡、村といった名前を変更した。また、6 段が必要な国があるのでレベル 6 を追加。
揚水時間	単位の変更(MS Excel の記述を利用した hh:mm 表示から分を単位とする整数に変更)	エクセルの hh:mm 表示には、エクセルが数値と認識したデータの hh:mm フォーマットでの表示とテキストでの表示があり、表示が同じでも保存されるデータは異なる。このような混在を避け、かつ数値で入力するため。
揚水試験のイメージリンク	名前の変更(揚水試験イメージに)	他の画像データへのリンクの名前と同じになるように変更する。
連続揚水試験の比湧出量	単位の変更 (m ³ /D/m から m ³ /h/m に)	揚水量の単位が時間(h)であり、それに揃えるため。
濁度	単位の変更(UNT から NTU に)	間違いの修正。
アンモニウム	表示の変更(NH ₃ から NH ₄)	間違いの修正。
揚水試験の揚水量の“代表値”	項目を追加	ここで記入した揚水試験の“代表値”は、厳密な意味での代表値ではない。井戸の揚水量は、“連続揚水試験”、“段階揚水試験”および“エアリフト揚水”を行った場合のデータが格納されている。各井戸を代表する揚水量として連続揚水試験の揚水量を、そのデータが無い場合は段階揚水試験の最後の段階の揚水量を、それも無い場合はエアリフト揚水量を記入した。これにより、各井戸の揚水量の 1 つの列に表示されることになり、集計や比較を行うことが容易となる。
揚水量が代表値の時の水位降下	項目を追加	上段の“代表値”による揚水試験を実施した際の水位降下量を記入した。水位降下と揚水量のデータから比産出量を求めることができる。

2.3.2 今回の作成作業における課題と対応

データセット作成に当たっては、2.2 に基づいて作業を行ったが、それでは対応できなかった課題と対応について以下に述べる。

(1) 案件内井戸番号

複数の元データ、たとえば井戸諸元データ、柱状図、揚水試験、水質で、同じ井戸番号が複数の井戸に使われている、あるいは同じ井戸に異なる井戸番号が使われている場合がある。その場合にはデータ処理の前に、あるいは処理中に井戸の同定という作業が必要になる。

同じ井戸番号が複数の井戸で使われている場合は、村落ごとに井戸番号を設定し、同じ村落に失敗井と成功井がある場合に見られる。この場合は、同じ番号が使われている元データすべてを、データから判断し、枝番号を振るなどの方法で振り直した。

同じ井戸で、元データにより異なる番号が使われている場合は、ほとんどの場合が、枝番がある場合で、例えば“()”や”-“の使い方が異なる、番号の間にスペースの有無の違い等である。また、セルの書式設定による場合、例えば入力されているデータは“A1”であるが、書式設定により“A-1”と表示させている場合である。また、タイプミスの場合もある。データ変換シートでは、入力データシートを参照元とする関数を入力し、案件内井戸番号で紐づけて、入力データシートの値を示しているが、たとえスペースの有無であっても別の値と判断され、データが紐づけられないことになる。このような場合には、データ変換シートで、同じ井戸の複数のデータがあるべき項目に、データが無い表示をされることによって気づくことになる。対処法としては、入力データシートの井戸番号の照合、書式設定の確認を行い、入力データシートすべてで同じ井戸番号を用いることによって、井戸の同定を行った。タイプミスの場合には、元データで共有される緯度・経度、掘削深度等を用いて同定を行った。

(2) セルに数値ではなく、他のセルを参照元とする関数が入力されている場合

データ処理の過程で、参照元とのリンクが切れ、データが無いことになるので、関数を値（テキストや数値）に変換した。案件メタデータシート作成の段階で、分かる場合には入力データシート作成の時に対応した。実際には、逐一の確認は非常に時間と手間がかかるので、その段階では見逃し、データ変換シートの確認の段階で発見するケースが多かった。その場合には、遡って入力データシートを修正し、対応した。

(3) 書式設定により表示とデータが異なる場合

特殊な書式設定により、セルに入力されている値と表示が異なる場合である。例えば緯度でセルには“012345”の入力で”E01° 23 ‘ 45””と表示させている場合である。このような場合には、新しい列を設けて、単位やフォーマットの変換のための関数を入力し、井戸データセットの単位やフォーマットに合うように変換した。

(4) 不都合な値の場合

例えば、揚水試験開始水位よりも動水位の方が高い場合である。この場合には起こりそうな間違い、例えば動水位ではなく、元データで水位の降下量になっていないか元データの項目名やデータの傾向から判断し、修正可能な場合には修正を行った。説明がつかない場合には、データ無しあるいは不明とした。

2.3.3 今後の案件による新規井戸データの保管（完了届の付属資料の保管）

今後に向けた課題、留意事項として、①データの著作権、②新規データの入手・保管に関する事項がある。これらは、第4章に他の課題、留意事項等とまとめて示す。

第3章 ウガンダでのデータセットを活用した井戸調査

まず、本章の構成を示す。

表 3-1 第3章の構成

項目番号・項目名・記載内容・分析事項	ページ
3.1 ウガンダの既存データベース 記載内容：井戸および保健施設について公開されている入手可能なデータベース	32
3.2 県へのインタビューからの課題 記載内容：Butambala 県事務所と Gomba 県事務所へのインタビューから得た課題	36
3.3 井戸の現状確認概要	40
3.3.1 数量 記載内容：井戸の現状の概要、調査結果の数量内訳	40
3.3.2 位置情報（緯度経度のばらつき） 分析事項：データセット記載の緯度経度と現地確認結果との違い	43
3.4 井戸の維持管理に関する集計・分析	44
3.4.1 井戸の稼働状況と維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性について 分析事項：井戸の建設時期による稼働率と維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性に関係がみられるか	44
3.4.2 修理、改修、新規施設建設の資金源の比較について 分析事項：維持管理費用の拠出をユーザーがどこまでできるのか	49
3.5 施設設計についての集計・分析	54
3.5.1 給水無償で建設された井戸を示す情報源 分析事項：給水案件で建設された証拠が時間とともに失われている状況	54
3.5.2 給水施設利用者数の増大と施設の給水許容能力 分析事項：給水施設利用者数がどのように変化したか。給水施設の給水能力との関係について	56
3.5.3 雨期の氾濫による井戸への影響 分析事項：雨期の冠水で井戸が使用できない期間および代替水源	60
3.6 水位変動についての集計・分析	61
3.6.1 水位変動の反映を想定した間接的調査による考察 分析事項：地下水位の低下、枯渇の可能性	61
3.7 水質についての集計・分析	65
3.7.1 水利用者の問題認識（聞き取り結果より） 分析事項：水質の悪化について利用者の認識状況	65
3.7.2 水質測定結果から見出される水質課題 分析事項：水質の変化や汚染が生じているのか(pH、EC、鉄、硝酸に着目)	68
3.7.4 赤水について 分析事項：ハンドポンプのパーツと赤水の関係および腐蝕性指標について	79
3.8 学校での調査結果の集計・分析 分析事項：利用可能な給水施設のタイプによって給水の安定性、清掃等に影響が出ている可能性について	82
3.9 保健施設での調査結果の集計・分析 分析事項：利用可能な給水施設のタイプによって給水の安定性、清掃等に影響が出ている可能性について	89

項目番号・項目名・記載内容・分析事項	ページ
3.10 主要な共通課題	94
3.10.1 人口増加 分析事項：(1)2000年、2020年の人口密度の比較／(2)人口密度と利用者数の関係／(3)人口と水の満足度／(4)アクセス距離と満足度／(5)人口増加が水質へ与える影響／(6)課題	94
3.10.2 安全な水の給水率 分析事項：給水率の分布、偏り、人口密度との関係	98
3.10.3 井戸能力（揚水量）の分布、地下水の得やすさの偏在性 分析事項：井戸の揚水量のヒストグラムと地理的分布。地質との関連。	101
3.10.4 学校、保健施設 分析事項：利用可能な給水施設の比較。安定的な給水施設の重要性。	103
3.10.5 現地の井戸等、施設のデータの活用と県事務所 記述内容：県事務所の課題	103
3.11 課題へのアプローチの方向性 記述内容：課題ごとに複数のアプローチ案を記述する	104

3.1 ウガンダの既存データベース

3.1.1 Water Supply Atlas

ウガンダ国では、水・環境省によって給水施設の数量、位置、稼働状況などが取りまとめられている。データは毎年、四半期ごとに各県の水開発局から中央政府へ情報が送られている。毎年、各県へは取りまとめられた情報をフィードバックし、更に5年に1回、ウェブ上でPDFにて公開されている。

表 3-2 Water Supply Atlas 概要

監修・取りまとめ	水・環境省
データソース提供元	各県の水開発局（District Water Division）
対象施設	保護された湧水・浅井戸・深井戸（ハンドポンプ井戸）・雨水貯留タンク・管路給水施設・ダム・ため池（Valley Tank）
データ総数 （2017年公表資料）	保護された湧水：28,210 施設 浅井戸：21,023 施設 深井戸（ハンドポンプ井戸）：37,343 施設 雨水貯留タンク：19,770 施設 管路給水施設：18,794 施設
主な登録情報	Web 公開情報は主に、施設の稼働状況、位置情報
Web サイト	Top page http://wsdb.mwe.go.ug レポートダウンロード（Atlas 2017） http://wsdb.mwe.go.ug/index.php/public_pages/document_pages （2022年2月時点）

Web 上の公開情報で得られる資料は、地図上に稼働状況で色分けした井戸位置がプロットされた地図および稼働状況の集計結果を主体としている。緯度経度情報や井戸番号は Web 公開資料に含まれていないため、井戸位置がプロットされた地図の一部を GIS で取り込み給水無償案件で建設された井戸の位置と重ねたところ、少なくとも一部の井戸については Water Supply Atlas に含まれている可能性があることが分かった。

3.1.2 Water Point Data Exchange (WPdx)

様々なドナー、NGO から構成されるワーキンググループにより運営されている、給水施設情報を収集、公開するプラットフォームである。ワーキンググループは、各国政府機関と協力し、給水施設情報の提供を受け、ウェブ上で CSV ファイルとして公開している。ウガンダにおいては、10,000 施設の給水施設が水・環境省および Living Water International (NPO) から提供されている。CSV ファイルには、位置情報（緯度経度）をはじめ施設タイプ、建設年などが含まれているが、揚水量、井戸深度の情報は含まれていない。

表 3-3 Water Point Data Exchange

監修・取りまとめ	ドナー・NGO などのワーキンググループ
対象地域	主にアフリカ、中南米、アジア、中近東の開発途上国 55 か国
データ提供元	各国政府機関および NGO <ウガンダの井戸情報のデータ提供元> 水・環境省、Living Water International、ほか NGO
対象施設	保護された湧水・浅井戸・深井戸（ハンドポンプ井戸）・雨水貯留タンク・管路給水施設・ダム・ため池（Valley Tank）
データ総数	総数：100,948 施設 ウガンダ国：10,000 施設
主な登録情報	・水源の種類・ポンプタイプ・行政区分（レベル 1・2）・水源の ID・施工年・管理者・料金徴収方法・施工者・稼働状況・情報元の URL（元のデータセット等）・糞便性大腸菌群の有無・味、匂いを含めた水質の情報・各戸接続のスキーム・備考
Web サイト	Top page https://www.waterpointdata.org 各国の CSV ファイルダウンロード https://www.waterpointdata.org/access-data/ （2022 年 2 月時点）

3.1.3 保健施設

ウガンダ国における保健施設については、次の二つのリストが存在する。

①National Health Facility Master List

ウガンダ国の保健省が作成した、公立、私立すべての6,937施設（2018年版）が、施設名や所在地（Region, district, health sub-district, and subcounty）といった情報とともに収録されており、Webサイト上でNational Health Facility Master List 2018.pdfとして公開されている。

②Health Facilities in sub-Saharan Africa

WHOのGlobal Malaria Programmeが主体となりアフリカ50か国において、位置情報（緯度経度）が入った保健施設のデータセットである。保健施設のリストは、①をもとに、民間施設および、軍、警察、小児科、精神科、婦人科等の特定分野の医療施設を除き、位置情報取得した3,792施設が収録されている。ウェブサイトにて、Shapeファイルおよびエクセルファイルでダウンロード可能である。

表 3-4 National Health Facility Master List の概要

監修・取りまとめ	ウガンダ国保健省
対象地域	ウガンダ国
データ提供元	保健省
対象施設	公立、私立すべての保健施設
データ総数	6,937 施設
主な登録情報	施設名、施設レベル、所在地
Web サイト	保健省ダウンロードサイト COMPLETE LIST OF ALL HEALTH FACILITIES IN UGANDA National Health Facility Master List 2018.pdf https://www.health.go.ug/cause/nkwanzi-rakai-lwengo-kalangala-mukono-buikwe-mpigi-butambala-butam-butamba-wakiso-mubende-lyantonde-n-n-n-sembabule-buvuma-kampala-m-m-a-complete-list-of-all-health-facilities-in-uganda/ (2022年2月時点)

表 3-5 Health Facilities in sub-Saharan Africa

監修・取りまとめ	WHO の Global Malaria Programme
対象地域	アフリカ 50 か国
データ提供元	各国の保健セクターの機関 <ウガンダ国> 保健省
対象施設	保健施設
データ総数	全データ：98,746 施設 ウガンダ国：3,792 施設
主な登録情報	施設名、施設タイプ、オーナー、緯度経度、位置情報を取得したデータソース
Web サイト	ダウンロードサイト OCHA／The Humanitarian Data Exchange Health Facilities in sub-Saharan Africa https://data.humdata.org/dataset/eb1ba830-9464-43c8-9370-28cee0c99f5d (2022 年 2 月時点) Shape ファイルおよびエクセルファイルでダウンロード可能

3.2 県へのインタビューからの課題

3.2.1 インタビューから見出された主要課題

県からの聞き取り結果から、次の課題が見出された。

- 1) 学校の就学率、ジェンダー、WASH
 - ・就学率を上げるため学校のインフラの整備が進められている
 - ・女子の就学を促すには、給水施設とトイレ設備（WASH 施設）が非常に重要
- 2) 施設の維持管理
 - ・料金徴収がうまくいかず、維持管理が難しい地域がある
- 3) 県における給水施設、公共施設情報の収集、管理、活用
 - ・国の主導により四半期ごとに井戸の状況は調査し、結果を国に提出している。
 - ・井戸位置情報、保健施設、学校等の位置情報を GIS で統合するような活用は行っていない。
 - ・紙ベースの情報管理で、エクセルなどのデジタルデータでまとめたデータの活用は行われていない。
- 4) ハンドポンプから動力揚水（管路給水）への需要の増大

- ・水需要の高まりに対し、井戸の新規掘削よりも、今あるハンドポンプ井戸に動力揚水ポンプを設置して、動力揚水施設にアップグレードしていく方向にある
- 5) 水需要に対して県が速やかにできる対応が限定的（主に雨水貯留タンク設置）
- ・県では、水需要への対応は基本的には給水施設拡充のリクエストが来てから対応する。
 - ・予算上、比較的柔軟に対応できる施設は雨水貯留タンクの設置。管路給水や井戸施設は、多くの予算を必要とするためすぐには進まない。

3.2.2 Butambala 県

インタビュー相手：District Water Officer、District Planner

(1) 学校の就学事情

- ・様々な事情で、教育制度上の相当年齢時に就学できなかった人に対して、就学を促す政策が実施されており、学校内の給水も含めた施設整備（WASH 施設、教室）が進められている。
- ・男子と女子の役割や文化的背景、インフラ整備状況が、地域的に異なっている可能性も考えられる。

Name of the school	Number of the enrolment								
	1999			2004			2019		
	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total
Name of the school	1999_Boy	1999_Girl	1999_Total	2004_Boy	2004_Girl	2004_Total	2019_Boy	2019_Girl	2019_Total
Kiwaala UMEA PS	108	98	206	198	157	355	241	390	631
Butaalunga PS	117	103	220	201	191	392	239	289	528
Bwetyaba UMEA PS	88	97	185	130	111	241	171	281	452
Bugobango PS	57	68	125	91	112	203	147	178	325
Kitagobwa PS	110	153	263	168	198	366	209	298	507



図 3-1 Butambala 県から提供された小学校の男女別生徒数

(2) 給水施設整備

・学校や保健施設については、給水施設整備の要請が上がってきてから対応を行っている。県の予算上、対応しやすいのは雨水貯留タンクであり、井戸や管路給水の整備には大きな予算が必要となる。県としても新規の建設は行ってはいる。最近では、井戸の能力が高い場合には、ハンドポンプから動力揚水に切り替えを進めている。ただし、これは家庭向けが中心で、学校向けには実施できていない。

・学校は、給水施設より教室の建設が優先される傾向がある。雨水貯留タンクは一般的に設置されているが、それ以外の給水施設が無い場合が少なくない。県では、雨水貯留タンクの設置状況を把握している。

[Butambala 県の小学校の給水施設]

Butambala 県で聞き取りを行った小学校 5 校のうち、4 校は雨水貯留のみあるいは学校外の共同の給水施設を主要な給水施設としている。1 校のみ、敷地内に専用

の井戸があるという回答であった。

(3) 井戸情報の収集、管理

- ・井戸の稼働状況などを収集し、水・環境省に提出している。
- ・井戸情報、データベースが、井戸の稼働状況をタイムリーに把握できるようなものであれば、より活用できると思われる。
- ・給水施設、学校、保健施設について、位置情報（緯度経度）を GIS で統合して計画や分析に用いるようなことは行っていない。

3.2.3 Gomba 県

インタビュー相手：District Water Officer

(1) 給水施設整備の計画、協議

- ・四半期ごとに、県レベルで政治家、Water Officer、NGO などのドナーなどが集まり会議（アドボカシーミーティング）を開き、今後の計画や活動について議論する。

(2) 給水施設情報管理

- ・Water Supply Atlas で用いられているデータは、県から集められている。四半期（3 カ月）ごとに全ての水源の調査を行う。それらの収集データを水・環境省に提出する。各県からのデータは水環境省によって集計・更新され、Water Supply Atlas として取りまとめられる。取りまとめ後に公表される頃には、井戸の稼働状況が実際と異なっているケースもあり、なかなか活用できているとは言い難い。
- ・データ収集は、基本的に紙ベースで行っている。
- ・収集した情報は PC などでのデジタルでの取りまとめや活用を行っていない。
- ・効率的なデータ収集や活用方法、活用技術があると良い。

(3) 学校の女子生徒

- ・学校の男女比については、学校に給水設備やトイレが整備されている学校で女子生徒が増える傾向があるようである。

(4) 管路給水の拡大

- ・ハンドポンプの動力揚水化を進めたい。
- ・井戸のアップグレードやソーラーシステムの導入を行いたいが、揚水試験はコストがかかるため容易には実施できず、実際の井戸の能力が分からないケースが少なくない。

(5) 地域の特徴

- ・西部：水位が深い。畜産が盛ん。井戸に頼っている。井戸能力が高ければパイプラインを設置して長い距離で配水できる管路給水が望ましい。
- ・東部：人口が多い。農業が盛ん。地下水源は多いが、OM、管理が難しい。モバイルマネーを活用したプリペイド式の料金徴収システムである SUNDA のようなシステムが導入できれば望ましい。

3.2.4 就学率、給水事情、ジェンダー

ウガンダ国における就学率は、1996年に総就学率70%程度であったが、1997年以降急激に上昇し2003年には138%まで上昇した（World Bank ウェブサイト；<https://data.worldbank.org/indicator/SE.PRM.ENRR?locations=UG>）。以後は徐々に減少しているものの、ウガンダ統計局（2017）によれば、2017年時点での総就学率は116%と100%を超えており、教育制度上の相当年齢に就学できなかった人々が就学している状況が続いている。就学率の男女差は、総就学率が0.3%女子が低く、純就学率が1%女子が高い程度である。Butambala 県から提供された小学校の男女別生徒数の比較では女子生徒が男子生徒よりも多い例が見られたが、国全体でみると大きな差は見られない。このことは、個々の学校の施設条件や地域的な背景などの個別事情が、就学状況に影響している可能性を示している。学校における給水事情の改善が特に女子の就学に影響することからも、学校の給水事情については大きな課題といえる。

表 3-6 2017年の小学校の就学率 (%)

	男子	女子	Total
総就学率 GER	116.2	115.9	116.0
純就学率 NER	79.82	80.82	80.31

※Education: A Mans for population transformation 2017(ウガンダ国統計局)

3.3 井戸の現状確認概要

3.3.1 数量

データセットの登録井戸の内訳と、調査で確認された井戸の現状について、表 3-7 に示す。無償案件で建設された井戸のうち現状を確認できた井戸は658サイトである。そのうち稼働している井戸は、やや問題がある井戸も含めて478サイト（73%）である。詳細は、3.4.1 に記述する。

表 3-7 データセットと調査計画・実績の内訳

データセット登録数内訳			調査で確認された井戸の現状と本数	
成功井	レベル 1	643	ハンドポンプ設置	560
			動力揚水ポンプ設置	4
			ポンプが取り外された状態	57
			見つからない・アクセス不可等確認不可	22
	レベル 2	18	動力揚水ポンプ設置	17
			ポンプが取り外された状態	1
	不明	5	動力揚水ポンプ設置	4
			ポンプが取り外された状態	1
不成功井		316	ハンドポンプ設置	4
			動力揚水ポンプ設置	2
			ポンプが取り外された状態	8
			未確認（見つからなかった 2 サイト含む）	302
合計		982		
その他			動力揚水ポンプ設置	4
			ハンドポンプ設置 >> レベル 1 として集計	564
			動力揚水ポンプ設置 >> レベル 2 として集計	31
			ポンプが取り外された状態 >> 非稼働（施設無）として集計	67

調査で確認された現状を、ハンドポンプ設置／動力揚水ポンプが設置／ポンプが取り外された状態／見つからない・アクセスできない・対象外等の理由で未確認、という 4 つに区分している。データセットでレベル 1 とされハンドポンプが設置された状態で確認できたのは 643 サイト中 560 サイト、レベル 2 井戸とされ現状も動力揚水ポンプが設置されている井戸は 18 サイト中 17 サイトである。

図 3-2 (a) に典型的な稼働しているハンドポンプの例、図 3-2 (b) にレベル 2 の例の写真を示す。

施工当初はレベル 1 として建設されたが、調査では動力揚水ポンプが設置されていたサイトが 4 サイト確認された。図 3-2 (c)、(d)、(e) に写真を示す。これらは、現地政府側でハンドポンプを取り外し、動力揚水ポンプを設置した例である。ハンドポンプが設置されていたコンクリート構造物が残った状態で水中ポンプが設置されているものは、レベル 1 からアップグレードされたと判断できる。このうち、少なくとも 2 サイトについてはソーラーシステムで運転されていることを確認した。

表 3-7 で、その他として動力揚水ポンプが設置されている井戸が 4 サイト記載されている。これは、給水無償案件で掘削された井戸ではなく既存の井戸に動力揚水ポンプを設置し、レベル 2 施設の揚水井戸として用いられている井戸である。

後述の集計では、この調査結果の現状をもとに、現在ハンドポンプが設置されている井戸をレベル 1（564 サイト）、動力揚水ポンプが設置されている井戸をレベル 2（31 サイト）として用いる。既存の井戸を用いたレベル 2 井戸 4 サイトも分析に含めている。

ポンプが取り外された状態の井戸は、そのほとんどが廃棄された状態とみなされるが、稀に、後日ハンドポンプを設置する場合もあるため、集計・分析では非稼働（施設無）として用いる。

レベル2施設は1本あるいは複数の井戸を水源として用いている施設は少なくない。レベル2で用いられている井戸は合計31本あるが、この31本で19施設のレベル2施設を構成している。表3-7にレベル2のサイト名と用いられている井戸本数を示す。

表 3-8 レベル2サイトの井戸本数

	レベル2サイト名	井戸本数		レベル2サイト名	井戸本数
1	Unyama	2	11	Buseta	1
2	Awere	1	12	Kasasira	1
3	Koch-Goma	2	13	Nambale	2
4	Kiboga Town Council	4	14	Adilang	4
5	Mubende	1	15	Kyanvuma	1
6	Kitgum Matidi	2	16	Lambala	1
7	Kamama Central	1	17	Naigobya	1
8	Kidetok	2	18	Corner kilak	1
9	Kameke	1	19	Lubaale A	1
10	Kapala	2			
		井戸数合計			31

	
<p>(a) レベル 1 データセット井戸 ID : UGA010007</p>	<p>(b) レベル 2 の井戸 Serere 県 データセット井戸 ID : UGA010012</p>
	
<p>(c) データセットではレベル1と記載さるが動力揚水施設となっている。 Mubende 県 データセット井戸 ID : UGA004051</p>	<p>(d) 当初ハンドポンプ付きの井戸として建設されたが、県によってレベル2へアップグレードされた。Lwengo 県 データセット井戸 ID : UGA005051</p>

	
<p>(e) ハンドポンプが設置されていたが、現在は動力揚水設備が設置されている。 Lamwo 県 データセット井戸 ID : UGA008065</p>	<p>(f) ポンプが取り外された状態の井戸 Kibuku 県 データセット井戸 ID : UGA010006</p>

図 3-2 井戸の現状事例写真

	
<p>支援施設外観</p>	<p>プロジェクト銘板</p>

図 3-3 日本大使館により支援された施設の外観とプロジェクト銘板

調査を進める中で、わが国による支援で施工された施設が存在することを確認した。例を図 3-3 に示す。こういった施設の施工情報はデータセットには取り込まれていない。実施した支援実績を記録で残し、将来の活用につなげていくためにも、資料が残されにくい案件や、異なるスキームの案件で施工された施設情報も、データセットに取り込んでいけるような仕組みを作るなど、方法を模索していくことが望ましいと考える。

3.3.2 位置情報（緯度経度のばらつき）

<p>分析事項：データセット記載の緯度経度と現地確認結果との違い データ：緯度経度 結果：16%の井戸で 100m 以上の差がみられた 提言：測地系の明記等、統一指針を設ける</p>
--

現地調査では、データセットに登録された位置情報（緯度経度）の位置と、実際の施設位置の差異について確認した。調査を行った施設のうち81%は概ね100m以内の差異に収まっていたものの、約16%は100m以上離れた位置に存在した。これは、座標を測定する際の測地系の設定のばらつき、機器の精度、年代によっては大きな誤差を伴うといった技術的な理由だけでなく、記録・転記の際にミスが生じるといった人為的ミスも理由としてあげられる。特に、GPS機器からデジタルデータを取り出す際に、やや煩雑なPCの技術が求められていた頃は、機器で測定した位置情報を手書きで記録することがほとんどであったため、誤記が生じやすい状況があった。しかし、近年では機器からデジタルデータの取り出しが容易になり、またスマートフォンに搭載されるなどGPSの汎用性が増し、データを取り込んだり記録したりする際に必ずしも手書きによる転記を必要としなくなっている。今後、位置情報を記録していく際には、測地系を必ず明記し統一した測地系を用いるという対応を行うことで誤記を避けることができると考える。

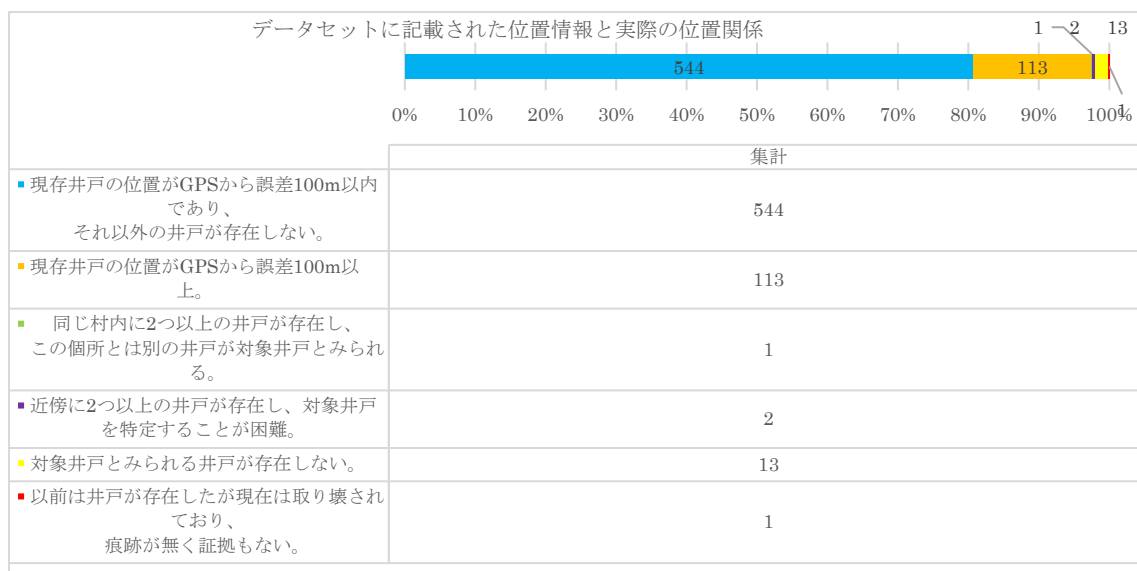


図 3-4 施設とデータセット位置情報との差

3.4 井戸の維持管理に関する集計・分析

3.4.1 井戸の稼働状況と維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性について

分析事項：井戸の建設時期による稼働率と維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性に関係がみられるか

用いたデータ：井戸の稼働状況・維持管理組織の有無・スペアパーツの入手性・位置情報

結果： 1) レベル1、レベル2全体の井戸稼働率は72%。ハンドポンプが設置された状態の井戸での稼働率は81%。2) 維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性には地域的な偏りがみられる。3) 稼働率と維持管理組織の有無、スペアパーツの入手性については、明確な傾向は確認できなかった。

提言： 建設から 20 年が経過する井戸でも高い稼働率を維持している背景を明らかにすることで、維持管理を継続するために重要な要素を明らかにすることができる。

まず、調査を実施した施設において、当初から不成功井戸であった井戸を除くすべての井戸施設（レベル1、レベル2）658 サイトでの集計を図 3-5 に示す。72%の井戸が現在稼働していることが確認された。

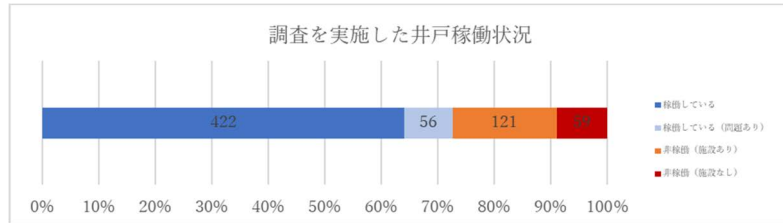


図 3-5 調査井戸全体の稼働状況（レベル1、レベル2含む）

ハンドポンプ用井戸のみで集計した場合、図 3-6 に示す稼働状況となる。ポンプが取り外された状況の井戸を含めた全体で集計すると稼働率は 73%となる。ハンドポンプが取り外された井戸を除外して集計すると、稼働率 81%となる。

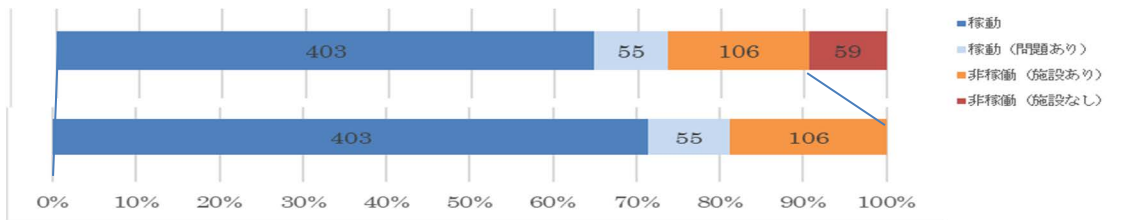


図 3-6 ハンドポンプ用井戸の稼働状況

（上：レベル1全体の稼働状況、下：レベル1の施設無しを除く）

管路給水施設は、複数の井戸から構成されている場合も多いため、井戸や需要の状況に応じて使用する井戸を変更することもある。1つのシステムの管路給水施設を1施設として集計すると、稼働率 73%（図 3-7）となる。

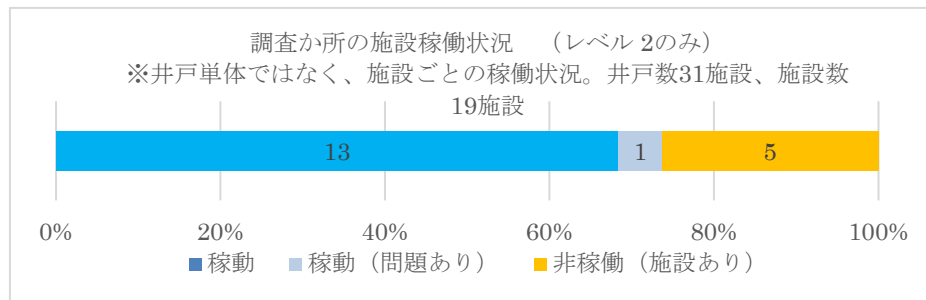


図 3-7 レベル2施設の稼働状況

稼働率が建設後の時間経過とともにどう変わるかを調べるため、プロジェクト実施年ごとに稼働状況を集計した(図 3-8)。なお、以下、稼働状況の集計分析は、図 3-5 で用いたレベル1、レベル2の両方とも含めたデータを用いる。

図 3-8 によるとプロジェクト年ごとの井戸の稼働状況によると、建設年によってばらつきが大きいですが、1999年の案件で建設された井戸の74%もの井戸が今も稼働している状況が確認された。

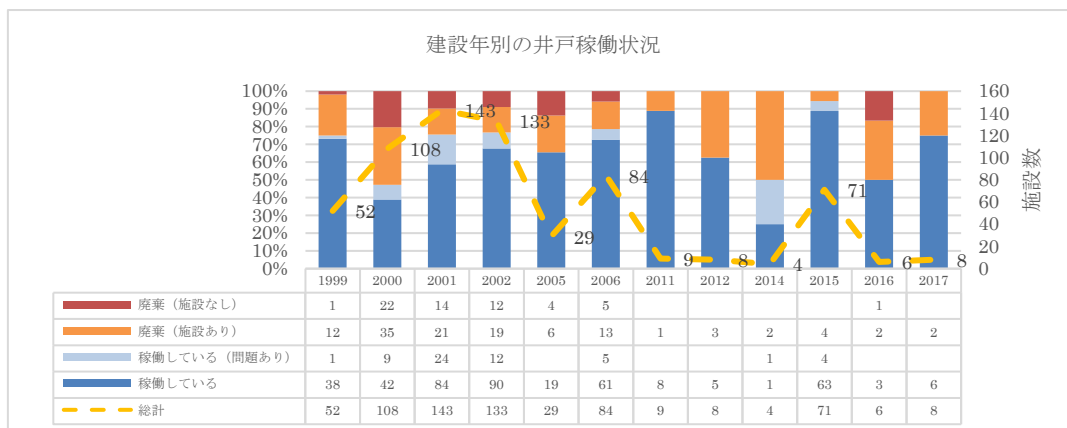


図 3-8 プロジェクト年ごとの井戸の稼働状況

図 3-8 では、年によって建設件数が異なり集計値のばらつきが大きいので、図 3-9 に示すように便宜上7年ごとにまとめて集計を行ったところ、古い時期のものから最近のものにかけて稼働率が緩やかに上昇している傾向が示された。

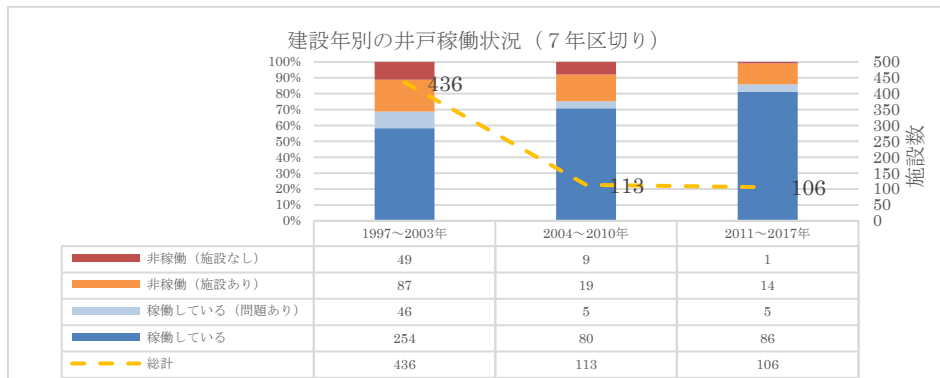


図 3-9 プロジェクト年別の井戸の稼働状況 (7年ごと)

一般に、施設を維持管理するための維持管理組織は、長期的に施設を使っていくうえで重要と考えられるが、本調査で聞き取りを行った維持管理組織の有無の情報と稼働状況の間に関連がみられるかどうかを確認するため、図 3-10 に示す集計を行った。その結果、稼働している井戸と非稼働の井戸において維持管理組織の有無の割合は、稼働している井戸のほうが若干多いものの、全体としてあまり大きな差が見られない。このことは、維持管理組織の有無以外に、維持管理に大きく影響を与える要素が存在することを示していると考えられる。なお、維持管理組織の有る施設は、2010年ごろ以降に建設された施設において割合がそれ以前と比べて著しく多い。地図上にプロットすると、北部域で組織率が極めて高いことがわかる。これは、アチョリ給水無償のプロジェクトでは、ソフトコンポーネントで水管理委員会の強化が行われた影響があるものと考えられる。

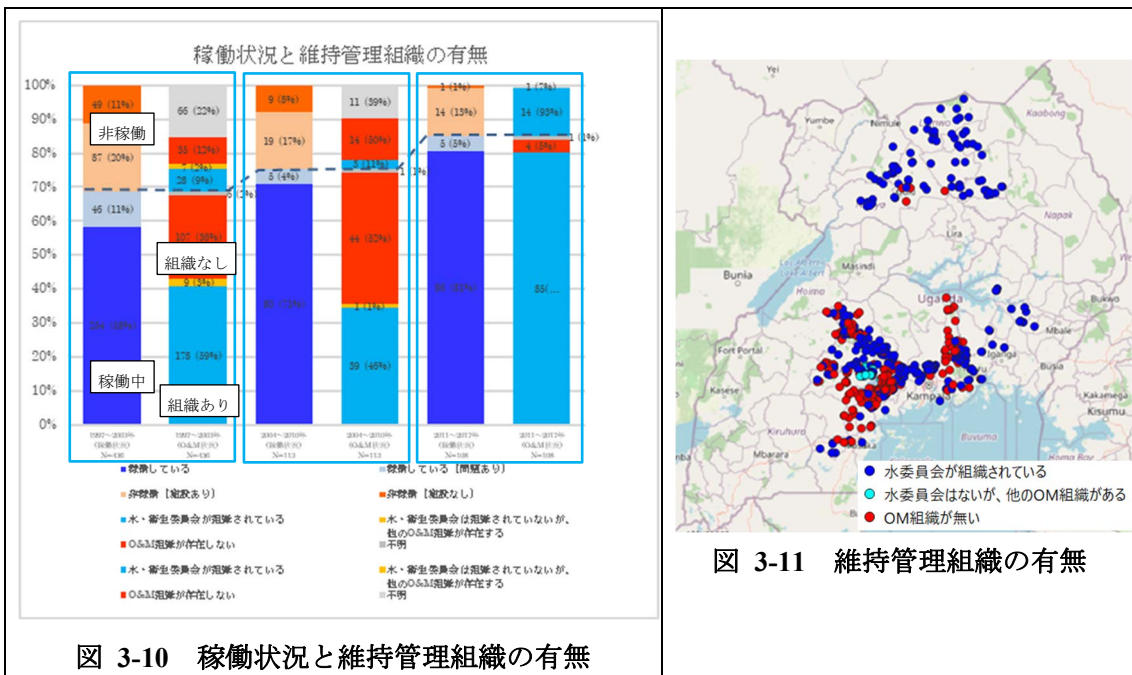


図 3-10 稼働状況と維持管理組織の有無

図 3-11 維持管理組織の有無

施設の稼働状況と、スペアパーツの入手のしやすさとは関連する可能性があり、さらに地域的な傾向も関連すると考えられるため、スペアパーツの入手のしやすさについての聞き取り結果を地図上にプロットした。図 3-12 では、中部域では北部域に比べてスペアパーツの入手が難しいとの回答が目立つ結果となった。スペアパーツの入手のしやすさについては、主要道路や主要な町へのアクセス、サプライチェーンの構築の程度によっても大きく異なるため、この図から単純な解釈を行うことはできないものの、入手が困難というサイトがある程度偏った分布を示している。ただし、北部域の井戸について中部域に比べて建設年が新しく、入手しやすい小さなスペアパーツしか買っていない可能性もあるため、スペアパーツの入手性について、より詳細な分析を行う場合には、入手可能なパーツの種類や質についても調査する必要があると考える。

上述のように 2000 年前後の施設建設地域は主に中部域であり、維持管理組織が無い地域が多い。さらにスペアパーツ入手が困難な地域も少なくないにも拘らず、2000 年前後に建設された施設で 70%近い稼働率を保っている。施設を長く使っていくための方策を検討する上で重要な要素がこの地域には存在する可能性を示していると考えられる。中部域に対しては、施設建設後の我が国による支援として、第二次地方給水計画で建設した井戸施設へのフォローアップ「第二次地方給水計画フォローアップ協力 (2012-2013)」や、第一次地方給水計画で建設された施設の維持管理を支援する技術協力プロジェクト「村落地方給水維持管理・衛生改善プロジェクト (2015-2022)」といった案件により給水施設のリハビリや技術支援が実施されてきている。また、青年海外協力隊「水の防衛隊」によるハンドポンプの運営維持管理に対する支援など長年にわたる支援が実施されてきている。このような我が国による支援が、稼働状況に大きく貢献してきているのではないかと考えられる。より詳細な調査を実施することで、施設維持管理において重要な要素を見出し、我が国による支援の効果を計り、より効果的な支援に結び付けていくことができると考える。

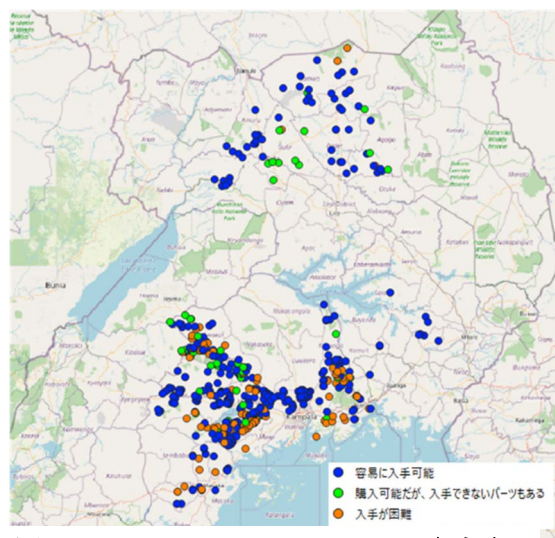


図 3-12 スペアパーツの入手のしやすさ

3.4.2 修理、改修、新規施設建設の資金源の比較について

分析事項： 維持管理費用の拠出をユーザーがどこまでできるのか
データ： 作業ごとの出資者・非稼働理由・積立金額
結果： コストが高い作業ほど外部資金に依存する傾向が見られた。積立額が十分との認識であっても軽微な修理に対応できる程度である。
提言： 日常的な維持管理に必要な資金の積立については引き続き改善の必要があるが、比較的大きな改修が必要となった場合にどのような手段を講じることができるか、利用者も支援する側も、問題が起きてからではなくあらかじめ検討しておく必要がある

【改修費用の出資者】

井戸を長期的に維持管理するには様々なパーツ交換が必要となる。簡易なものから比較的規模の大きなものまであり、必要となる費用には大きな幅がある。代表的な作業に対して、資金をおもにどこが負担したかを知るため、聞き取りを行った。ただし、分担して負担していた場合についての詳細は不明である。費用負担の主体については、正しい情報を得ることが比較的難しいことが少なくないため、ここではあくまでも今回の聞き取りの結果として、集計、分析を行う。

比較する内容は、揚水管の延長、揚水管の交換、ポンプ全体の交換、近隣への新規井戸建設で、この順にコストが上昇することになる。揚水管の延長は、水位の低下に対する処置として実施された可能性が考えられる。揚水管の交換は、パイプの腐食による破損・赤水への対処として実施された可能性が考えられる。近隣への新規井戸建設については、本調査にて、給水無償案件による井戸建設後に近隣に新規で井戸が建設されたかどうかについて聞き取りを行った。約 19%の施設において近隣に新規の井戸（ハンドポンプ）が建設されたとの回答であった。

図 3-13 にレベル1、図 3-14 にレベル2における内部資金、外部資金の割合と、出資者の種類（複数回答）での集計結果を示す。これによると、レベル1、レベル2ともに、コストが増大するほど、内部資金で賄う割合が減少し、外部資金に依存する傾向が示された。

外部出資者の種類は、レベル1では、コストが増大するほど顕著に増える傾向にある。

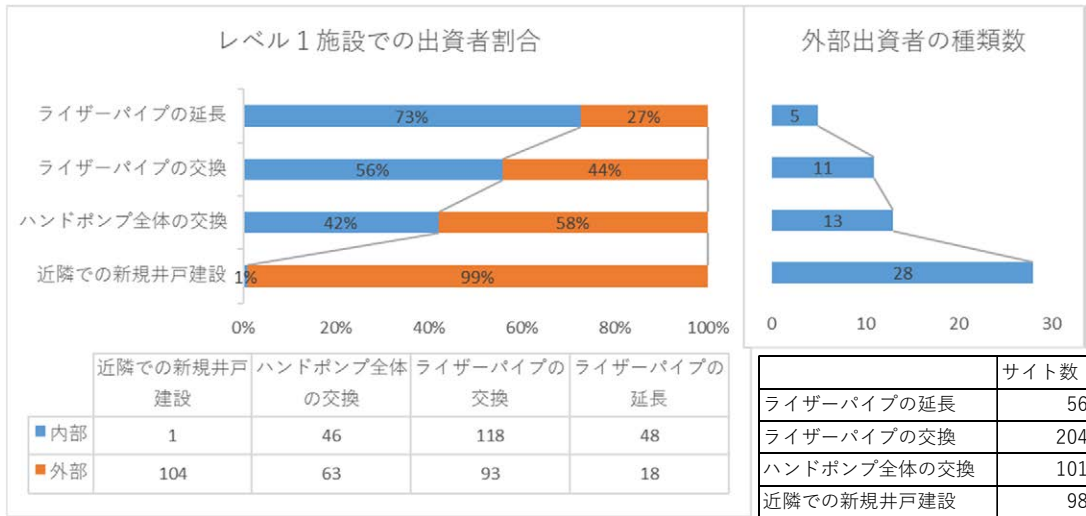


図 3-13 レベル1における改修等への内部資金、外部資金の比較と外部出資者の数

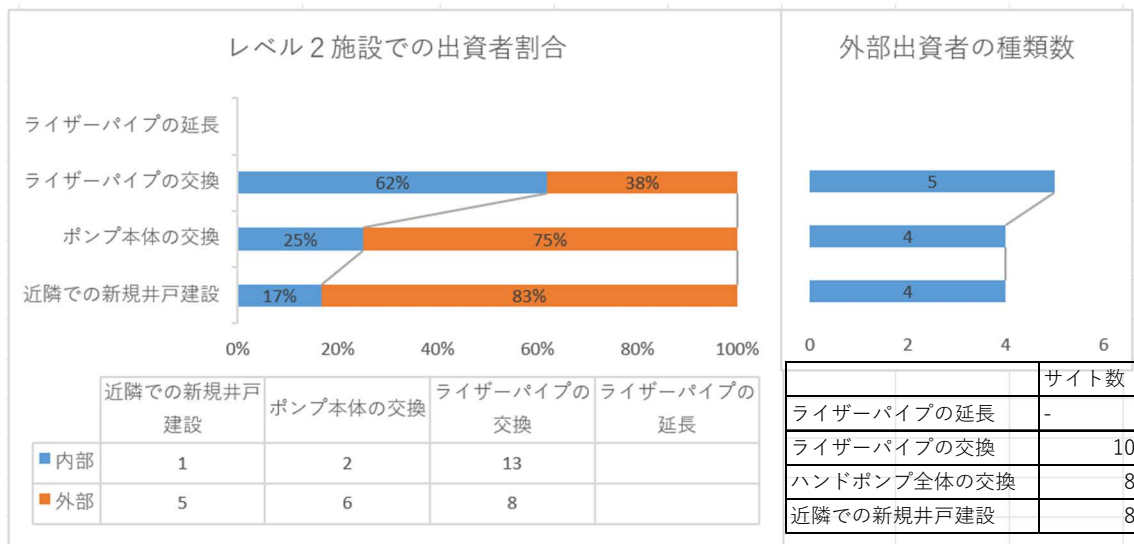


図 3-14 レベル2における改修等への内部資金、外部資金の比較と外部出資者の数

【積立状況】

本調査での聞き取りにおいて、維持管理のために十分な積立があるかどうかを聞いた結果について、レベル1を図 3-15 に、レベル2を図 3-16 に示す。回答が得られたレベル1サイトの542サイト中110サイト（32%）において十分な積立があると回答し、残りの43%は十分でないかあるいは積立が無いとの回答であった。レベル2サイトのほうが比較的積立がなされている傾向がみられる。なおレベル2施設の管理主体は、サブカウンティであるが、水料金の徴収の仕組みや管理の実態は様々である。

レベル2サイトでは、日常の維持管理に必要な資金が十分であったとしても、規模の大きな改修作業については内部の出資者あるいは外部資金に頼らざるを得ない場合が

生じると考えられる。日常的な維持管理に必要な資金の積立については引き続き改善の必要があるが、比較的大きな改修が必要となった場合にどのような手段を講じることができるか、利用者も支援する側も、問題が起きてからではなくあらかじめ検討しておく必要があると考える。

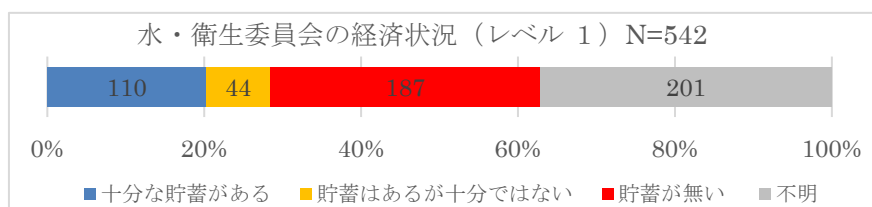


図 3-15 積立状況（レベル1）

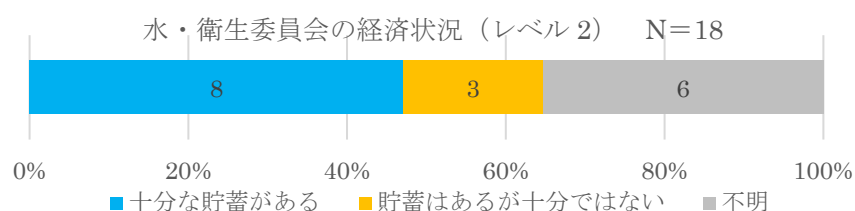
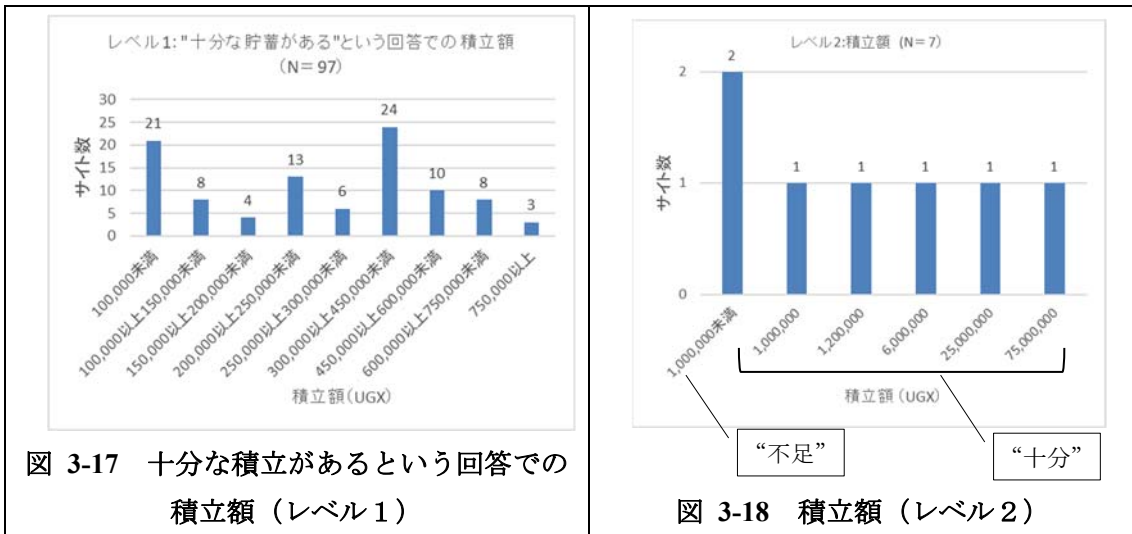


図 3-16 積立状況（レベル2）

【積立額】

レベル1施設において“十分な積立がある”と回答した施設の積立額についての聞き取り結果を図 3-17 に示す。金額の表記はUGX である（以下同）。積立額のピーク値は300,000 UGX 以上 450,000 UGX 未満（9,600 円以上 14,400 円未満；@1UGX = 0.032 円（2022年3月6日時点：以下同為替レート））であり、24 サイト（25%）が該当する。300,000 UGX 未満は52 サイト（54%）を占めている。この積立額のレンジは、ハンドポンプのベアリング、シリンダ内の消耗パーツ、ナットなどの少額で比較的交換頻度が高いパーツの購入および工賃に対して対応できる程度の額と考えられる。

レベル2施設においては回答が得られた数が7サイトのみである。図 3-18 に、それらすべての回答額をしめす。1,000,000 UGX（32,000 円）未満の2サイトが“不足”と回答したサイト、それ以上の積立額が“十分”と回答したサイトである。十分と回答したサイトでは、1,000,000 UGX から 75,000,000 UGX（2,400,000 円）まで、サイトによって大きく開きがあることがわかる。レベル2施設はその規模によって維持管理や改修工事にかかる費用が全く異なるため、金額については一様の評価はできないものの、概ね、施設規模に応じて簡易な修理には対応できる程度と推測する。



【給水施設の非稼働理由】

ハンドポンプ施設の非稼働理由について聞くことができた 45 サイトにおける集計結果を図 3-19 に示す。

最も顕著な原因として地下水の枯渇があげられている。水質の問題もみられる。これらの問題は、過剰揚水や水質汚染という人為活動由来である可能性もあるが、ここでは非稼働の背景として自然要因にカテゴライズする。

揚水に砂泥が混入したり土砂が井戸内に堆積したりしているという問題も多くみられる。これは、ケーシング・スクリーンが破損することで起きることが多いが、地上からの冠水による土砂流入や意図的な土砂投入という問題もある。これらは、井戸そのものの問題とみなすことができる。

ポンプの故障対応、盗難、流用などは、井戸や自然要因とは異なりポンプ自体の維持管理にかかる問題である。

図 3-19 の結果をカテゴライズしたものを図 3-20 に示す。これによると、自然要因（水資源量減少、水質）は水質問題や水量問題を合計すると、19 サイト（42%）、井戸自体の問題が 14 サイト（31%）と多いことがわかる。工事のための取り壊し 2 サイト（5%）については、理由は明らかであるが、ポンプ故障・資金不足・盗難・流用（ポンプパーツを取り外しほかのポンプに取り付ける）については、実態の詳細については不明である。例えば、ポンプ故障を放置していたために盗難や流用されたという可能性もあるが、そこまでの情報は得られていない。大きくまとめると、細かい安価なパーツの問題ではなく、高額なポンプパーツやポンプ全体にかかる問題が起きたとみることができると考えられ、10 サイト（22%）を占める。

易な修理への対応が可能なレベルであることが多く、規模の大きな改修に対しては外部資金に依存せざるを得ないケースは少なくないと考えられる。

3.5 施設設計についての集計・分析

3.5.1 給水無償で建設された井戸を示す情報源

分析事項：給水案件で建設された証拠が時間とともに失われている状況
 データ：給水無償で建設された井戸を示す情報源の集計
 結果：プロジェクト銘板は 20 年以内のほとんどが失われている。
 提言：プロジェクト情報をいかに現地の施設へ残すかについての検討が必要

図 3-21 に、建設年ごとの建設井戸数を示す。ウガンダ国において主に給水無償で建設された井戸は、その 80%以上が 1999 年から 2006 年の間に建設されたものであることがわかる。すなわち 80%以上の施設において 15 年以上が経過していることになる。



図 3-21 建設年ごとの建設井戸数

時間が経過した施設では、その施設が何の案件で建設されたか不明となることが少なくない。給水無償で建設されたと想定されるその施設が実際に給水無償で建設された井戸であることを示す資料としては、建設時に設置された金属プレート製の銘板、コンクリート部分に彫り込んだ刻印、引き渡し時に現地に渡した書類が確度の高い情報となる。それらの情報が得られない場合、関係者からの聞き取り情報のみとなる。GPS の井戸情報も正確に情報が記録されて誤差の小さい場合には根拠の一つにはなりえるが、調査者が位置情報および機器を持っている必要があり、また GPS 情報の正確性にも課題がある。そのため、ここでは GPS 情報以外の同定根拠について、集計・分析を行った。

図 3-22 に全体の割合、図 3-23 にプロジェクト年別の内訳を示す。給水無償案件で建設した施設については、通常、プロジェクト情報が刻印あるいはプリントされた金属プレートが取り付けられているが、一般に時間経過とともに、施設リハビリ時に取り外さ

れたり、固定部分の劣化によりプレートが取り付けられたりした状態の施設が減少する。銘板が確認された施設は全体の 23%程度である一方、コンクリートの刻印では 62%が残っている。これをプロジェクト年別に見ると、2011 年以前のプロジェクトにおいて銘板の残存割合が著しく減少している状況が示された。コンクリートの刻印は 2002 年以前の施設の 80%以上の施設で残存しているが、それ以降には見られない。これは、最近の案件では建設時に刻印を行っていないためである。2005 年案件以降では、時間経過とともに銘板の残存割合が減少し、給水無償で建設された井戸を示す直接証拠が失われ関係者からの聞き取り頼りとなっている。

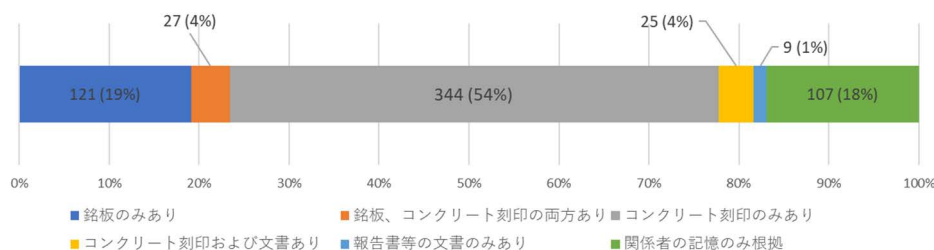


図 3-22 給水無償で建設された井戸を示す情報源

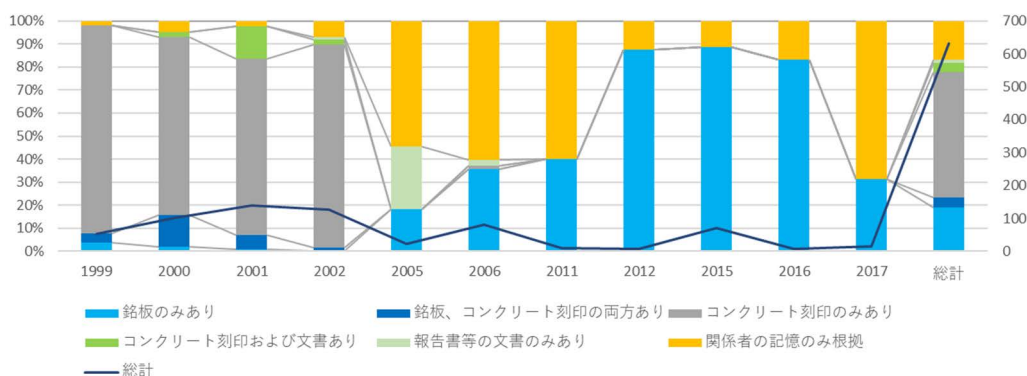


図 3-23 給水無償で建設された井戸を示す情報源 (建設年ごと)

新規で施設建設を行う場合には、プレートだけでは時間経過とともに証拠が失われるが、コンクリート部分への刻印があることで長期にわたってプロジェクト情報を残すことができると考えられる。また、施設情報を記した書類は、施設維持管理を行う当事者が所有することが望ましい。今回、書類の所有を確認できた施設は極めて少ない。建設時に書類が渡されていないケースは少なくないため、現地へ渡す情報のあり方も十分に考慮して施設引き渡しを行うことが望ましい。

本調査では、本邦コンサルタントが対象地域の DWO を訪問し調査の説明を行った。その際に、「日本の建設した施設は品質が良い。例えば、コンクリートの質が良い」との評価が Masaka 県の DWO から得られている。図 3-24 に、今回の調査で確認した、2000 年に施工された井戸のコンクリート部分の写真を示す。右の写真は、土砂に埋ま

ったコンクリートを掘り出した状態である。このような状態でも、浸食、破損も少なく、コンクリート自体、ポンプの土台として十分な機能を維持していることがわかる。



図 3-24 ハンドポンプのコンクリート現状例

給水無償案件によって建設された井戸は品質が良いとの評価を受けつつも、その井戸が日本の給水無償案件によって建設されたことを示す物が失われていることは、非常に残念なことである。長期にわたって支援の物的証拠が残ることは、現地に日本のプレゼンスの維持・向上においても重要であるため、プロジェクト情報をいかに現地の施設へ残すかについての検討が必要であると考ええる。

3.5.2 給水施設利用者数の増大と施設の給水許容能力

分析事項： 給水施設利用者数がどのように変化したか。給水施設の給水能力との関係について

結果： 1) レベル1、レベル2ともに利用者数は全体的に増大している。2) レベル1は施設能力の構造的な限界ある一方、レベル2では井戸能力と設計次第でより多くの利用者増大に対応している。

提言： 給水無償案件で建設した給水施設は高まる水需要に対応してきている。包括的に支援の効果を評価することで、成果のアピールを行いつつ、その先のアプローチを議論できると考える

ウガンダ国では著しい人口増加が起きており、水需要も増加の一途である。建設された給水施設の利用者数が、建設当初と現在とでどの程度変化しているかを知るため、建設当初と現在における利用者数の聞き取りを行った。1施設当たりの利用者数について、レベル1を図 3-25、レベル2を図 3-26に示す。レベル1では、建設時、2021年ともに100-300人にピークがあるが、2021年では<100人が大きく減少し100-300人のピークがより顕著になっている。レベル2では、施工当初300-500人がピークであったが、500-1000人がピークとなっている。さらに図 3-27と図 3-28に、それぞれレベル1、

レベル2の利用者数の分布を箱ひげ図で比較した。聞き取りを行った利用者数は、<100、100-300、300-500、500-1000、1000-1500、1500-2000、2000-3000、3000< の範囲で行ったため、算出には各範囲の中央値を用い、<100は50、3000<は3500とした。レベル1における利用者数分布の比較では、中央値および分布の主要レンジはほぼ同じであるが、レベル2では著しい増加を示していることがわかる。レベル2施設は、建設当初はレベル1施設として建設されていた井戸をアップグレードした井戸4施設も含んでいるため、より利用者数の増加が顕著に表れていると考える。

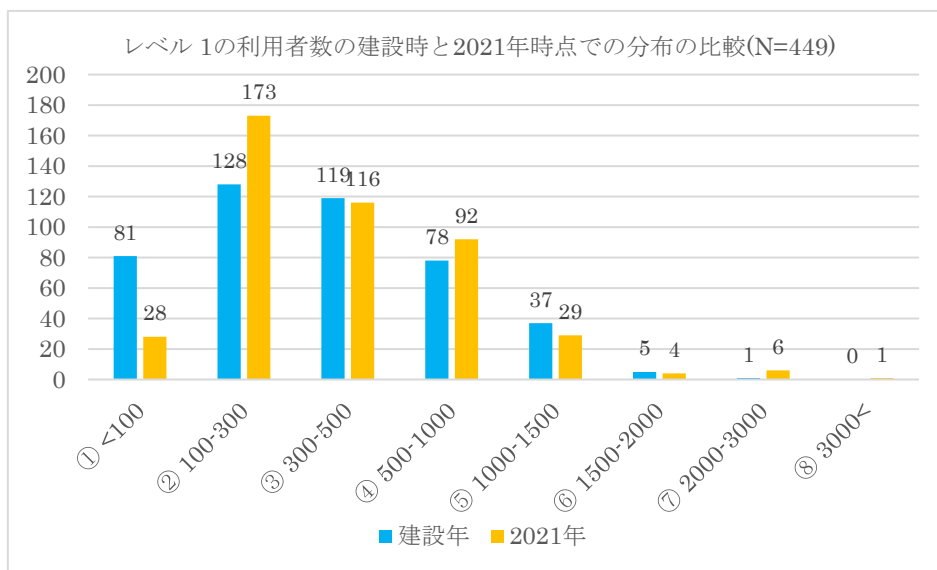


図 3-25 レベル1の利用者数の建設時と2021年時点での分布の比較

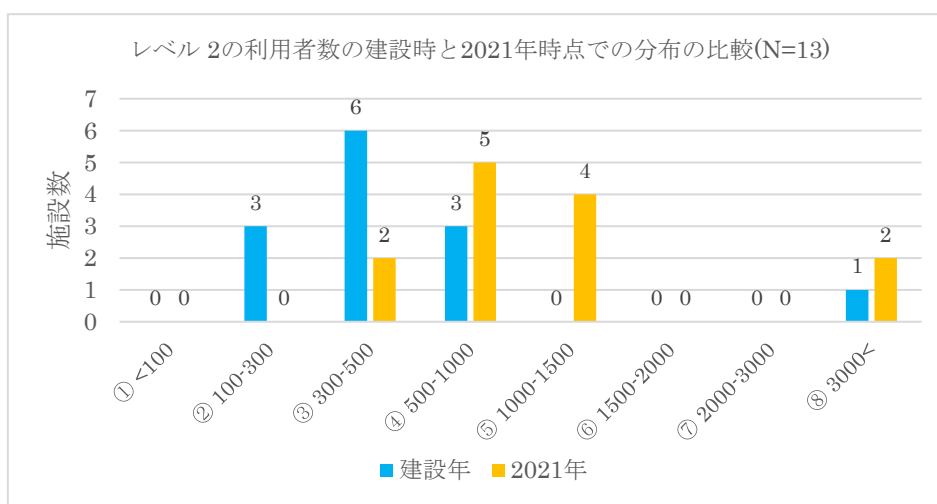


図 3-26 レベル2の利用者数の建設時と2021年時点での分布の比較

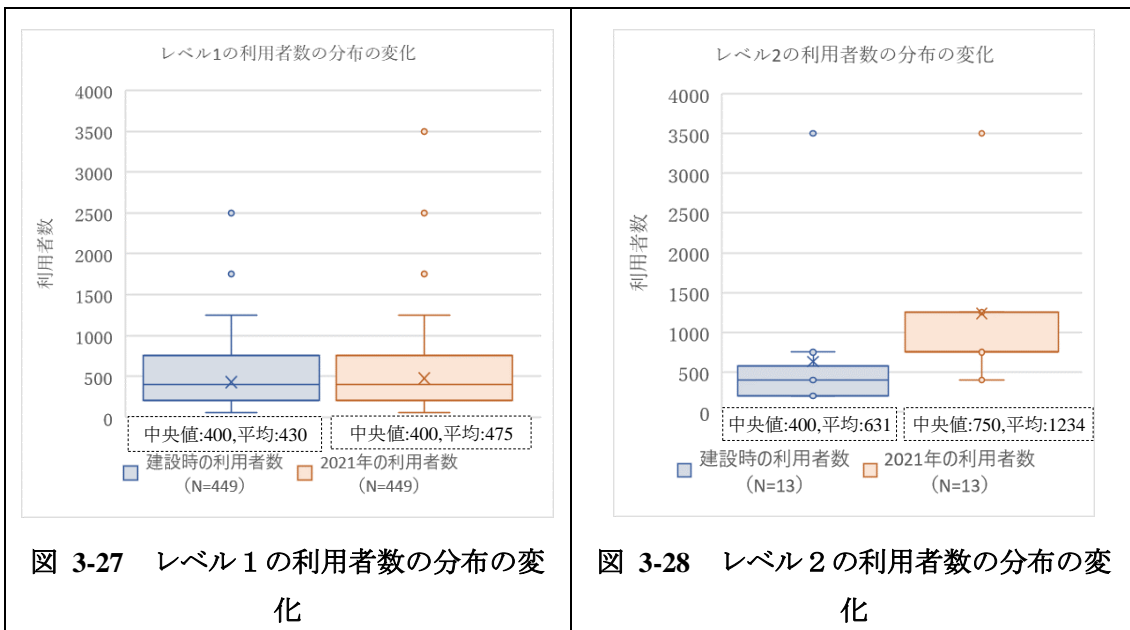


図 3-29 に、利用者数の増減の分布、さらに図 3-30 に利用者数を施工当初と 2021 年でそれぞれ集計した総数の比較を示す。利用者数が減ったというサイトもあるものの、全体としては利用者数は増加を示している。さらに、2021 年の利用者数が得られた施設全体において 1 施設当たり平均何人の利用者数となるかを次のように試算した。

レベル 1 : $213,600 \text{ 人} \div 451 \text{ 施設} = 474 \text{ 人/施設}$
 レベル 2 : $16,050 \text{ 人} \div 13 \text{ 施設} = 1,235 \text{ 人/施設}$

レベル 1 は平均 474 人/施設、レベル 2 は平均 1,234 人/施設となった。ハンドポンプの揚水能力は、揚水を行う人や機械的な条件でばらつきはあるものの、1 分間に 20-25L 程度である。1 人当たりの給水量を 1 日 20L とし、1 人当たりの揚水作業時間を 2 分程度とすると、1 日 8 時間稼働で、250 人程度の給水人口となる。すなわち、レベル 1 の給水能力は、需要の増大に対して給水量を劇的に増大させることは望めない。レベル 1 利用者数は全体では増加しているも、利用者数の分布形態に大きな変化が見られないのは、ハンドポンプの給水能力の限界であるためと考えられる。一方、レベル 2 については、給水能力の上限は、井戸能力と揚水能力次第であるため、給水人口の増加を見込んだ設計、施工が行われていれば、将来の需要増加に対しても対応可能である。

表 3-9 に、レベル 2 施設の計画給水人口と調査時 (2021 年) との比較を示す。人口増加を想定した設計であること、および建設された施設が水需要に対応している状況を見ることができる。給水無償案件で建設された施設が水需要の高まりに対応し、活用されている状況は、プロジェクトの裨益効果を示す実例と考えられる。個々の案件の事後評価は実施されてきているが、今回の調査のようなある程度多くの施設を同時に調査する

ようなアプローチから、わが国が実施してきた支援について包括的な評価を行うことで、より広い視点で支援効果を議論し、成果をアピールしつつ、その先のアプローチを議論できるのではないかと考える。

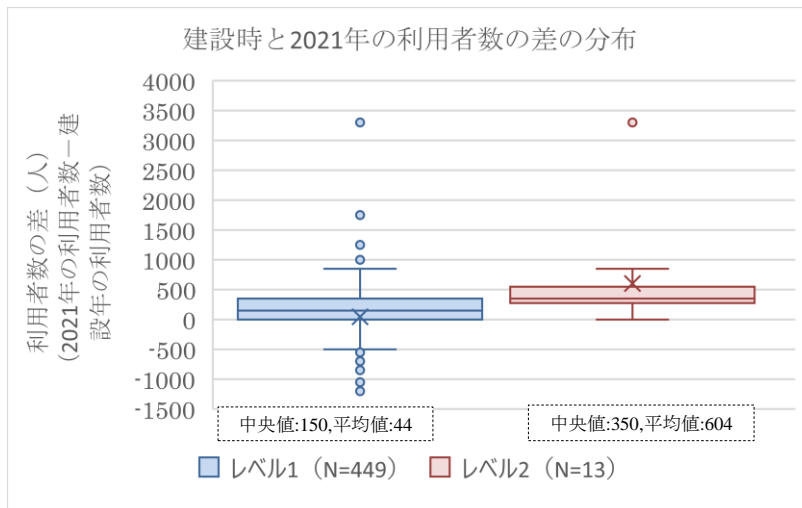


図 3-29 建設時と 2021 年の利用者数の差の分布

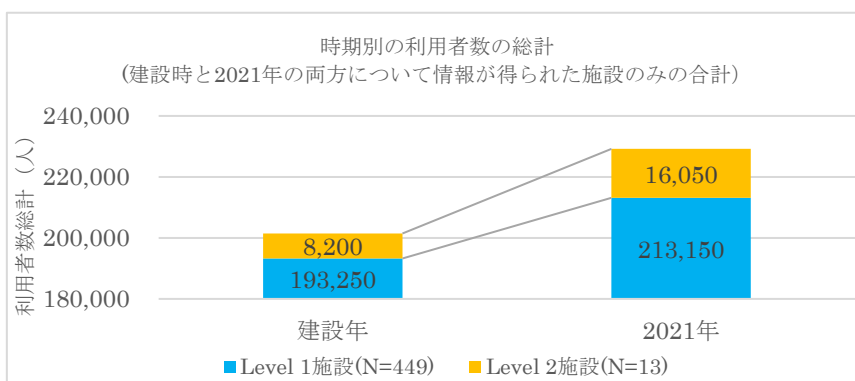


図 3-30 建設年の利用者数と 2021 年の利用者数総計比較

(建設時と 2021 年の両方について情報が得られた施設のみ合計)

表 3-9 レベル 2 施設の計画給水人口と調査時 (2021 年) との比較

サイト名	協力準備調査報告書			本調査結果	
	給水人口 (2011 年)	計画給水人口 (2017 年)	プロジェクトによる給水人口	建設時の利用者数	2021 年の利用者数
Koch Goma	1800	2100	900	100-500	500-1000
Adilang	3015	3800	1400	100-300	300-500
Kitgum Matidi	2225	2800	2550	100-300	3000<

3.5.3 雨期の氾濫による井戸への影響

分析事項：雨期の冠水で井戸が使用できない期間および代替水源
 結果：10%強の井戸が雨期の氾濫などの影響を受けている
 提言：設計・建設時に氾濫による影響を考慮しているかの再確認の必要性

ウガンダをはじめとした熱帯地域では雨期に多量の降雨があり、時に多くの施設が冠水する場合がある。ハンドポンプ井戸において洪水で冠水するかどうかを聞いたところ、12%程度の施設が雨期に冠水することが分かった（図 3-31）。雨期に冠水して使用できない場合は、代替水源として図 3-32 に示すような施設が使用されている。

井戸の建設場所の選定の際には、通常、雨期に冠水するかどうかについて聞き取りが行われ考慮されることが多いが、探査の結果、雨期の中に若干の冠水する可能性があっても他に掘削地点を選定できない場合も存在する。建設時の聞き取り結果や、想定よりも氾濫が大きくなる場合も考えられる。井戸が冠水すると、ケーシングの高さ次第では孔内に懸濁水が流入し、地下水の汚染や孔内への土砂堆積を引き起こし井戸の質の悪化、短寿命化を引き起こす恐れがある。本調査では、コンクリート部分を土砂が覆っている井戸が散見された。また、土砂の堆積が少ない場合においても、コンクリート構造物の洗掘による破損は広くみられる。やむを得ず氾濫の影響を被る可能性のある地点での施工の場合は、施設をかさ上げして建設するなどの対策が望ましいと考える。

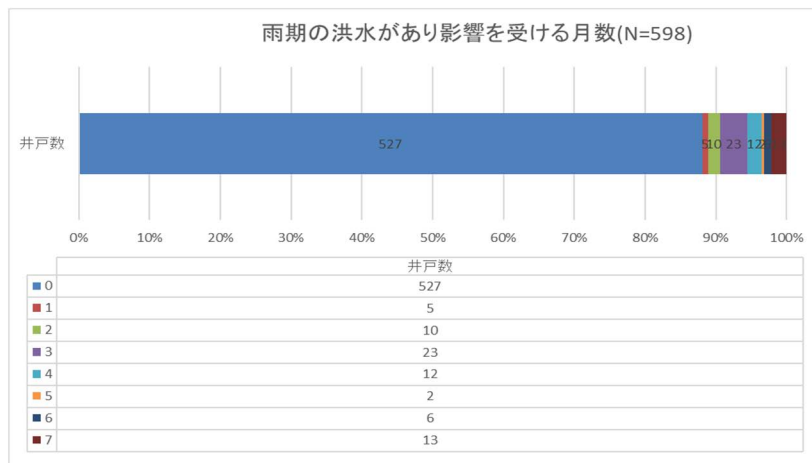


図 3-31 雨期の洪水により冠水する月数

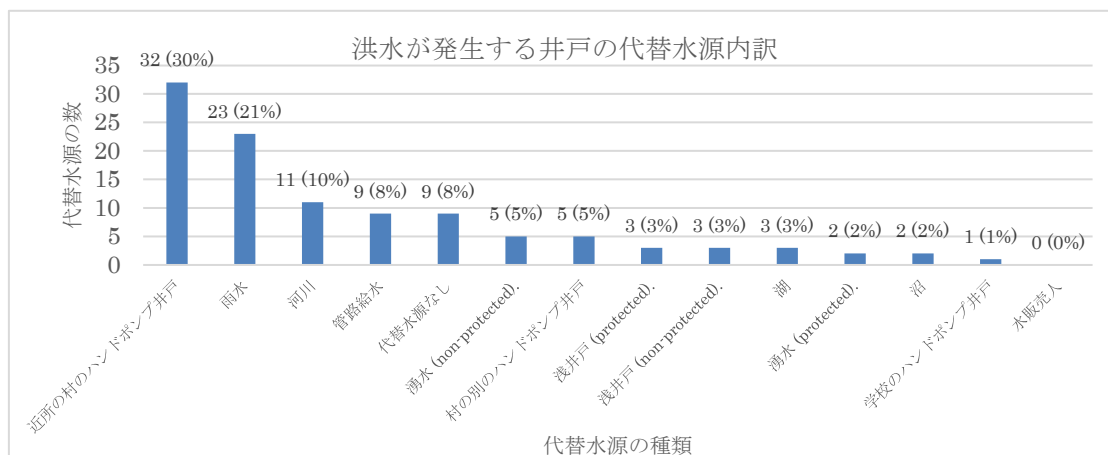


図 3-32 洪水が発生する井戸の代替水源内訳

3.6 水位変動についての集計・分析

3.6.1 水位変動の反映を想定した間接的調査による考察

分析事項：地下水位の低下、枯渇の可能性
 データ：水位／ハンドルの重さ／揚水可能期間／施工当初の揚水量と井戸深度
 結果：ハンドルの重さや揚水可能期間から水位の低下が疑われる井戸は、施工当初から能力の低かった井戸に多い
 提言：水資源量の適切な把握や使用の効率化、適正化、モニタリングが重要

【水位変動の測定・推定法】

井戸は、使用し続ける間に水資源量が減少したり、使用量が増えたりして井戸能力が需要を賄えない期間が生じる場合が少なくない。

水位の低下については、直接測定することができれば、施工当初との比較は容易である。しかしながら、水位測定のためにハンドポンプを取り外した場合、塩素剤を投入して殺菌消毒を行い1日待つ必要があるという県事務所からの助言のため、住民との調整が難航した。そのため本調査では、ハンドポンプのハンドルを上下させる際の重さの変化、揚水が途絶える時間の発現・増加（揚水可能期間の変化）について、聞き取りを行うことで間接的な状況を把握し考察を行った。

【直接測定の結果】

実際に水位を測定できたのは5本の井戸のみである。表 3-10 に、水位測定結果を示す。水位が上昇している井戸と、低下している井戸の両方が存在する。一般に、アフリカの乾燥地域における地下水位は、井戸深度 100m 程度までの場合、雨期・乾期の降雨差の影響を強く受ける場合が少なくなく、雨期に水位上昇、乾期に水位が低下する水位差は、6~7m 前後、あるいはそれ以上となる場合もある。本調査での水位測定時期は雨

期にあたる。建設時期は、雨期、乾期の両方あり、建設時に乾期であった井戸については水位の上昇がみられる。一方、建設時が雨期であった井戸については、5.3mの上昇、1.6m、3.44mの低下といった水位の上昇・低下の両方見られる。一般的な水位変動幅や、雨期の中でもさらに水位変動にばらつきが存在することを考慮すると、今回の測定で得られた建設時との水位変化は、年間の水位変動幅内に収まる範囲であると考えられる。

表 3-10 水位測定結果と掘削時との比較

ID	県名	掘削日	水位 (GL-)m	調査日	調査時水位 (GL-)m	変位 m
UGA008009	Amuru	01/Aug/2014 (乾季)	5.07	15/Sep/2021 (雨季)	3.98	1.09
UGA008041	Agago	09/Sep/2014 (雨季)	18.22	18/Nov/2021 (雨季)	12.89	5.33
UGA008047	Agago	18/Sep/2014 (雨季)	8.51	18/Nov/2021 (雨季)	11.95	-3.44
UGA008099	Agago	27/Feb/2015 (乾季)	16.30	19/Nov/2021 (雨季)	8.54	7.76
UGA008101	Pader	07/Mar/2015 (雨季)	7.32	19/Nov/2021 (雨季)	8.92	-1.6

【聞き取りデータの分析】

ウガンダで設置されているハンドポンプはインディアンタイプであり、孔内に挿入した揚水管の最下部にピストンがついており、ハンドルの上下によりピストンを上下させ揚水を行う仕組みである。そのため、揚水する際の地下水位が深くなるほど地表と水位との差が大きくなり、より力を要するためハンドルが重くなる。もし、建設時よりもハンドルが重くなったということであれば、地下水位が大きく低下している可能性が考えられるためハンドルの重さの変化について質問した。さらに、孔内水位がハンドポンプのサクション部分まで低下してしまうと揚水されない状況が生じるといった状況が生じることを想定し、揚水可能期間の変化について質問した。

聞き取り調査の結果、ハンドポンプが設置されている井戸の 28%においてハンドルが重くなったと回答された。一方、軽くなったという回答も 18%見られた (図 3-36)。

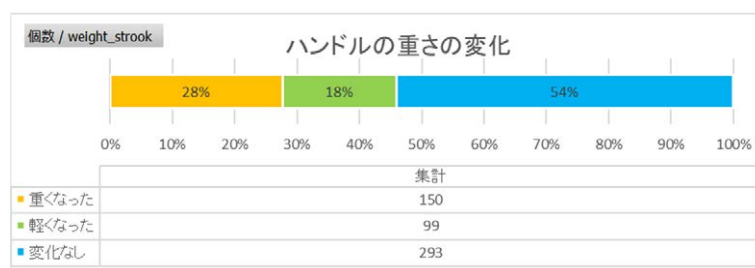


図 3-33 ハンドルの重さの変化

揚水可能期間の変化については、88%の井戸で変化なしとの回答がある一方、残り

12%では揚水可能期間の変化（増加）がみられるとのことであった（図 3-34）。揚水可能期間が減少した、あるいは当初から揚水可能期間に問題がある井戸について、水位が下がって水が上がってこない期間がどれくらいあるかを図 3-35 に示す。12 か月の井戸は、ほぼ稼働していない井戸である。稼働している井戸では、揚水が減少する期間が 1~3 か月程度の井戸が多い状況が示された。揚水が減少する 1~3 か月間は、乾期の後半に相当すると考えられる。

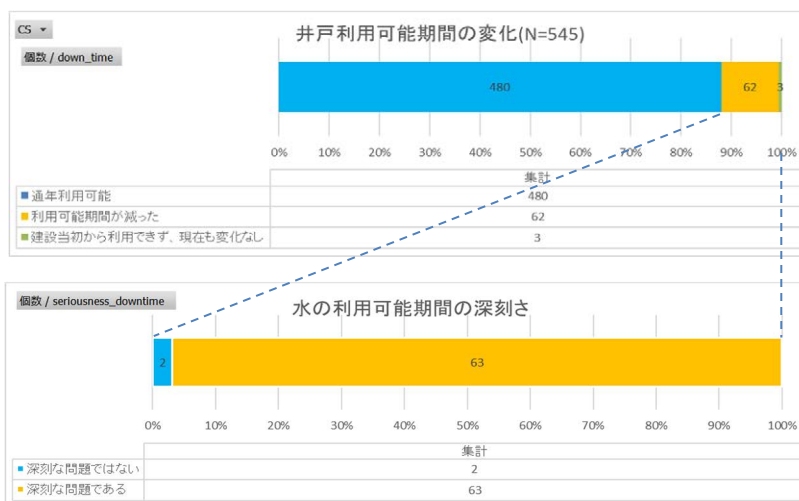


図 3-34 揚水可能期間の変化

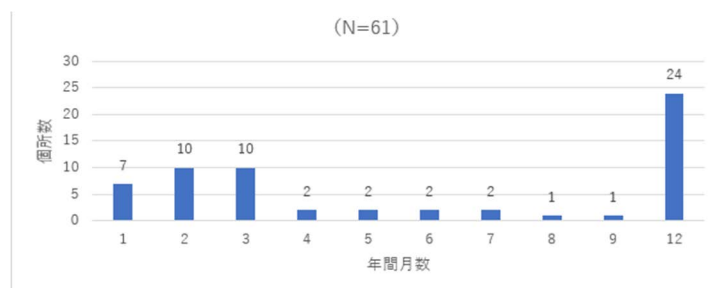


図 3-35 水位が下がって揚水可能期間が制限される月数

ハンドルの重さの変化と、揚水可能期間の変化を組み合わせると比較したところ（図 3-36）、ハンドルが重くなった井戸の 15%、軽くなった井戸の 7%、変化の無い井戸の 11%で揚水可能期間の減少がみられていることが示された。ハンドルが重くなった井戸では水位が大きく低下したことで揚水可能期間が減少していると考えられる一方で、軽くなっている井戸においても揚水可能期間が減少している。ハンドルの重さは、利用者個人の感覚に頼るもので、極めて定性的な指標である。また、ハンドポンプの調子によっても重く感じたり軽く感じたりすることがある。揚水可能期間については、記録をつけていない限り厳密さを欠くものの、定量的な側面を持っている。今回のような簡易的な聞き取りによって水位変動の状況を検討する際には、ハンドポンプのハンドルの重さ

に加えて、揚水可能期間の変化を聞くことで、より複合的に検討ができると思う。

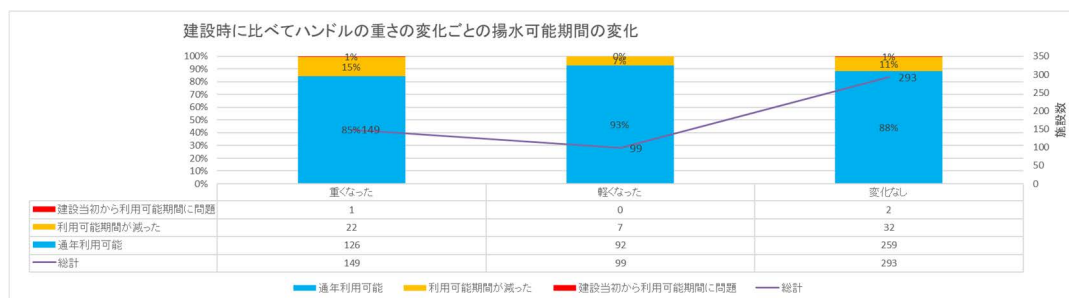


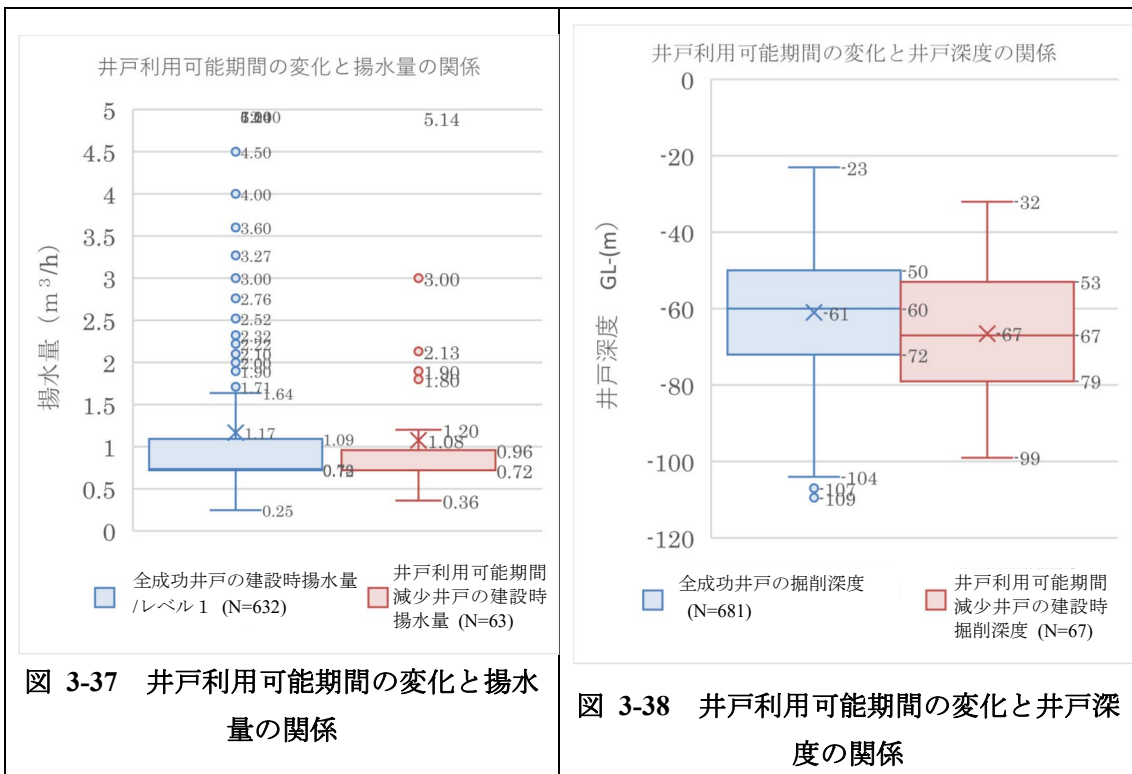
図 3-36 ハンドルの重さの変化と揚水可能期間の変化

【井戸の物理的データと聞きとり結果を組み合わせた解析】

ウガンダにおける給水無償で建設された井戸全体と、その中で揚水可能期間が減少した井戸について、データセットの情報をもとに、揚水量と井戸深度についての分布状況を集計した。それぞれ、図 3-37、図 3-38 に示す。揚水量が低下した井戸の深度は、全体に比べて比較的深い傾向がみられる。揚水量の比較では、中央値に関してはほぼ同じであるが、揚水期間が低下した井戸の 75%が 1m³/h 未満であり、1.5m³/h を超す揚水能力の井戸の割合は顕著に低いことから、揚水能力の低い井戸において水位低下の問題が起きやすい傾向にあると考えられる。

なお、ウガンダにおける主流の井戸掘削工法は DTH 工法では、掘削中にエアで地上に揚水が吹き上げられるため大まかな揚水量を確認しながら掘り進めることが一般的である。現場では、掘削中に揚水量が十分に得られない状態では、少しでも深く掘って水を確保しようとするため、揚水量の少ない井戸では比較的深く掘ることが珍しくない。

ウガンダは、雨期には雨水の利用が広がっている一方、乾期においては地下水への依存が高まり、季節的な揚水量の低下を生じる井戸であっても存在意義は極めて高いと考えられる。もともと井戸の能力が高くなく、季節変化を大きく反映する井戸は、地質要因、気候要因といった自然条件の影響を受けている可能性がある。このような地域では、利用可能な地下水が非常に貴重なため、水資源量の適切な把握や使用の効率化、適正化、モニタリングが重要となると考える。



3.7 水質についての集計・分析

3.7.1 水利用者の問題認識（聞き取り結果より）

課題：水質の悪化について利用者の認識状況

データ：水質悪化の認識の聞き取り

結果：色、異物、味、臭いなどにより 4%の井戸で水質が悪化したとの認識がある

水質問題は、極めて重要な課題である。図 3-39 に、水質に問題ありと回答された井戸の稼働率について示す。稼働率は 55%程度であり、全体の稼働率に対して極めて低くなっている。水質問題の改善は、給水事情の維持、改善において必要不可欠な課題であるとする。本調査で得られた知見について、以降で議論する。

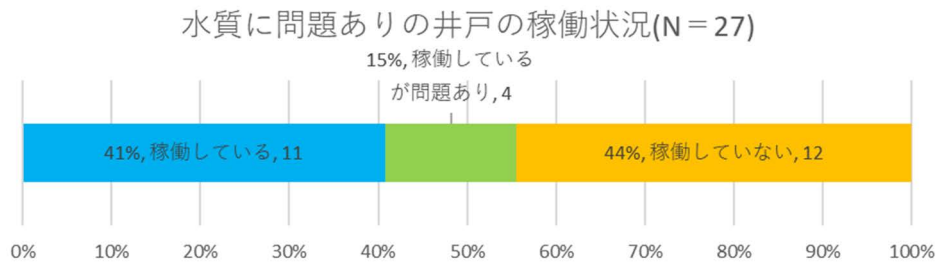


図 3-39 水質に問題ありの井戸の稼働状況

ハンドポンプ井戸において、稼働していない井戸も含めて水質の変化があったかどうかを聞いたところ、534 サイト中 22 サイト（4%）で悪化したと回答された（図 3-40）。

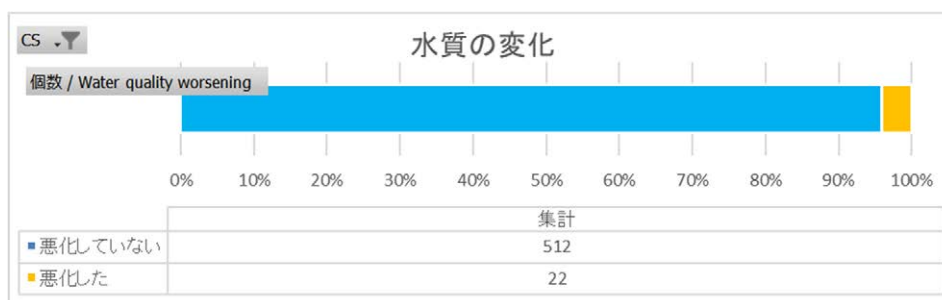


図 3-40 水質が悪化したかどうかについての聞き取り結果

水質悪化の内容を複数回答で聞いた内訳を図 3-42 に示す。最も多いものは色で、次いで味、砂・泥混入、臭い、その他異物混入であった。砂・泥など異物の混入は、孔内のケーシングの破損や冠水時の砂泥混入が考えられるが、錆や溶存物質が析出した不溶性のフロックも形状によっては砂や泥に見える場合がある。

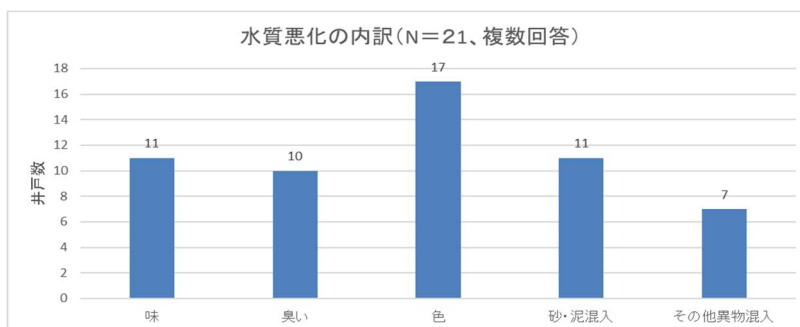


図 3-41 水質悪化の内訳（複数回答）

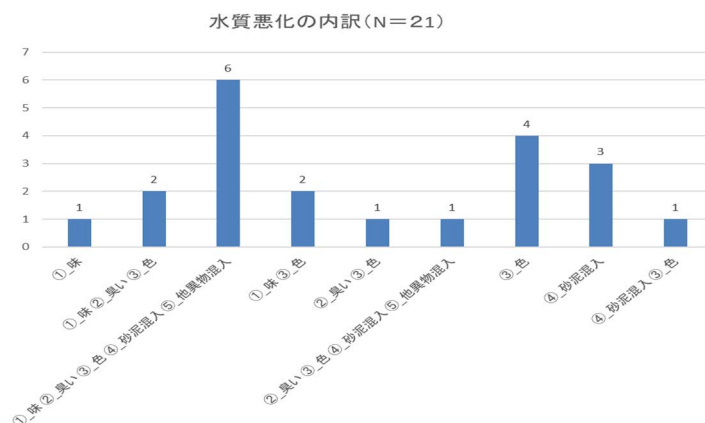


図 3-42 水質悪化の回答内訳

3.7.3 水質測定結果から見出される水質課題

分析事項：水質の変化や汚染が生じているのか(pH、EC、鉄、硝酸に着目)
データ：水質測定結果・降水量マップ・土地利用図・地質図
結果：地域的な水質汚染が生じている。
提言：関連する分野をまたぎ、課題をより明確にし、地域やターゲットを絞り込むみ、調査、対策が必要

(1) 建設時の測定値との比較

本調査では、採水が可能であった井戸について、水質測定を 469 サイトにて実施した。測定項目および、データがデータセット中の同項目のデータの有無について表 3-11 に示す。

表 3-11 水質測定項目と建設時の測定データの有無

項目	建設時の測定有無	項目	建設時の測定有無
pH	あり	硝酸	あり
EC	あり	マンガン	あり
TDS	あり	アンモニウム	無し
温度	あり	カルシウム硬度	無し
鉄	あり	M アルカリ度	無し
フッ素	あり		

本調査での測定値の傾向を知るため、建設時の測定値、本調査での測定値（全体）、本調査での測定値（水質問題あり）、本調査での測定値（赤水問題あり）について値の分布を集計し比較を試みる。ここでは、主要な測定値として、pH（図 3-43）、EC（図 3-44）、鉄（図 3-45）、硝酸（図 3-46）について示し、分析を試みる。

【pH】

pH は、施工当初と比べて全体的に値が低下（中央値が 6.80 から 6.18）している。本調査での測定値から施工当初の測定値を引いた差の分布からも低下傾向が示される（図 3-43、図 3-47）。水質問題ありサイトのうち、赤水問題があるとされた井戸では本調査での測定値のなかでも低いレンジに相当し、低い pH において赤水を生じやすいという既存の認識と整合している。

【EC】

EC は、施工当初と比べ、若干ではあるが上昇の傾向（中央値 22 から 24mS/m）を見せている。本調査での測定値から施工当初の測定値を引いた差の分布からも上昇傾向が示される（図 3-44、図 3-48）。水質問題ありサイト、さらに赤水問題サイトにおいて高いレンジに相当することが示され、溶存物質の量と水質問題が関連している可能性が示された。

【鉄】

鉄は、施工当初と比較し、全体的に顕著に低下しているものの、水質問題、および赤水問題のあるサイトでは、比較的高いレンジを示している（図 3-45）。鉄濃度自体は、強く褐色を呈するほどの濃度ではなく、自然由来の鉄と赤水との関連は不明である。より顕著にみられる傾向としては、本調査における鉄濃度においては、鉄濃度の比較において、建設時と比較して著しい減少を示している点である。

【硝酸】

硝酸は、施工当初と比較して全体的には濃度低下している一方、著しく増加しているサイトも含まれている（図 3-46）。本調査で用いたパックテストの測定範囲の上限である 45 mg/L を超えている井戸が 7 サイト確認されている。水質に問題のあるサイト、赤水問題のあるサイトでは、硝酸は比較的高いレンジを示しているが、45mg/L を超えているサイトにおいて、水利用者にとって水質は問題と認識されていない。硝酸の濃度が 45 mg/L であるため実際の濃度は不明であるが、硝酸の WHO 飲料水質ガイドライン値（4th Edition）50 mg/L に近いか超過している可能性がある。

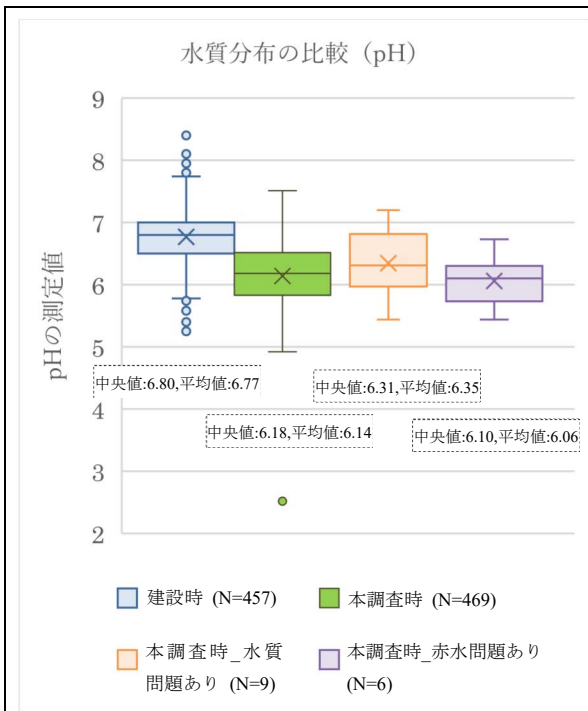


図 3-43 水質分布の比較 (pH)

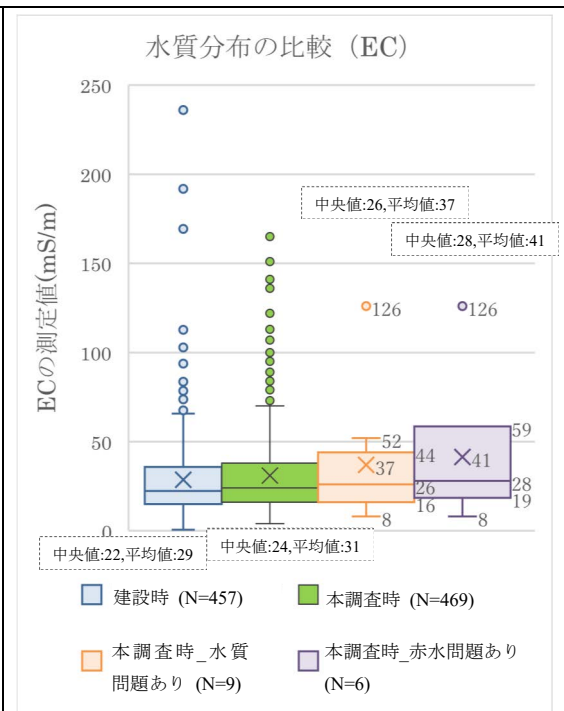


図 3-44 水質分布の比較 (EC)

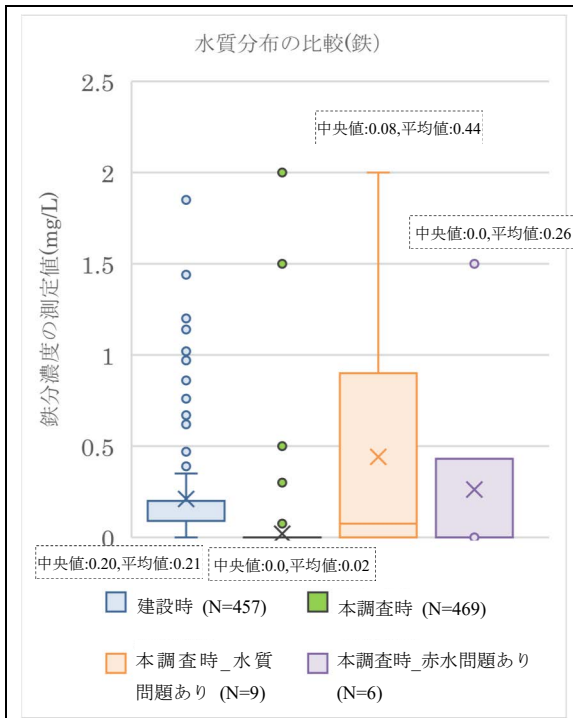


図 3-45 水質分布の比較 (鉄)

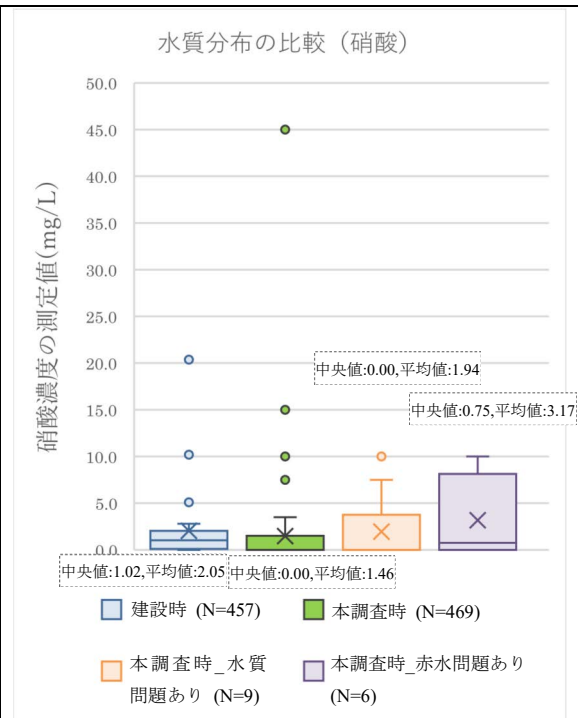
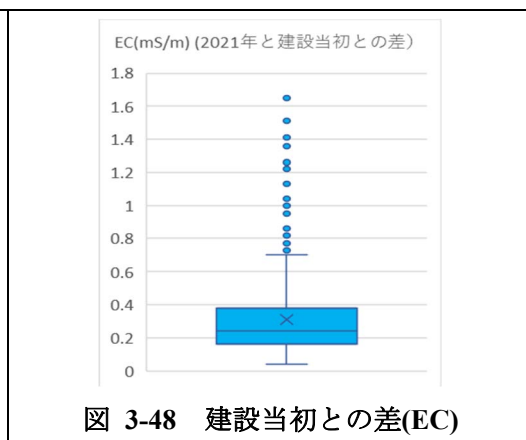
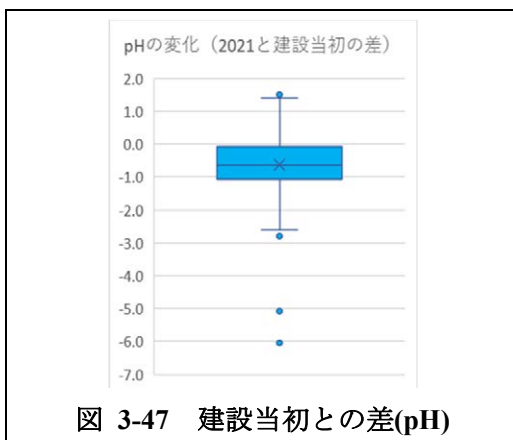


図 3-46 水質分布の比較 (硝酸)



(2) 鉄の測定値についての考察

pHは全体的な低下傾向、ECは若干の上昇傾向がみられるが、これらの変動は様々な背景によるものであるため、ここではまず鉄について述べる。

鉄は地層中に普遍的に含まれる物質である。酸化的环境下では3価の鉄として固体で安定しているが、還元环境下あるいは酸性环境下において水中へ溶解する。そのため、帯水層の酸化還元状態が鉄の溶存条件と極めて密接に関連している。すなわち、鉄の含有濃度が低下した要因の一つとして、地下水が酸化的环境下へ変化した可能性が考えられる。地下水が地下に賦存されている間は地下水の移動は極めて緩やかなため、地下水の移動が少ない亀裂帯、帯水層では地下水が滞留し還元環境が進行し、鉄の溶出も促進

される。そこへ井戸を掘削すると、滞留していた水が排出され周辺域から地下水が涵養される。雨水が比較的短期間に亀裂帯、帯水層に涵養されるような環境下では、酸化的な水が涵養され鉄分の少ない状態の水が揚水されることになる。井戸施工後、数か月～数年程度で鉄分がほとんど含まれなくなる事例は他国でも存在している。ウガンダにおいて、雨期と乾期で水位変動が起きていることや、雨期の間は広く雨水貯留が活用されるほどに降水があることを踏まえると、一つの仮説として挙げられると考える。

(3) 硝酸についての考察

硝酸については、45 mg/L 以上という高濃度含有地下水が確認されている。WHO の飲料水水質ガイドラインでは、50 mg/L を健康上のガイドライン値として示している。利用者が認識している水質の問題と、化学分析を行うことで検知される汚染との間に乖離があり、気付かないうちに健康を損なう恐れもあることから、聞き取り結果にかかわらず実際の汚染状況には注意が必要である。そこで、次に硝酸に着目して、議論を行う。硝酸の地域的な汚染状況を確認するため、まず行政区分図上に濃度分布を示す（図 3-49）。1.5 mg/L 以下の低濃度地下水の分布は井戸分布域の全域に存在するが、高濃度地下水の分布は偏りがみられる。そこで、図 3-49 に示したプロットのうち、低濃度の井戸を表示せず、2.0mg/L 以上の地下水の井戸のみを用いた検討を行う。

【井戸とトイレの関係（聞き取り調査より）】

硝酸は、自然界でもある程度は地下水中に存在するが、ここへ農業における施肥や、雑排水・排せつ物といった人間の活動による混入が起これるとその含有量は著しく増加する。本調査では、トイレと井戸との距離を確認している。井戸から 30m 以下の距離にトイレがあるサイトは、6 か所確認されたが、水質が悪化したとの回答は無い。硝酸およびアンモニアの濃度は、測定キット（バックテスト）の測定限界以下である。水質が悪化したとの回答があった井戸では、トイレとの距離は 30～80m、あるいは 80m 以上である。本調査ではトイレとの距離に関して水質とは明確な関連は見だせない。

〔 BOX-1 硝酸（窒素）の自然界の循環について〕

硝酸は、自然界の窒素循環における一形態である。自然界では動植物の遺体や排せつ物に含まれる窒素化合物は、微生物により分解される過程で、硝化作用によるアンモニア、亜硝酸、硝酸への変換を経て脱窒され大気に放出されたり、硝化作用の途中で植物に取り込まれ植物体の形成に使われたりする。植物に取り込まれない、あるいは大気へ放出されない窒素は、地中で有機物とともに固定されているか、地下水へ溶出する。そのため、自然界でもある程度は地下水中に存在する。ところが、ここへ人間の活動が加わると自然の窒素循環に大きく窒素が付加されることになる。農業における施肥や、雑排水・排せつ物である。

【硝酸と地質・土地利用の関係について】

そこで、既存の地図情報に硝酸濃度をプロットして、硝酸濃度の分布と地質・土地利用との関連性について検討を試みる。公表されている地図は、地質図（図 3-50）、土地利用・植生図（2000）（図 3-51）、土地利用・植生図（2014）（図 3-52）、降水量コンター図（図 3-53）を利用した。地質分布との比較では、傾向は見いだせない。土地利用・植生を 2000 年と 2014 年で比較すると、森林が減少し、耕作地が著しく拡大している様子がわかる。硝酸が高濃度に検出された地域は畑が増加しているとはいえ、硝酸分布地域との明確な関係は見出しにくい。最も良い相関が見られた情報は降水量（図 3-53）である。硝酸の高濃度分布域は、相対的に雨量が少ない地域にあたることが示されている。

【人口増加との関連について】

ウガンダ国では、近年著しい人口増加を見せている。1980 年に約 1,264 万人だった総人口が、2002 年に約 2,423 万人、2020 年に約 4,158 万人と、40 年間で 3.2 倍、この 18 年間で 1.7 倍以上増加している。

人口増加は様々な影響をもたらすが、ここで問題としている自然界への窒素の負荷に関連する要素として、食糧増産に伴う畑作地拡大（施肥、土壤環境の改変含む）と、排水・汚水（排せつ物含む）の排出量の増大があげられる。図 3-51 と図 3-52 の比較でも畑作地を拡大していることは明らかで、高い食糧需要が背景にあるとみられる。このことから、ウガンダ国全体でみると、施肥による窒素の負荷が増加している可能性が高いと考えられる。しかし、上述の通り、土地利用図のような単純な比較では関連性は見いだせないなお、不適切な施肥が土壤の酸性化を招いたり、カルシウムを補わず耕作を長年継続することで土壤からアルカリ分が減少したりするなど、図 3-43、図 3-47 で示す地下水の pH の低下に関与する可能性もあるが、議論する材料が少ないため、地下水の pH の低下についてはここでは議論しない。

【生活排水による汚染】

排水・汚水については、ウガンダ国では、下水の収集処理は発展しておらず、村落域では地表あるいは穴を掘って排出し、地方都市部ではピットに集めた排水・汚水をタンクローリーで収集し、都市縁辺の低地域に投棄している。汚水・排水は非常に高濃度の窒素化合物を含んでおり、汚染のホットスポットになりやすいといえるが、今回の調査では汚水・排水投棄場所との位置関係は確認していないため汚染要因として特定することはできない。排水・汚水についても、処理コストや土地問題が存在するため、課題解決は容易ではない。

【硝酸汚染（水質汚染）の調査、アプローチ】

ここでは硝酸汚染に着目して議論を行った。硝酸を含む水質汚染の解明や取り組みは非常に複雑で関係者も多くコストを必要とする。例えば、硝酸汚染状況と農業や汚水・排水処理との関連を詳細に調べるには、個々の井戸の水質の多項目分析（窒素同位体比や有機マーカ―を利用した汚染ソースの証拠へのアプローチ含む）、土壌分析、施肥状況、地形・地質調査、水使用状況などを行うことで、水の挙動や水質形成解明の糸口となるが、これを漠然と広域で実施することはコストの面からも現実的ではない。そこで、本調査で得られた知見からの提言は、少なくとも硝酸による高濃度汚染地域は現時点で局所的であり、何らかの自然条件と関連している可能性があるため、地域的な課題として範囲を絞った調査により成果が得られるのではないか、という点にある。関連する分野をまたぎ、課題をより明確にし、地域やターゲットを絞り込むことで、より効果的な成果を得ることが期待される。

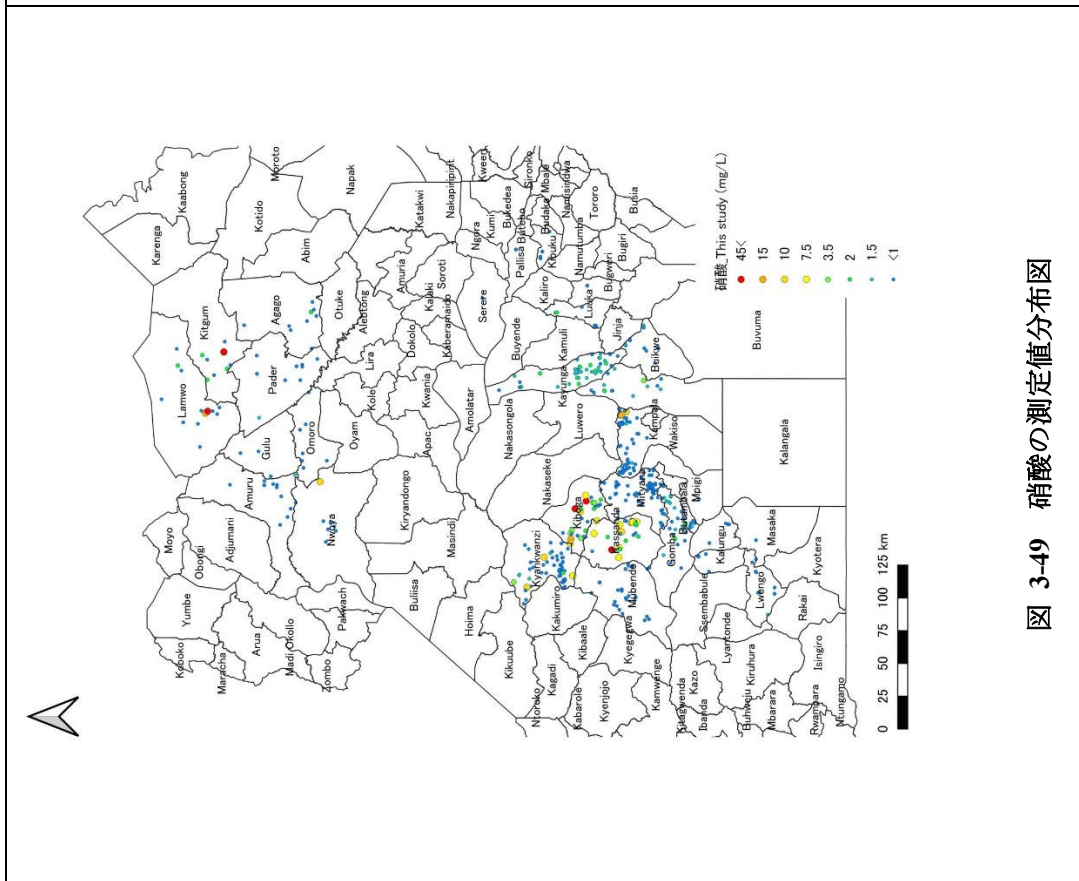


図 3-49 硝酸の測定値分布図

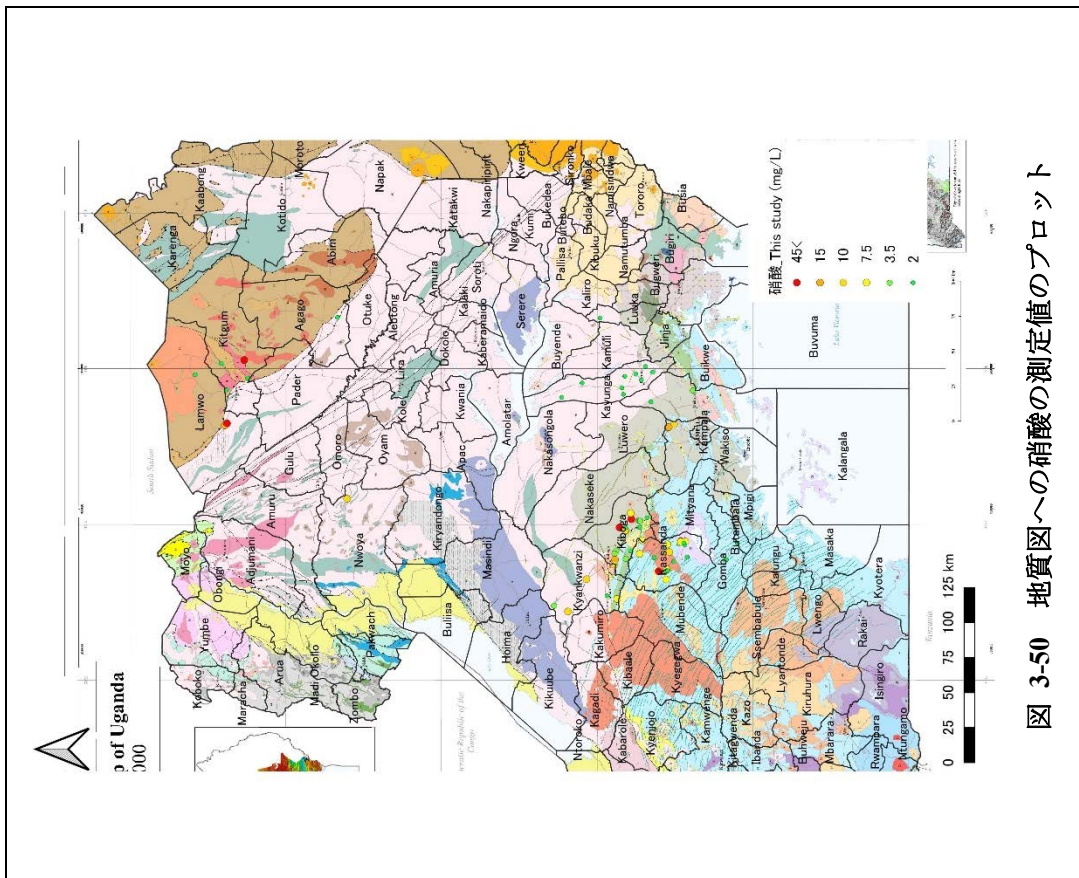


図 3-50 地質図への硝酸の測定値のプロット

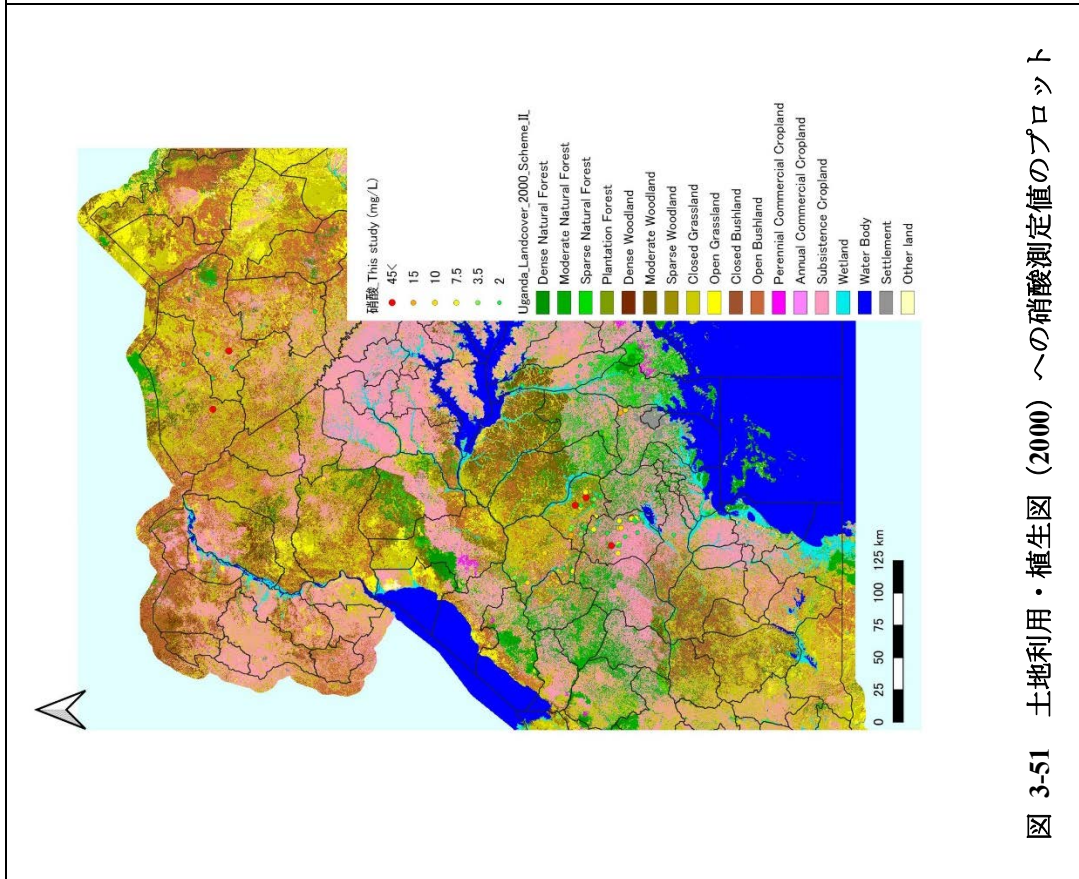


図 3-51 土地利用・植生図 (2000) への硝酸測定値のプロット

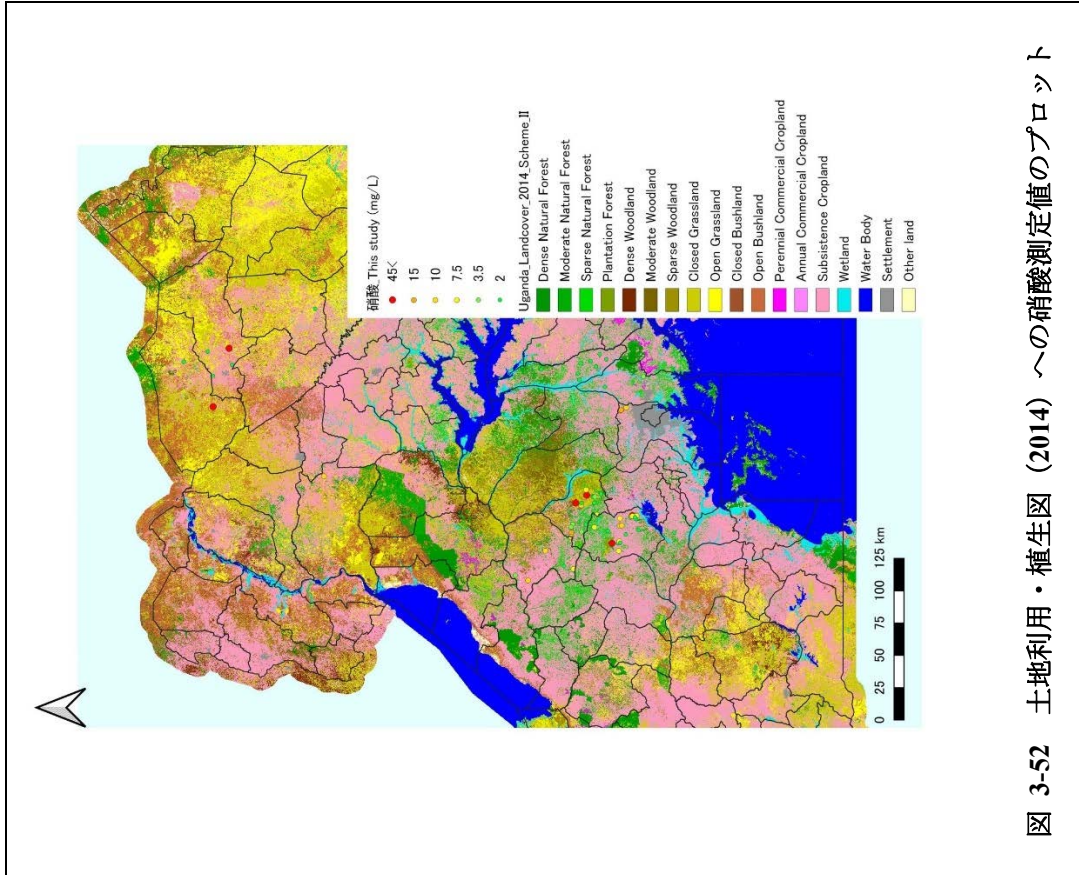


図 3-52 土地利用・植生図 (2014) への硝酸測定値のプロット

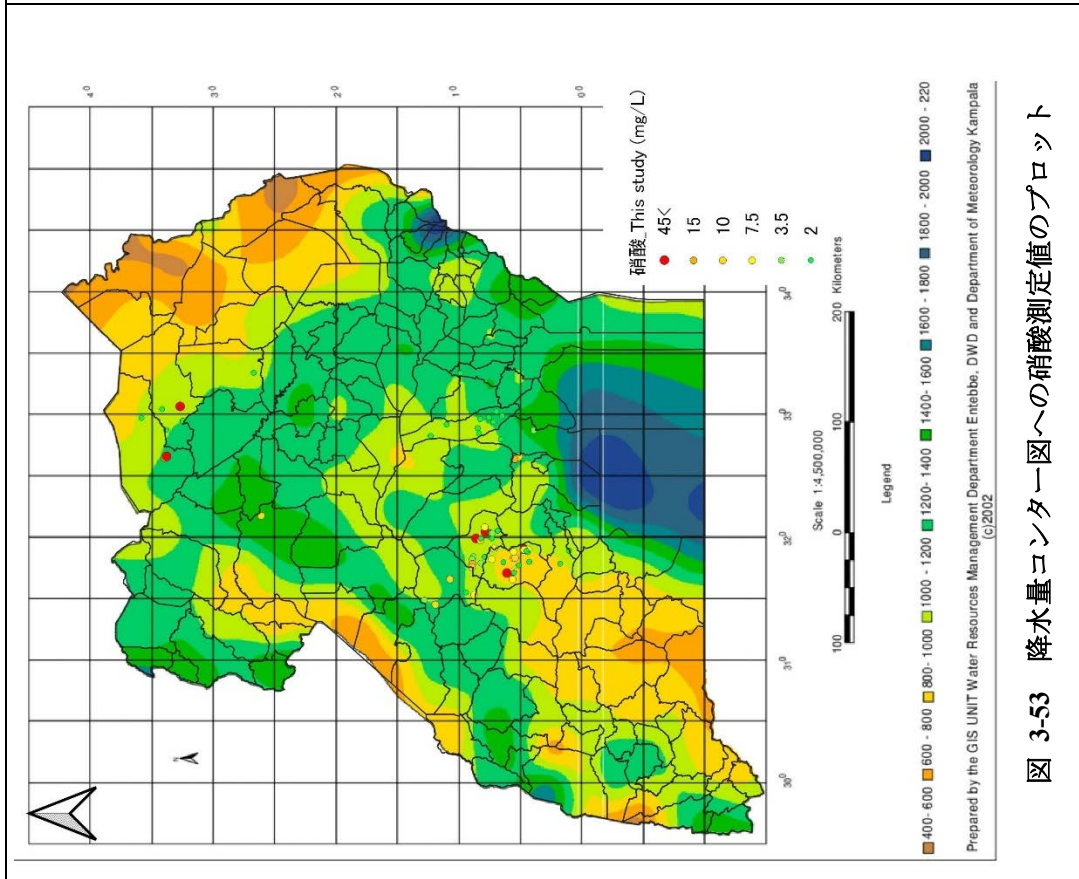


図 3-53 降水量コンタナー図への硝酸測定値のプロット

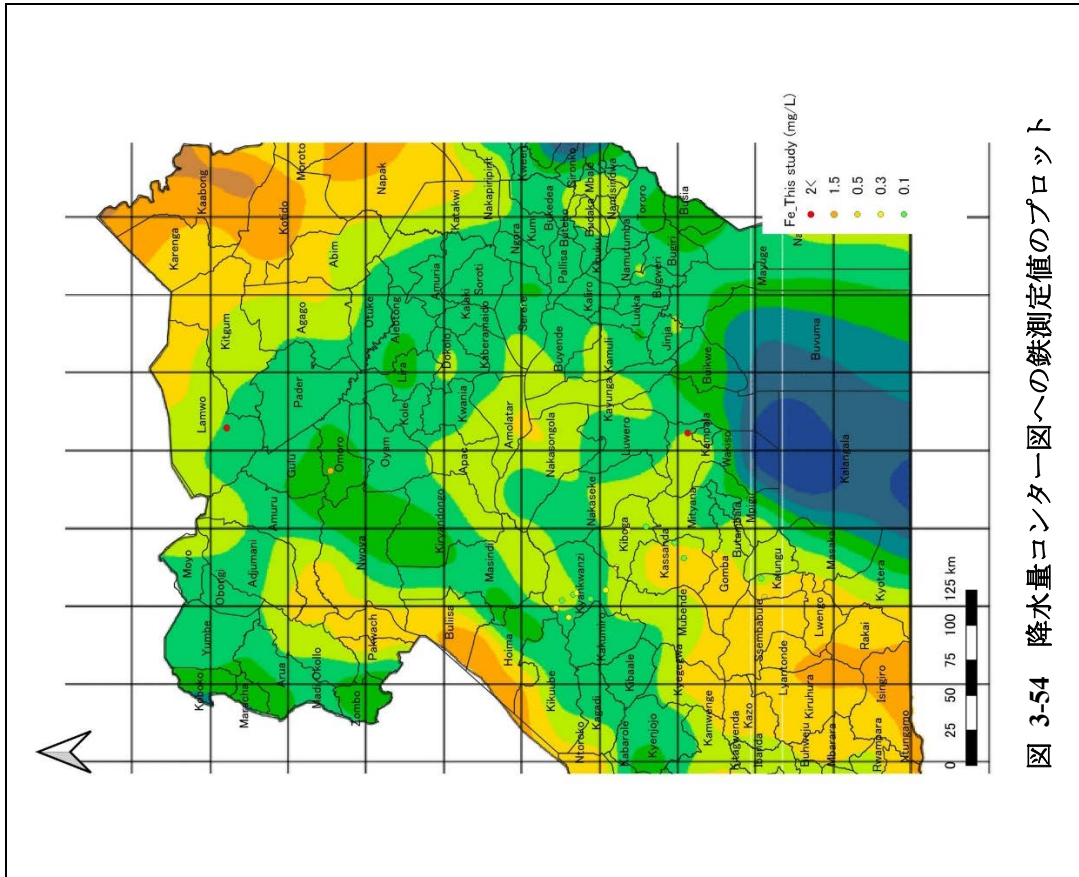


図 3-54 降水量コンタナー図への鉄測定値のプロット

【参考比較；鉄分の分布】

硝酸の高濃度汚染地域と鉄の濃度分布域を比較する、鉄の分布域を降水量にプロットした図を示す(図 3-54)。硝酸の濃度分布と比較すると、硝酸と鉄では高濃度分布域は異なっていることがわかる。すなわち、硝酸と鉄とでは、地下水への混入機構が異なる可能性が示唆される。鉄の汚染についてのメカニズムを解明するためには、硝酸とは異なる手法やアプローチが必要となる可能性がある。この硝酸と鉄の分布域の比較から、調査ターゲットとする汚染物質の種類によって、調査手法やアプローチを検討し、より課題を明確にしたうえで調査を実施することが重要であると考えられる。

表 3-12 資料取得先

	情報取得先
地質図 (図 3-50)	Geological Survey of Finland, 2014. Geological Map of Uganda. ISBN 978-952-217-209-7 https://www.scribd.com/document/423675157/Geological-Map-of-Uganda
土地利用・植生図 (図 3-51、図 3-52)	Uganda Land Cover 2000 Scheme I Uganda Land Cover 2014 Scheme II RCMRD GeoPortal (http://geoportal.rcmrd.org/)
降水量コンター図 (図 3-53、図 3-54)	NAMANYA Didacus Bambahi, 2009. An Assessment of the Impact of climate change on the Health Sector in Uganda: A case of Malaria and Cholera epidemics and how to improve planning for effective preparedness and response. DOI: 10.13140/2.1.1241.4087

〔 BOX-2 地下水保全と食糧増産 〕

自然界に負荷された窒素化合物が地下水に混入するまでには、様々なプロセスを経ることになるが、そのプロセスは、土壌環境、気候（降水、気温など含む）、地形・地質は、互いに複雑に影響しあい、無数のバリエーションを形成している。ウガンダ国において、畑作の拡大および汚水・排水の増大による窒素付加は、ウガンダ国の広域で起きている可能性が高いにもかかわらず、硝酸の高濃度分布は地域が限られており、降水量との関連性が疑われる。このことから、降水量が関連する何らかの自然条件が、地下水中の硝酸濃度増加に寄与している可能性が考えられる。

地下水の硝酸汚染問題に対処するためには、汚染源の特定から汚染機構の概要を明らかにする必要がある。汚染源と想定される食糧生産や排水・汚水の排出は、人間が生きるうえで避けることはできないものの、無制限な活動により生命の源となる清浄な利用可能な水が減少してしまえば、元も子もない。いかにバランスをとりつつ持続可能な環境を構築するかが重要となり、給水分野と農業分野の協力は不可欠である。給水分野は、使った水の行き先や排せつ物についても考慮する必要がある。汚染機構の解明については、現在、有機マーカ―や同位体を用いた手法が発展しており、科学的な手法を用いることで可能性が広がってきている。農業分野における施肥の適正化はコストや収量など一朝一夕に行くものではなく、長期的な視点、支援が必要となる。日本からも農業セクターの調査や技術協力が長年実施されている。1997年にケニア、タンザニア、ウガンダを対象に調査を行った「サブ・サハラ・アフリカにおける農業開発協力のあり方に関する基礎研究 平成9年 JICA」の中ですでに、次のように述べられている。

“サブ・サハラ・アフリカの農業にとっては、増え続ける人口に対する扶養力を増大して行くことが、現在最も強く要請されている役割ではあるが、生態系を維持し環境を保全しながら生産を持続的に発展させて行くことも要請されているのである。したがって、天水農業それ自体の改善、すなわち生態系を維持しながら生産性を高めるような工夫が必要なのである。”

「人口問題が農業・農村環境に与える影響に関する基礎調査—ウガンダ共和国—平成20年3月 財団法人 アジア人口・開発協会」の中では、ウガンダの森林劣化に関連し、“本質的な課題は、増加する人口と自然環境がどのように調和し、共存を図っていくかという点、特に急激な人口増加によって生じる農業・農村の環境劣化にどのように対処するのか、という点というべきであろう。”と述べられている。本調査により見出された課題と通じるものである。

3.7.4 赤水について

分析事項：ハンドポンプのパーツと赤水の関係および腐蝕性指標について

現状：現地で問題の認知が進み、ステンレスパイプなどの導入による解決が図られている。

提言：pH での腐蝕性の評価には、幅がある。特に pH7.0 付近では pH のみによる腐蝕性評価には注意する必要がある、pH6.8 であっても析出性の水質や、逆に pH7.2 でも腐蝕性の水質の可能性はある

(1) 赤水についての現状認知と対応

色の悪化は、赤水問題に代表される。ウガンダ国では、ハンドポンプの地下部分のパーツである、GI 製の揚水管や鋳鉄製のピストンシリンダなどが、やや酸性の地下水により腐食が生じ、鉄さびが混入して“赤水”として問題視されている。

本邦コンサルタントによる現地聞き取りによると、ハンドポンプの揚水管は、従来 PVC または GI 鋼管（亜鉛メッキ鋼管）が使用されていたが、水質に問題がある地域ではステンレスパイプへの変更が進み、ステンレスパイプが標準とされているとのことである。ステンレスは、材料コストが高いものの耐腐食性に優れているため、腐食が懸念される地域では用いられる傾向にある。ステンレスの材質にも種類があり、Nwoya 県の DWO は、ステンレスの材質は SUS 304 あるいは SUS 316 を推薦している。近年では、ウガンダ政府による井戸建設の場合は、最初からステンレスパイプを使用するのが通例となっている。

北部地域の Amuru 県では、2009 年～2013 年にかけて 57 本の井戸が USAID により建設されたが、1 年以内に 40 本の井戸が高濃度の鉄分により放棄される事態となった。これに対し、USAID はこれらの井戸の揚水管を GI から PVC へ変更したが、PVC は強度の問題があり、さらにステンレスに変更されている。

PVC パイプには強度の限界が有り、技術協力プロジェクト「アチョリ地域コミュニティ開発計画策定能力強化プロジェクト（ACAP）」において、30m 以上の長さには適さないと評価されている。

中部地域の Bukomansimbi 県では、県独自で予算措置を講じて毎年 10～20 本程度の井戸を対象にして、揚水管をステンレススチールパイプに変更する予算措置を講じている。

(2) 赤水についての聞き取りと揚水管の材質

本調査では、赤水の問題があるかどうかについて、水質が悪化したかどうかにかかわらず、全てのサイトで聞き取りを行ったところ、19 サイトで赤水の問題があるとの回答であった。聞き取った揚水管の材質と赤水発生状況の集計を図 3-55 に示す。少なくとも、材質が GI である井戸において相対的に赤水発生率が高いことは示されている。

PVC やステンレスについても発生しているとの回答であるが、PVC については、腐食により錆が発生するものではないため赤水との関連は不明である。ステンレスについては材料の品質が悪く耐腐食性が低い場合には錆の発生も起こり得る。

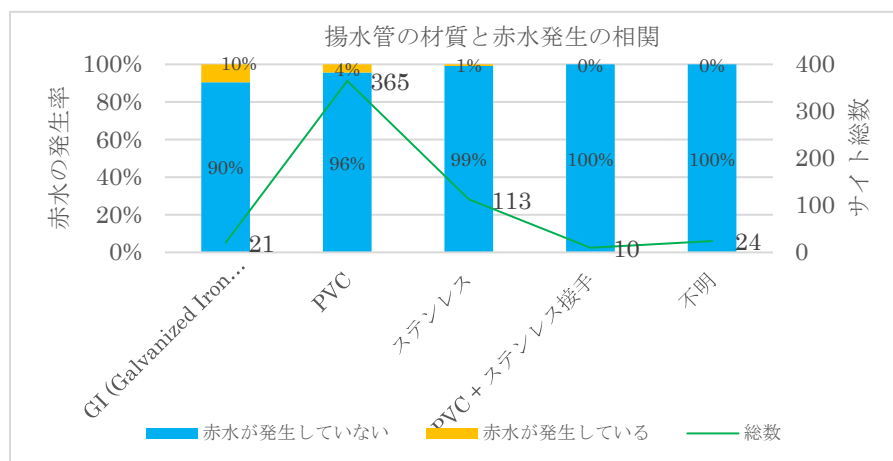


図 3-55 揚水管の材質ごとの赤水発生状況

(3) 鉄の濃度測定結果と赤水について

金属の腐蝕以外に地下水が褐色に着色される例としては、もともと地下水に含まれる鉄分が酸化され水酸化第二鉄が形成されることによる場合がある。本調査で行った鉄の濃度測定結果によると、0.3 mg/L 以上のものは 11 試料、最大濃度は 2 mg/L が 1 試料。そのうち水質に問題ありと回答された井戸は 3 試料、さらに赤水の問題があるとされている井戸は 1 試料のみである。今回測定した鉄分濃度では、短時間に着色が生じるほどの濃度ではなく、赤水との関連は不明である。

ウガンダ国において、地下水に高濃度の鉄分が含まれる問題が無いわけではない。例えば、ACAP の対象地域となった各県では、多かれ少なかれ高濃度の鉄分の問題を抱えている。鉄に加えてマンガンの濃度が高い県もある。Lwengo 県では鉄分除去のため、砂濾過による Sand Filter を使用しているところもある。

(4) 赤水と腐食性の水質について

本調査では腐蝕性の評価についてランゲリア指数に注目し、pH のみで評価することの妥当性と留意点について考察した。

腐食性の水質により管材が腐食することによる錆の発生や水への着色は、揚水を止めている夜間などに進行し、揚水を再開した直後に赤水が揚水されるため、問題の認識や水質との関連を見極めることが難しい場合がある。上記で述べた通り、赤水問題においては、地下水の腐食性が要因にあるとされている。腐食性については、Vincent Casey *et*

al. (2016)¹によると、pH が 7.0 を下回るものについて、腐蝕性の可能性があるため注意する必要があることが述べられている。すなわち、pH7.0 未満を指標として用いる方法である。これに対し、腐食性の有無、程度を示す指標として、一般にはランゲリア指数が用いられるが、複数の測定結果からの算出のためコストがかかる。もし、pH7.0 を指標とすることで十分ということであれば、pH7.0 の指標は簡易であるが実用的であるといえる。本調査では、pH とランゲリア指数を比較し、pH 測定値から腐食性を判断する際の留意点を調べるため、ランゲリア指数を算出するための測定を行った。

図 3-56 に pH とランゲリア指数の散布図を示す。強い相関を示すことは明らかであるが、ある pH の値に対して、ランゲリア指数の値に幅があることがわかる。例えば、pH6.9 付近の値は、ランゲリア指数では、-1.2~0 あたりの幅を持っている。これは、ランゲリア指数、すなわち腐食性（あるいは析出性）の要因が複数の要素から成っているためであると考えられる。すなわち、pH7 付近であれば、溶存物質によっては腐食性にも析出性にもなり得ることを示している。

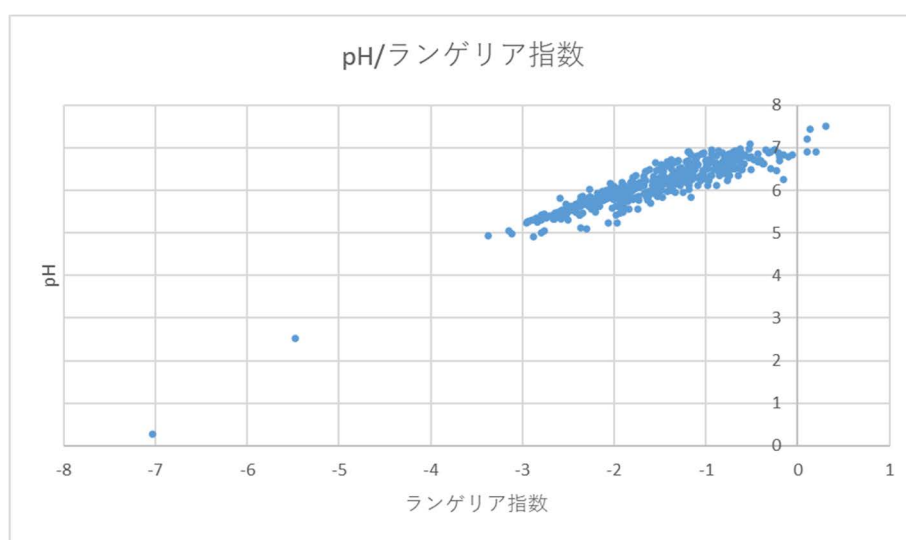


図 3-56 pH とランゲリア指数の相関

赤水に関する情報は、本調査前に想定した主要課題の一つであるが、本調査結果からは赤水について直接検討、議論するために必要な情報は得られなかったが、腐蝕性の指標について上記検討を行うことができた。

〔 BOX-3 ランゲリア指数について 〕

ランゲリア指数は pH、TDS、温度、カルシウム硬度、アルカリ度をもとに算出し、

¹ Vincent Casey, Lawrence Brown, Jacob D. Carpenter, Jacinta Nekesa, and Bonny Etti (2016) The role of hand pump corrosion in the contamination and failure of rural water supplies, Waterlines Vol. 35 No. 1.

正あるいは負の整数で算出される。負の値が大きいほど腐食性を示し、正の値が大きいほどカルシウムが析出しやすいことを示す指数である。ランゲリア指数は、カルシウム、アルカリ度や pH の値が上昇すればランゲリア指数の上昇へ作用し、炭酸や硝酸など pH の低下に寄与するような溶存物質濃度が高まればランゲリア指数の低下に作用する。ランゲリア指数は、腐蝕性を示す明確な指標であるが、pH 以外に複数の測定を必要とする。pH とランゲリア指数の比較から、pH7.0 未満を腐食性として注意することに関しては、簡易調査としてはおおむね妥当であると考えられる。ただし、腐蝕性の程度については、ある程度のばらつきを含んでいること、また pH7.0 付近の水については、他の溶存物質（特にアルカリ分）の影響次第で、pH7.0 未満であっても腐蝕性ではない場合あるいはその逆の場合が生じる可能性があることに留意しておく必要があると考えられる。

3.8 学校での調査結果の集計・分析

分析事項：利用可能な給水施設のタイプによって給水の安定性、清掃等に影響が出ている可能性について

データ：利用可能な給水施設・給水の充足状況・給水不足月数・清掃状況・維持管理活動状況

結果：

- 1) 小学校敷地内に専用の井戸あるいは管路給水施設がある場合が最も給水が安定し、雨水貯留や外部の共同給水施設に依存している学校では年間の給水不足月数が多い傾向がある。
- 2) 給水の安定性と清掃状況との関連性は強くないものの、給水不足月が長期にわたる場合には清掃事情を悪化させる可能性がある。
- 3) 給水が最も安定している学校で維持管理活動が低下している傾向がみられた。

提言：

- 1) 学校における給水施設を計画、検討する際に、利用可能な給水施設の給水の安定供給能力に着目することが重要。
- 2) 給水施設のハード面を向上させると同時に、啓蒙や活動のモニタリング、継続的な監督・指導などソフト面の支援、強化がより重要

調査対象：小学校

地域：給水無償で建設された井戸の分布する 31 か所の県

調査数量：1 つの県あたり平均 4.1 校（最大 7 校、最小 2 校）合計 129 校

調査対象とした学校は、可能な限り給水無償で建設された井戸の近くにある小学校を県の担当者と協議しつつ選定したが、近隣に小学校が存在しない地域も少なくない。結果として、給水無償で施工された井戸を使用している学校は、調査を実施した 129 校中 50 校 (39%) に留まったものの、ウガンダ国における対象地域の学校の水利用状況の一端を把握し、将来の給水事業計画への課題を示す資料になるものとする。

3.8.1 小学校で利用可能な給水施設

調査した各小学校でどのような給水施設が利用可能であるかについての集計結果を図 3-57 に示す。

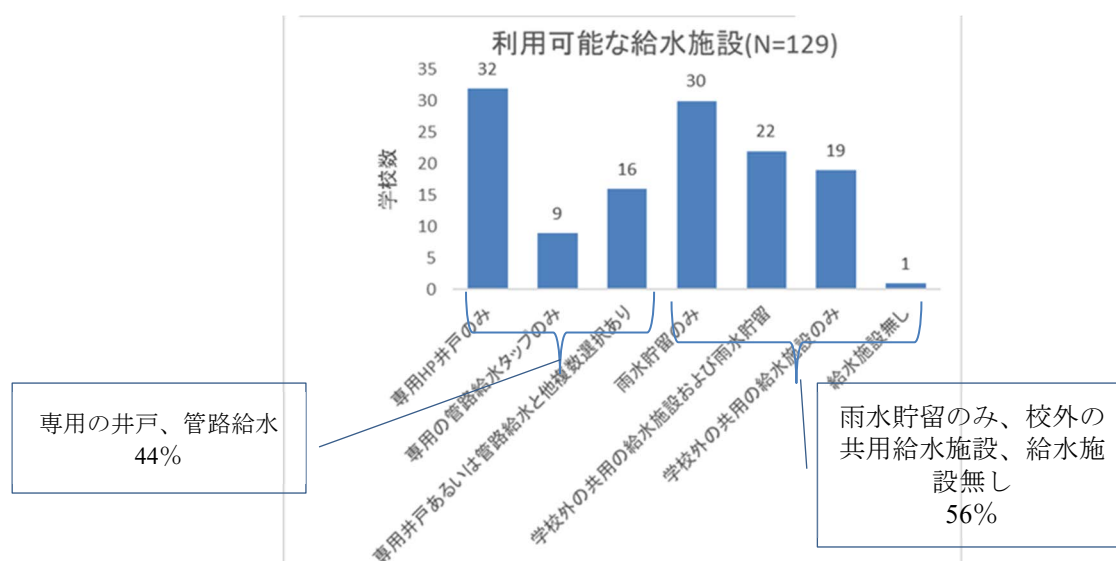


図 3-57 小学校における利用可能な給水施設

給水施設のタイプとしては、様々な組み合わせがあるが、井戸あるいは管路給水の専用設備を持つ学校は合計 57 校 (44%) であり、56%は専用の雨水貯留あるいは学校外の共用給水施設を利用していることを示している。

3.8.2 飲用水の充足割合の背景

学校での飲用水の充足状況を検討するため、上記 1) で示した利用可能な給水施設タイプ分類を用いて飲用水の充足割合を集計した (図 3-58)。その結果、雨水貯留、学校外の共用給水施設のいずれか、あるいは両方に依存している、すなわち専用の井戸あるいは管路給水施設を持たない小学校では、飲用水の充足割合が低いことを示している。

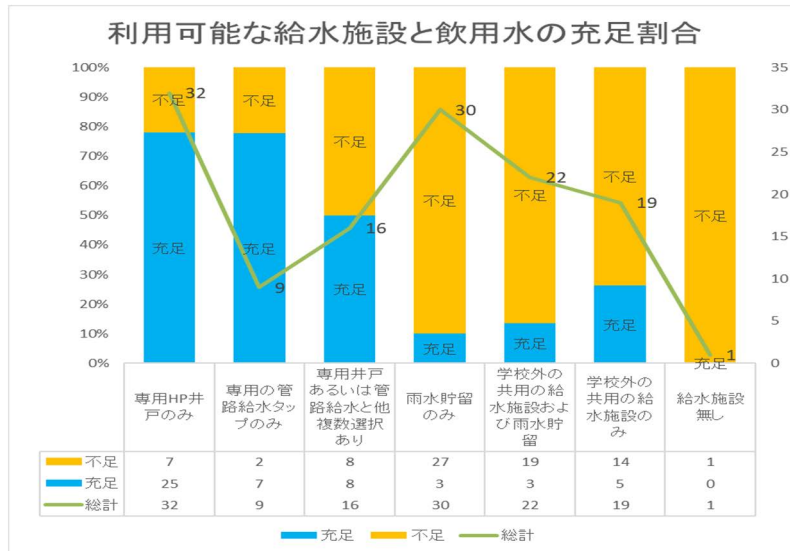


図 3-58 学校における利用可能な給水施設と飲用水の充足割合

雨水貯留による給水は、季節や天候に左右されるため、専用設備であっても、飲用水が充足することが難しいと考えられる。また、校外への水汲みの場合は利便性に課題がある。そのため、これらのことが、小学校において年間を通じて水を得られるかどうかを左右する要因ではないかと想定し、利用可能な給水施設ごとの給水不足月数を集計した（図 3-59）。その結果、専用の井戸や管路給水を持っている学校に比べ、雨水貯留や校外の給水施設を主体とする学校において給水不足月数が顕著に多いことが明らかとなった。

そこでさらに、給水不足月数ごとの飲用水の充足割合を集計したところ（図 3-60）、概ね給水不足月数が多いほど飲用水が充足していないことが示された。給水量が不足すれば水需要が満たされないのは当然予測されることであるが、給水不足月数に着目

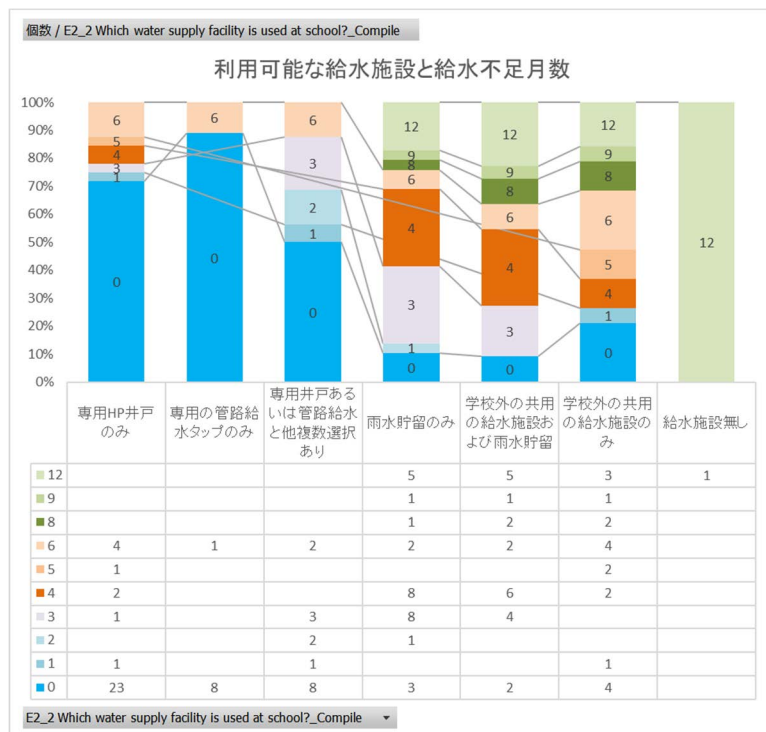


図 3-59 利用可能な給水施設と給水不足月数

(注;帯グラフ上に記載している数字は給水不足月数)

したことで、より実態をつかむことができたと考える。小学校に専用の給水施設があったとしても、それが雨水貯留のみであれば飲用水が充足されにくい状況になりやすいといえる。

また、年間を通じた給水の安定性に加え、施設が校内にあるかどうか、飲用水の充足割合に影響しているとみられる。これは、専用施設が校内にあれば、アクセスが容易であるのに対し、学校外にあればアクセスへのハードルが上がるためと考えられる。飲用水が足りているかどうかという単純な現象の背景には、給水不足月数だけでなく、様々な要素が関連すると考えられるが、今回の調査結果は、給水の安定性と、給水施設へのアクセスのしやすさが、飲用水が充足するかどうかに関係する可能性を示していると考えられる。

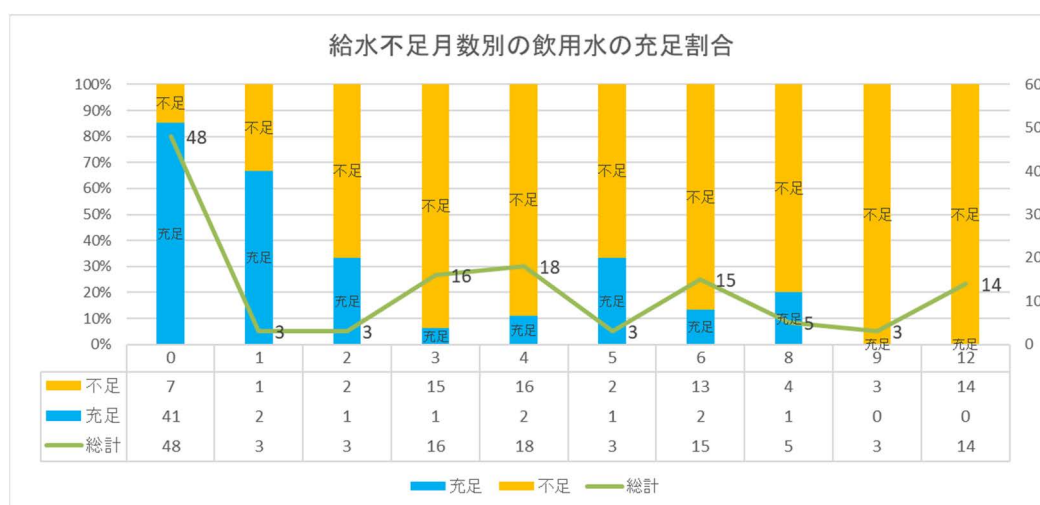


図 3-60 給水不足月数と飲用水の充足割合

3.8.3 清掃状況

施設が綺麗に清掃されているかどうかについて、簡易に客観的な評価を行う目的で、調査員による観察をもとにした評価を行った。その結果を集計し分析を行う。清掃では、水を用いた清掃が含まれることから、給水状況と清掃状況との関連を考察するため、給水の安定性ごとに、調査員による清掃状況の評価結果を集計した。図 3-61 に、給水の不足月の有無と、学校全体、手洗い設備、トイレの綺麗さについての集計結果を示す。これによると、学校全体の清掃状況において、給水不足月がある学校でわずかに悪化している傾向が見られた程度で、いずれも顕著な傾向はみられない。すなわち、水があっても無くてもあまり清掃ができていない学校が一定の割合あり、水の充足割合とはあまり関連が見られないということである。この調査を実施した時期は、コロナ禍により全ての学校で休校であったとはいえ、この結果については、衛生に対する意識に関連している可能性があるのではないかと考える。

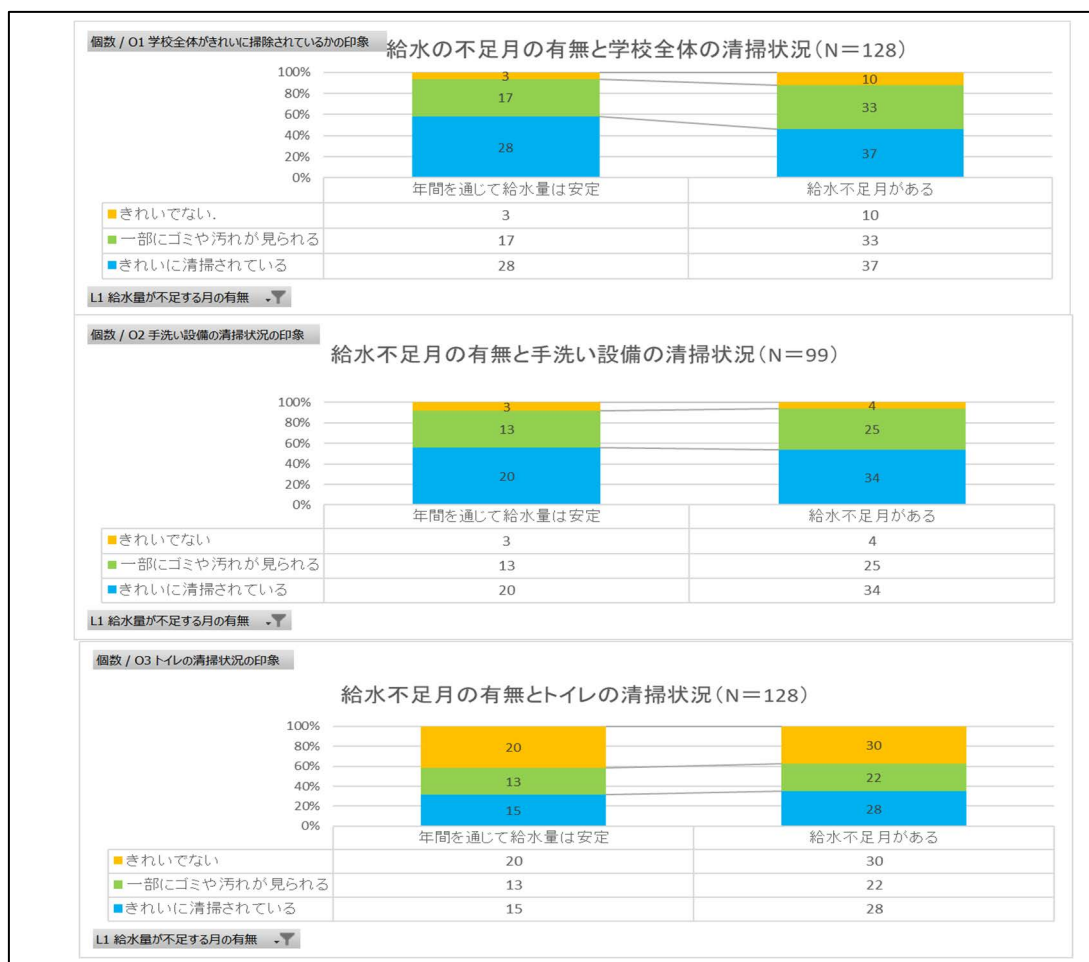


図 3-61 給水不足月の有無と小学校の清掃状況

小学校全体の清掃状況について、給水不足月のある学校でやや清掃状況が悪化する傾向が見られたため、給水不足月数ごとに集計したところ、給水不足月数が5か月以上の学校において清掃状況が悪化する学校が多いことが示された(図 3-62)。給水される水が減少すると水回りやトイレ以外の清掃に使用するための水の優先順位が下がるためではないかと推測する。今回の観察結果による差異はわずかではあるものの、給水不足月数が多い環境下においては、学校全体の衛生環境が悪化する可能性を示していると考えられる。



図 3-62 給水不足月数と小学校全体の清掃状況

3.8.4 維持管理活動状況

本調査では、教師による維持管理活動と生徒による維持管理活動の状況について聞き取りを行った。両方とも活動的である学校は 129 校中 30 校（23%）、いずれかが活動的である学校は 20 校（16%）、いずれも活動的ではない学校が 79 校（61%）であった（図 3-63）。

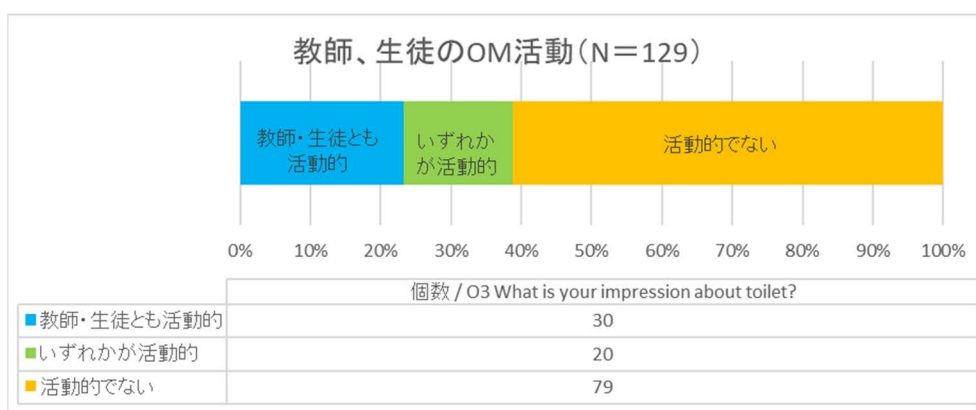


図 3-63 教師、生徒による維持管理活動の状況

維持管理活動の活発さと給水の安定性に関連が無いかどうかを調べるため集計比較したところ、年間を通じて給水が安定している学校において、維持管理活動があまり実施されていないことが示された（図 3-64）。

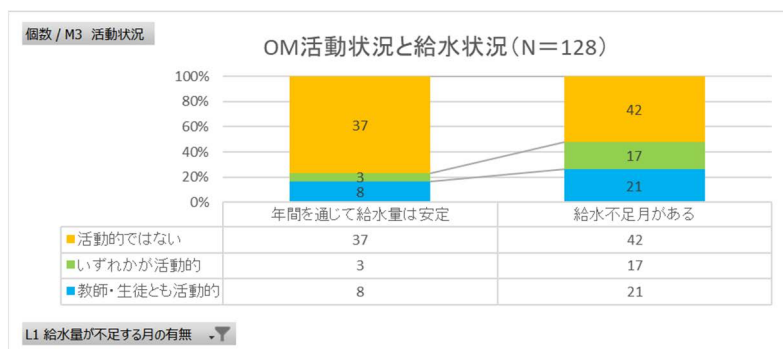


図 3-64 維持管理活動状況と給水不足月の有無

さらに、給水不足月数ごとに維持管理活動状況を集計したところ（図 3-65）、年間を通じて給水が安定している学校においてあまり活動的ではなく、給水不足月数の多い学校で、より活発な状況が見られることが示された。給水施設がより高度に整備され、給水が安定した環境下では、維持管理活動に対して高い意識が生じにくい状況も起きているのではないかと推測する。

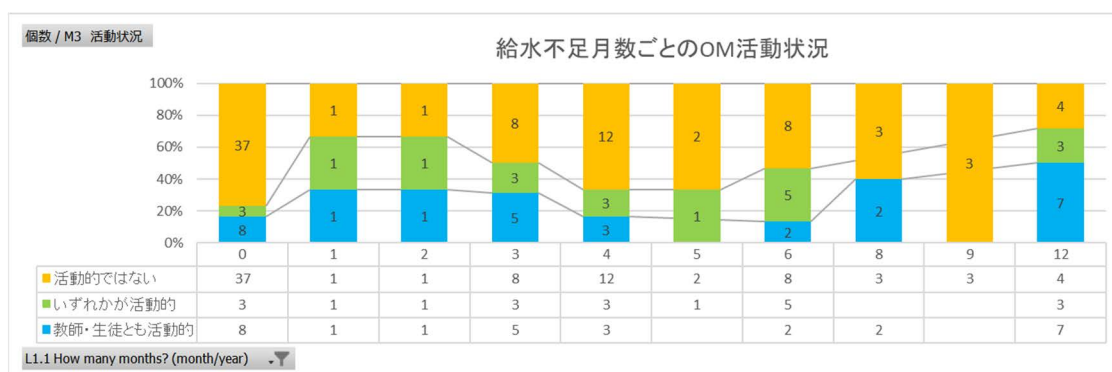


図 3-65 給水不足月数ごとの維持管理活動状況

3.8.5 課題

上記の検討により、給水不足月数が、飲用水の充足の程度や小学校の清掃状況に影響を与えている可能性があることが示された。年間を通じて安定的に水を供給できる井戸へのアクセスを確保することの優位性が示されたといえる。このことは、小学校における給水施設を計画、検討する際に、給水施設の安定供給能力と給水施設へのアクセスに着目することが重要であることを示していると考えられる。例えば、給水が季節的な影響を強く受けやすい地域の学校については、敷地内からなるべく近い距離への井戸の建設、能力の高い井戸からの配水の延長、上水道からの延長を優先的に行ったり、最も状況が悪化したりしている時期には給水車による配水といった手段も含めた検討が有効であると考えられる。

一方で、給水が安定した学校において維持管理活動が減少する傾向が見られたことは、

将来にわたる施設の管理に対しての懸念を示すものである。給水施設のハード面を向上させると同時に、啓蒙や活動のモニタリング、継続的な監督・指導などソフト面の支援、強化がより重要となると考える。

3.9 保健施設での調査結果の集計・分析

分析事項：利用可能な給水施設のタイプによって給水の安定性、清掃等に影響が出ている可能性について

データ：利用可能な給水施設・給水の充足状況・給水不足月数・清掃状況

結果：

- 1) 保健施設敷地内に専用の井戸あるいは管路給水施設がある場合が最も給水が安定し、雨水貯留や外部の共同給水施設に依存している施設では年間の給水不足月数が多い傾向がある。
- 2) 保健施設では飲用水よりも医療用水が不足している傾向がある。
- 3) 給水の安定性が低い保健施設において清掃不足割合がやや高い傾向がみられる。

提言：保健施設における給水施設を計画、検討する際に、保健施設ごとの業務範囲に応じて水需要が異なることを踏まえ、利用可能な給水施設の給水の安定供給能力に着目することが重要である。

調査対象：保健施設（Health Center:Level_3, 4）

地域：給水無償で建設された井戸の分布する 31 県のうち 30 県

調査数量：1 つの県あたり平均 2.3 施設（最大 4、最小 1 施設）合計 68 施設

調査対象とした保健施設は、可能な限り給水無償で建設された井戸の近くにある保健施設を県の担当者と協議しつつ選定したが、近隣に存在しない地域も少なくない。結果として、給水無償で建設された井戸を使用している保健施設は、調査を実施した 68 施設中 20 施設（29%）に留まるものの、ウガンダにおける対象地域の保健施設の水利用状況の一端を理解し、将来の給水事業計画に係る課題解決に向けた資料になるものと考ええる。

3.9.1 患者数

調査を行った保健施設の規模を把握するため、1 か月あたりの患者数、妊婦数、出産数を集計した。1 か月あたりの患者数は 500－1,000 人をピークとし、最大規模は 2,000－3,000 人が 1 施設のみである。妊婦数は 100 人前後をピークとする。出産数は 3 人以上出産を行う施設が半数近くあり、そのうち 50 人以上の出産を行う施設が 8 施設ある。特に出産には多くの水を必要とするため、医療用水として飲用水以外に水の需要が高い

ことが想定される。

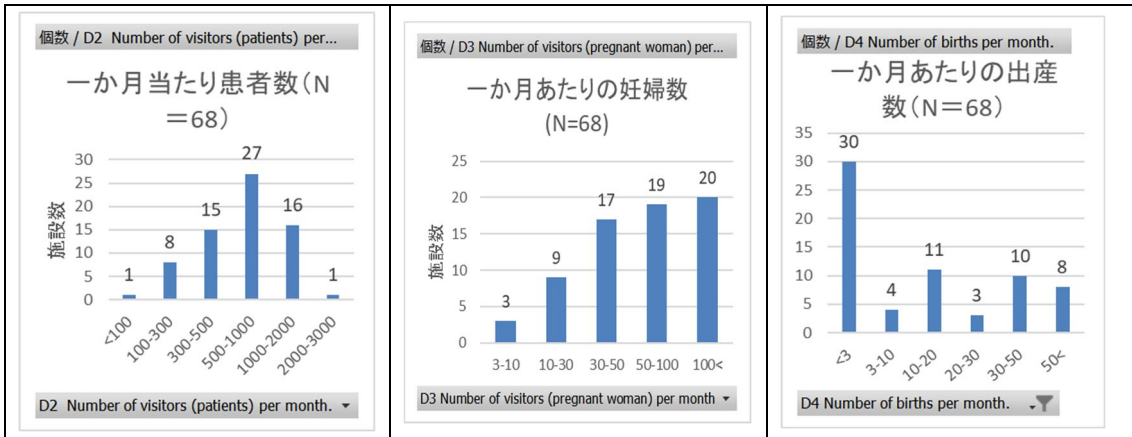


図 3-66 保健施設における 1 か月あたりの患者数、妊婦数、出産数の分布

3.9.2 保健施設で利用可能な給水施設

まず、各保健施設でどのような給水施設が利用可能なものとされているかについて集計を示す。

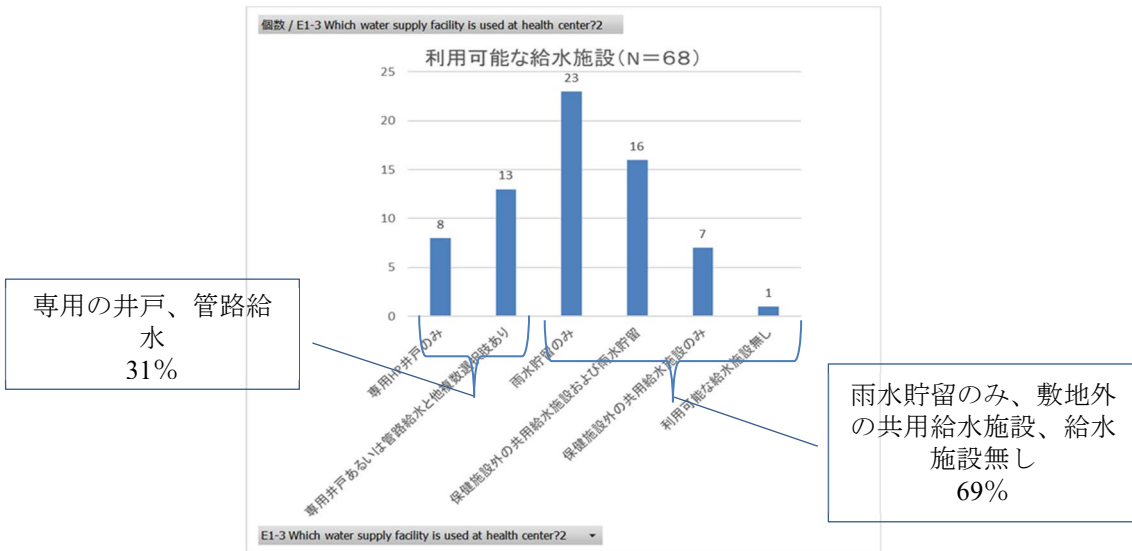


図 3-67 保健施設の利用可能な給水施設

給水施設のタイプとしては、様々な組み合わせがあるが、井戸あるいは管路給水の専用設備を持つ保健施設は合計 21 施設 (31%) であり、69%は専用の雨水貯留あるいは施設外の共用給水施設を利用していることが示された。

3.9.3 保健施設における水の充足割合

医療用水と飲用水の充足割合と利用可能な給水施設との関係について、図 3-68 に集

計した。いずれも、専用の井戸あるいは管路給水施設のある保健施設の充足割合が高いことが示された。さらに、医療用水と飲用水の充足割合を比較すると、医療用水の充足割合が飲用水に比べて低くなっている。医療用水は飲用水よりもより多くの水が必要となるためと考えられる。

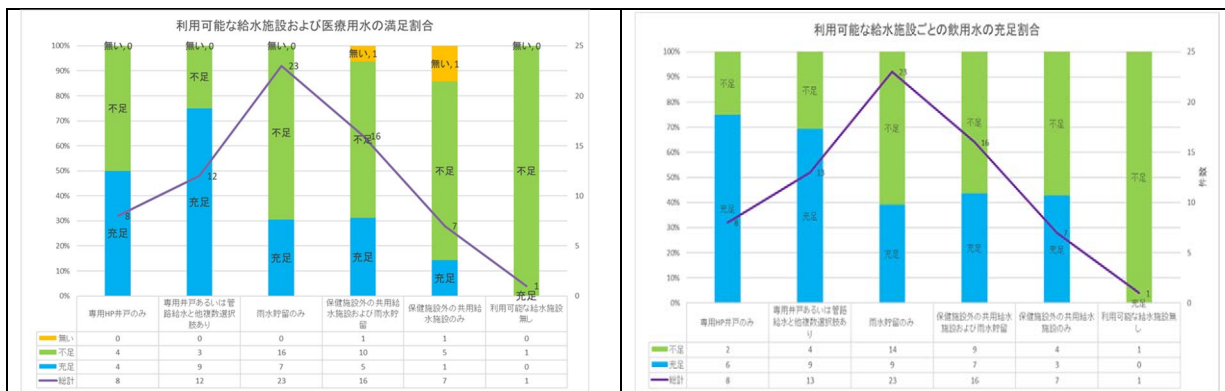


図 3-68 保健施設の医療用水と飲用水の充足割合とその比較

給水の安定性との関連を確かめるため、給水施設のタイプごとに、給水不足月数を集計した結果を図 3-69 に示す。専用の井戸や管路給水施設を持っている保健施設にくらべ、雨水貯留や校外の給水施設を主体とする保健施設において給水不足月数が顕著に多いことが示された。これは、先述の学校での集計と同じ結果である。

給水が安定している給水施設へのアクセスのしやすさが、水の充足割合に大きく影響していることは明らかである。

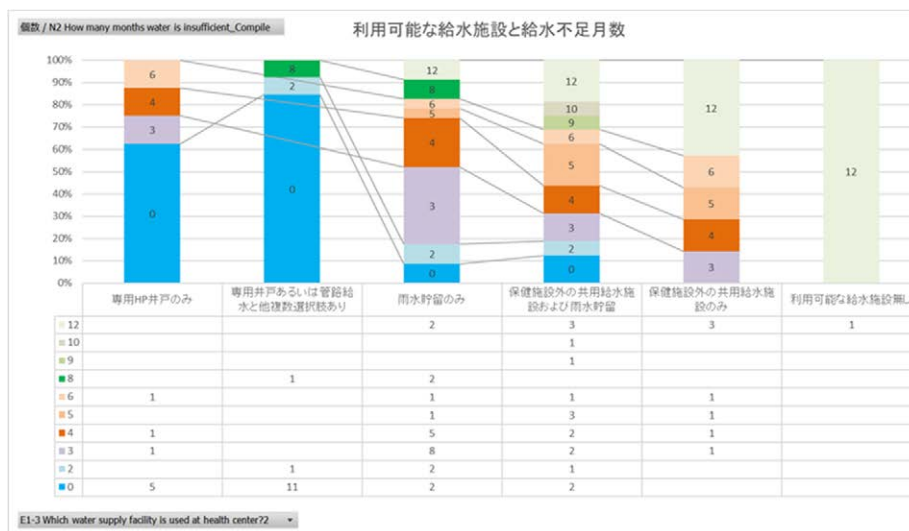


図 3-69 保健施設で利用可能な給水施設と給水不足月数

さらに、出産を行う保健施設においてどの程度医療用水が不足していると認識されているかについて集計を行った結果を図 3-70 に示す。これによると、3人以上出産を行

保健施設の62%で医療用水が不足しているとの回答であった。出産を安全に衛生的に行う上でも水の確保は非常に重要となるため、給水環境の改善に対する需要は非常に高いと考えられる。

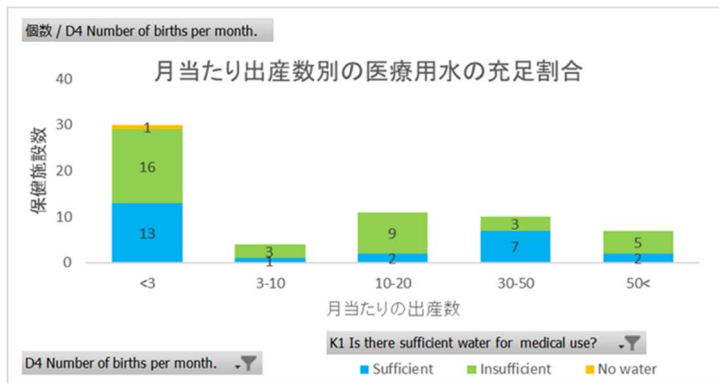


図 3-70 月当たりの出産数と医療用水の充足状況

3.9.4 清掃状況

保健施設が綺麗に清掃されているかどうかについて、簡易に客観的な評価を行う目的で、調査員による観察をもとにした評価を行った。その結果を、集計し分析を行う。清掃では、水を用いた清掃が含まれることから、給水事情と清掃状況との関連を考察するため、給水の安定性ごとに、調査員による清掃状況の評価結果を集計した。図 3-71 に、給水の不足月の有無と、保健施設全体、手洗い設備、トイレの綺麗さについての集計を示す。これによると、給水不足月がある保健施設でわずかに悪化している傾向が見られた。学校に比べて保健施設の方が、より水を使った清掃への意識が高いと推測する。

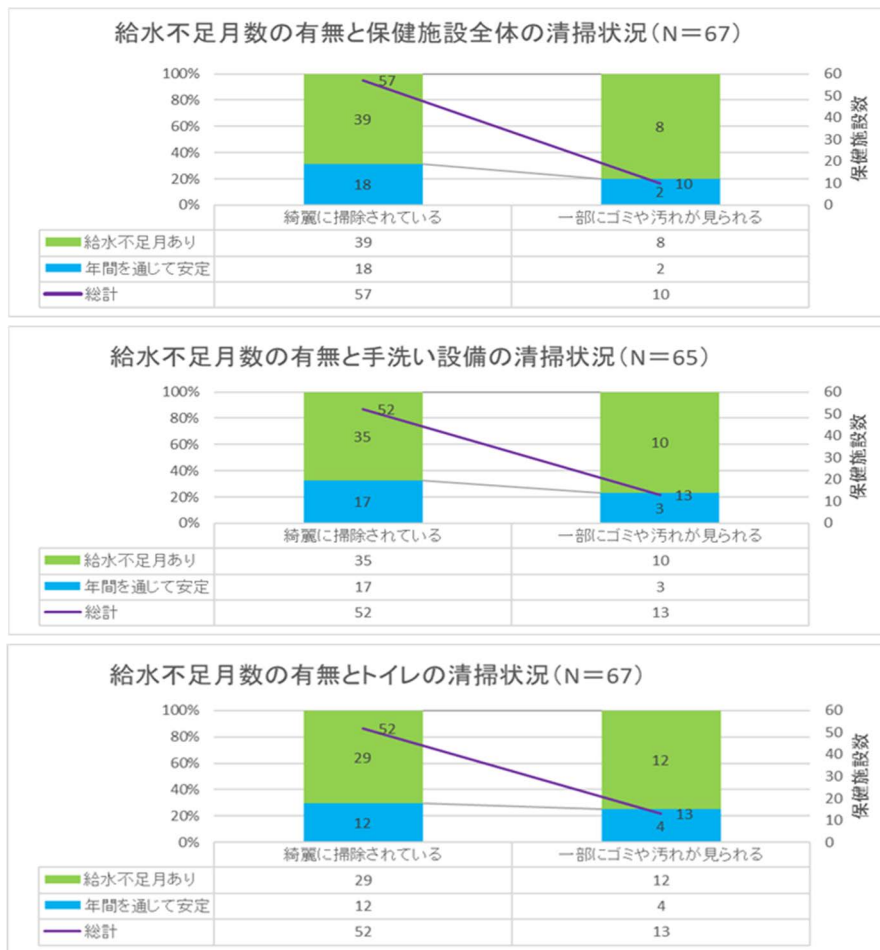


図 3-71 給水不足月の有無と清掃状況

3.9.5 課題

給水不足月数が、医療用水および飲用水の充足の程度や清掃状況に影響を与えている可能性が示された。年間を通じて安定的に水を供給できる給水施設へのアクセスを確保することの優位性が示されたといえる。また、医療用水と飲用水との充足割合では、医療用水が不足している割合が高いことが示された。これらのことは、保健施設における給水施設を計画、検討する際に、給水施設の安定供給能力、給水施設へのアクセス、さらに水の用途に応じた需要を把握することの重要性を示していると考えられる。例えば、給水が季節的な影響を強く受けやすい地域の保健施設については、敷地内からなるべく近い距離への井戸の建設、能力の高い井戸からの配水の延長、上水道からの配水管の延長を優先的に行ったり、最も状況が悪化している時期には給水車による配水を行ったりといった手段も含めた検討が有効であると考えられる。また、用途別の需要や現状を把握することで、拡充・支援すべき施設を絞り込むことができると考える。

3.10 主要な共通課題

3.10.1 人口増加

(1) 2000年、2020年の人口密度の比較

ウガンダ国の国勢調査によると、2002年に約2,423万人だった人口が、2020年に約4,158万人と、18年間で1.7倍に増加している。人口の増加は人口密度の増加に現れる。NASA Earth Observationsのウェブサイトでは、世界の人口密度を次のURLでラスターデータで公開している。－（https://neo.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=SEDAC_POP）。これを用いて、本調査を実施した井戸地点における2000年の人口密度と2020年の人口密度を抽出し、その分布を比較したものが図3-72である。中央値を比較すると（107→191人/km²；約1.8倍）、井戸を建設した地点において、国の人口増加率と同程度で人口密度が増加していることが示される。

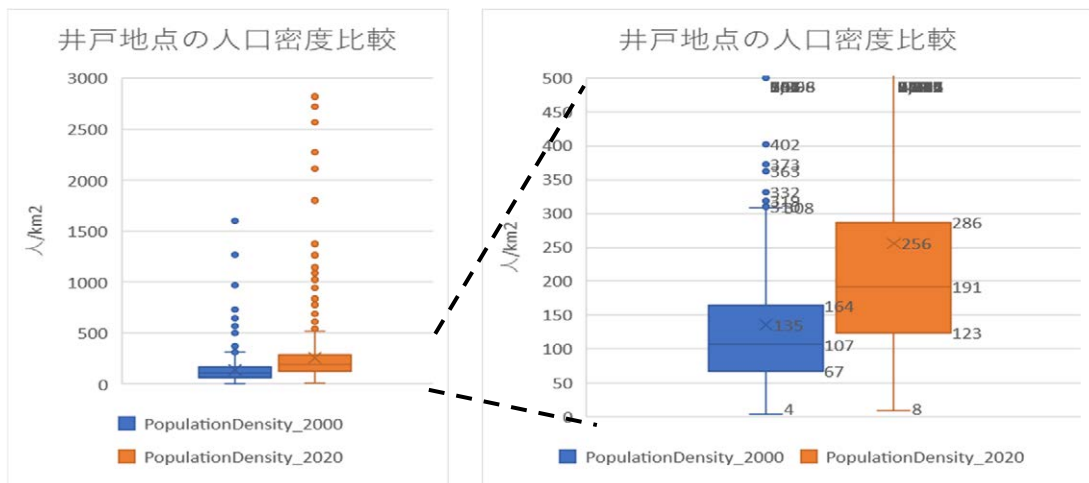


図 3-72 井戸地点の2000年と2020年の人口密度の分布と比較

(2) 人口密度と利用者数の関係

人口密度に応じて利用者数(2021年)が増えるか否かについて比較を行った。図3-73に分布の箱ひげ図を比較し、図3-74に散布図にプロットした図を示す。この単純な比較では、地域的な分類も行っておらず相関を見出すことはできないものの、人口密度と利用者数の関係には非常に大きなばらつきがあることが示された。したがって、人口密度の高さが必ずしも利用者数の多さに繋がらないということが明らかとなった。

今回調査した井戸の95%以上はハンドポンプである。ハンドポンプは利用者によって多少の差はあるものの20~25 L/minの揚水能力である。給水原単位を20 L/capita/dayとし、1人分の20Lの揚水作業時間を1分30秒~2分程度、1日の施設稼働時間8時間とすると1日の給水人口はおおむね250人程度となる(第3章3.11.2参照)。ハンドポ

ンプは、その性質上、揚水量を引き上げられないため、ハンドポンプで支えることができる給水人口には約 250 人程度という限界がある。現在の人口増加は、ハンドポンプが支えることができる人口を上回るペースで増加している可能性があると考える。

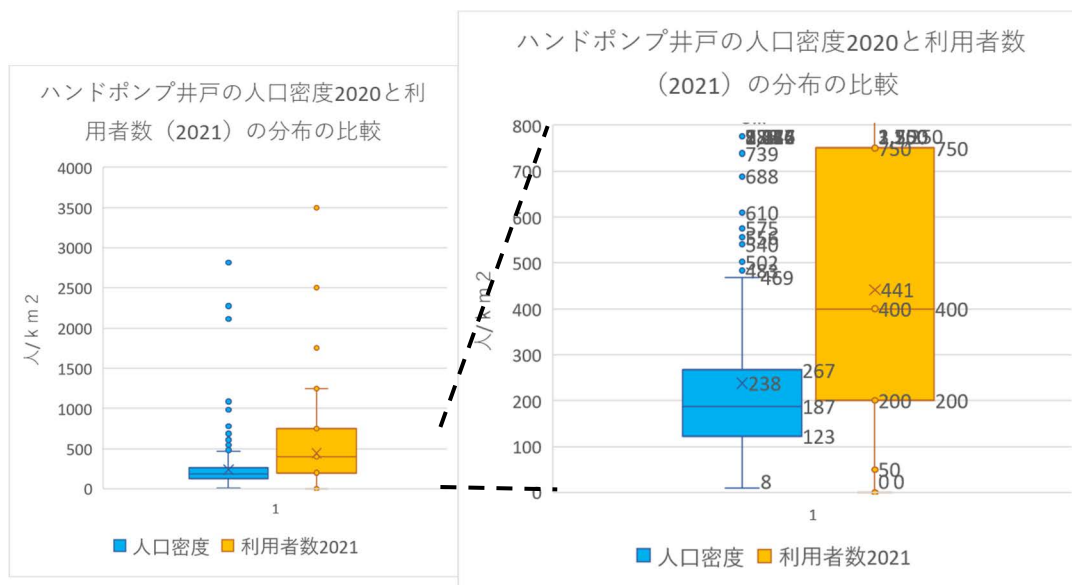


図 3-73 井戸地点の人口密度 2020 年と利用者数 (2021) の箱ひげ図の比較

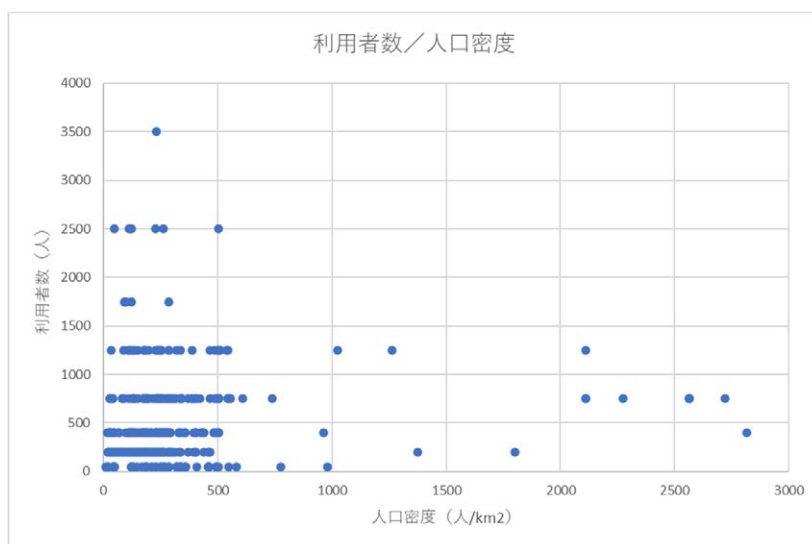


図 3-74 ハンドポンプ井戸地点の人口密度 (2020 年) と利用者数 (2021 年) の散布図

(3) 人口密度と水の満足度

利用者数、人口密度が増加すると、水需要が増加し水の満足度が下がるのではないかとこの想定のもと、利用者数、人口密度で、利用者の満足度に変化があるのか比較を行っ

たところ、ともに利用者数、人口密度が増加すると、水量が不足であるという水量に対する不満の割合が増えることが示された。特に、人口密度が 500 人/km²を超えた地域のハンドポンプにおいて 22%で不足していると認識されている。一方、78%のハンドポンプでは不足していないという認識である。これは、多くの給水施設が建設され、利用可能な給水施設として複数の選択肢を持っている地域もあることが関係しているのではないかと考えられる。今回の調査ではハンドポンプが設置されている井戸において 91%で何らかの代替水源があるとの回答を得た。

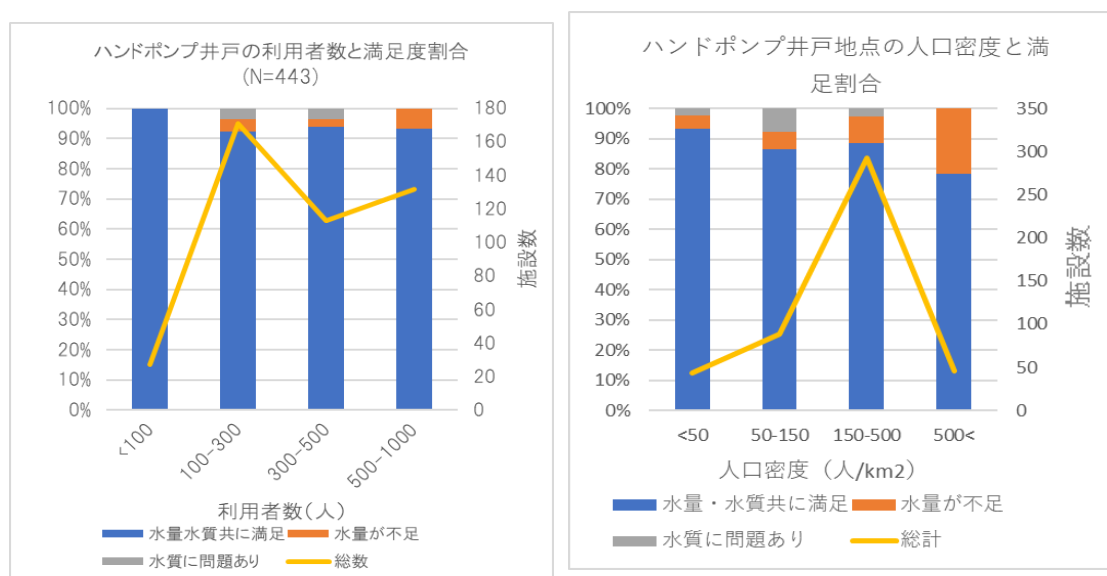


図 3-75 利用者数・人口密度と満足度の関係

(4) アクセス距離と満足度

利用者のアクセス距離が満足度に影響がある可能性を想定し、人口密度と利用者数を用いて、どの程度の範囲(半径)に住んでいる利用者の可能性があるのか試算を行った。ハンドポンプは井戸の近くに住んでいる人が利用していると仮定し、井戸地点における人口密度(a 人/km²)を利用者数(b 人)で割った値を利用者が住んでいる範囲(c km²)と考える。利用者の居住エリアを井戸を中心とした円とみなし、その半径($\sqrt{c/3.14}$)を利用者居住エリアの半径として算出した。表 3-13 に試算の例、図 3-76 に、利用者の満足状況と居住エリア半径の分布を示す。居住エリア半径は、概ね 2km 以内が主体となっている。水量が不足しているという回答の施設については、比較的居住エリア半径が大きいという状況である。これらのことから、給水の満足状況とアクセス距離が関連していると考えられる。

表 3-13 ハンドポンプ井戸の利用者居住エリア半径の試算

人口密度 (人/km ²) (a)	利用者数 (人) (b)	利用者居住エリア (km ²) (c=b/a)	利用者居住エリアの半径 (km) ($\sqrt{c/3.14}$)
100	400	4	1.1
100	2500	25	2.8
187	400	2.14	0.81
250	2500	10	1.8
2200	750	0.30	0.3

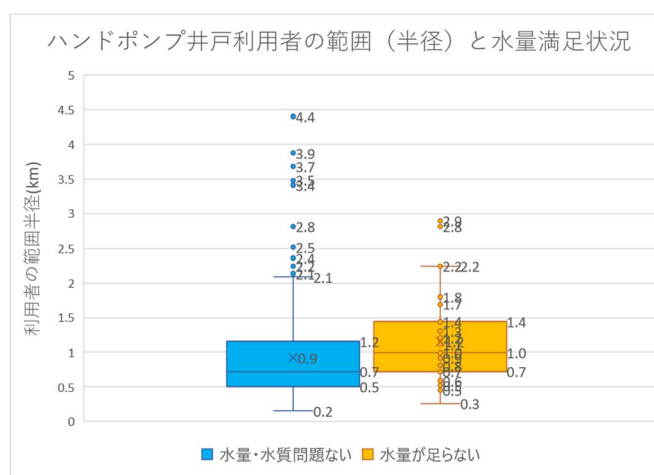


図 3-76 ハンドポンプ井戸の利用者居住エリア半径の分布と満足状況

(5) 人口増加が水質へ与える影響

人口の増加が環境へ与える影響を与える可能性については上述しているが、その影響を与えるメカニズムを証明することは単純ではない。問題提起の導入として、人口増加と地下水との間で何らかの相関関係がみられないかどうかを調べたところ、ランゲリア指数との間で、一部に無視できない程度の何らかの相関関係が確認できたため、ここで提示し関連性についての議論を試みる。図 3-77 は井戸地点の人口密度(2020)と本調査で測定したランゲリア指数の散布図である。相関の有無については解釈が分かれるところではあると思われるが、1) ランゲリア指数の正の値は人口密度が 300 人/km² 未満の地域、2) 人口密度が 300 人/km² を超える地点においては、ランゲリア指数はすべて負の値を示している。先述の、水質分析に係る集計分析でも記した通り、水質の形成には非常に多くの複雑な要素が関係するため単純化することは極めて困難であることが多い。しかし、仮に、人口の増加（≒人口密度の増加）がもたらす影響、例えば畑地の拡大・施肥、排水・汚水の投棄により付加された窒素化合物の土壌中での分解・硝化過程における水素イオン濃度の増大や、耕作の継続による土壌からのアルカリ分の収奪が、土壌の酸性化を進行させ、地下水の pH の低下（図 3-47）を招いている、あるいは多量の地下水の揚水により酸化還元環境が変化して水質が変化した、といった仮説を立てる

と、一部の地域では、この仮説が成り立つ可能性があると考え。ただし、人口密度のみをリスク指標とすることには注意が必要である。図 3-49 や図 3-53 で示した硝酸の高濃度分布域は、図 3-79 に示す人口密度分布図と比較すると、必ずしも人口密度が高い地域には当たらない。これらのことから、ここで例としてあげた水質形成メカニズムを議論するには、自然条件や人為活動の空間的広がりを含めた詳細な調査が必要となる。人口増加に伴う様々な課題が生じているため、課題に応じた詳細な調査および対策の検討が必要であると考え。

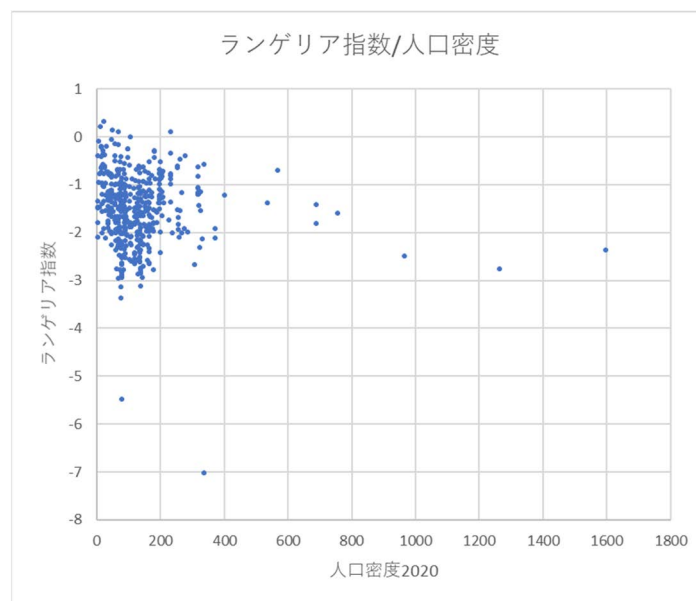


図 3-77 ランゲリア指数と人口密度の相関

(6) 課題

ここで見出された人口増加に伴う課題についてまとめると、次の2点に集約されると考える。

- ①人口増加に伴い給水（特に水量）の満足状況も変化している可能性がある。
- ②人口増加に伴う人間活動の増加により、環境への負荷が増し、地下水の水質にまで影響が及んでいる可能性がある。

3.10.2 安全な水の給水率

ウガンダ国の水環境省により取りまとめられている Water Supply Atlas によると、2021年時点での安全な水へのアクセス率は、都市部で 68%、村落部で 60%、国全体で 66%とされている。図 3-80 に、Water Supply Atlas で公開されている給水率マップを示す。全体的に北部域が高い給水率を示しているが、人口密度と比較すると比較的人口密度が低い地域にあたる。北部地域に対しては、国内避難民の帰還支援を目的に我が国を含め

多くのドナーが長年援助してきており、このことが北部域の高い給水率の背景にあると考えられる。図 3-78 に、Water Supply Atlas のデータをもとに、横軸に人口密度、縦軸に給水率をとった散布図を示す。給水率が 90% を超える地域がある一方、人口密度 400 人/km² 以上の人口が集中する都市部においては給水率が 40~80% 台に留まっていることが示されている。

本調査を実施した県のうち、給水率 40% を下回る県は Mubende 県 (167 人/km²) の 33% のみである。本調査結果からは Wakiso 県、Mubende 県の著しく低い給水率の背景は見出すことはできていない。給水率は、従来から給水事業の重要な指標として用いられてきた。安全な水を得ることが難しい人々を取り残さないためにも、給水率は今後も重要な指標であることに変わりはないが、その背景を十分に分析し、どのようなアプローチが最も適しているのかという観点から対策を検討する必要があると考える。

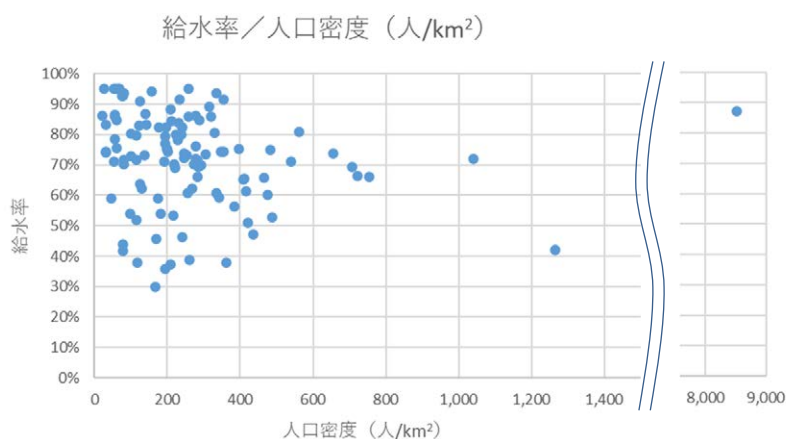


図 3-78 人口密度と給水率の関係

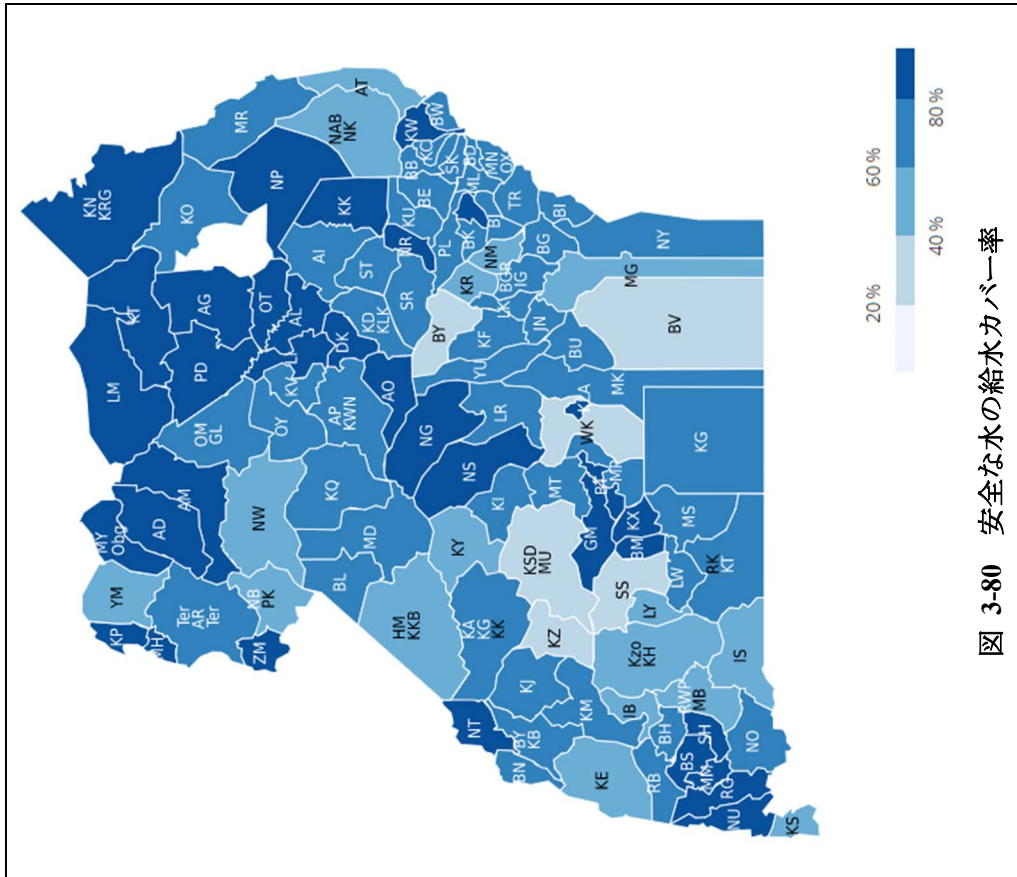


図 3-80 安全な水の給水カバー率

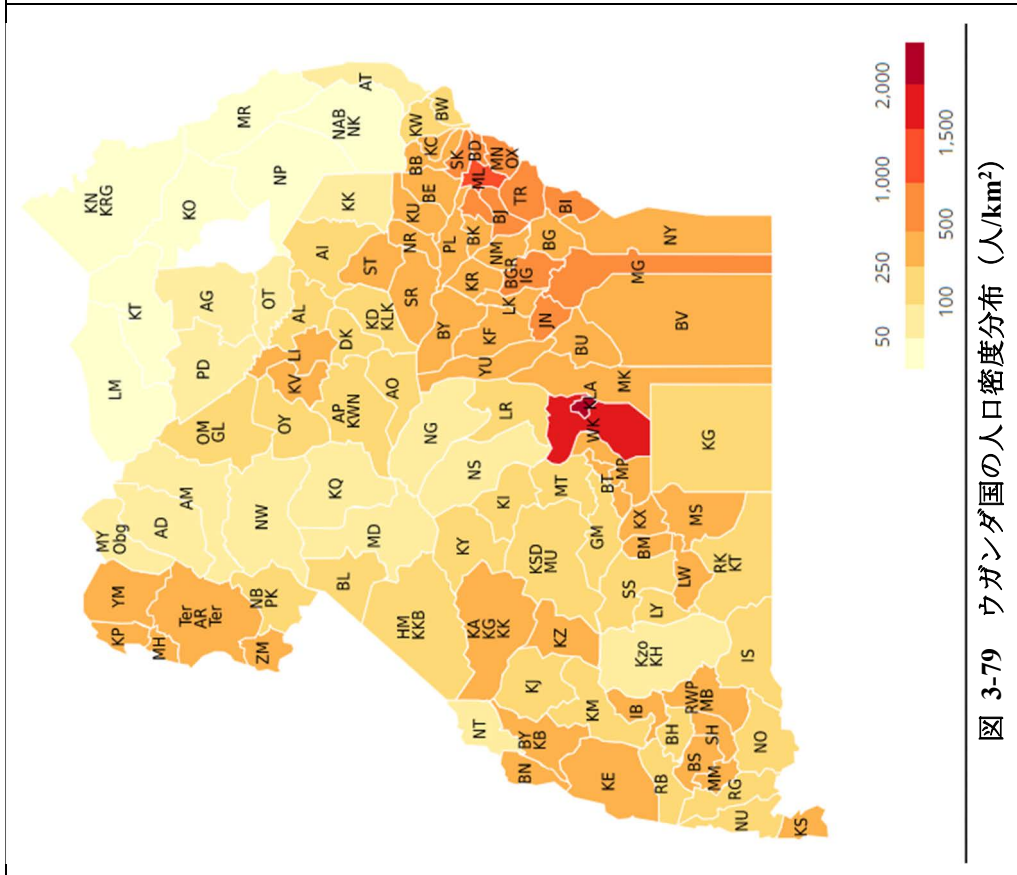


図 3-79 ウガンダ国の人口密度分布 (人/km²)

3.10.3 井戸能力（揚水量）の分布、地下水の得やすさの偏在性

井戸の能力はどれだけの水を揚水し続けられるかという揚水量で代表される。データセットに登録された情報から、井戸の能力を示す代表値を抽出し、どの程度の揚水量の井戸が多いのかを見るためヒストグラムで表す（図 3-81）。661 本中、1 m³/h 以下の井戸が 398 本、60%を占めている。

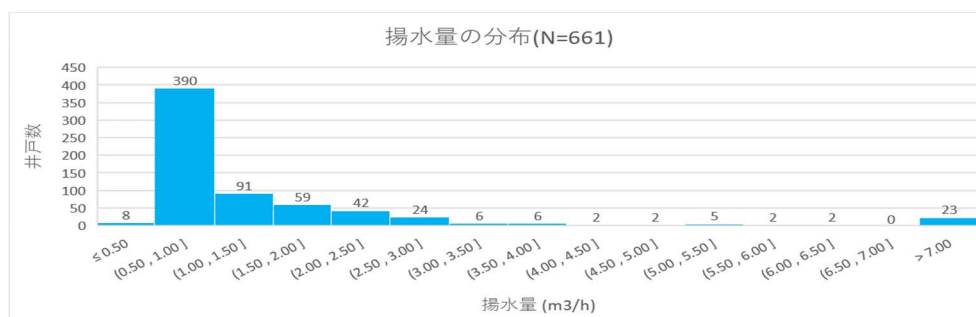


図 3-81 無償案件で建設された井戸の揚水量の分布

井戸の揚水能力の地理的な分布を把握するため、地質図上へプロットしたものを図 3-82 と図 3-83 に示す。図 3-82 は、成功井戸となった井戸で、揚水量によって凡例を分けている。図 3-83 は、揚水量不足で不成功井戸となった掘削地点を示す。揚水量の多い井戸の分布に着目すると、主に、花崗岩の分布域、貫入岩の分布域、主要な断層帯付近、岩相境界付近に集中しており、その分布には偏りがみられることがわかる。

不成功井戸は、不成功井戸自体は給水無償が実施された全域に分布してはいるものの、その密集の程度には濃淡がみられる。不成功井戸が密集している地域については、水を得ることが難しかったことを示している。これらの情報から、井戸を掘って水が出やすい場所、出にくい場所には地域的な偏在があり、雨が比較的多いウガンダといえどもどこでも水が得られるというものでは決してないこと、更には、レベル2に適するような能力を持った井戸は非常に偏った分布を示しており、動力揚水に適応できる地域は限られていることが明らかである。

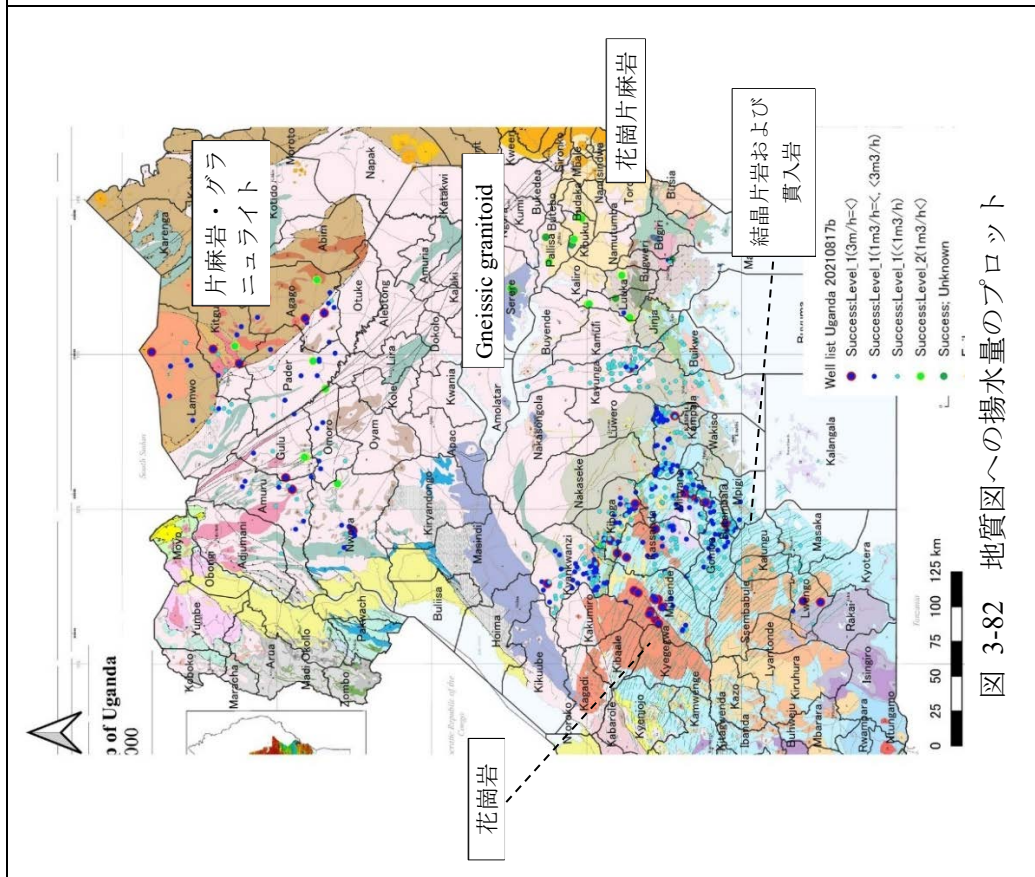


図 3-82 地質図への揚水量のプロット

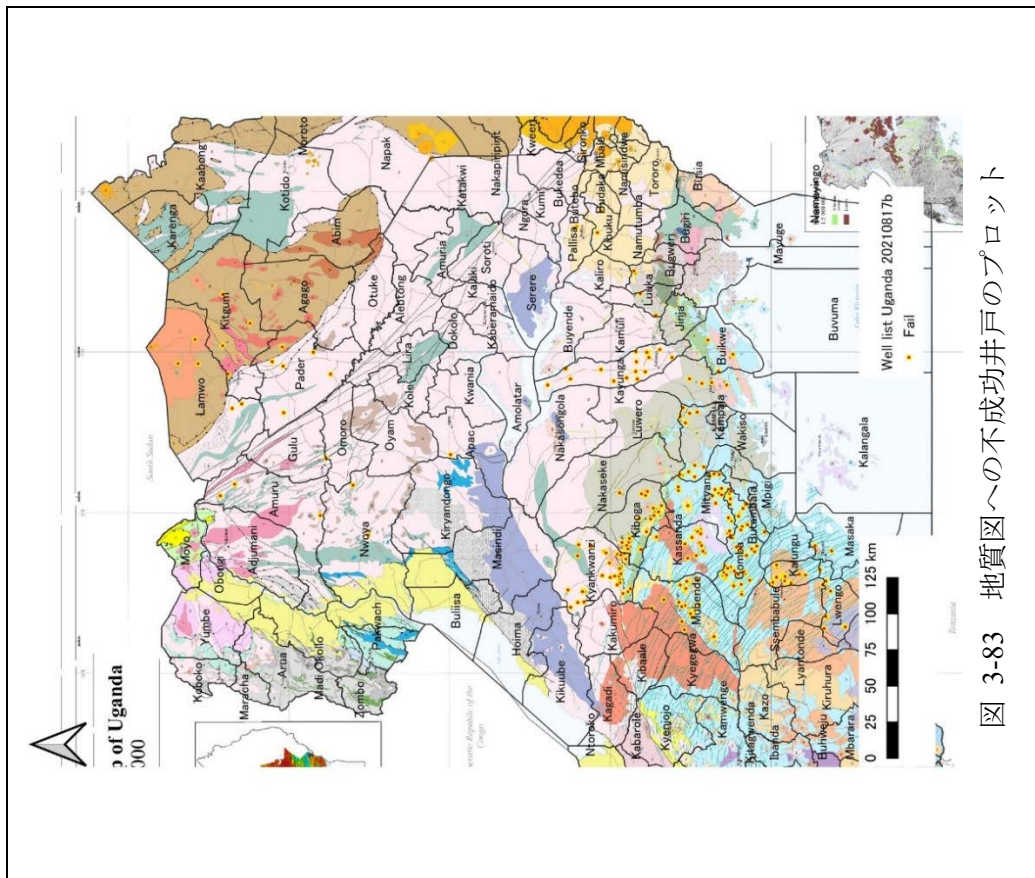


図 3-83 地質図への不成功井戸のプロット

3.10.4 学校、保健施設

本調査では、学校と保健施設において利用可能な給水施設の聞き取りを行った結果、施設専用の井戸あるいは管路給水施設の有無により、給水の安定性が大きく左右され、必要な水の充足状況に影響を与えていることが明らかとなった。さらに保健施設では、飲用水、手洗い用水、清掃用水に加えて、医療用水が必要になり、医療用水のほうに充足の程度が低いことが明らかとなった。

学校と保健施設では利用可能な給水施設の違いがみられるのか調べるため、利用可能な給水施設の比較を行った結果を図 3-84 に示す。この比較から、学校より保健施設のほうに専用の井戸あるいは管路給水施設の割合が少なく雨水貯留や外部の共有給水施設に依存している割合が高いことが示された。明確な背景は不明であるが、学校へ生徒を呼び戻すような政策とも関連している可能性が考えられる。保健施設では、飲用水や清掃以外に医療用水が必要となる。給水の不安定さの改善は、安全な医療・保健を提供する上で重要な能力向上となる。

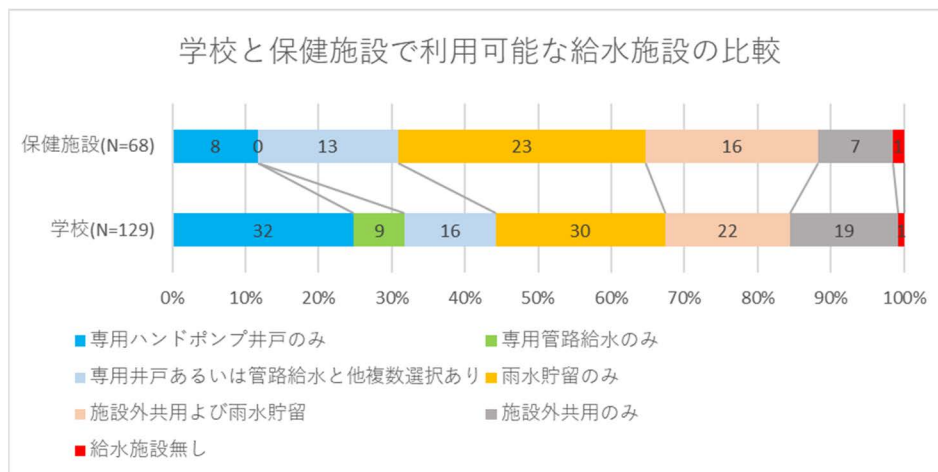


図 3-84 学校および保健施設の利用可能な給水施設の割合の比較

県事務所によると、予算上の制限から井戸や管路給水施設といった施設を十分に設置することは難しく雨水貯留に留まらざるを得ないケースが少なくないとのことである。井戸能力の高い（揚水量の多い）井戸が近隣にある場合には、動力揚水を設置して住民とともに管路給水施設を利用するという選択肢が考えられ、非常に大きなインパクトを与えられる可能性がある。

3.10.5 現地の井戸等、施設のデータの活用と県事務所

水環境省では、Water Supply Atlas として、給水施設情報を集約している。もともとなる情報は、各県から毎年収集し、PDF 資料としてまとめたものは 5 年ごとに発行するなど、非常に精力的な情報収集と公開を行っている。

一方、1 次情報の収集源である県事務所では、必ずしもエクセルなどで施設のインベントリを作成しているわけではないようである。水の利用者から「給水の拡充」のリクエストがきたら、その都度対応を検討する状況とのことで、給水施設のインベントリや

位置情報といった情報の形態はあまり取り入れられていないようである。

近年、様々な技術の進歩により、多くの作業を簡易化、効率化していくことが可能となってきた。様々な課題に対して、限られた人員と予算の中で対応を継続している状況にある県事務所の能力向上は、ウガンダ国の給水事情改善のための重要な要素となると考える。

3.11 課題へのアプローチの方向性

3.11.1 概要

人口増加と、それに伴う様々な課題の発生（水需要、食糧需要の高まりなど）は、極めて重要な課題である。水に関する課題では、飲用水や生活用水の水需要の高まりだけではない。人が活動する限り水は必要であるため、教育、医療、農業、工業などあらゆる方面での水需要は増加する。水使用量の増加は、同時に排水量の増加も意味しており、様々な場面において給排水は共通の課題となっている。水利用量の増大による資源の枯渇や汚染の拡大は、水需要の高まりの一方で使える水の減少という事態を招くことにつながる。水を個別分野に留まらない社会の共通の資源、すなわち共通課題としてとらえることで、より効果的、効率的なアプローチに結びつけることが期待される。複雑化していく課題へ対応するには、より広い視野をもって課題を明確にし、アプローチを模索していくことが重要である。

ここでは、上記で述べてきた課題や分析、データセットの活用、日本が実施してきている技術支援、最新のデジタル技術を踏まえ、異なる課題へのアプローチの例として、以下の項目で議論を行う。

3.11.2 能力の高い井戸を活用するアプローチ

3.11.3 自然条件により井戸のアップグレードが難しい地域へのアプローチ

3.11.4 給水率の低い地域へのアプローチ

3.11.5 水質リスクのある地域へのアプローチ

3.11.6 県事務所への技術支援

3.11.7 デジタル技術の導入と技術支援

3.11.2 能力の高い井戸を活用するアプローチ

(1) ハンドポンプ井戸（レベル1）から動力揚水（レベル2）へのアップグレード

ハンドポンプが設置されている井戸の中には、井戸能力（揚水量）が高く、高い給水能力を潜在的に持っている井戸も含まれている。そのような井戸では、動力揚水ポンプを設置することで、給水能力を高めた給水施設にアップグレードすることが可能となる。ウガンダ国では、現在、ハンドポンプから動力揚水ポンプへ切り替えを行うケースが増えてきており、水利用者の維持管理能力によっては、レベル2を建設して役所が管理するほうがうまくいくのではといケースも出てきているようである。

ハンドポンプ井戸をアップグレードするためには、動力揚水に耐えうる能力があるかを調べるため、揚水試験を実施する必要がある。揚水試験にはコストを要するが、井戸建設時の揚水試験結果があれば、明らかに揚水量が少なく動力揚水に適さない井戸を除外することができる。また、揚水試験を実施する場合には、揚水試験での揚水量の設定を適切に行うことが出来る。さらに、揚水試験結果についても、建設時のデータと比較して井戸の能力の変化を評価することが可能となる。このように、能力の高い井戸の抽出や井戸の能力変化について評価を行う際に、本業務で構築したデータセットを活用することができると思う。

(2) アップグレード検討の際の留意事項

アップグレードの候補となり得る井戸の抽出に際しての考え方や留意事項について以下に記述する。

【運転揚水量と給水人口についての考え方】

レベル1 施設であるハンドポンプは利用者によって多少の差はあるものの 20～25 L/min の揚水能力である。アフリカ諸国における給水原単位は、一般に 20 L/capita/day である。1 人 20L を 1 分 30 秒～2 分程度で揚水し、1 日の稼働時間 8 時間とすると 1 日の給水人口はおおむね 250 人程度となる。それに対し、動力揚水井戸の給水人口は、井戸能力と揚水能力次第となる。揚水時間を 1 日 8 時間とすると、給水人口 1,000 人（ハンドポンプの 4 倍）のためには 2.5 m³/h の井戸能力が必要となる。給水人口を 1,000 人以上とするためには、2.5 m³/h よりも大きな揚水量の井戸が必要となる。通常、動力揚水の運転揚水量は、過剰揚水を防ぐため井戸の最大揚水量より低く設定する。安全率を 20% とし、井戸の揚水能力の 80% を運転揚水量とした場合、2.5 m³/h の運転揚水量を確保するためには、3.1 m³/h 以上の揚水能力の井戸が必要となる。ただし、揚水時間や揚水量等の条件は、状況に応じて調整する必要がある。表 3-14 に 1 日当たりの運転時間、運転揚水量の条件を変えて井戸の揚水能力と給水人口を試算した例を示す。この検討から、1 日の運転時間を 8 時間から 9 時間とすることで揚水量を増やし給水人口を増やすことも可能となることが分かる。

表 3-14 1 日当たり運転時間および運転揚水量の条件別の試算

一人当たりの 1 日給水量 (L/capita /day)	1 日当たり 揚水時間 (h/day)	運転揚水量 (m ³ /h)	1 日当たり 揚水量 (m ³)	安全率	井戸の揚水 能力 (m ³ /h)	給水人口 (person)
20	8	2.5	20	80%	3.1	1,000
20	8	2.4	19.2	80%	3	960
20	8	2	16	80%	2.5	800
20	9	2.5	22.5	80%	3.1	1,125
20	9	2.4	21.6	80%	3	1,080
20	9	2	18	80%	2.5	900

【電源タイプによる留意点～特にソーラーシステムにおける揚水量について～】

施設に使用する、電源タイプについては、設計段階で十分に試算を行うことが望ましい。表 3-15 に発電機、商用電力、ソーラーシステムについて、運転時間を検討する際の関連事項を記載する。発電機、商用電力の場合は、運転時間中の揚水量はほぼ一定で変化が無いが、ソーラーシステムについては、発電が日照量に左右され、それに伴い1日のうちに揚水量が大きく変化することに注意が必要である。

ソーラーシステムでは揚水量は時間によって変化するため、揚水システムの仕様を決定するためには次の様な検討が必要である。

- ・ 1日にどれくらいの量の揚水が必要なのかという条件（1日の計画揚水量）の設定。
- ・ 設置場所の緯度経度の日照量の変化（時間単位および月単位）の検討。
- ・ 上記検討を基に、1日当たりの計画揚水量を満たすために必要な揚水量（ポンプ仕様）の算出。

表 3-15 発電機、商用電力、ソーラーシステムの運転時間に関連する事項

電源タイプ	運転時間に関連する事項
発電機	<ul style="list-style-type: none"> ・ 任意に発電および給電、運転が可能 ・ 運転には燃料が必要なため長時間運転は燃料コストが増加する
商用電力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 給電されている限り任意に運転が可能だが、停電の有無に運転の安定性が左右される ・ 燃料費に比べて電気代のコストは一般的に安い
ソーラーシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光が無い状況下では発電しないため運転できない ・ 時間帯によって単位面積当たりの日照量が変わるため発電量が変化し、揚水量が変化する ・ 燃料代、電気代不要

発電機・商用電力を用いる場合とソーラーシステムとではどのように時間当たりの揚水量が異なるかを比較するため、Grundfos 社が提供している計算アプリケーション（Grundfos GO Solar App）を用いて試算した結果を図 1 に示す。算出条件は、1日の計画揚水量を 20 m³/day、設置エリアをウガンダ国カンパラ付近とした。図 1 の表及び左下グラフでは、日照量は7月が最も少ないため、7月の揚水量を最低揚水量として算出されている（上表、左下グラフ）。算出条件は1日当たり計画揚水量を 20 m³と設定したが、アプリケーションの中では 21.9 m³と算出されている。7月の時間帯別揚水量の変化グラフ（右下グラフ）によると、正午前後をピーク揚水量とし、朝夕では揚水量が少ないことが示されており、積算揚水量が1日当たりの揚水量 21.9 m³/day となる。1日当たり揚水量 21.9 m³/day は、発電機あるいは商用電力のシステムにより 2.4 m³/h で1日9時間の揚水を行う場合と同等である。これを図 3-85 の右下グラフに赤枠で描いた。この事例は、ソーラーシステムでは揚水量のピーク値が、発電機あるいは商用電力を用いた場合に比べて高くなることを示している。

また、左下のグラフおよび上表によると、7月以外の月ではより多くの揚水が行われ

ることが示されており、最大揚水量は2月の23.9 m³/dayである。この値は発電機あるいは商用電力のシステムにより2.7 m³/hで9時間揚水する条件と同等である。

これらのことは、施設設計段階での検討が不十分な場合、施設設置後に過剰水位降下を引き起こしたり、逆に期待された揚水量が満たされなかったりといったトラブルが起こる可能性があることを示している。このようなトラブルを防ぐためには、検討の初期段階から専用のアプリケーションを用いて揚水可能量や水位降下について試算し検討を重ねることが望ましい。また、計算アプリケーションが算出する数値を井戸能力に照らし合わせ、許容範囲にあるのかどうか十分に検討する必要がある。特に、井戸能力には余裕を持った設計が重要であると考えられる。

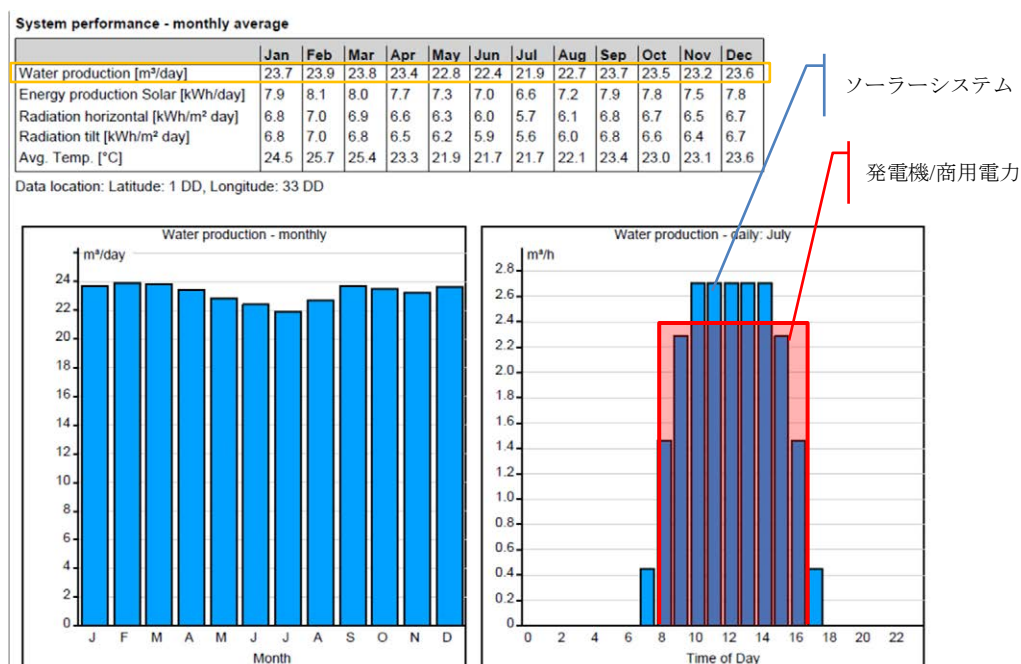


図 3-85 ソーラーシステムによる揚水量の試算

※Grundfos 社の計算アプリケーション (Grundfos GO Solar App) による試算結果より

【複数井戸からの揚水を統合して配水するシステム】

現在ハンドポンプが設置されている井戸のうち、3.0 m³/h以上の揚水能力をもつ井戸は32本(5%)、2.5 m³/hまで含めると48本(7%)となる。多くの井戸が動力揚水ポンプを設置しても給水能力の低い施設か、あるいは動力揚水は適応できないことがわかる。

1本の井戸では少ない揚水量であっても、複数本の井戸からの揚水を統合し、配水することで給水人口を増やすことは技術的には可能である。揚水量の少ない動力揚水ポンプも発売されている。しかし、揚水施設の数が増えることで、建設・運営維持管理コストが増加することになる。さらには第3章3.6で示したように、ハンドポンプ井戸で水位が下がってきている可能性のある井戸はもともと比較的揚水量の少ない井戸に多いため、揚水量の少ない井戸から動力揚水を続けることは過剰揚水となりやすく、資源枯渇への懸念が非常に強い。そのため、現在のハンドポンプ井戸に動力揚水ポンプを設置する場合の調査および施設設計は、極めて慎重に行うことが非常に重要である。

(3) 抽出事例

【揚水量の抽出条件の設定】

データセットおよび本業務で得られた知見をもとに、ハンドポンプ井戸から動力揚水井戸へのアップグレードの候補となり得る井戸の抽出を試みる。

抽出条件の一つである揚水量は、1,000 人程度の給水人口を想定し、表 1 の試算をもとに $3.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上の井戸を抽出条件とする。なお、表 1 の試算は揚水量が時間変化しないシステムにおける試算である。上述のソーラーシステムの試算を考慮すると給水人口は 1,000 人より若干減る可能性はあるものの、約 $3 \text{ m}^3/\text{h}$ という揚水量はソーラーシステムを検討する際の抽出の目安となり得ると考える。これより少ない揚水量の井戸を抽出する場合には、給水可能量、給水事情等について一層慎重な検討が重要である。

【井戸能力評価による抽出】

まず、井戸能力・品質に関する抽出条件を示す。

条件 1 : 揚水量 $3 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上の井戸

条件 2 本調査で行った聞き取り結果において、水位低下による不足月数がゼロであること

条件 3 : 本調査で行った聞き取り結果において、水質悪化していないこと

以上、3つの条件でハンドポンプ井戸から抽出を行ったところ、18本の井戸が抽出された。抽出した井戸位置を図 3-86 に示す。対象となる井戸の分布域は非常に偏っていることがわかる。このうち1サイトはハンドポンプのハンドルが重くなったと回答している。この井戸のアップグレードの可否を判断する際には揚水試験結果と聞き取り結果について一層注意して検討する必要がある。

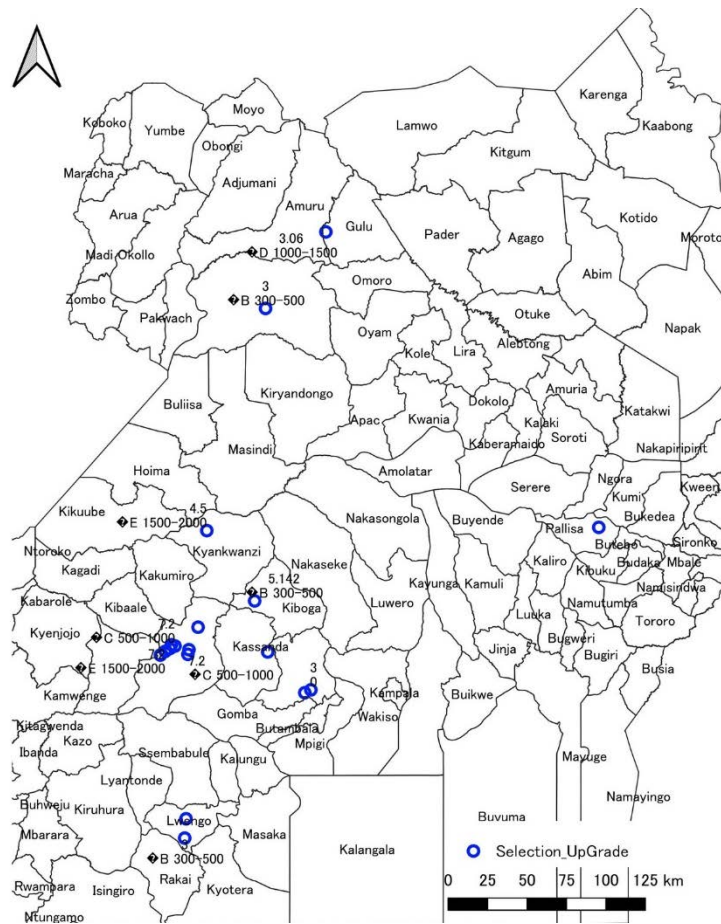


図 3-86 抽出した井戸位置をプロット

【需要評価】

需要の観点では、次の条件が関連すると考えられる。

条件1：利用者数の増加・高止まり・減少していても 300 人以上

条件2：人口密度が増加していること

井戸能力の観点から抽出した井戸については、需要についてはすべて当てはまっており、高い需要があることがわかる。これはあくまでも本調査とデータセットを用いた抽出であり、実際にアップグレード可能かどうかは現地での揚水試験、需要調査、維持管理能力調査などを行ったうえでアップグレードの是非を決定する必要がある。

新たに実施した揚水試験結果および水質分析結果は、データセットに登録している建設時のデータと比較することで、井戸能力等の変化傾向について評価することが可能である。データセットは給水施設のアップグレードを検討する際に非常に重要な情報を提供することが期待される。

(4) 学校・保健施設への配水を含める

本調査では、調査を実施した小学校・保健施設において、専用の井戸あるいは管路給

水施設がないために水の充足程度に問題のある施設が少なくないことが明らかとなった。そこで、次の抽出条件で専用の給水施設の需要が高い小学校・保健施設の抽出を試みた。

条件1：利用可能な施設が、雨水貯留のみ／施設外の共有給水施設／雨水貯留および施設外の共有給水施設／無い のいずれかに該当すること。

以上の条件から抽出した学校、保健施設を地図上にプロットしたものを図 3-87 に示す。

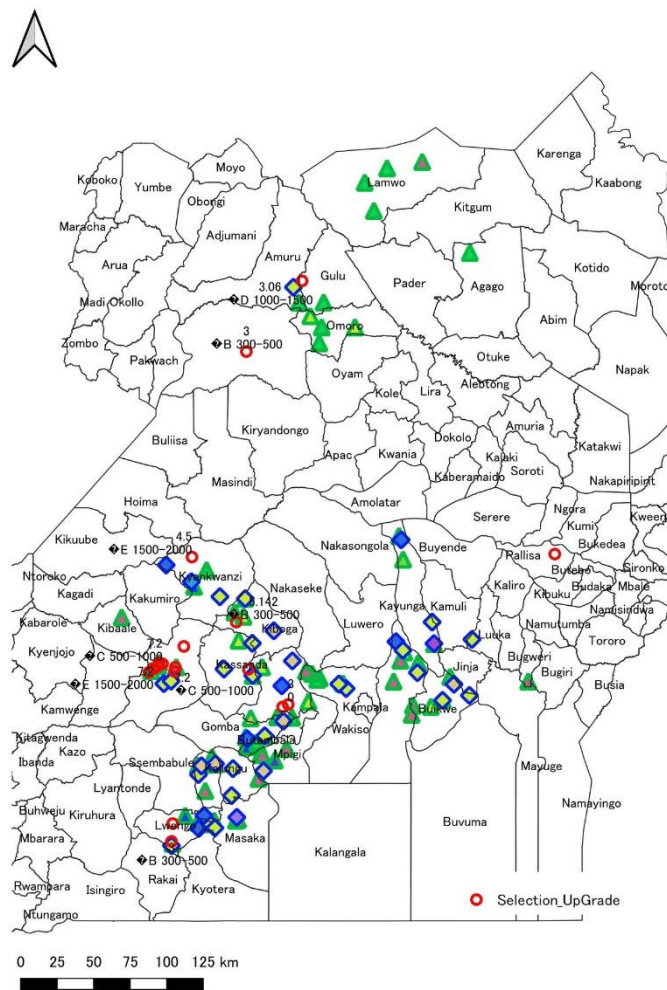


図 3-87 抽出した小学校・保健施設（三角＝学校／ひし形＝保健施設）

抽出した小学校、保健施設は、調査を実施した各地に存在することがわかる。先に抽出した井戸位置と重ね合わせると互いの位置関係が明確になる。この中で、特に抽出した井戸と小学校・保健施設との距離が近く、井戸のアップグレードによって学校・保健施設への給水も検討することが可能と思われるエリアについて、更に抽出を試みた。図 3-88 に Mubende 県、図 3-89 に Luwengo 県の地域の拡大図を示す。

井戸の利用者数は1,000人を超している施設が多く、井戸自体の需要がすでに高い状態である。これらの地域において、井戸のアップグレードにより給水可能な人口を増やすことができた場合、小学校・保健施設にとっても非常にインパクトの高い投入となるのではないかと考える。

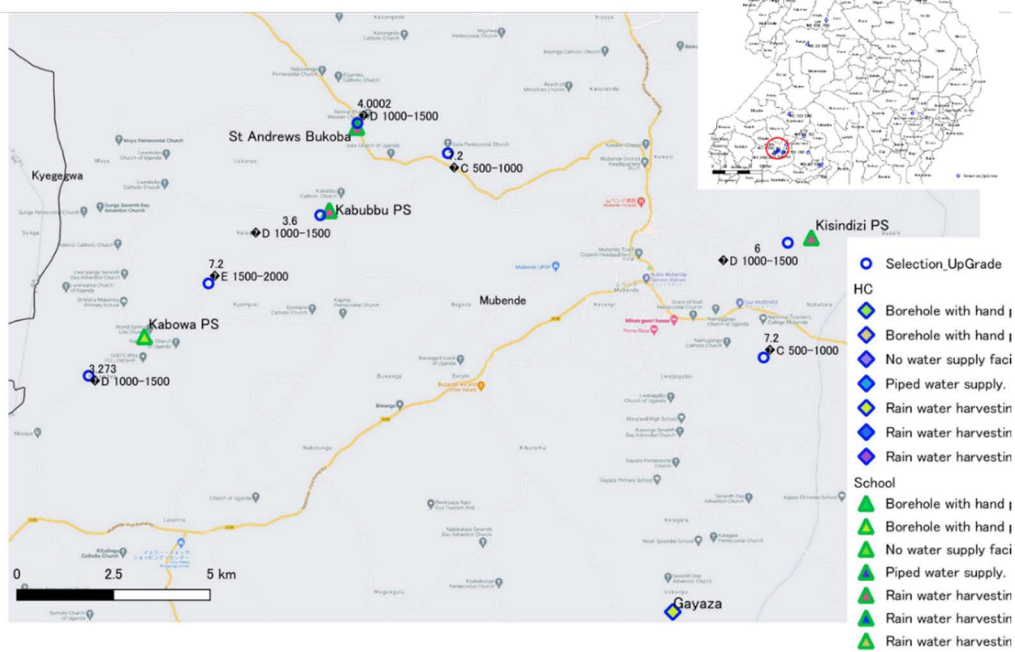


図 3-88 抽出した井戸・小学校・保健施設 (Mubende 県)

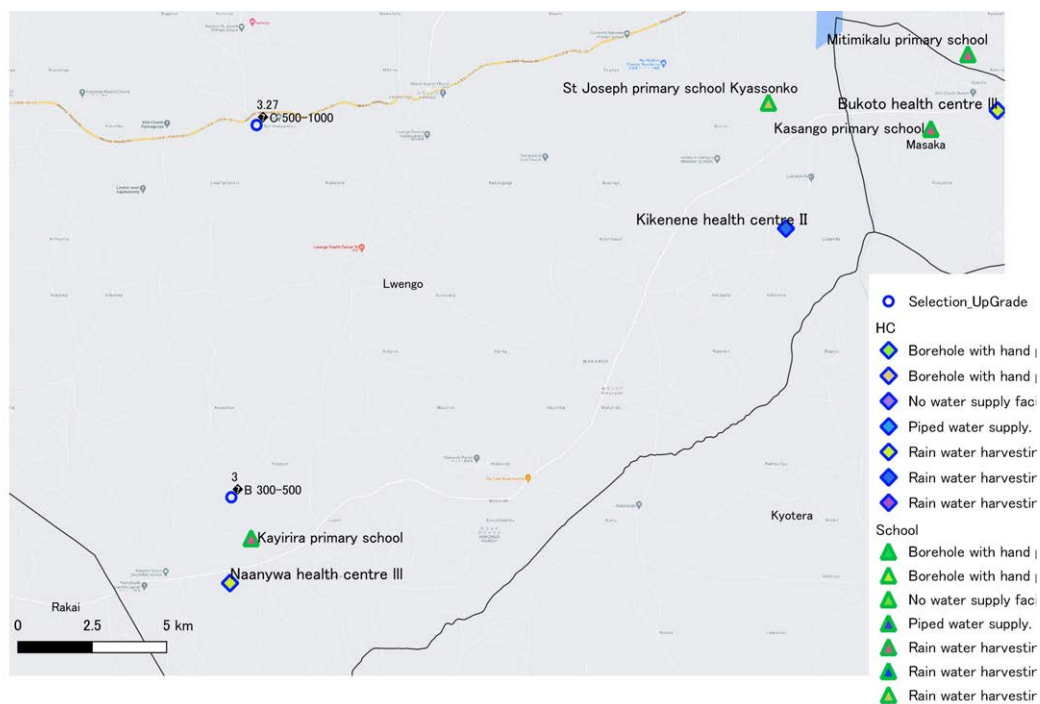


図 3-89 抽出した井戸・小学校・保健施設 (Lwengo 県)

ウガンダ国水環境省発行の Water Supply Atlas の地図には、井戸その他の給水施設の位置情報が掲載されている（水色が稼働中、赤が非稼働）。図 3-90 に例で示すように、小学校と保健施設の位置を Water Supply Atlas の地図にプロットすると、それぞれの小学校、保健施設で利用可能な給水施設との位置関係を俯瞰することができる。給水無償で建設された井戸と Water Supply Atlas の井戸位置情報を組み合わせるとさらに多くの選択肢が見出せる。なお、給水無償で建設された井戸のどの程度が Water Supply Atlas に含まれているのかは不明である。水環境省によれば、給水無償で建設された井戸も含まれるが全てを含んでいる訳ではないとのことである。

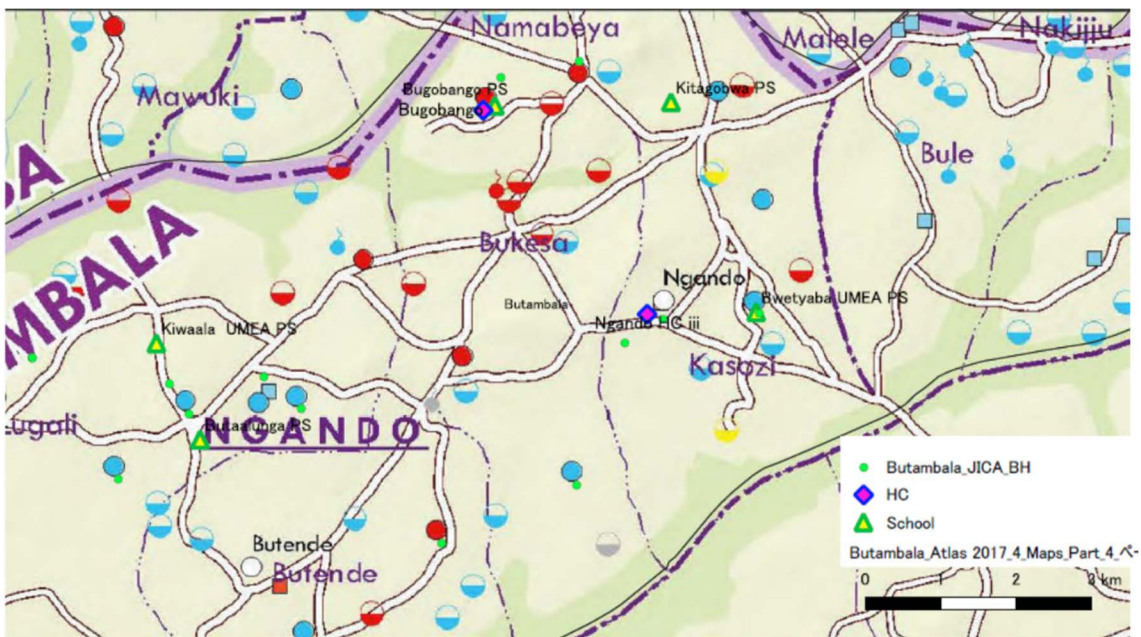


図 3-90 Water Supply Atlas 上への小学校・保健施設の位置をプロット

3.11.3 自然条件により井戸のアップグレードが難しい地域へのアプローチ

地下水の利用に際して、利用可能な地下水が得られるかどうか、得られるとすればどのくらいの量の地下水が利用可能なのかという点が、地下水開発の是非を左右する最も重要な点である。いくら調査を行っても、水が存在しない場所で水を得ることはできない。存在する量以上の水を生み出して給水量を拡張することもできない。入手可能な水量が少ないのであれば、その能力の範囲内でしか給水することはできない。地下水開発のスタートは、利用可能な水がどれだけ入手可能かどうかという点に集約される。

図 3-83 で不成功井戸の分布を示したように、不成功井戸が特に集中して分布している地域は、地下水を得ることが難しい地域ということになる。水を得ることができても、揚水量が少ない場合には、動力揚水を適用しづらい。第 3 章 3.11.2 において、ハンドポンプから動力揚水へ移行できる可能性のある井戸の抽出を試みた結果、抽出できた井戸は 18 本のみである。抽出基準である揚水量を下げたとしても、90%以上の井

戸は動力揚水としては能力が低い可能性が高く、動力揚水へのアップグレードを選択肢に入れ難い井戸ということになる。

このような地域では、既存の給水施設を長く使っていくための方策が極めて重要となると考える。井戸以外の水源の選択肢を検討しながらも、新規の地下水開発についても可能性を排除しないことが望ましい。新規の井戸掘削は、高度な探査技術、更には少ない揚水量でも確実に成功井戸として仕上げられるだけの施工技術が求められるため、日本の培ってきた技術は今後も貢献できると考える。

3.11.4 給水率の低い地域へのアプローチ

図 3-80 に示すように、未だ給水率が 40%にも満たない地域が存在する。地下水を得ることが難しかったり、居住地域が分散していて給水の効率を上げられない地域であったり、雨量が少なく利用できる水が少ない地域であったりと、様々な背景が想定される。従来、低い給水率の地域に対しては、新規の給水施設建設、特に井戸建設が対策として採用されてきた。ウガンダ国では、比較的降水量が多いため、井戸のみならず雨水貯留やため池など多くの選択肢を用いた給水を行っている。給水率の低さの背景を分析し、最も効果の期待される選択肢を採用することが望ましい。

3.11.5 水質リスクのある地域へのアプローチ

第 3 章 3.7 で記述したように、地下水の水質に問題が生じている地域が存在する。地下水の水質は自然条件と人為活動とが複雑に絡み合って形成されるため、地下水の水質の保全を行う際には、様々な分野と協力して進める必要がある。給水（地方・都市）、農業、都市開発、廃棄物、下水など、従来は個々のプロジェクトでそれぞれの課題に対して取り組んできたが、水質の保全に対してはこれらの分野を、水という共通資源に対する課題で結び付けた包括的な取り組みが求められる。いわゆるマルチセクターの枠組みが想定される。マルチセクターでは、セクター間の位置づけを明確にし、より一層の注力課題の明確化が極めて重要となると考える。本調査において、問題となる水質に地域的な偏りが示されているように、問題を絞りこみ、地域を限定した、包括的な調査・アプローチを行うことで、より課題を明確にし、リソースの集中的な投入によりより効果が期待できると考える。

地下水の水質がいったん悪化してしまうと、一般的に回復には膨大な年月を必要とする。安全に利用可能な水を将来に亘って持続的に使い続けるために、今ある良い水源を守っていく必要がある。水質保全対策と同時に、今ある給水施設を大切に使うことが重要であると考えられる。

3.11.6 県事務所への技術支援

県事務所では、国の方針に基づき、既存の給水施設の情報を収集、管理しつつ、水需要への対応を行っている。インタビューで確認されたように、給水施設情報などは、紙

ベースでの管理となっていることが多く、データベース化、デジタル化しての業務への活用も途上である。県事務所における人的、予算的なリソースは決して多くないなか、より効率的な情報収集、管理、活用が促進されれば、県事務所の能力向上が期待される。JICA では長年政府機関への技術支援を行ってきた豊富な実績が存在する。2021 年 2021 年 12 月 15 日、ウガンダ国会にて JICA の同国への協力を称える決議が採択された。本決議は、インフラ、農業、保健、地方給水、教育、ジェンダー、地方自治等、多岐にわたる JICA の長年の協力が称えられたものであるが、決議案の発端となった支援は、北部域に対する内戦の影響からの復興支援である。この北部域の復興支援の枠組みのなかで実施された技術協力プロジェクトが、アチョリ地域コミュニティ開発計画策定能力強化プロジェクト（ACAP：2011～2015）である。当該技術協力プロジェクトでは、次の 3 つの成果に向けた支援が実施された。

成果 1：地方政府による開発計画の策定能力が向上する。

成果 2：重点対象 4 県において地方政府によるコミュニティ開発計画の実施能力が向上する。

成果 3：コミュニティ開発に関する知見（知識、ノウハウ、各種ツール）と教訓が対象 7 県の間で共有される。

今回の県事務所へのインタビューは限られた県でのみ実施したため他県での実情は不明であるが、インタビューから得られた課題は、JICA が北部域で支援してきた課題と通じるものであり、これまでの支援経験を踏まえてより広範囲の県事務所への支援を適用することが可能ではないかと考える。

3.11.7 デジタル技術の導入と技術支援

(1) KoBo Toolbox

人道支援を目的として、2014 年からリリースされている、情報収集、管理、視覚化ツールである。2005 年に KoBo Toolbox システムの基礎が作られ、2013 年、USAID (U.S. Agency for International Development) , UNOCHA (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs) および IRC (International Rescue Committee) による KoBoToolbox に対する資金・技術協力を経て構築、公開されたプラットフォームである。本プロジェクトでも現地調査にて主要な情報収集ツールとして活用した。

【概要】

まず、アカウントを作成後、ウェブ上で質問票を作成する。質問は任意に様々な構成で作成できるが、複雑にし過ぎないことがポイントである。次に、スマートフォンに専用アプリの KoBoCollect をインストールし、質問票をスマートフォンにダウンロードする。現場での調査は、この KoBoCollect に直接入力する。入力したデータはウェブ上にアップロードし、ウェブで閲覧、編集、地図上での位置確認等が可能である。

(2) ハンドポンプの水料金徴収システム

給水施設の維持管理において、水料金の徴収は極めて重要な要素となる。近年の技術の発達により、電子マネーを活用した料金徴収システムが開発されている。ウガンダでは、モバイルマネーを利用した SUNDA と呼ばれる、ハンドポンプに取り付け可能なシステムが開発され、導入が始まっている。SUNDA は、ウガンダ国に派遣された青年海外協力隊（水の防衛隊）と現地のエンジニアが共同で開発したシステムである。

SUNDA システム概要

既存のハンドポンプ井戸にソーラーシステムとバルブユニットを取り付ける。バルブユニットには水量計、バルブ、カードリーダー、制御基板が搭載されている。水利用者は携帯電話と ID カードが必要である。利用者は、携帯電話から USSD (Unstructured Supplementary Service Data) システムを利用し、ID カードの番号に料金をチャージする。この送金システムには、現地で広く用いられている携帯電話料金をチャージするシステムと同様のシステムが採用されており、銀行口座やスマートフォンも不要のため、多くの人にとって容易な送金システムである。

利用者が ID カードをカードリーダーに読み込ませると、チャージ残高の有無が確認され、残高があれば水を汲むことができる（図 3-91）。残高がなければ、バルブが閉じ水を汲むことはできない。揚水量は、流量計によって検知され、量に応じて課金残高が減っていく。

利用状況は、ウェブ上でモニタリングすることができる。



図 3-91 SUNDA の外観とチャージ画面

【導入状況】

わが国の技術協力プロジェクト「村落地方給水維持管理・衛生改善プロジェクト(2015-2022)」において、ムベンデ県とカサンダ県で 21 機が試験的に導入されている。2022 年 2 月現在、ムベンデ県、カサンダ県、ゴンバラ県、ブタンバラ県、ミティアナ県において、技術協力プロジェクトでの導入を含め、合計 26 基が導入されている。ウガンダ水環境省もこのシステムに興味を示しており、今後の導入拡大が期待される。



図 3-92 SUNDA が設置されている井戸 Butambara 県 (2021 年 9 月撮影)

(3) 技術支援

デジタル技術は、様々な課題を解決するための有効なツールになる可能性があるが、ツールの仕組みをよく理解し、現地の事情を踏まえたうえで、使っていくための仕組みづくりが極めて重要となる。

【KoBo Toolbox】

KoBo Toolbox を効果的に利用するには、システムの仕組みをよく理解したうえで、調査項目を精査し、データ取得から解析までの一連の作業を効率的に行っていくような仕組みを作ることが必要である。現在、コートジボワール国で実施中の技術協力プロジェクト「中部・北部紛争影響地域の公共サービス改善のための人材育成プロジェクトフェーズ 2 (2019-2023)」において、地方自治体の小学校インフラ及び地方給水インフラの整備・管理事業の計画策定のためのインベントリ調査実施における、集落訪問インタビュー調査のデータ取得のために KoBo Toolbox が取り入れられている。当該技術協力プロジェクトでは、現地技術者の技能、現状の課題などを踏まえ、課題に対してどのような改善策が望ましいか模索が続いている。その他、「スーダン国_州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト (2016-2022)」、「スーダン国_ダルフル 3 州における公共サービスの向上を通じた平和構築プロジェクト (2015-2019)」、「バングラデシュ国_公衆衛生工学局総合能力強化プロジェクト (2015-2021)」においても情報収集ツールとして用いた実績がある。

KoBo Toolbox の機能は、簡易な調査に簡便に使うこともできるが、高度なプログラミング技術を併用するとある程度詳細な調査にも適用でき、非常に幅広い応用が可能である。効果的な活用ができれば、限られたリソースの中で業務を効率的に実施していくための解決策となり得るが、高度な機能や仕組みを導入するには高度な PC スキルが不可欠で難易度の高いものとなり、導入へのハードルが高くなる。

本調査では質問票を KoBo Toolbox で構築し、調査を行いながら改定・更新を行い、サーバーにアップロードされたデータを取り出すという作業を KoBo Toolbox 上で行っ

た。これら収集されたデータの解析までを行う一連の流れは、KoBo Toolbox の構造を理解することに加え、PC でのデータ処理、解析のスキルが無ければ困難な作業である。その一方で今回の現地調査は、特に日本からリモートで実施したということもあり、従来の紙ベースでの調査票を用いた調査では、管理の面で調査精度の適時確認が難しく、時間、精度など様々な面で極めて困難であったと考える。本調査では、さらに SNS の WhatsApp を用いて、日本と現地とで時差がある中でもタイムリーにコミュニケーションができる体制をとった。日本で KoBo Toolbox で調査結果を確認し速やかに現地にフィードバックするなど、調査員にとっても自身の入力内容に対して適時に指示やコメントが返される状況であったため、自信をもって回答することができた。調査員が回答に迷うような状況ではその場から WhatsApp を使って日本の管理チームへ質問があがるなど、回答の質の担保にも大きな意味があった。

調査サイトはインターネットの電波が届かない地域も少なくないが、KoBoCollect アプリは質問票をダウンロードしていればインターネットに接続していない状態でも質問票にデータを入力し保存しておくことができるという利点がある。ただし、質問票や写真データのボリュームによっては、アップロード時の容量が増大し時間とコストを要することがある。アップロード時にネットワーク上の制約を受けるとアップロードが阻害されるため、タイムリーにデータを上げられるかどうかはネットワーク状況に左右されることに注意が必要である。

今後、KoBo Toolbox の適用事例が増えるにつれ、より効果的、効率的な導入方法を見出していくことが可能である。日本の支援案件での導入事例を集約し、現地の能力強化へフィードバックしていくことは、まさに日本の強みとなっていくと考える。ウガンダ国では、少なくとも本調査でヒアリングを実施した県事務所では、KoBo Toolbox は導入されていない。県事務所の状況を鑑みると、高度なシステムを構築するよりも、まずは、日常的、あるいは定期的に行われるルーティン業務の一部を簡易レベルの KoBo Toolbox で代用するところから始めてみることを提案する。現地の実情に則した改善点を模索しながら適切なシステムの構築に資することが、支援を続けてきた日本のプロジェクトでの経験が活かされるどころと考える。

【モバイルマネー／SUNDA】

「村落地方給水維持管理・衛生改善プロジェクト」では、複数のハンドポンプの管理を受け持ち、水料金徴収から迅速な修理まで行う機能をもつ、“サービスセンター”が構築された。このような仕組みづくりは、ハンドポンプのような給水施設を自足的に維持管理するための手法となり得ると同時に、SUNDA をはじめとした最新の料金徴収システムを効果的に運用するためにも重要である。SUNDA のデータ管理システムでは、給水時間と給水量のデータが記録される。これ等を解析することで、ポンプなどの不具合の予兆の検出などへの活用も期待される。維持管理の仕組みづくりは、日本の技術協力プロジェクトで様々な国で取り組みがなされており、最新のデジタル技術を用いてより効果的な仕組みづくりを目指すうえでも日本の経験は大いに活かされるものと考え

る。

給水施設の料金徴収システムとして開発されているシステムはすでに様々なものが存在する。Box-4 にその例を示す。これらは、管路給水システムに導入されているシステムである。導入対象の給水システムや地域に応じ、適切なものを選択し、運営の仕組みづくりを行うことが重要である。

〔 BOX-4 給水事業で導入されている電子マネーのシステム例 〕	
名称	概要
E-Madzi	URL: https://www.imosys.mw プリペイド式給水システム。利用者は、課金したスマートカードを給水機器に接触させ、プリペイド残高の分だけ水を利用することができる。水公社はキオスクでの水利用や稼働状況を WEB 上のダッシュボードで遠隔管理することができる。
e Water Service (e Water Pay)	プリペイド式水供給システム。スマートフォンのアプリでの課金やモバイルペイ、現金が使用可能。24 時間利用可能であり、給水状況は遠隔で監視されるため、故障が発生した場合は現地の修理人へ迅速に連絡され、修理が可能。 URL: https://www.ewater.services
Lifelink	プリペイド式。スマートフォンのアプリでプリペイドカードに課金し、プリペイドカードをカードリーダーに接触させる。 URL: https://www.grundfos.com/about-us/news-and-media/news/what-is-grundfos-lifelink https://cop23.unfccc.int/climate-action/momentum-for-change/ict-solutions/lifelink-water-solutions
PREPAID WATER ATM (SUSTEQ 社)	プリペイド式のタグで公共水栓の水が使用できるシステム。 URL: http://www.susteq.nl
Water ATM (Piramal Sarvajal 社)	プリペイド式 URL: https://www.sarvajal.com
IMOSYS	プリペイド式 URL: https://www.imosys.mw

第4章 データセット活用の検討

データセットには、位置情報（行政区分、緯度経度）、工法、井戸構造、揚水量情報（エアリフト、揚水試験）、水質情報、プロジェクト情報、各作業段階の時期情報など様々な井戸関連情報が含まれている。目的やアイデア次第で、活用の幅は極めて広い。本章では、活用案の一部について分析例を挙げながら以下の順に記述する。

- 4.1.1 データセット単独での集計、分析
- 4.1.2 データセットと公表されているデータと組み合わせる
- 4.1.3 調査で新たに得られた情報と建設当初との情報を比較する
- 4.1.4 事業評価やフォローアップの際の基礎資料
- 4.1.5 セクター間での情報共有

4.1.1 データセット単独での集計、分析

(1) 掘削工法に着目した集計分析例

分析事項：掘削工法と水の得やすさ、揚水量
用いた項目：掘削工法、成功／不成功、揚水量
得られた結果： DTH 工法が最も用いられており、不成功井戸の割合が高く、揚水量も少ない

【工法について】

データセットには既述の通り、井戸に関係する様々な情報が登録されている。各項目ごとの集計分析、各国ごと、年代別など、本データセット単独で集計分析を行うだけでも様々な切り口が存在する。ここでは、井戸の掘削工法に着目した分析を行う。井戸の掘削工法は、主に DTH（Down the Hole Hammer）工法、泥水掘削工法、パーカッション工法が用いられている。DTH 工法は、圧縮空気によってハンマービットに上下動を与えかたい岩石を砕きながら掘削する工法である。泥水掘削は、泥水を掘削流体とし、トリコンビットやウィングビットに荷重をかけ回転させて掘削する工法である。パーカッション工法は、ワイヤーで吊った錘を上下させ地層を打撃して砕き、ベアラーで孔外に排出する工法である。一般に DTH 工法は硬質の岩盤を掘削する際に用いられ 100 数十 m 程度の掘削深度範囲で用いられることが多い。泥水掘削は、未固結堆積層、堆積岩など、硬質な岩盤よりも比較的脆い、柔らかい地層、あるいは、より深い地層を掘削する際に用いられることが多い。パーカッション工法は、未固結層などの柔らかい地層に用いられることが多いが、泥水掘削の採用が増え、パーカッション工法による施工を実施している地域は減ってきている。

掘削工法は、適用する地層の特徴で示されるように、主に、地層の硬さをもとに選択されている。DTH が採用されている場合は、その地点が極めて硬い地層である可能性が高い。一般に、DTH が主な掘削として用いられる岩盤分布地域においては、地下水は岩盤表面の浅層風化層や堆積層とのコンタクト、岩盤中の亀裂に賦存していることがお

おい。特に岩盤の亀裂帯を狙う井戸掘削の場合は、探査の難易度は高く、また十分な水量を得ることが難しい地域が少なくない。一方、泥水掘削が主体となる掘削においては、深度 200m 程度以内の掘削であれば、比較的柔らかい地層（堆積層）を掘削したと推測できる。新しい時代の未固結堆積層、現世堆積物は、現在の堆積場に堆積した地層である場合が多く、比較的低位で水が集まりやすく、未固結であるため粒子間隙も多いため、岩盤地域の亀裂に比べて地下水を伴っている場合が少なくない。泥水掘削では Tricone bit あるいは Wing bit が用いられることが多い。Tricone bit と Wing bit は適用対象の範囲が異なり、Wing bit のほうが、より柔らかい未固結の地層で用いられる。

したがって、掘削工法に着目し集計を行うことで、実際に給水案件で行われた井戸施工の難易度についての概要を知ることができると期待される。

【工法別集計】

図 4-1 に、掘削工法の内訳を示す。工法の記載が確認できた井戸は、56.4%である。工法が確認できた井戸のうち、82.6%は DTH 工法、次いで泥水掘削（Mud, Tricone および Wing）であり、DTH が主流であることがわかる。

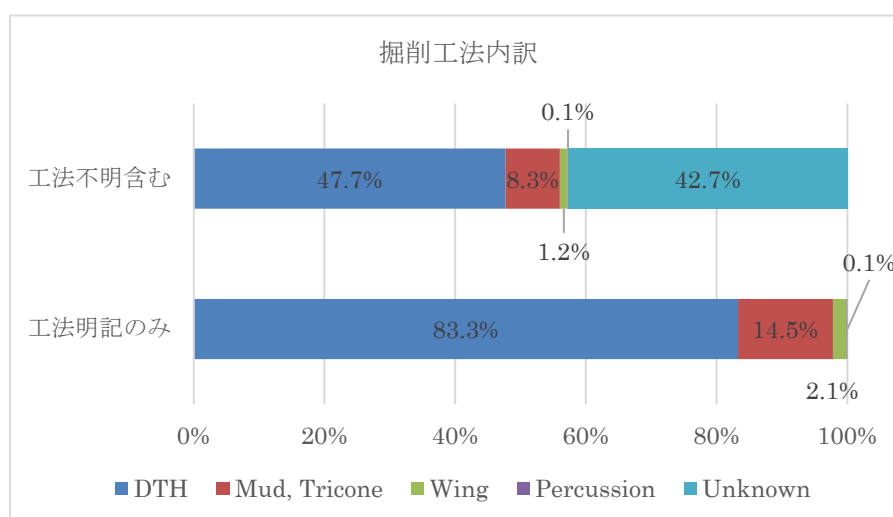


図 4-1 データセットに登録されている井戸の工法内訳

【工法毎の成功井戸本数と不成功井戸本数（登録数）】

次に、図 4-2 に、掘削工法ごとに成功井戸、不成功井戸、モニタリング井戸、用途不明の井戸数量及び割合を示す。モニタリング井戸とは、給水施設として仕上げたものではなく、水位を観測するなどのモニタリング用の井戸として仕上げたことが記録されている井戸である。DTH 工法が、最も不成功井戸の割合が高いことが示されている。上述の通り、岩盤地域における井戸掘削を行うにしても、水を得ることの難易度が高い地域が少なくない。なお、データセットに登録されている井戸情報は、井戸レポートが存在しているもののみである。プロジェクトによっては、不成功井戸の記録が含まれていない場合や、不成功井戸が発生しても井戸レポートとして残っていない場合があり、実際

の“成功率”とは異なっている（実際の成功率はさらに低い）可能性があることに留意しておく必要がある。

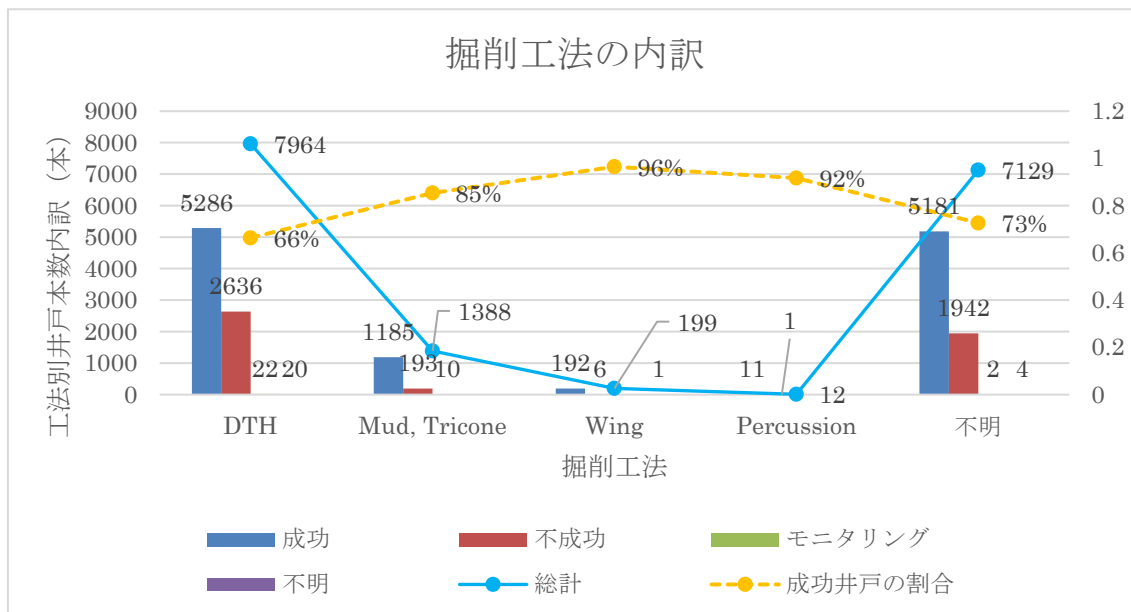


図 4-2 データセットに登録された成功井戸本数と不成功井戸本数（工法毎）

地層の硬さと揚水量の関係を知るため、工法別の揚水量を図 4-3 に示す。ここで集計した揚水量は、次の手順で抽出したものである。まず、連続揚水試験データがあれば連続揚水試験の揚水量を採用する。連続揚水試験データがない場合は、段階揚水試験の最大値を採用する。それも無い場合は、エアリフトの揚水量を採用する。Dry で揚水量の記載がない井戸については、便宜上、測定不能値として $0.01 \text{ m}^3/\text{h}$ とした。成功井戸と記載されていても揚水量の情報が全くない場合には集計に含めない。本来は、施工現場で判断された井戸能力を採用すべきであるが、もともとの井戸データが統一的な記載になっていないため、このような抽出を行った。厳密に言えば例えば段階揚水試験の最大値を井戸能力とすることは不適切である場合が含まれているが、今回の集計のレンジ、精度においては、影響はごくわずかで支障ないと考える。DTH 工法による井戸での揚水量は、泥水掘削による井戸に比べて非常に少ない。図 4-4 に、揚水量のヒストグラムを示す。 $3.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上の揚水量の成功井戸を集計すると成功井戸全体では 38% (4,205 本)、ハンドポンプ井戸のみでは 36% (3,786 本) である。 $2.0 \sim 3.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 程度の揚水量の井戸で動力揚水が採用されているケースはあるが、揚水量の少ない井戸では費用対効果が小さく、過剰揚水のリスクもあり、ハンドポンプが相当とされる場合が少なくない。動力揚水を採用するかどうかの判断において、揚水量は最も慎重に判断する必要がある情報である。給水無償で井戸建設を行ってきた地域は、ハンドポンプに頼らざるを得ない自然条件である場合が多いことを示していると同時に、動力揚水を採用できる可能性のある成功井戸が 3~4 割程度は存在していることを示している

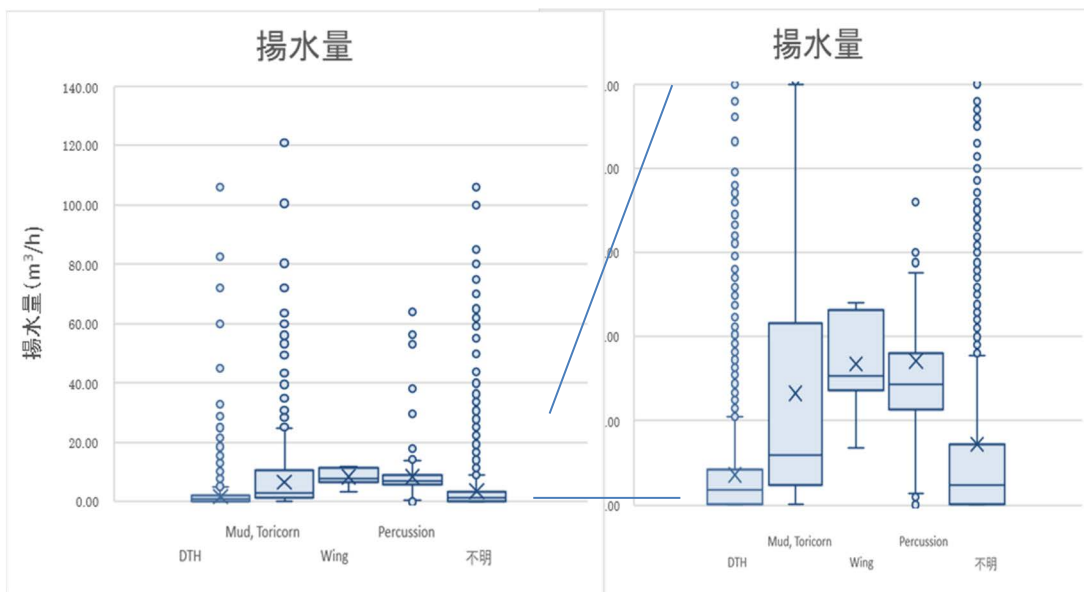


図 4-3 工法別の井戸の揚水量

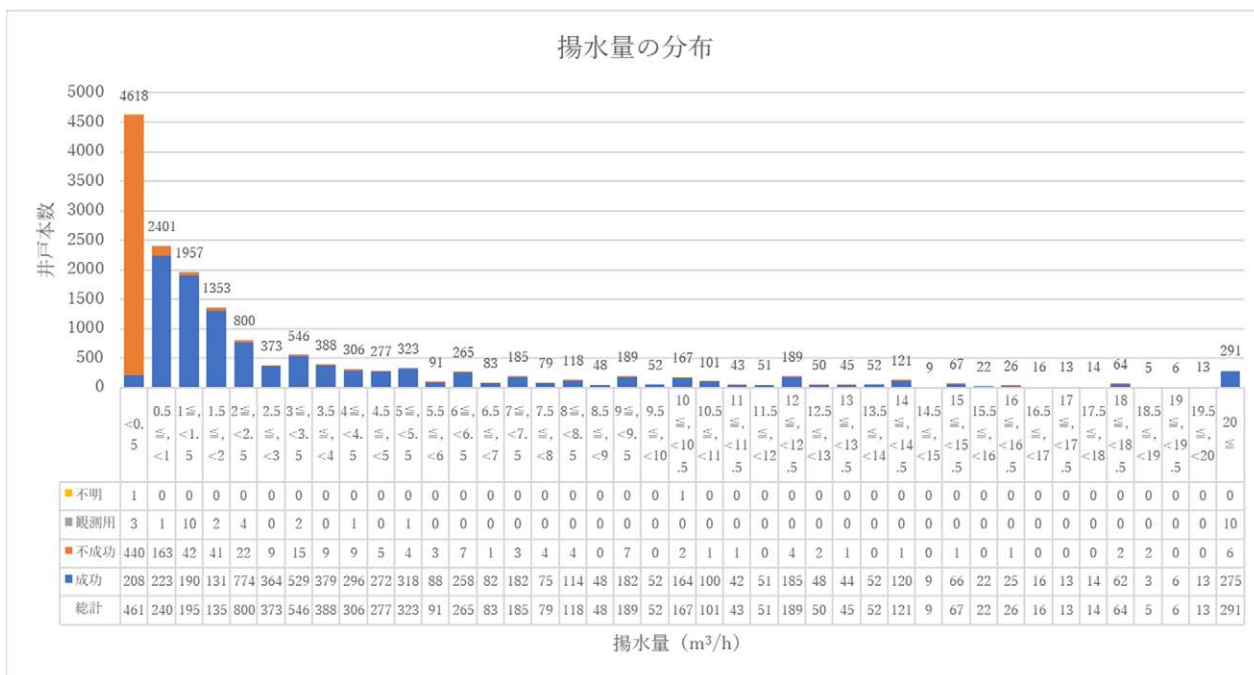


図 4-4 揚水量のヒストグラム

(2) 年別井戸建設数

データセットに含まれる全井戸について、案件実施年別（主に完了年）の井戸建設数を集計したヒストグラムを図 4-5 に示す。井戸建設数は、1999 年をピークに減少している傾向が示されている。2022 年時点で 20 年の経過となる 2001 年以前の井戸は 4,625 本、そのうち 30 年経過となる 1991 年までに建設された井戸は 349 本となっている。1991 年以前の案件が収録されている国は、ベナン、ニジェール、トーゴ、ザンビアの 4 か国である。このような、建設から 20 年、30 年と経過した井戸に対し、データセット

の情報をもとに現状調査を行い、課題解決に向けたアプローチを検討していくことで、より効果的な支援につなげることができると考える。

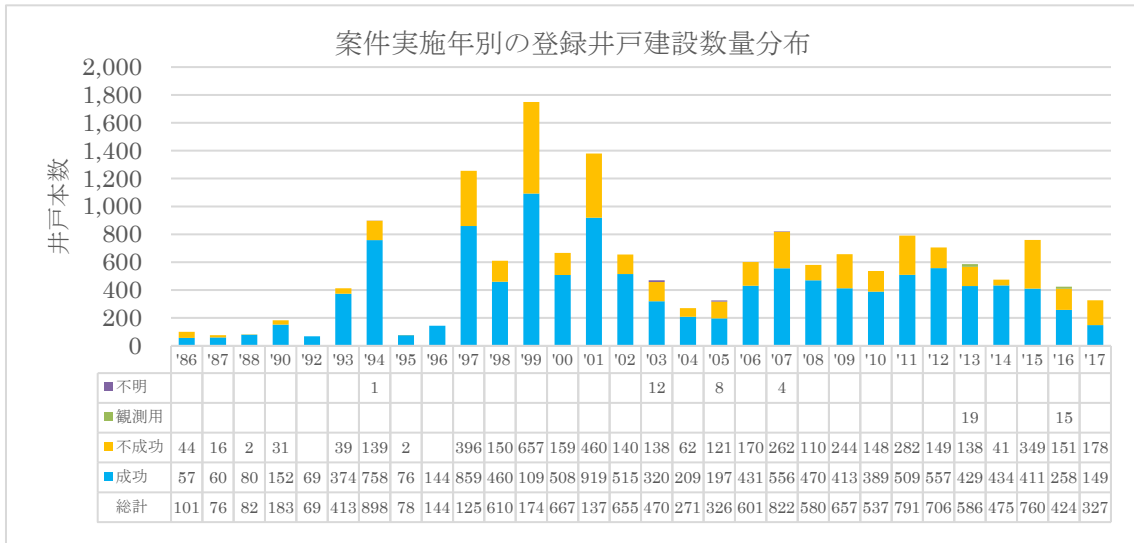


図 4-5 案件実施年別の登録井戸建設数量分布

【井戸本数の集計に関する注意点】

データセットの井戸本数を年別に扱う際に注意する必要がある点は、特に古い時期（特に 2000 年以前）の数量は必ずしも実際の建設数量を表していないということである。古い案件については、井戸レポートなどの情報が井戸掘削業者においても保管されておらず、データセットに取り込まれなかった案件は少なくない。例えば、ナイジェリア国では、1980 年代から 90 年代初頭にかけて、表 4-1 にあげるような多くの給水無償案件が実施されてきているが、これらはいずれもデータを入手することができずデータセットには取り込まれていない。

また、本業務で収集し、データセットに取り込むことが出来た情報のほとんどが給水無償案件であり、技術協力プロジェクト、学校建設に伴い建設された井戸データは極めてわずかである。

表 4-1 ナイジェリア国で実施された給水無償案件

1988 年度	ギニア・ウォーム対策飲料水確保計画(1/2 期)	(6.58 億円)
1989 年度	ギニア・ウォーム対策飲料水確保計画(2/2 期)	(3.11 億円)
1990 年度	ナイジャー州ギニアウォーム対策飲料水確保計画(1/2 期)	(6.84 億円)
1991 年度	ナイジャー州ギニアウォーム対策飲料水確保計画(2/2 期)	(2.68 億円)
1992 年度	北西部地域飲料水確保計画	(6.41 億円)
(参照ウェブサイト)		
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/jisseki/kuni/j_90sbefore/905-31.htm		
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/jisseki/kuni/j_99/g5-31.htm		

(3) 井戸深度分布

データセットに登録された井戸の掘削深度についての集計をヒストグラムで図 4-6 と図 4-7 に示す。図 4-6 は、成功井戸不成功井戸両方を一つのグラフで示し、図 4-7 は不成功井戸のみの分布を示す。成功井戸では、深度 40~50m にピークが見られ、中央値: 55.5 m、平均値: 60.0 m である。一方、不成功井戸では 70~80m にピークが見られ、中央値: 72.0 m、平均値: 73.3 m を示し、不成功井戸のほうが深度分布が深い傾向を示している。これは、水を得ることが難しい地域において、より深くまで掘削を試みたためではないかと考える。圧縮空気を送り込みながら掘削する DTH 掘削では、地下水を伴う亀裂に当たると地下水が地上に吹き上げられるため水を得られたかどうか速やかに認識することが出来る。もし、十分な水を得られなければ、より深くまで掘削を試みることが多い。

井戸の掘削深度は、施工コストに大きく影響するため、データセットの情報は井戸建設コストを概算する際にも有益な情報になると考える。成功井戸と不成功井戸で深度分布が異なる点についても、より正しく実情を示すことで今後の計画策定を適切に行うための情報として活用されると考える。

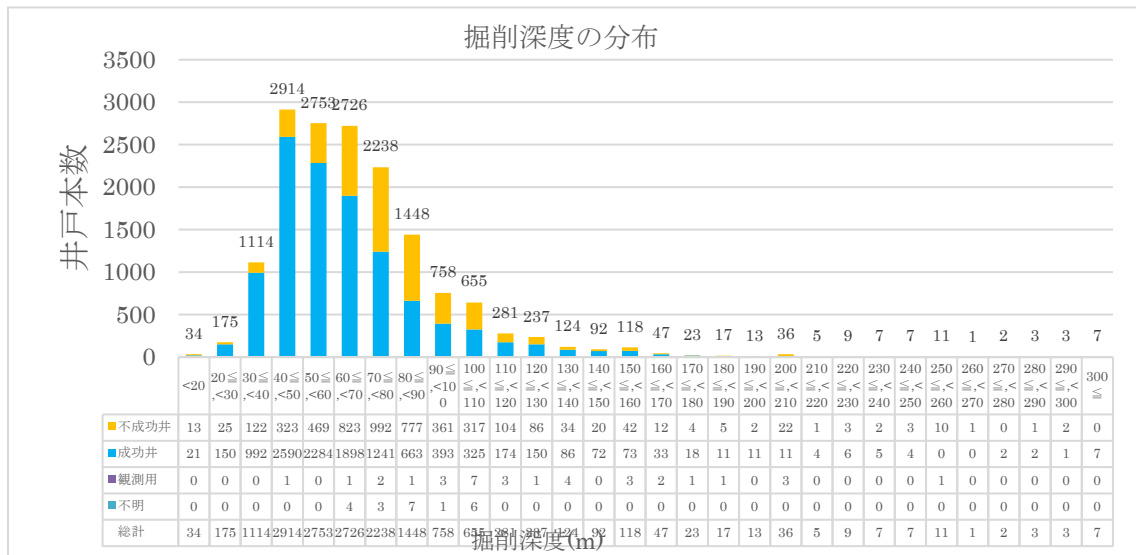


図 4-6 掘削深度分布

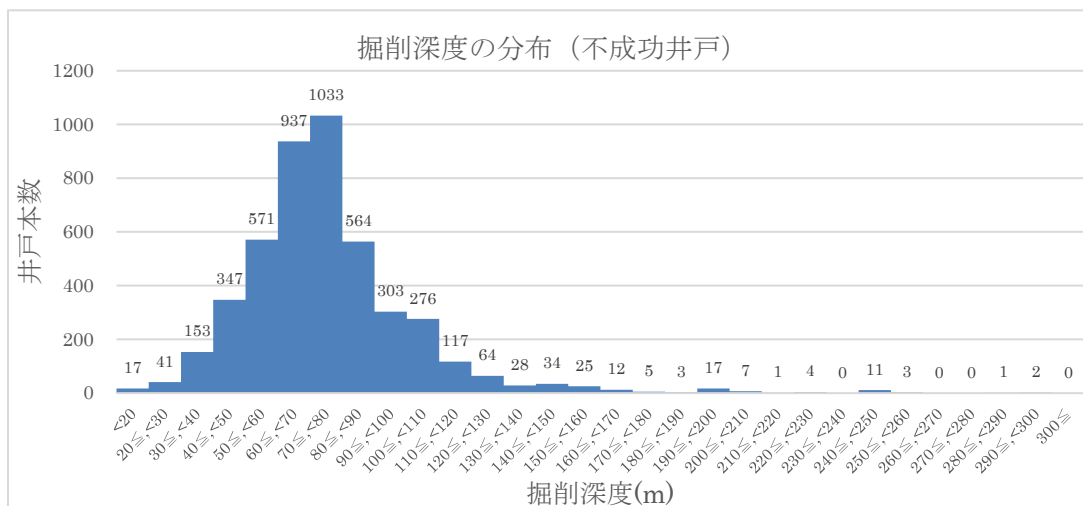


図 4-7 不成功井戸の掘削深度分布

(4) その他の集計分析案

- 1) 水質、水位などの集計し、全体の分布を知る。
- 2) 地域別、国別などで集計することで傾向を把握することができる。
- 3) 各データを地図上にプロットして地理的分布を調べる。水質の分布から、水質リスクエリアに対する情報を得られる。成功井戸、不成功井戸のプロットからは、井戸掘削により地下水を得ることの難しい地域、比較的得やすい地域の分布を知ることができる。
- 4) 本データセットの情報は、これまで給水無償案件によって行われてきた支援の実績そのものである。数量、地域、施設概要などで集計すると支援実績を表す非常に具体的な資料となる。

4.1.2 データセットと公表されているデータと組み合わせる

(1) 位置情報を固定点として、給水率と人口密度の変化を国別比較する

分析事項：位置情報を固定点として、公表データから経時変化を得る。

用いた項目：緯度経度（データセット）、給水率（JMP）、人口密度（NASA）

得られた結果：国ごとに異なる発展の傾向がみられる。

【位置情報（緯度経度）に着目】

データセットには、主要な項目として井戸の位置情報が含まれている。緯度経度で示される位置情報は、その数値が示す地点において給水案件で建設、支援が行われた事実を示す情報であり、この地点における情報を収集、解析することにより支援実施地点における関連情報を得ることができる。さらに、経時変化情報を重ねることで、支援実施地点における経時変化を読み取ることが可能となる。

【井戸建設地点における人口密度の抽出】

ここでは、井戸の位置情報（緯度経度）、NASA の Web サイトで公開されている人口密度ラスタデータ、JMP による給水率の数値を用いて、井戸施工地点における 2000 年および 2020 年の人口密度と、同年の各国の地方部における給水率の経時変化の比較を行った。

まず、人口密度については、2000 年と 2020 年の人口密度のラスタデータから、井戸掘削地点における人口密度を GIS を用いて抽出した。抽出した人口密度を国ごとに平均値を算出した値を採用した。

【給水率の抽出】

給水率については、JMP のウェブサイトから取得した。本井戸データセットで採用されている案件についてはほとんどが地方給水であることから、JMP データの Rural の給水率について、2000 年および 2020 年の値を取得した。JMP における給水率は、Safety managed、Basic service、Limited service、Unimproved、surface water の 5 段階で表現されている。Basic service と Limited service はともに Improved source であるものの、施設へのアクセスが往復 30 分以内にある場合に、Basic service とされる。施設へのアクセスの容易さの重要性はウガンダ国における今回の調査からも示されているため、ここでは、Basic service 以上 (At least Basic) を給水率の値として採用した。

この分析では JMP の Rural の給水率を用いているが、2020 年の数値については Urban を用いることも考えられるが、ここでは 2 か国のみであり個別の議論は行わないため同条件での抽出としている。

【抽出した値のプロット】

抽出した数値は、あくまでも建設地点における 2000 年と 2020 年の数値であるため、建設時の数値を示したのではなく、実際の建設時点をプロットする場合には、この 2 点間、あるいはその延長線上付近にプロットされることに注意する必要があるものの、このプロット図は、アフリカの地方部においてわが国がこれまで支援してきた地点の変遷を表しているといえる。

抽出した値を表 4-2、2000 年と 2020 年の国別プロットの比較を図 4-9 に示す。表 4-2 には、2020 年値を 2000 年値で割った値を増加率として記載した。図 4-9 では、横軸に人口密度、縦軸に給水率をプロットした。

人口密度はレソトを除き増加がみられる。特に、アンゴラとベナンについて著しい増加を示している。レソトは、ここでは示していないが、都市部では人口の著しい増加がみられ、地方部から都市域への移動が顕著にみられる。給水率は、ブルキナファソ、コートジボワール、ジンバブエにおいて減少している以外は増加している。この 3 か国については人口増加に対して給水施設の整備が追いついていない可能性が考えられる。特にブルキナファソでは、給水率の下げ幅が大きい。Limited service の割合は、9.1%から 36.9%に増加し、Improved のみで見れば、62.7%から 71.3%まで上昇している一方で、At

least Basic では、53.5%から 32.7%に減少している。Basic と Limited の違いはアクセス時間であることから地方域の居住エリアの拡大でもこのような傾向となる可能性が考えられるが、詳細は不明である。

【2020 年の各国のセッティングの違い】

データのプロット図の比較では、2000 年時点では南アフリカを除き概ね近い人口密度の範囲に収まっているが、2020 年では、人口密度 150 人/km²以下（クラスター 1）と 250～350 人/km²（クラスター 2）の範囲に 2 つのクラスターが形成されている。ベナンとアンゴラは、著しい人口密度増加で村落から都市規模への変化したことが示されている。

本調査にて現地調査を実施したウガンダはクラスター 2 に含まれる。クラスターの違いはセッティングの違いを反映しているのではないかと考える。さらに、クラスター 1 の中でも、その給水率には著しい開きがみられる。西アフリカの、セネガル、マリ、ニジェール、カメルーンは、2000 年時では比較的近い位置にプロットされているが、2020 年時点では給水率に極めて大きな違いが生じており、セッティングの違いが生じているとみられる。例えば、ニジェールは、その国土の大半をサハラ砂漠が占めており、居住地域は砂漠縁辺のサヘル地帯であり住居は非常に分散している地域が広がっている。徐々に人口密度が上昇しているとはいえ、都市化が見込めるような町や村は多くない。降水量が少なく地下水涵養が少なく、更に岩盤地域で水を得ることが難しく、揚水量も少ない地域で動力揚水も困難なため、1 本のハンドポンプ井戸に対して極めて多くの人々が依存している。水汲み待ちのポリ缶が数 10 個から 100 個程度並んでおかれている光景は珍しくない。このような地域では、依然としてハンドポンプによる給水の重要性が非常に高く、給水率を効果的に上げていくことが極めて困難なことが、未だに給水率が 40%を下回っている背景の一つと考えられる。従来の新規の井戸建設は依然として重要であると同時に、今ある水源、施設をいかにして将来に亘って大切に、持続的に維持管理し続けていくかが、今後のアプローチとして重要であると考えられる。時間の経過を経て各国のセッティングが大きく変化してきたことを認識し、今後の支援のアプローチについては、各セッティングを踏まえ、こういった課題に対してどのようなアプローチが有効であるか、地域ごとに検討していく必要があると考える。



図 4-8 水汲み待ちの様子（ニジェール国）

※ニジェール国「ザンデル地方ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画で 2005 年に建設された井戸（2006 年撮影）

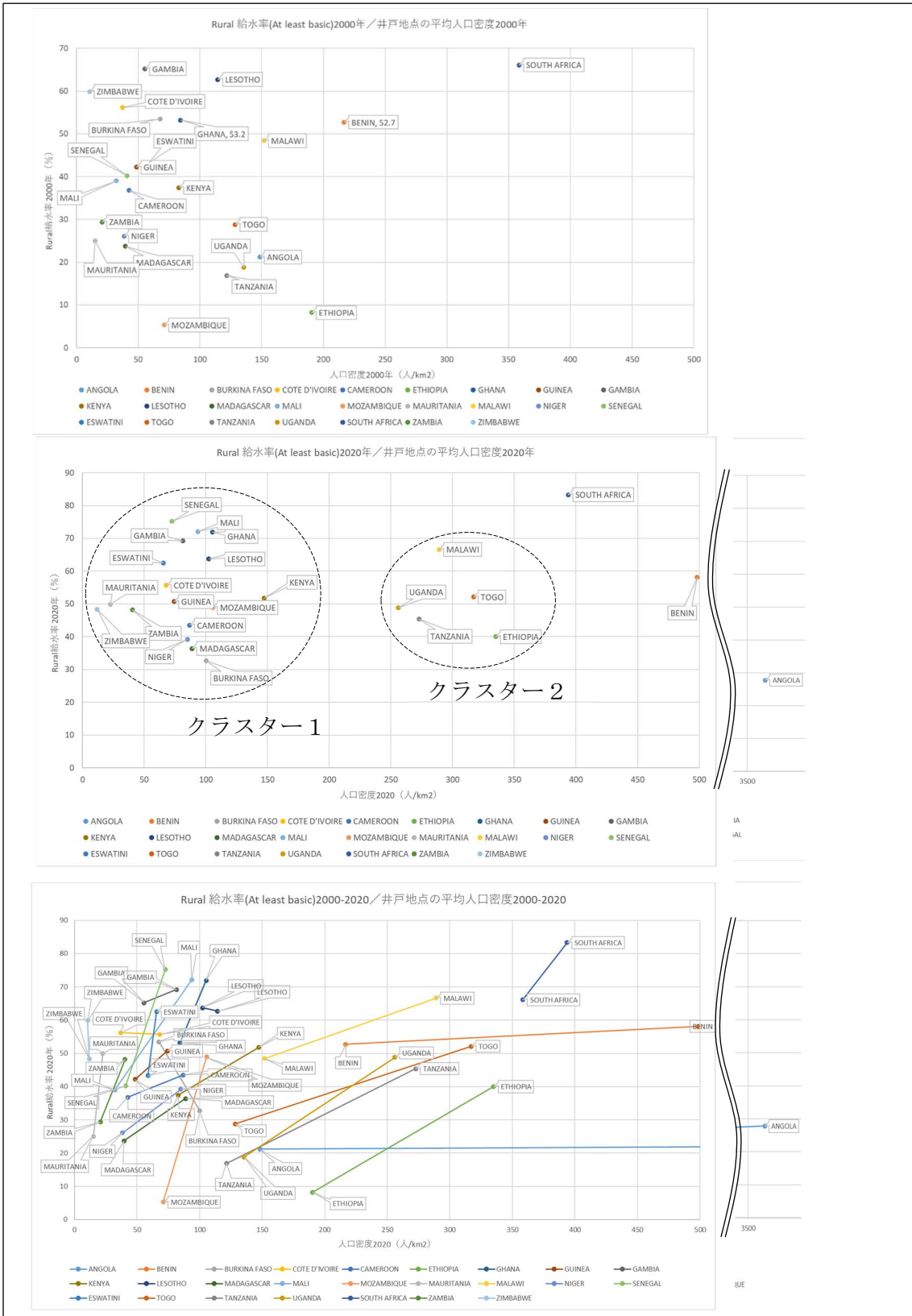


図 4-9 給水無償による井戸建設地点における平均人口密度と給水率 (Rural) の国別分布

表 4-2 井戸建設地点平均人口密度と給水率の抽出結果一覧

国	井戸建設地点平均人口密度			JMP_Rural 給水率(At least Basic)		
	2000	2020	増加率 (2020/2000)	2000	2020	増加率 (2020/2000)
ANGOLA	148	3,619	24.39	21.2	27.8	1.31
BENIN	217	498	2.30	52.7	58.1	1.10
BURKINA FASO	68	100	1.48	53.5	32.7	0.61
COTE D'IVOIRE	37	68	1.83	56.2	55.7	0.99
CAMEROON	43	87	2.04	36.8	43.5	1.18
ETHIOPIA	190	335	1.76	8.2	40	4.88
GHANA	84	105	1.25	53.2	71.9	1.35
GUINEA	49	74	1.53	42.2	50.7	1.20
GAMBIA	55	81	1.47	65.2	69.2	1.06
KENYA	83	147	1.78	37.4	51.8	1.39
LESOTHO	114	102	0.90	62.7	63.7	1.02
MADAGASCAR	40	89	2.25	23.7	36.4	1.54
MALI	32	94	2.90	39	72.1	1.85
MOZAMBIQUE	71	106	1.49	5.3	48.9	9.23
MAURITANIA	15	23	1.50	25	49.9	2.00
MALAWI	152	289	1.90	48.4	66.6	1.38
NIGER	38	85	2.21	26.1	39.2	1.50
SENEGAL	41	73	1.77	40.2	75.2	1.87
ESWATINI	59	66	1.12	43.3	62.5	1.44
TOGO	129	317	2.47	28.8	52.1	1.81
TANZANIA	122	273	2.24	16.9	45.4	2.69
UGANDA	135	256	1.89	18.8	48.8	2.60
SOUTH AFRICA	358	394	1.10	66.1	83.3	1.26
ZAMBIA	21	40	1.95	29.4	48.2	1.64
ZIMBABWE	11	12	1.13	59.9	48.3	0.81

(2) その他の活用例

既存の地質図、土地利用図、降水量マップ等に井戸位置をプロットし、更に水質や揚水量と合わせて分析を行う（第3章参照）

4.1.3 調査で新たに得られた情報と建設当初との情報を比較する

井戸データセットには、建設当初にのみ取得可能な情報が存在する。その代表的なデータが、揚水試験結果と水質分析結果である。井戸におけるこれらの数値は、年とともに変化することは珍しくないため、建設当初の情報が存在することは非常に重要な意味を持つ。例えば、段階揚水試験結果の水位降下量と揚水量の数値を分析、比較することで、井戸の能力が建設当初と比べて変わらないか、低下しているかといった評価が可能となる。分析の例を図 4-10 に示す。段階揚水試験の揚水量を横軸、各段階での比湧出量（Specific Capacity）を縦軸にプロットしたものである。比湧出量は、揚水量を水位降下量で割った値で、単位水位降下（m）当たりの揚水量を示す。比湧出量は、揚水量を変えるに従い値が変化する。図 4-10 の事例では、残念ながら建設当初の揚水試験記録は入手できなかったため、建設当初に揚水試験を実施した場合を想定したプロットを加えている。赤色のプロットが長年使用後に実施した揚水試験結果である。青色のプロッ

トは井戸洗浄後に実施した揚水試験結果である。建設当初（想定）に比べて、赤色で示されたプロットでは比湧出量が低下しており、井戸洗浄後に比湧出量が上昇していることがわかる。これは、より少ない水位降下で同じ揚水量が得られることを意味しており、すなわち、井戸洗浄によって目詰まりが解消されたことで揚水の効率が向上したことを示している。

この例は、段階揚水試験によって井戸のコンディションをある程度評価できることを示している。建設当初は井戸のスクリーンは詰まりなど無い状態であるが、長年の使用によりスクリーンが詰まってくることが多い。井戸が詰まると、一般に比湧出量は低下する。揚水試験を実施し、建設当初の揚水試験結果と比較することで井戸能力の変化や、井戸の目詰まりの可能性について検討することが出来る。目詰まりが疑われる井戸については、井戸カメラでスクリーン状況を把握し、井戸洗浄を行うことで井戸能力をある程度回復させられる可能性がある。井戸洗浄方法は、圧縮空気を注入する方法（エアリフト、エアブロウリングなど）、ベラーの上下で詰まりを除去する方法、高圧水を注入するジェットングなど従来からの方法に加え、近年ではナノバブルを用いた洗浄も開発されてきており、状況に応じた洗浄方法を採用することが望ましい。

このように、データセットに揚水試験結果が存在することで、新たに取得した揚水試験結果を用いた井戸能力評価をより効果的に行うことが可能になる。

水質分析結果の活用については、既に第3章でウガンダ調査結果の比較を試みており、データセットに記録された建設当初の水質情報が極めて重要な比較情報となることを示している。

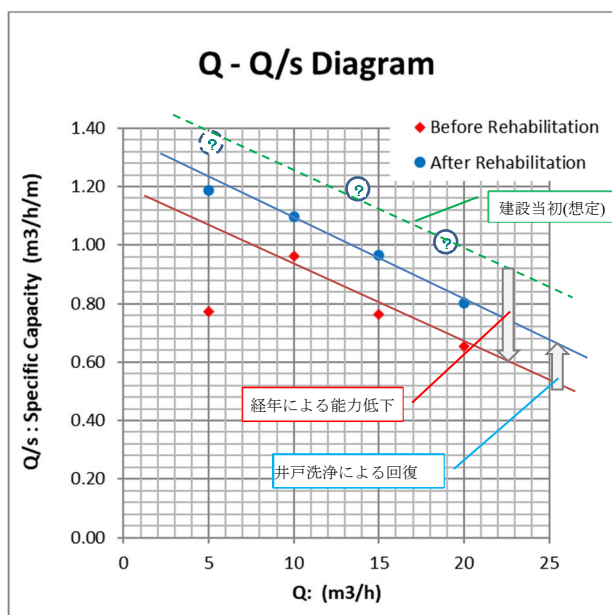


図 4-10 揚水量・比湧出量のプロットによる井戸診断

4.1.4 事業評価やフォローアップの際の基礎資料

無償資金協力事業等の実施後、時間をおいて実施される事業評価やフォローアップ事業を計画する際に、井戸の情報は極めて有益な情報となる。位置情報があることで現場へ行ったことがなくても井戸地点へ向かうことができる。井戸の構造や井戸能力に関する情報は、施設のフォローアップを計画する場合にはこれらの基礎情報を用いて支援内容を検討するため、非常に重要な情報となる。

4.1.5 セクター間での情報共有

1) 給水セクター以外の様々なインフラの情報を組み合わせることが可能である。特に

位置情報については、学校、保健施設などと組み合わせることで、学校、保健施設の給水計画への貢献が期待される。また、建築の際に地質情報や水源情報を共有することで地質の基礎情報や工事用水、さらには建設後の水源計画への寄与が期待される。

2) 農業分野との情報共有では、水源の保全の検討を共同で行うことが可能となる。

3) 下水、汚水処理、廃棄物処理分野との情報共有では、汚泥、ゴミ、廃棄物の投棄場所の検討、水源保全対策を共同で行うことが可能となる。

4) 給水セクターの中でも、従来、都市給水と地方給水とで区別されてきたが、水資源としての観点からは、都市、地方の区別ではなく、水資源情報として井戸の情報を共有することは極めて重要と考える。

4.2 活用範囲の拡大に向けた取り組み

4.2.1 著作権

無償資金協力案件の井戸掘削の施主は当該国であるので、井戸データの著作権は当該国が持っていることになり、井戸データセットを使用する場合には、注意が必要である。当該国による許可無しにデータを公開することはできないが、このデータを用いた何らかの解析結果であればデータの取り扱いに注意しつつ可能かもしれない。

データを広く、多くの国、人たちに使ってもらってこそ、このデータセットの価値は高められ、日本のODAの高評価にもつながると考えられるので、既存のデータのみならず今後のプロジェクトについても実施前（G/A 締結時点など）に当該国の許可を取り付け、公開されることは有意義である。

JICA では先方政府にデータを提供しつつ、一般利用が可能な情報公開のあり方を協議している。ウガンダ、ガンビア、ケニア、ザンビア、マラウイ、モザンビークからは既に協議を行い基本的な理解を得ており、今後、文書で確認を行う予定である。

4.2.2 今後の案件による新規井戸データの保管（完了届の付属資料の保管）

本業務で作成した井戸データセットの構成は、「井戸データ電子化標準様式」として位置付けられている（本業務の「業務仕様書」による）。井戸建設を伴うプロジェクトの終了時には、掘削された井戸の諸データが「完了届」の付属資料としてコンサルタントから提出されるのが一般的である。完了報告書の井戸データは、建設された井戸の初期データとして極めて利用価値のある貴重なデータであるため、提出された井戸データの保管およびデータセットへの入力が行われることが望ましい。

完了届の付属資料の井戸データのフォーマットは、井戸建設工事を受注した本邦井戸業者あるいはコンサルタントに委ねられており統一されていない。したがって、今後は上記の「井戸データ電子化標準様式」にしたがって入力されたデータの提出を義務づけることを提唱したい。統一された様式で提出されることで、データセットの更新作業が大幅に軽減されるため、継続的な更新を行っていくうえでも重要と考える。

4.3 まとめ

人間の生活において水は、飲用水、生活用水、医療、工業、農業などさまざまな形で用いられている。人が活動しているところでは必ず水を必要とする。このうち、本データセットに含まれる井戸、すなわち、わが国による無償資金協力を中心とした地下水開発による給水事業は主に飲用水、生活用水の給水が主流である。学校や保健施設の建設と合わせて施工される井戸もあるが、多くは地方給水事業とは別の案件として実施されてきており、特に給水、学校、保健・医療、農業、衛生、都市開発など、セクター別で案件が異なると、それぞれで井戸を建設していても情報が共有されることはほとんど無い。本データセットには、学校建設案件で建設された井戸情報が一部含まれてはいるが、施工を担当した井戸業者が、本データセットの主要な情報提供先の一つであったことから、非常に運良く稀なケースとしてデータ収集することができたものである。学校や保健施設建設案件で、現地の井戸施工業者に建設を委託した場合は、井戸情報はほとんど入手することは困難である。

先に、本データセットの活用例で議論したように、建設当初の情報が含まれる井戸レポートと各種試験結果は非常に重要な意義を持っている。支援実績としても、記録が残りにくい状況は改善する必要がある。セクターやスキームが様々であっても、使う水も建設する井戸も基本的には同じである。本データセットの活用を考える際に、今あるデータの活用を考えるだけでなく、水という全ての人に共通の必要不可欠な資源をいかに持続的に利活用していくかの観点から、セクターやスキームの壁を越えて、情報を集約していく仕組みが必要ではないかと考える。ウガンダでの現地調査における検討事例（第3章 3.11.2、3.11.2(4)）のように学校や保健施設の情報と井戸のデータセットを組み合わせることができれば、より支援の効果を高めるような給水施設計画を策定することが可能となる（データセットのセクター間での標準化）。

セクター間の関連で農業を例に挙げると、一見、給水と関係が薄そうに見えるかもしれないが、第3章 3.7で議論したように、施肥など農業活動が地下水の水質に影響を与える可能性がある。一方で水田では、地下水への涵養が期待されるだけでなく、表流水や土壌中の窒素化合物を窒素ガスへ変えて大気へ放出する脱窒能が高く、地下水への硝酸等による汚染を緩和する効果が期待されるなど、地下水とは密接な関係が存在する。食糧生産の拡大は、増大する人口を養うためには避けることができないと同時に、水資源も守りながら持続可能な仕組みを作っていく必要がある。そのためには、セクター間の協力が必要となる。

課題に応じて、関係分野を巻き込みつつ、注力するターゲットを明確化しながら効果的な支援につなげるような方策が重要となると考える。我が国の無償資金協力による支援実績の証である本データセットは、今後の給水課題へのアプローチの手がかりとして、さらには分野の壁を越える手掛かりとして、活用していけるものであると考える。

付属資料

付属資料リスト

付属資料-1 案件リスト・井戸データ数

付属資料-2：Endorsed Letter (Pader 県)

付属資料-3：Kitugum 県の DWO からのレター

付属資料-4：井戸調査質問フロー

付属資料-5：井戸調査質問回答結果

付属資料-6：学校調査結果_ (補足資料)

付属資料-7：学校調査結果_4 県における学校の生徒数変化の聞き取り

付属資料-8：保健施設調査結果_ (補足資料)

付属資料-9：保健施設調査結果_3 県における保健センターへの聞き取り (患者数と出生数の変化)

付属資料-10：教訓一覧

付属資料-11：参考文献・ウェブサイト

付属資料 -1

案件リスト・井戸データ数

国名	案件ID	年度	案件名	案件の区分	井戸本数	
アンゴラ	AGO002	2001	第2次ルアンダ州給水計画	無償	7	
ベナン	BEN001	1988	第2次村落給水計画	無償	135	
	BEN002	1992	第3次村落給水計画	無償	355	
	BEN003	1995	第4次村落給水計画	無償	415	
	BEN004	2005	第5次村落給水計画	無償	293	
	BEN005	2016	グラズエ市及びダッサズメ市飲料水供給計画準備調査	準備調査	20	
	BEN007	2009	第6次村落給水計画基本設計調査報告書	準備調査	15	
	BEN008	2009	第6次村落給水計画	無償	176	
	ブルキナファソ	BFA001	1998	ギニアウォーム撲滅対策飲料水給水計画(第1期)	無償	90
BFA002		1999	ギニアウォーム撲滅対策飲料水給水計画(第2期)	無償	249	
BFA003		2000	ギニアウォーム撲滅対策飲料水給水計画(第3期)	無償	130	
BFA008		2013	第二次中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画(第1期)	無償	159	
BFA009		2014	第二次中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画(第2期)	無償	264	
BFA010		2015	第二次中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画(第3期)	無償	161	
BFA012		2009	中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画(第1期)	無償	130	
BFA013		2010	中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画(第2期)	無償	204	
BFA014		2011	中央プラトー及び南部中央地方飲料水供給計画(第3期)	無償	100	
BFA015		2012	保健社会向上センター建設計画	無償	33	
コートジボワール		CIV001	1992, 1993	北部村落給水計画	無償	541
		CIV002	1997	村落給水計画(第2期)	無償	92
		CIV003	1998	村落給水計画(第3期)	無償	293
		CIV004	2015	中部・北部紛争影響地域の公共サービス改善のための人材育成計画	技プロ	46
カメルーン		CMR001	2006	第4次地方給水計画(第1期)	無償	101
	CMR002	2007	第4次地方給水計画(第2期)	無償	138	
	CMR006	2012	地方給水計画(第1期)	無償	70	
	CMR007	1995	地方給水計画(第2期)	無償	14	
	CMR008	1996	地方給水計画(第3期)	無償	16	
エチオピア	ETH001	2005	南部諸民族州給水計画(第1期)	無償	144	
	ETH002	2006	南部諸民族州給水計画(第2期)	無償	199	
	ETH004	2008	オロミア州給水計画(第1期)	無償	31	
	ETH008	2008	ティグライ州地方給水計画	無償	122	
	ETH009	2009	オロミア州給水計画(第2期)	無償	41	
	ETH010	2010	オロミア州給水計画(第3期)	無償	6	
	ETH011	2011	オロミア州給水計画(第4期)	無償	13	
ガーナ	GHA002	1990, 1991	地方給水計画(第2期)	無償	247	
	GHA003	2000	地方給水計画(第4期)	無償	178	
ギニア	GIN001	1999	沿岸地方給水計画(第1期)	無償	17	
	GIN002	2000	沿岸地方給水計画(第2期)	無償	125	
	GIN003	2001	沿岸地方給水計画(第3期)	無償	115	
ガンビア	GMB001	1993	地方飲料水供給計画	無償	10	
	GMB002	2004	地方飲料水供給計画	無償	26	
ケニア	KEN001	2006	地方給水計画(第1期)	無償	78	
	KEN006	2011	第二次地方給水計画	無償	73	
	KEN007	2011	バリング地域村落給水計画準備調査	準備調査	10	
	KEN008	2014, 2015	バリング郡村落給水計画	無償	135	
レント	LSO001	1995	小学校給水・衛生改善計画(第1期)	無償	134	
	LSO002	1996	小学校給水・衛生改善計画(第2期)	無償	67	
マダガスカル	MDG001	2000	第2次南西部地下水開発計画(第1期)	無償	11	
	MDG002	2003	第2次南西部地下水開発計画(第3期)	無償	67	
	MDG003	2004	第2次南西部地下水開発計画(第4期)	無償	83	
マリ	MLI001	1993, 1994	ギニア虫対策村落給水計画	無償	717	
	MLI002	1999	カチ・クリコロ・カンガバ地区給水計画(第1期)	無償	106	
	MLI003	2000	カチ・クリコロ・カンガバ地区給水計画(第2期)	無償	139	
	MLI004	2003	カイ・セグー・モプチ地域給水計画(第1期)	無償	38	
	MLI005	2004	カイ・セグー・モプチ地域給水計画(第2期)	無償	135	
	MLI006	2005	カイ・セグー・モプチ地域給水計画(第3期)	無償	129	
	MLI009	2009	シカソ地域飲料水供給計画	無償	187	
モザンビーク	MOZ001	2000	ザンベジア州地下水開発計画(第1期)	無償	26	
	MOZ002	2001	ザンベジア州地下水開発計画(第2期)	無償	86	
	MOZ003	2002	ザンベジア州地下水開発計画(第3期)	無償	59	
	MOZ006	1996	ガザ州村落給水飲料水供給計画(第1期)	無償	30	
	MOZ007	1996	ガザ州村落飲料水供給計画(第2期)	無償	178	

国名	案件ID	年度	案件名	案件の区分	井戸本数
モリタニア	MRT001	1993-1996	中南部地方水利計画	無償	232
	MRT002	1997	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第1期)	無償	28
	MRT003	1998	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第2期 第1期)	無償	92
	MRT004	1999	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第2期 第2期)	無償	150
	MRT005	2000	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第2期 第3期)	無償	93
	MRT007	2004	南部地方飲料水供給計画(第1期)	無償	17
	MRT008	2005	南部地方飲料水供給計画(第2期)	無償	24
	マラウイ	MWI001	1992	ムチンジ地下水開発(第1期)	無償
MWI002		1993	ムチンジ地下水開発(第2期)	無償	110
MWI003		2002	リロングウェ・デッサ地下水開発計画(第2期)	無償	177
MWI004		2001	リロングウェ・デッサ地下水開発計画(第1期)	無償	45
MWI005		2006	リロングウェ西地区地下水開発計画(第2期)	無償	199
MWI007		1997	ムジンバ西地区給水計画(第2期)	無償	295
MWI008		1998	ムジンバ西地区給水計画(第3期)	無償	148
MWI009		2006	リロングウェ西地区地下水開発計画(第1期)	無償	24
MWI010		2007	リロングウェ西地区地下水開発計画(第3期)	無償	129
MWI011		2011	地下水開発計画(ムワンザ・ネノ)	準備調査	5
MWI012		2011	地下水開発計画(ムワンザ・ネノ)	無償	123
MWI013		2010	マラウイ共和国 中西部地方給水整備計画	準備調査	12
MWI014		2012	中西部地方給水計画	無償	334
ニジェール		NER001	1990	地下水開発計画	無償
	NER002	1997	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第1期)	無償	19
	NER003	1998	ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第2期)	無償	106
	NER004	2005	ザンデル州 ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第2期)	無償	55
	NER005	2006	ザンデル州 ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第3期)	無償	130
	NER011	2009, 2010	ティラベリ州ギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画(第2期, 3)	無償	240
	NER012	1987	村落給水計画(第1期)	無償	25
	NER013	1988	村落給水計画(第2期)	無償	82
	NER015	1990	ウアラム農村復興計画(第1期)	無償	18
	NER016	1991	ウアラム農村復興計画(第2期)	無償	51
	NER017	1992	ウアラム農村復興計画(第3期)	無償	38
	NER019	1994	第2次ウアラム農村復興計画(第1期)	無償	17
	NER020	1995	第2次ウアラム農村復興計画(第2期)	無償	46
	NER021	1996	第2次ウアラム農村復興計画(第3期)	無償	22
セネガル	SEN004	2004	地方村落給水計画(第1期)	無償	7
	SEN005	2005	地方村落給水計画(第2期)	無償	8
	SEN009	2009	タンバクンダ州給水施設整備計画	無償	21
	SEN011	2015	農村地域における安全な水の供給と衛生環境改善計画	無償	5
エスワティニ	SWZ001	1997	地方給水計画	無償	154
	SWZ003	2002	第二次地方給水計画	無償	111
	SWZ004	2001	第二次地方給水計画	準備調査	15
トーゴ	TGO001	1997	村落給水計画(第1期)	無償	37
	TGO002	1998	村落給水計画(第2期)	無償	587
	TGO005	2010	マリタイム及びサバナ地域村落給水計画	準備調査	14
	TGO006	2011	マリタイム及びサバナ地域村落給水計画	無償	141
	TGO007	1985	地下水開発計画(第1期)	無償	3
	TGO008	1986	地下水開発計画(第2期)	無償	98
	TGO010	1990	地下水開発計画(第1期)	無償	24
	TGO011	1991	地下水開発計画(第2期)	無償	175
タンザニア	TZA001	1996	カゲラ州難民居住区周辺地域給水・医療改善計画(第1期)	無償	70
	TZA002	1997	カゲラ州難民居住区周辺地域給水・医療改善計画(第2期)	無償	61
	TZA004	2004	リンディ州・ムトラ州水供給計画(第2期)	無償	155
	TZA005	2005	リンディ州・ムトラ州水供給計画(第3期)	無償	79
	TZA006	2006	ザンジバル市街地給水計画(第1期)	無償	7
	TZA008	2004	首都圏周辺地域水供給計画	準備調査	10
	TZA009	2007	首都圏周辺地域水供給計画	DD	24
	TZA010	2009	ムワンザ州及びマラ州給水計画	無償	64
	TZA011	2011	ワミ・ルプ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	技プロ	19
	TZA012	2010	タボラ州水供給計画準備調査	準備調査	16
	TZA013	2012-2014	タボラ州水供給計画	無償	261
	TZA014	2008	首都圏周辺地域給水計画(第1期)	無償	21
	TZA015	2007	ザンジバル市街地給水計画(第2期)	無償	6

国名	案件ID	年度	案件名	案件の区分	井戸本数
ウガンダ	UGA001	1997	地方給水計画(第1期)	無償	60
	UGA002	1999	地方給水計画(第2期 第1期)	無償	172
	UGA003	1997	地方給水計画(第2期 第2期)	無償	218
	UGA004	1999	地方給水計画(第2期 第3期)	無償	193
	UGA005	2003	第2次地方給水計画(第1期)	無償	77
	UGA006	2004	第2次地方給水計画(第2期)	無償	110
	UGA007	2012	アチョリ地域国内避難民の定住促進のための地方給水計画	準備調査	10
	UGA008	2013	アチョリ地域国内避難民の再定住促進のための給水計画	無償	101
	UGA009	2015	チヨガ湖流域地方給水計画	準備調査	20
	UGA010	2017	ウガンダ東部チヨガ湖流域地方給水計画	無償	1
	UGA011	2010	チヨガ湖流域水資源開発・管理計画調査	開発調査	20
南アフリカ	ZAF001	2003	南アフリカ東ケープ州地方村落給水計画	無償	23
ザンビア	ZMB001	1985	地下水開発	無償	51
	ZMB002	1988	南部州地下水開発計画	無償	48
	ZMB003	1991	地方給水計画(第1期)	無償	20
	ZMB004	1992	地方給水計画(第2期)	無償	112
	ZMB005	1993	地方給水計画(第3期)	無償	52
	ZMB006	1994	地方給水計画(第4期)	無償	63
	ZMB008	1997	南部州給水計画(第2期)	無償	195
	ZMB009	2000	干ばつ地域給水計画(第2期)	無償	252
	ZMB010	2001	干ばつ地域給水計画(第3期)	無償	204
	ZMB011	2004	北部州地下水開発計画(第1期)	無償	84
	ZMB012	2005	北部州地下水開発計画(第2期)	無償	173
	ZMB014	2007, 2008	第1次ルアブラ州地下水開発計画	無償	280
	ZMB016	2010	第2次ルアブラ州地下水開発計画	無償	312
	ZMB018	2014	第3次ルアブラ州地下水開発計画	無償	268
	ZMB020	1994	ルサカ市周辺地区給水計画(第2期)	無償	4
	ZMB021	1994	ルサカ市周辺地区給水計画(第3期)	無償	2
	ZMB022	1994	ルサカ市周辺地区給水計画(第4期)	無償	2
ZMB023	1998	ルサカ市小学校・中学校建設計画(第1期)	無償	4	
ZMB024	1999	ルサカ市小学校・中学校建設計画(第2期)	無償	4	
ジンバブウェ	ZWE002	1997	ピンガ地区地方給水計画(第1期)	無償	8
	ZWE003	1998	ピンガ地区地方給水計画(第2期)	無償	41

追加データのための案件

国名	案件ID	年度	案件名	案件の区分	井戸本数
ベナン	BEN006	2015	グラズエ市及びダッサズメ市飲料水供給計画	無償	4

付属資料 -2

Endorsed Letter (Pader 県)

TEL. GENERAL: +256 41 4505942
TELEPHONE: +256 41 4505945
+256 41 4505950
+256 41 4220203
+256 41 4321316
+256 41 42211983
FAX: +256 41 4505941
Email: mwe@mwe.go.ug
ps@mwe.go.ug
website: www.mwe.go.ug

In any correspondence on
this subject please quote Ref. No
WAD/171/250/01



MINISTRY OF WATER
AND ENVIRONMENT
P. O. Box 20026
KAMPALA - UGANDA

*No objection
they can proceed
Ch 7.9.2021*

01st September, 2021

Chief Administrative Officer,

Pader District Local Government

CC. DWO, DEO, DHO

SURVEY OF EXISTING WELLS CONSTRUCTED USING JICA FUNDING

Japan International Cooperation Agency (JICA) is implementing the Basic Survey for Construction of Borehole Database of African Countries.

Uganda being a beneficiary of Japanese grant Aid shall be covered by the survey with a total of 673 wells expected be visited in the exercise.

The purpose of the Survey is as follows:

- (1) To confirm the current situation of wells and compare those at the time of well construction.
- (2) To analyze the future impact of natural conditions, social conditions, and construction quality during construction of wells.
- (3) To summarize, through above, important issues to be taken into consideration for groundwater development in Sub-Saharan Africa.

The survey shall carry out;

- Inspection of the existing wells
- Interview to organization responsible for O&M of existing wells in the village
- Measurement of ground water level
- Interview with primary schools (120)
- Interview with health center IIs (60)

JICA has engaged Earth System Science Co., Ltd. (hereinafter called "ESS") a Japanese consulting firm to carry out the Work. ESS shall organize the survey team to carry out the Survey.

It is anticipated that this exercise will commence in September 2021 an end in November 2021.

This is therefore to inform you of this activity and also introduce to you ESS who will undertake the survey in your district.

Looking forward to your usual cooperation.

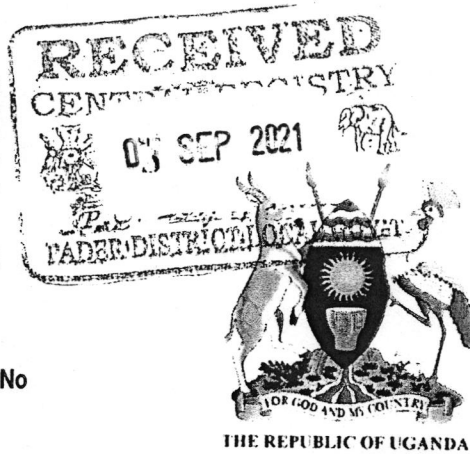
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Joseph Oriono Byatu'. The signature is stylized with large, overlapping loops and a prominent initial 'J'.

Eng. Joseph Oriono Byatu

For: PERMANENT SECRETARY

TEL. GENERAL: +256 41 4505942
TELEPHONE: +256 41 4505945
+256 41 4505950
+256 41 4220203
+256 41 4321316
+256 41 4221198
FAX: +256 41 4505941
Email: mwe@mwe.go.ug
ps@mwe.go.ug
website: www.mwe.go.ug

In any correspondence on
this subject please quote Ref. No
WAD/171/250/01



**MINISTRY OF WATER
AND ENVIRONMENT
P. O. Box 20026
KAMPALA - UGANDA**

01st September, 2021

Chairperson

LC5, Pader District Local Government
.....
.....

SURVEY OF EXISTING WELLS CONSTRUCTED USING JICA FUNDING

Japan International Cooperation Agency (JICA) is implementing the Basic Survey for Construction of Borehole Database of African Countries.

Uganda being a beneficiary of Japanese grant Aid shall be covered by the survey with a total of 673 wells expected be visited in the exercise.

The purpose of the Survey is as follows:

- (1) To confirm the current situation of wells and compare those at the time of well construction.
- (2) To analyze the future impact of natural conditions, social conditions, and construction quality during construction of wells.
- (3) To summarize, through above, important issues to be taken into consideration for groundwater development in Sub-Saharan Africa.

The survey shall carry out;

- Inspection of the existing wells
- Interview to organization responsible for O&M of existing wells in the village
- Measurement of ground water level
- Interview with primary schools (120)
- Interview with health center IIs (60)

JICA has engaged Earth System Science Co., Ltd. (hereinafter called "ESS") a Japanese consulting firm to carry out the Work. ESS shall organize the survey team to carry out the Survey.

It is anticipated that this exercise will commence in September 2021 an end in November 2021.

This is therefore to inform you of this activity and also introduce to you ESS who will undertake the survey in your district.

Looking forward to your usual cooperation.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Joseph Oriono Byatu'. The signature is fluid and cursive, with a large initial 'J' and 'O'.

Eng. Joseph Oriono Byatu

For: PERMANENT SECRETARY

付属資料 -3

Kitugum 県の DWO からのレター

TELEGRAMS: DWD KITGUM
TELEPHONE: 047139183
E-Mail: dwdkitgum@yahoo.com
FAX:
TELEX:
In any correspondence on this subject please
quote No



KITGUM DISTRICT LOCAL GOVERNMENT,
DISTRICT WATER OFFICER
P.O. BOX 28,
KITGUM (UGANDA)

Date: 23rd November 2021

To: Water Access Consulting
P. O. Box 1523, Gulu
Plot 26. Fr. Vignato Road Kitgum, Plot 22.A1 Upper Churchill Drive Gulu

Re: Water well study on JICA Existing Boreholes and Water level Measurements

Reference is made to the water well study that ESS and Water Access Consulting Co. Ltd. are doing in Kitgum District. We have learned that the field exercise involves water level measuring activity that requires the community to suspend using the borehole for at least one and a half hours to allow the survey team to dis-mantle and reassemble the borehole. A reduction in the time frame for fetching water put some members of the community at the risk of missing fetching water as the borehole is expected to close at 6:00 p.m. or 7:00 p.m. owing to the present curfew restrictions.

In view of the above you are advised as follows;

1. A bench should be provided to support the pipes removed from the well off the ground surface during the rehabilitation process. The pipes are washed clean before putting them back in to the well.
2. The borehole well should be dis-infected with chlorine in concentration within acceptable limits and closed for 24hrs. However, where we don't have alternative source dis-infection can be done at a later time.
3. The beneficiary community be mobilized and sensitized prior to the activity on the borehole.

Your cooperation on this subject matter is highly appreciated.

Thank you,

Picho Omunga Willy
District Water Officer



付属資料 -4

井戸調査質問フロー



- Section A. データ収集(村での聞き取り)
- [0] 対象井戸のID入力**
- [1] GPS個所の現地確認**

A.1 既存井戸の位置がGPSから距離100m以内であり、それ以外の井戸が存在しない。
 ① 既存井戸の位置がGPSから距離100m以上。
 ② 同村に2つ以上の井戸が存在し、この個所とは別の井戸が対象井戸とみられる。
 >>当該地点のGPSを取得し、写真を撮る。
 >>対象井戸とみられる井戸に移動し、**[4]**に進む。
 ④ 近傍に2つ以上の井戸が存在し、対象井戸を特定する段階の印能。最も対象井戸と思われるもの、または移動している井戸を選択する。
 ⑤ 対象井戸とみられる井戸が存在しない。
 >>証人を入力: <input text>
 >>GPSに地点に印を設置し、写真を撮る。
 ⑥ 以前は井戸が存在したが現在は取り壊されており、痕跡が無く証拠もない。
 >>証人を入力: <input text>
 >>井戸の建設年を入力: <input year>
 >>井戸の取り壊し年を入力: <input year>
 >>取り壊しの理由を入力: <input text>
 >>GPSに地点に印を配置し、写真を撮る。

⑤または⑥の場合



A.2 JICA井戸のエビデンスの種類
 ① JICAプロジェクトの紋版がある。(写真を撮る)
 ② コンクリートに刻印がある場合。(写真を撮る)
 ③ 井戸報告書、またはほかの文書に記録がある。
 ④ HPMまたは村人による確認。
 ⑤ その他<input text>
 JICA井戸でないことを否定する根拠がない。

[2] 聞き取り相手の情報
 名前: <input text >
 役職: <select one or input text>
 電話番号: <input text>

[3] 村の行政区分の入力

[4] 対象井戸の区分け
A.4
 ① ハンドポンプが設置されている
 ② 水中ポンプ、または明らかに管 路給水設備の一部である (故障も含む)
 ③ タンク給水が設置されている
 ④ 施設が向も設置されていない
 ⑤ その他 <input text>

①の場合

[5] 対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察

>>GPSデータを取得。
A.4.1.1
 >>建設年を入力。<input year >
A.4.1.2
 >>ポンプタイプの選択:<select one >
 ① UZ (Type Indian Mark II)
 ② USN (Type Indian Mark III)
 ③ USN (Type Indian Mark III)
 ④ その他 <input text >
A.4.1.3
 >>タイプ-バイの長さ: <input figure-(m) >
A.4.1.4
 >>タイプ-バイの材質:<select one>
 ① GI
 ② PVC
 ③ PVC + ステンレス 接手
 ④ 不明
 ⑤ 井戸の材質を含めた全景写真の撮影
 >>水利用可能な期間を撮影
A.4.1.5 周囲状況 <select one >
 ① 清潔
 ② ゴミや家畜の糞がある
 ③ コミヤや家畜の糞が多
 >>清潔状況が分かる写真の撮影

[6] ハンドポンプの稼働状況

A.4.1.6
 ① 稼働している
 ② 稼働していないが、問題がある
 ③ 故障している

[7] 雨季の状況

A.4.1.7 雨季には、他の水源が利用されるため、井戸の利用は減少する。
 ① 商業には、他の水源が利用されるため、井戸は利用されない。
A.4.1.8
 ① 雨季に洪水は発生するか?
 ② 発生しない
 ③ 発生する <input figure -days/year >

[8] 井戸とトイレ、または野外排便場までの距離

A.4.1.9
 ① 80m以上
 ② 30mから80m
 ③ 30m以下

[9] 井戸が利用できない期間中の代替水源

A.4.1.10
 ① 浅井戸(protected)
 ② 浅井戸 (non-protecte
 ③ 湧水
 ④ 河川/小川
 ⑤ 雨水
 ⑥ 水車
 ⑦ 近くの村のハンドポンプ
 ⑧ その他 <input text >
 ⑨ 代替水源が存在しない
 ⑩ ①②③④⑤の場合
A.4.1.10.1
 距離 <input figure - m > または
A.4.1.10.2 <input figure - min. >

[10] 井戸の仕様

A.4.1.11
 >>井戸利用可能期間
 ① 過去利用可能
 ② 利用可能期間が減った
 ③ 利用可能期間が <input figure -days/years >
 ④ 建設当初から利用できず、現在も変化なし
A.4.1.12
 >>井戸利用可能期間が深刻な問題であるか
 ① はい
 ② いいえ
 ③ 不明
A.4.1.13
 >>ハンドルの重さの変化: <select one >
 ① 重くなった
 ② 軽くなった
 ③ 変化なし
A.4.1.14
 >>ハンドルの重さが深刻な問題であるか
 ① はい
 ② いいえ
 ③ 不明
A.4.1.15
 >>建設時からタイプ-バイが延長されたか?
 ① はい
 ② いいえ
 ③ 不明
A.4.1.16
 >>タイプ-バイについて
 ① 複数
 ② 単一
A.4.1.16.1 <multiple selection >
 ① 色の退化
 ② 色の劣化
 ③ 錆がある
 ④ 砂色が出てくる
 ⑤ その他の異物が出てくる
 ⑥ その他 <input text >
A.4.1.17
 >>深さが深刻な問題であるか
 ① はい
 ② いいえ
A.4.1.18
 >>発生しているか
 ① 発生していない
 ② 発生している
A.4.1.18.1 <input figure - years after construction >
A.4.1.18.2
 >>どのような対策が実施されているか?
 ① 対策なく、使用し続けている
 ② 対策なく、ハンドポンプを使用していない
 ③ 対策なく、タイプ-バイ、または他の部品を取り換えた
[14]にて確認
A.4.1.19の発生が深刻な問題であるか
 ① はい
 ② いいえ
 ③ 不明

Section B >

[10] から

Section B. ハンドポンプのOM を行っている機関への聞き取り

[11] 聞き取り相手の情報

- B.1.1 [11] と同じ人物
- ① 井のOMの責任者
- ② その他
- ③ または ③の場合、以下の項目を入力
- >>名前: <input text>
- >>役職: <input text>
- >>電話番号: <input figure>

[12] 水・衛生委員会について

- B.1.2 >>水・衛生委員会の有無: <select one>
- ① 組織されている
- ② 組織されていないが、他の組織が存在する: B.1.2.1 <input text>
- ③ OMの組織が何も存在しない
- B.1.3 >>水料金徴収方法
- ① コンテナベースでの徴収: B.1.3.1 tariff <input figure-UGX / 20L-container >
- ② フリペイト形式での徴収 (スマホ決済): B.1.3.2 tariff <input figure-UGX / input unit >
- ③ フリペイト形式での徴収 (SUNDA、その他): B.1.3.3 tariff <input figure-UGX / input unit >
- ④ 月額: B.1.3.4 tariff <input figure-UGX / month >
- ⑤ その他: B.1.3.5 <input text >, tariff <input figure-UGX /input unit >
- B.1.4 >>経済状況
- ① 十分な貯蓄がある: B.1.4.1 金額 <input figure-UGX >
- ② 貯蓄はあるが十分ではない: B.1.4.2 amount <input figure-UGX >
- ③ 貯蓄が無い
- ④ 不明

[13] 利用者数

- B.1.5 >>井戸建設時の利用者数
- ① <100
- ② 100-300
- ③ 300-500
- ④ 500-1000
- ⑤ 1000-1500
- ⑥ 1500-2000
- ⑦ 2000-5000
- ⑧ 3000<
- B.1.6 >>現在の利用者数
- ① <100
- ② 100-300
- ③ 300-500
- ④ 500-1000
- ⑤ 1000-1500
- ⑥ 1500-2000
- ⑦ 2000-3000
- ⑧ 3000<

[14] 修理履歴

- B.1.7 >>ライザーパイプの延長
- ① 延長なし 予定がある
- ② 延長済み
- ③ 延長済み
- >>②又は③の場合
- B.1.7.1 >>延長した年: <input figure>
- B.1.7.2 >>延長した年: <input figure>
- B.1.7.3 >>延長した年: <input figure-m>
- B.1.7.4 >>延長した年: <input figure-m>
- >>延長の資金源 (multiple selection)
- ① 水料金の貯蓄からの出資
- ② 水利用者からの出資
- ③ NGO/寄付 <input text >
- ④ その他 <input text >
- B.1.8 >>ライザーパイプの取り換え
- ① 取り換え
- ② 取り換え 予定がある
- ③ 取り換え無し
- ④ 取り換え無し
- >>①、② または ③ の場合
- B.1.8.1 >>取り換え年: <input figure>
- B.1.8.2 >>取り換えが予定されている年: <input figure>
- B.1.8.3 >>取り換え長さ: <input figure-m >
- B.1.8.4 >>取り換えの資金源 (multiple selection)
- ① 水料金の貯蓄から
- ② 水利用者からの出資
- ③ NGO/寄付 <input text >
- ④ その他 <input text >
- B.1.9 >>ハンドポンプの総取り換え (ポディ、ライザーパイプ、ロッド、ジンダー、ポンプ基礎、等) <select one>
- ① 取り換え無し
- ② 取り換え 予定がある
- ③ 取り換え済み
- >>② または ③ の場合
- B.1.9.1 >>取り換え年: <input figure >
- B.1.9.2 >>取り換えの資金源: <multiple selection>
- ① 水料金の貯蓄から
- ② 水利用者からの出資
- ③ NGO/寄付 <input text >
- ④ その他 <input text >
- B.1.10 >>コンクリート構造物
- ① コンクリート構造物が存在しない
- ② コンクリート構造物が存在する <select one>
- B.1.10.1
- ① 建設後修理されたことが無い
- ② 建設後修理された
- B.1.11 >>その他の修理、取り換え、維持管理
- <>修理なし/修理済み/修理中/修理予定
- ① 修理、取り換え、維持管理は無い
- B.1.12 >>水供給の満足度
- ① 揚水量と水質について満足
- ② 揚水量が少ない
- ③ 水質が悪い
- ④ その他 B.1.12.1 <input text >

[15] 修理が必要な時の修理可能性

- B.1.13 >>ハンドポンプの問題がある時に迅速に修理できるか?
- ① HPMが迅速に修理できる
- ② HPM以外に修理できる者がいる。
- ③ 迅速に修理できない
- B.1.13.1 >>③の場合: <multiple selection>
- ① スペアパーツの確保が困難
- ② 修理方法が分からない
- ③ HPMが利用できない
- ④ 誰に相談したらよいかわからない
- ⑤ その他: B.1.13.2 <input text >

[16] スペアパーツ

- B.1.14 >>必要な時にスペアパーツを購入できるか? <select one>
- ① 容易に購入できる
- ② 購入可能だが、入手できないパーツもある。
- ③ 購入不可
- 理由: B.1.14.1 <input text >
- B.1.15 >>購入するか? <multiple selection >
- >>どこに購入するか? <input text >
- ① サブクランタン内にあるハンドポンプの代理店
- ② 村の店舗
- ③ HPMから購入
- ④ その他: B.1.15.1 <input text >

[17] 家庭の水利用

- B.1.16 >>平均世帯人数 <input figure - persons >
- B.1.17 >>日に世帯で利用するコンテナの数 <input figure - containers/day >
- B.1.18 >>一日の水汲み回数 <input figure-times/day >
- B.1.19 >>コンテナの内容量 <input figure-l >

[18] 対象井戸建設後の新規井戸建設 (日本の事業以外)

- B.1.20 >>新規の建設はあるか?
- ① 新規の建設は無い
- ② 新規の建設がある
- B.1.20.1 >>建設年 <input year of construction >
- B.1.20.2 >>建設年 <input year of construction >
- 資金源
- ① 水利用者の貯蓄から
- ② 水利用者の出資
- ③ NGO/寄付 <input text >
- ④ その他 <input text >

[19] COVID-19関連の情報

- B.1.21 >>COVID-19感染拡大後に手洗いの頻度が増加したか? <select one>
- ① 増加した
- ② 増加していない
- B.1.22 >>COVID-19感染拡大後に水汲みの頻度が増加したか? <select one>
- ① 増加した
- ② 増加していない

[20] へ

【19】から

【20】水質検査

```
B.1.23
>>色
  ① 無色
  ② 黄赤
  ③ 茶
  ④ 白
  ⑤ その他
B.1.24
>>臭い
  ① 無臭
  ② その他<text>
B.1.25
>>味
  ① 無味
  ② その他<text>
B.1.26
>濁度
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ 不明
  ④ その他<text>
B.1.27
>>EC: Combo 2による計測
input data <figure> (ms/cm)
>> pH: Combo 2による計測
<input figure>
B.1.29
① 0.5: Combo 2による計測
<input figure> (ppt) (g/l)
B.1.30
>> 温度: Combo 2による計測
<input figure> (°C)
B.1.31
>> 鉄分 (Fe:低濃度): バックテストによる計測 <
select one >
  ① <0.05
  ② 0.075
  ③ 0.1
  ④ 0.3
  ⑤ 0.5
  ⑥ 1.5
  ⑦ 2 >>
B.1.32
上記で⑦の場合、鉄分(Fe:高濃度)で再検査する
<select one>
  ① <0.2
  ② 0.35
  ③ 0.5
  ④ 0.75
  ⑤ 1
  ⑥ 1.5
  ⑦ 2
  ⑧ 3.5
  ⑨ 5
  ⑩ 7.5
  ⑪ 10<
B.1.33
>マンガン (Mn): バックテストによる計測 <select
one >
  ① <0.5
  ② 0.75
  ③ 1
  ④ 1.5
  ⑤ 3.5
  ⑥ 7.5
  ⑦ 10
  ⑧ 15
  ⑨ 20<
```

```
B.1.34
>>フッ素 (F): バックテストによる計測 <select
one >
  ① 0
  ② 0.2
  ③ 0.4
  ④ 0.6
  ⑤ 0.8
  ⑥ 1.5
  ⑦ 2.25
  ⑧ 3
  ⑨ 5.5
  ⑩ 8<
B.1.35
>>硝酸 (NO3): バックテストによる計測 <select
one >
  ① <1
  ② 1.5
  ③ 3
  ④ 3.5
  ⑤ 7.5
  ⑥ 10
  ⑦ 15
  ⑧ 32.5
  ⑨ 45<
B.1.36
>>アンモニウム (NH4): バックテストによる計測
<select one >
  ① <0.2
  ② 0.35
  ③ 0.5
  ④ 0.75
  ⑤ 1
  ⑥ 1.5
  ⑦ 2
  ⑧ 3.5
  ⑨ 5
  ⑩ 7.5
  ⑪ 10<
B.1.37
>>カルシウム硬度: ドロップテストによる
計測 <select one>
  ① 3(C)液の滴下数 <input figure>
  ② 9(D)液の滴下数 <input figure>
B.1.37
>>マリアルカリ度: ドロップテストによる計測 <
select one >
  ① R-2(C)液の滴下数 <input figure>
  ② R-2(D)液の滴下数 <input figure>
```

終了

Questionnaire for borehole 【非稼働（施設無し）】

開始

Section A. データ収集(村での聞き取り)

[0] 対象井戸のID入力

[1] GPS箇所の現地確認

A.1 ① 既存井戸の位置がGPSから距離100m以内であり、それ以外の井戸が存在しない。
② 既存井戸の位置がGPSから距離100m以上、かつGPSから距離100m以内の範囲内に別の井戸が存在し、この箇所とは別の井戸が対象井戸と見られる。
③ 当該地点のGPSを取得し、写真を撮る。
④ 対象井戸と見られる井戸に移動し、[4]に進む。
⑤ 除簿の中から、最も対象井戸と思われるもの、または移動している井戸を選択する。
⑥ 証人を一人か二人呼び、写真を撮る。
⑦ GPSに地点に印を設置し、写真を撮る。
⑧ 以前は井戸が存在したが現在は取り壊されており、痕跡が無く証拠もない。
⑨ 証人を入力: <input text>
>>井戸の建設年を入力: <input year>
>>取り壊しの理由を入力: <input text>
>>GPSに地点に印を設置し、写真を撮る。

訪問した井戸が、当初予定していた対象井戸ではないが、別の対象井戸であった場合、IDを入力。

A.2 JICA井戸のエビデンスの種類
① JICAプロジェクトの脱皮がある。(写真を撮る)
② コンクリートに刻印がある場合。(写真を撮る)
③ 井戸報告書、またはほかの文書に記載がある。
④ HPMまたは村人による確認。
⑤ その他: <input text>
⑥ JICA井戸でないことを否定する根拠がない。

[2] 聞き取り相手の情報

A.3 名前: <input text>
年齢: <input one or input text>
電話番号: <input text>

[3] 村の行政区分の入力

[4] 対象井戸の区分け

A.4 ① ハンドポンプが設置されている
② 水中ポンプ、または明らかに管線給水設備の一部である(故障も含まれる)が設置されている
③ 管線給水設備が設置されていない
④ 施設が何も設置されていないオープンホール

②の場合

⑤または⑥の場合

終了

[5] 状態確認

A.4.4 ① 当初ハンドポンプが設置されていたオープンホール可能
>>水質検査可能
>>水質検査へ進む可能
>>水検定可能
>>水検定input m可能
② 当初水中ポンプが設置されていたオープンホール可能
>>水質検査可能
>>水検定可能
>>水検定input m可能
③ 一時的なオープンホール
・ハンドポンプを設置する計画がある
・ハンドポンプが設置されている計画がある
・水中ポンプを設置する計画がある
・水中ポンプが設置されている
④ 埋め戻された
⑤ 水質が悪化した
⑥ 井戸が崩壊または破壊されたため
⑦ 土や石を投入されたため
⑧ その他(input)
A.4.4.1 オープンホールとなった理由

水質検査が可能な場合

[6] 水質検査

>>色
① 無色
② 0.2
③ 0.4
④ 0.6
⑤ 0.8
⑥ 1.15
⑦ 1.5
⑧ 2.25
⑨ 3
⑩ 3.5
⑪ 5
⑫ 8<
>>硝濁(N03):バックテストによる計測<
select one>
① <1
② 1
③ 2
④ 5
⑤ 7.5
⑥ 10
⑦ 15
⑧ 32.5
⑨ 45<
>>アンモニウム(NH4):バックテストによる計測<
select one>
① <0.2
② 0.35
③ 0.5
④ 0.75
⑤ 1
⑥ 1.5
⑦ 2
⑧ 3.5
⑨ 5
⑩ 7.5
⑪ 10<
>>カルシウム硬度:ドロップテストによる計測<
select one>
>>R-3(C) 炭の滴下数:<input figures>
>>R-3(O) 炭の滴下数:<input figure>
>>M-アルカリ度:ドロップテストによる計測<
select one>
>>R-2(C) 炭の滴下数:<input figures>
>>R-2(O) 炭の滴下数:<input figure>
>>マンガン (Mn):バックテストによる計測<
select one>
① <0.5
② 0.75
③ 1
④ 1.5
⑤ 2
⑥ 3.5
⑦ 5
⑧ 7.5
⑨ 10
⑩ 15
⑪ 20<

終了

開始

Section A. データ収集(村での聞き取り)

[0] 対象井戸のID入力

[1] GPS個所の現地確認

A.1

- ① 現存井戸の位置がGPSから距離100m以内であり、それ以外の井戸が存在しない。
- ② 現存井戸の位置がGPSから距離100m以上。
- ③ 同じ村内に2つ以上の井戸が存在し、この個所とは別の井戸が対象井戸とみられる。
>>>当該地点のGPSを取得し、写真を撮る。
>>>対象井戸とみられる井戸に移動し、【4】に進む。
- ④ 近傍に2つ以上の井戸が存在し、対象井戸を特定する個所の中継。最も対象井戸と思われるもの、または移動している井戸を選択する。
- ⑤ 対象井戸とみられる井戸が存在しない。
>>>証人を入力: <input text>
- >>>GPSに地点に印を配置し、写真を撮る。
- ⑥ 以前は井戸が存在したが現在は取り壊されており、痕跡が無く証拠もない。
>>>証人を入力: <input text>
- >>>井戸の建設年を入力: <input year>
- >>>取り壊しの理由を入力: <input text>
- >>>GPSに地点に印を配置し、写真を撮る。

⑤ または⑥の

終了

訪問した井戸が、当初予定していた対象井戸ではないが、別の対象井戸であった場合、IDを入力。

[2] 聞き取り相手の情報

A.2

JICA井戸のエビデンスの種類

- ① JICA プロジェクトの施設がある。(写真を撮る)
- ② 井戸銘牌(井戸番号、井戸の位置、写真を撮る)
- ③ HPM または地味入による確認。
- ④ その他:<input text>
- ⑤ JICA井戸でないことを否定する根拠がない。

[3] 村の行政区分の入力

A.3

名前: <input text >
役職: <select one or input text>
電話番号: <input text

[4] 対象井戸の区分け

A.4

- ① インディボンプが設置されている
- ② 水中ポンプが設置されている
- ③ 電動ポンプが設置されている
- ④ 施設が何も設置されていないオープンホール

③の場合

[5] 機器の種類

A.4.3

- ① 水圧計
- ② 水濁計
- ③ その他のパラメータ
- ④ 不明

終了

開始

Section A. データ収集(村での聞き取り)

【0】対象井戸のID入力

【1】GPS個所の現地確認

A.1 既存井戸の位置がGPSから誤差100m以内であり、それ以外の井戸が存在しない。
 ② 既存井戸の位置がGPSから誤差100m以上。
 ③ 同じ村内に2つ以上の井戸が存在し、この箇所とは別の井戸が対象井戸とみられる。
 >>当該地点のGPSを取得し、写真を撮る
 >>当該地点とみられる井戸に移動し、対象井戸を特定すること
 ④ 近郊に2つ以上の井戸が存在し、対象井戸を特定することが困難から、最も対象井戸と思われるもの、または候補として、井戸を選択する
 ⑤ 対象井戸とみられる井戸が存在しない。
 >>証人を入力: <input text>
 >>GPSに地点に印を設置し、写真を撮る
 >>以前は井戸が存在したがり現在は取り壊されており、痕跡が無く証拠もない。
 >>証人を入力: <input text>
 >>井戸の建設年を入力: <input year>
 >>井戸の取り壊し年を入力: <input year>
 >>取り壊しの理由を入力: <input text>
 >>GPSに地点に印を設置し、写真を撮る。

訪問した井戸が、当初予定していた対象井戸ではないが、別の対象井戸であった場合、IDを入力。

A.2 JICA井戸のエビデンスの種類
 ① JICAプロジェクトの銘板がある。(写真を撮る)
 ② コンクリートに刻印がある場合。(写真を撮る)
 ③ 井戸報告書、またはほかの文書に記載がある。
 ④ HPMまたは村人による確認。
 ⑤ その他:<input text>
 ⑥ JICA井戸でないことを否定する根拠がない。

【2】聞き取り相手の情報

A.3
 名前: <input text >
 役職: <select one or input text>
 電話番号: <input text

【3】村の行政区分の入力

【4】対象井戸の区分け

A.4
 ① ハンドポンプが設置されている
 ② 水中ポンプ、または明らかな電路給水設備の一部である(故障も含む)
 ③ モニタリング機器が設置されている
 ④ 施設が何も設置されていないオープンホール
 ⑤ の場合

⑤または⑥の

終了

【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察

>>GPSデータを取得。
 >>建設年を入力。 <input year>
A.4.2.1
A.4.2.2 >>ポンプの設置深さ: <input figure-(m) >
 >>外利用者を含めた全景写真の撮影
A.4.2.3 >>清掃状況<select one >
 ① 清潔
 ② ココニヤや雑草の葉がある
 ③ 目詰り
 ④ 清掃状況が分かる写真の撮影
 >>清掃状況が分かる写真の撮影

【6】給水施設の稼働状況

A.4.2.4
 ① 稼働している
 ② 稼働しているが、問題がある
 ③ 故障している

【7】雨季の状況

A.4.2.5
 ① 雨季には、他の水源が利用されるため、井戸の利用は減少する。
 ② 雨季には、他の水源が利用されるため、井戸は利用されない。利用されない日数/年: <input figure - days/year >
A.4.2.6
 ① 雨季に洪水は発生するか?
 ② 発生しない
 ③ 発生する <input figure - days/year >

【8】井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離

A.4.2.7
 ① 80m以上
 ② 30mから80m
 ③ 30m以下

【9】井戸の仕様

A.4.2.8
 >>揚水量について
 ① 増加した
A.4.2.8.1
 ① 揚水量を変えた
 ② ライフラインを延長した
 ③ その他 <input text>
 ④ 不明
 ⑤ 減少した
A.4.2.8.2
 理由
 ① ポンプを変えた
 ② その他 <input text >
 ③ 不明
A.4.2.9について
 ① 変化していない
 ② 変化した <multiple selection >
A.4.2.9.1
 ① 味の悪化
 ② 匂いの悪化
 ③ 着色がある
 ④ 砂泥が出てくる
 ⑤ その他の異物が出てくる
 ⑥ その他 <input text >
A.4.2.10 深刻な問題であるか
 深刻な問題ではない
A.4.2.11
 >>赤水について
 ① 発生していない
 ② 発生している <input figure - years after construction >
A.4.2.11.1
 >>何年間発生しているか: <input figure >
A.4.2.11.2 適切な対策が実施されているか?
 >>対策なく、使用している
 対策なく、使用していない
 対策なく、使用していない
 ライフラインパイプ、または他の部品を取り換えた
A.4.2.12
 赤水の発生が深刻な問題であるか
 深刻な問題ではない

【17】利用者数(世帯も含む)

B.2.1 井戸建設時の利用者数
 ① <100
 ② 100-300
 ③ 300-500
 ④ 500-1000
 ⑤ 1000-1500
 ⑥ 1500-2000
 ⑦ 2000-3000
 ⑧ 3000<
B.2.5 現在の利用者数
 >> <100
 ② 100-300
 ③ 300-500
 ④ 500-1000
 ⑤ 1000-1500
 ⑥ 1500-2000
 ⑦ 2000-3000
 ⑧ 3000<

【18】水質検査

```

B.2.7 無色
>>色
  ① 黄色
  ② 赤茶
  ③ 白
  ④ その他
B.2.8 臭い
>>臭い
  ① 臭い
  ② その他<text>
B.2.9 味
>>味
  ① 無味
  ② その他<text>
B.2.10 濁度
> 濁度
  ① 透明
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.11 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.12 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.13 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.14 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.15 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.16 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.17 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>

```

```

>> 濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.18 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.19 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.20 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.21 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>
B.2.22 濁り
>>濁り
  ① 濁っていない
  ② 濁っている
  ③ その他<text>

```

終了

付属資料 -5

井戸調査質問回答結果

目次

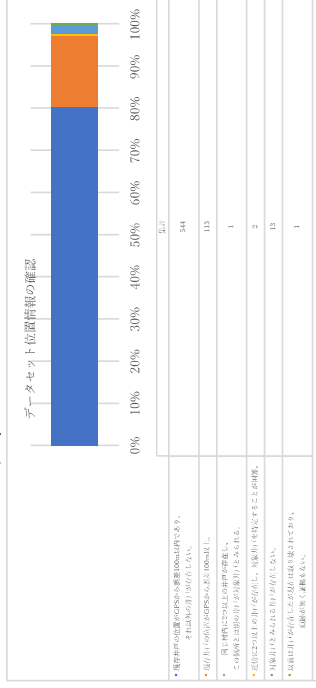
セクションA：井戸がある村での聞き取り	3
【1】GPS 個所の現地確認	3
【2】聞き取り相手の情報	4
【3】村の行政区分の入力	5
【4】対象井戸の区分け	6
Level1 井戸での聞き取り結果	7
【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察	7
【6】ハンドポンプの稼働状況	9
【7】雨季の状況	9
【8】井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離	10
【9】井戸が利用できない期間中の代替水源	11
【10】井戸の詳細	12
セクションB：O&Mを行っている機関への聞き取り	16
【11】聞き取り相手の情報	16
【12】水・衛生委員会について	17
【13】利用者数	23
【14】修理履歴	24
【15】修理が必要な時の修理可能性	31
【16】スベアパーツ	31
【17】家庭の水利用	34
【18】対象井戸建設後の新規井戸建設（日本の事業以外）	37
【19】COVID-19 関連の情報	39
【20】水質検査	40
Level2 井戸での聞き取り結果	52
【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察	52
【6】給水施設の稼働状況	53
【7】雨季の状況	53
【8】井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離	54
【9】井戸の仕様	54
【10】井戸の修理履歴	56
【11】修理が必要な時の修理可能性	60
【12】水利用	61
【13】対象井戸建設後の新規井戸建設（日本の事業以外）	64
セクションB：O&Mを行っている機関への聞き取り	66
【15】聞き取り相手の情報	66
【16】水・衛生委員会について	67
【17】利用者数	70
【18】水質検査	71
オープンホールでの聞き取り結果	79
【5】状態確認	79
Level1 井戸での聞き取り結果	7
【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察	7
【6】ハンドポンプの稼働状況	9
【7】雨季の状況	9
【8】井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離	10
【9】井戸が利用できない期間中の代替水源	11
【10】井戸の詳細	12
セクションB：O&Mを行っている機関への聞き取り	16
【11】聞き取り相手の情報	16
【12】水・衛生委員会について	17
【13】利用者数	23
【14】修理履歴	24
【15】修理が必要な時の修理可能性	31
【16】スベアパーツ	31
【17】家庭の水利用	34
【18】対象井戸建設後の新規井戸建設（日本の事業以外）	37
【19】COVID-19 関連の情報	39
【20】水質検査	40
Level2 井戸での聞き取り結果	52
【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察	52
【6】給水施設の稼働状況	53
【7】雨季の状況	53
【8】井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離	54
【9】井戸の仕様	54
【10】井戸の修理履歴	56
【11】修理が必要な時の修理可能性	60

セクション A：井戸がある村での聞き取り

【1】GPS 個所の現地確認

A.1：データセット位置情報の確認

- ① 既存井戸の位置がGPSから誤差100m以内であり、それ以外の井戸が存在しない。
- ② 既存井戸の位置がGPSから誤差100m以上。
- ③ 同じ村内に2つ以上の井戸が存在し、このサイトとは別の井戸が対象井戸とみられる。
>>この地点のGPSを取得し、写真を撮る。
- >>対象井戸とみられる井戸に移動し、【4】に進む。
- ④ 近傍に2つ以上の井戸が存在し、対象井戸を特定することが困難。
>>候補の中から、最も対象井戸と思われるもの、または稼働している井戸を選択する。
- ⑤ 対象井戸とみられる井戸が存在しない。
>>証人を入力:<input text>
- >>GPSに地点に印を設置し、写真を撮る。
- ⑥ 以前は井戸が存在したが現在は取り壊されており、痕跡が無く証拠もない。
>>証人を入力:<input text>
- >>井戸の建設年を入力:<input year>

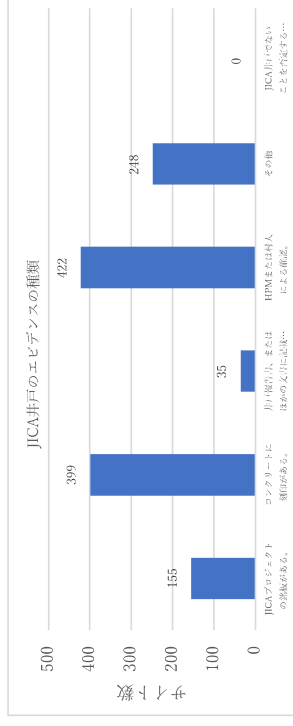


データセットのGPS情報の内、80%以上が100m以内の精度であることが示される。

A.2：JICA井戸のエビデンスの種類

JICA井戸のエビデンスの種類

- ① JICAプロジェクトの銘板がある。
- ② コンクリートに刻印がある場合。
- ③ 井戸報告書、またはほかの文書に記載がある。
- ④ HPM または村人による確認。
- ⑤ その他
- ⑥ JICA井戸でないことを否定する根拠がない。

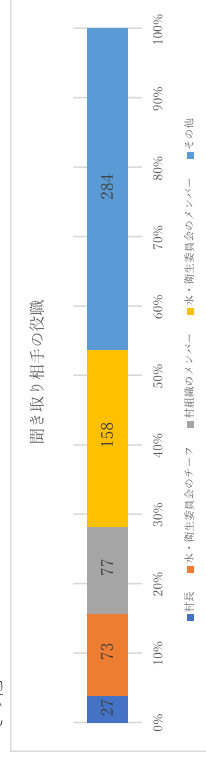


多くは銘板やコンクリート刻印によって判別できる。

【2】聞き取り相手の情報

井戸の全箇所について、聞き取り相手情報を記録した。

- ・村組織のチャーフ
- ・水・衛生委員会のチャーフ
- ・村組織のメンバー
- ・水・衛生委員会のメンバー
- ・その他

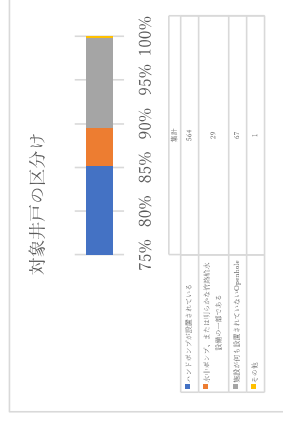


その他の聞き取り相手の内訳を記録した。

【4】対象井戸の区分け

A.4：対象井戸の区分け

- ① ハンドポンプが設置されている
- ② 水中ポンプ、または明らかな管路給水設備の一部である（故障も含む）
- ③ モニタリング機器が設置されている Open hole
- ④ 施設が何も設置されていない Open hole
- ⑤ その他

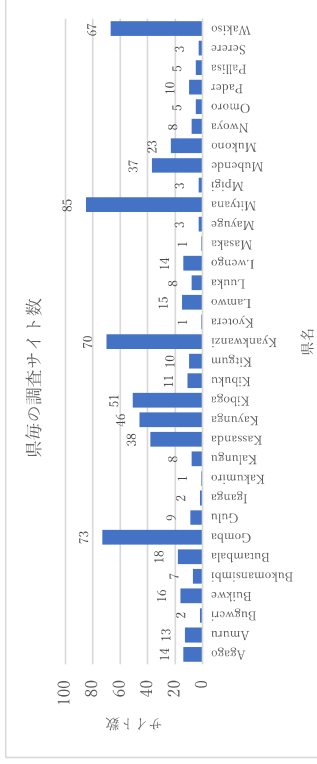
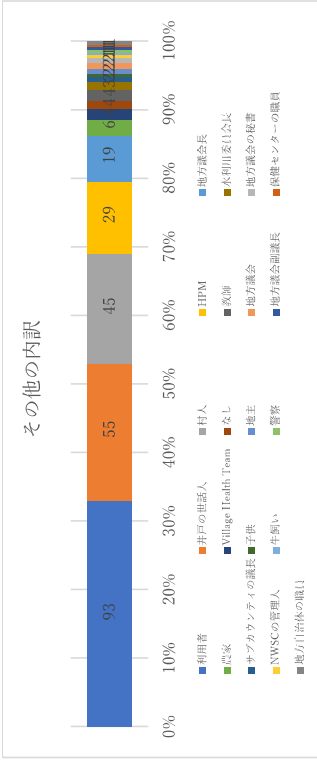


対象井戸の区分けを聞き取った

【3】村の行政区分の入力

各調査サイトにおいて、行政区分レベル5～1（県、カウンティ、サブカウンティ、教区、村）の名称を記録した。

以下には行政区分レベル5の県毎の調査サイト数を示す。

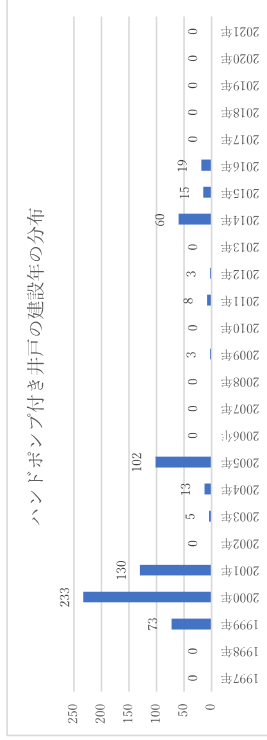


Level 1 井戸での聞き取り結果

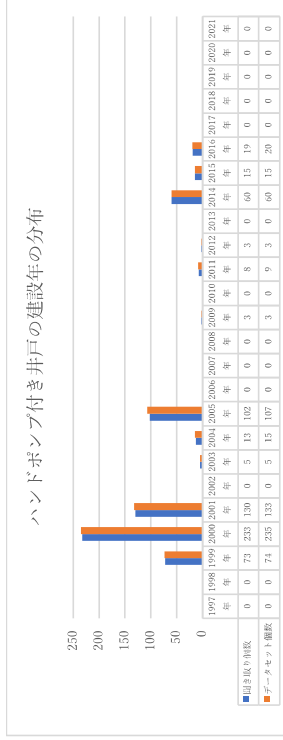
【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察

A.4.1.1: 井戸の建設年

井戸の建設年を聞き取った。



ウガンダにおいて、半数以上の井戸は1999~2001年に建設されたことが明らかとなった。なお、聞き取り結果とデータセットの情報と比較すると、以下のグラフのように差異があることが示される。(※差異があるサイトは292サイト)

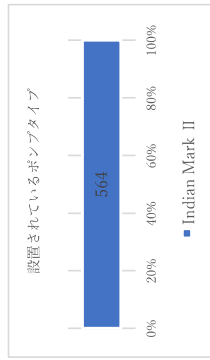


A.4.1.2: 設置されているポンプタイプ

設置されているハンドポンプタイプを観察および聞き取りで調査した。

>>>ポンプタイプの選択:<select one >

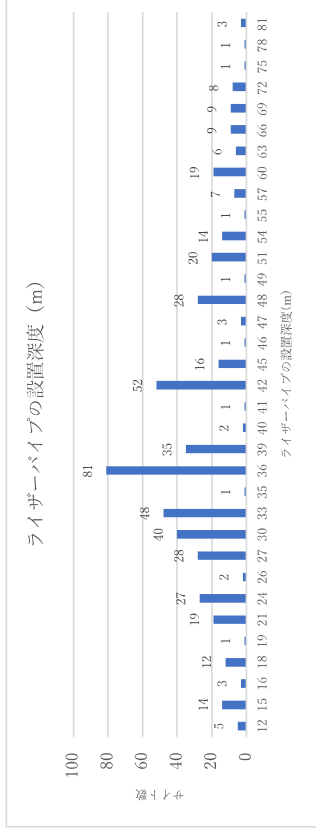
- ① U2 type(Indian Mark II)
- ② U3 type(Indian Mark III)
- ③ U3M type (Improved Indian Mark III)
- ④ その他: <input text >



ハンドポンプのタイプは、全て「Indian Mark II」であることが示される。

A.4.1.3: ライザーパイプの設置深度

聞き取りで設置しているライザーパイプの長さ (設置深度) を聞いた。



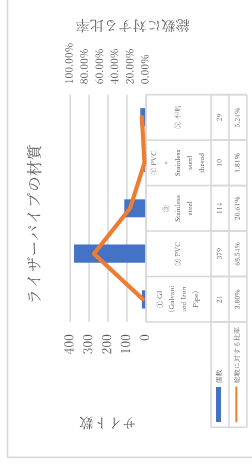
ライザーパイプの設置深度は、12m~36mにかけて個数が比例して増加し、36mを個数のピークとして、それ以降は深度が深くなるにつれ個数が反比例して減少する。

A.4.1.4: ライザーパイプの材質

ライザーパイプの材質を聞き取った。

- ① GI
- ② PVC
- ③ PVC +ステンレス接手
- ④ 不明

個数は、PVCが圧倒的に多く、全数の約70%を占めており、ステンレスパイプが20%を占める。GIパイプは全数の約4%にとどまっている。

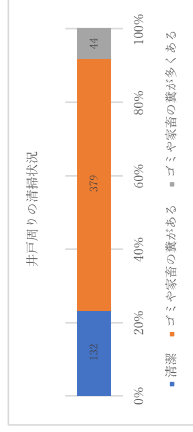


A.4.1.5: 清掃状況

現地の井戸周りの清掃状況を確認した。

- ① 清潔
- ② ゴミや家畜の糞がある
- ③ ゴミや家畜の糞が多くある

全体の約75%の井戸は、周辺が清潔に保たれていないことが読み取れる。



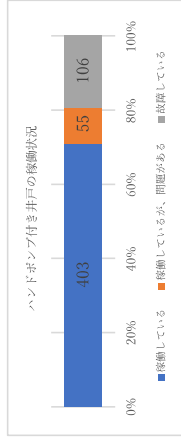
【6】 ハンドポンプの稼働状況

A.4.1.6：稼働状況の確認

現在ハンドポンプが設置されている井戸の稼働状況を確認した。

- ①稼働している
- ②稼働しているが、問題がある
- ③故障している

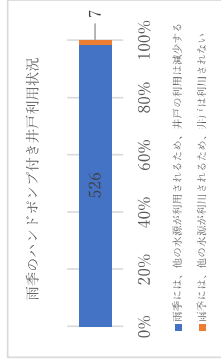
ハンドポンプ付き井戸の約80%は現在使用されていることが示される。



A.4.1.7：雨季のハンドポンプ付き井戸利用状況

聞き取りにて、雨季の井戸利用状況を確認した。

- ① 雨季には、他の水源が利用されるため、井戸の利用は減少する。
- ② 雨季には、他の水源が利用されるため、井戸は利用されない。



総数の約98%の井戸では雨季に利用頻度が減少し、総数の約2%は雨季に全く利用されないとが示される。

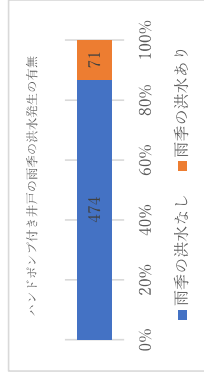
【7】 雨季の状況

A.4.1.8：雨季の洪水発生の有無

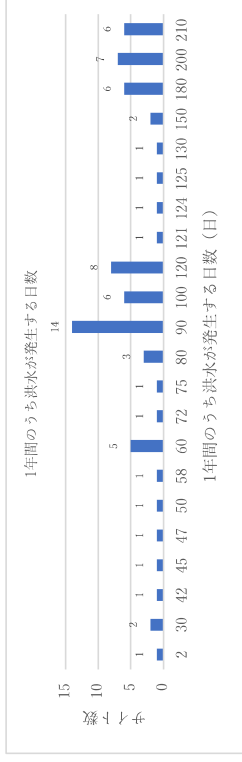
ハンドポンプ付き井戸の場所で、雨季に洪水が発生するかどうかを聞き取った。

- ① 発生する <○日/年>
- ② 発生しない

雨季に洪水が発生するサイトは、全回答数の内約13%である。それらのサイトについて、洪水が発生する年間日数を聞き取った。以下のグラフに示す。



以下に示すグラフより、当該調査の洪水が発生するサイトにおいて、ほぼ全てのサイトで年間1カ月以上の洪水が発生することが明らかになった。特に年間3カ月発生するサイトが多く、年間5カ月以上洪水が続くものは21サイト存在することが分かった。

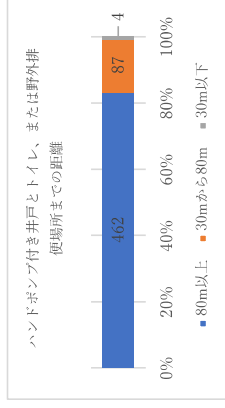


【8】 井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離

A.4.1.9：井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離

聞き取りにより、ハンドポンプ付き井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離を確認した。

- 80m 以上
- 30m から 80m
- 30m 以下



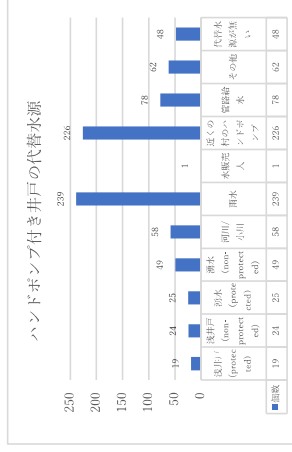
水源とトイレの距離は30m以上と、ウガンダ教育省の基準あり。ウガンダ水環境省は50m~80mを推奨している。30m以下のサイトは全体の0.72%（4サイト）存在する。

【9】 井戸が利用できない期間中の代替水源

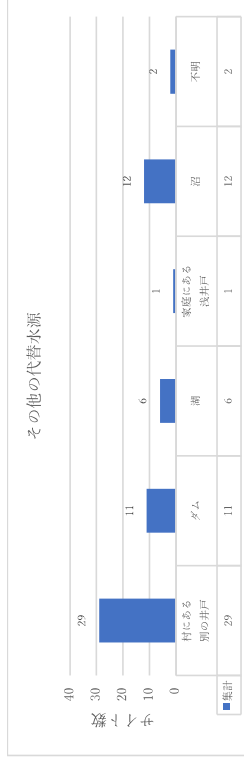
A.4.1.10：ハンドポンプ付き井戸の代替水源

井戸の代替水源を聞き取った。複数回答可。

- ① 浅井戸 (protected)
- ② 浅井戸 (non-protected)
- ③ 湧水 (protected)
- ④ 湧水 (non-protected)
- ⑤ 河川/小川
- ⑥ 雨水
- ⑦ 水販売人
- ⑧ 近くの村のハンドポンプ
- ⑨ 管轄給水
- ⑩ その他
- ⑪ 代替水源が存在しない



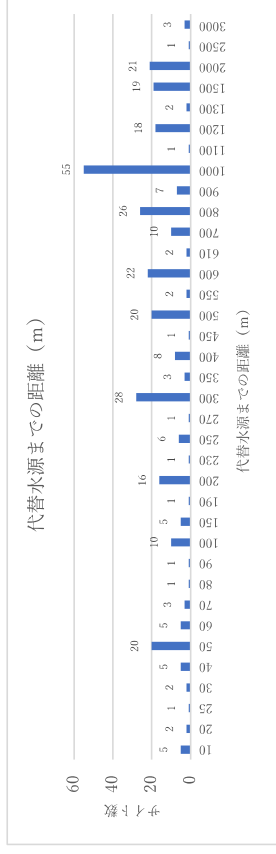
主な代替水源として、雨水と別井戸のハンドポンプがあげられる。その他と回答があったもの詳細結果を以下のグラフに示す。



その他の聞き取り結果を含めて、同一の村や近くの村にある別の井戸を代替水源としているケースが多くみられる。

A.4.1.10.1：ハンドポンプ付き井戸から代替水源までの距離 (m)

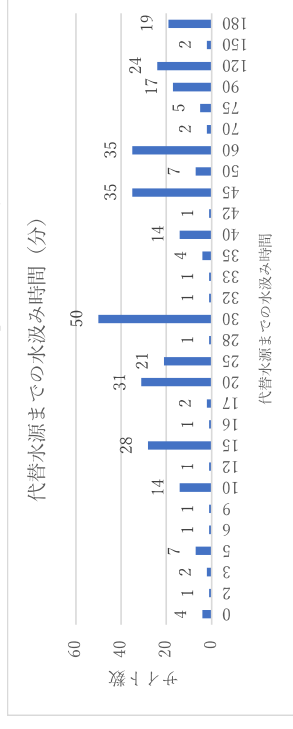
聞き取りにより、ハンドポンプ付き井戸から代替水源までの距離 (m) を調査した。



平均約 731m であり、1,000m 以上のケースは総数の約 25% を占めている。

A.4.1.10.2：ハンドポンプ付き井戸から代替水源までの水汲み時間 (分)

聞き取りにより、ハンドポンプ付き井戸から代替水源までの水汲み時間 (分) を調査した。ここでの水汲み時間とは、「往復時間 + 水汲み時間」を指している。



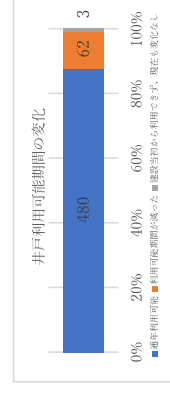
平均約 51 分であり、60 分以上のケースは総数の約 25% を占めている。

【10】 井戸の詳細

A.4.1.11：井戸利用可能期間

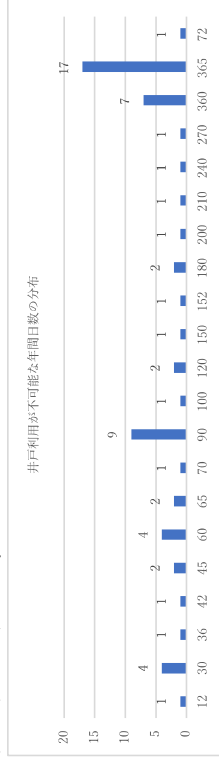
聞き取りにより、井戸利用可能期間を調査した。

- ① 通年利用可能
- ② 利用可能期間が減った
- ③ 建設当初から利用できず、現在も変化なし



A.4.1.11.1 : 井戸利用が不可能な年間日数

建設時から井戸利用可能期間が減ったサイトのみに対して、一年間のうち井戸利用が不可能な何日を聞き取り調査した。

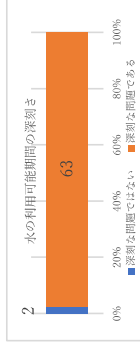


聞き取りサイトのうち、約30%以上は通年井戸利用ができない。約70%以上が6ヶ月以上井戸を利用できないことが確認できた。

A.4.1.12 : 井戸利用可能期間の深刻さ

井戸利用可能期間が減ったと回答されたサイトのみに対し、「井戸利用可能期間が深刻な問題であるか」という質問を実施した。

- ・深刻な問題
- ・深刻な問題ではない

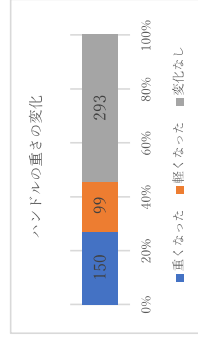


井戸利用可能期間が減っているほほすべてのサイトは、水の利用可能期間の問題が深刻であることが確認された。

A.4.1.13 : ハンドルの重さの変化

ハンドルの重さの変化について聞き取り調査を実施した。

- ・重くなった
- ・軽くなった
- ・変化なし

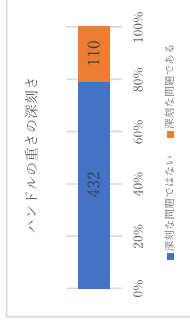


建設時から、約半数近くのハンドルの重さが変化していることが確認された。

A.4.1.14 : ハンドルポンプハンドルの重さの深刻さ

聞き取りにより、「ハンドルの重さが深刻な問題であるか」という質問を実施した。

- ・深刻な問題
- ・深刻な問題ではない

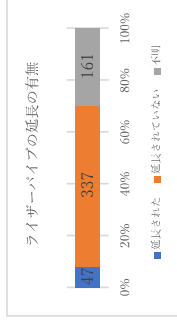


全聞き取りサイトの約20%のハンドポンプについて、ハンドルの重さが問題視されていることが確認された。

A.4.1.15 : ライザーパイプの延長の有無

建設時から、ライザーパイプが延長されているか聞き取りを実施した。

- ・延長された
- ・延長されていない
- ・不明

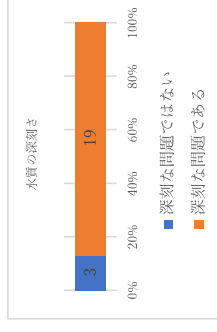


ハンドポンプ付き井戸について、建設時から少なくとも8.62%のサイトでライザーパイプが延長されたことが確認された。

A.4.1.16 : 水質が深刻な問題であるか

水質が悪化したと回答があったサイトのみに、「水質が深刻な問題であるか」という質問を実施した。深刻な問題 / 深刻な問題ではない

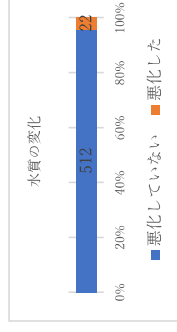
水質が悪化したサイトの内、86.36%の井戸で水質が問題視されていることが確認された。



A.4.1.17 : 水質の変化

ハンドポンプ付き井戸の全箇所において、水質の変化を聞き取り調査を実施した。

- ・悪化していない
- ・悪化した

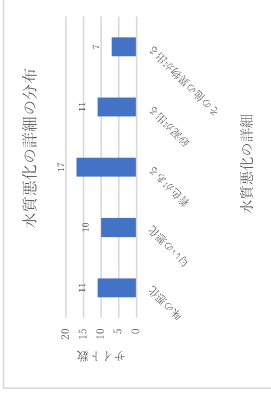


聞き取りサイト全体の約5%、22サイトの井戸において、建設時から水質が悪化したとの回答が得られた。

A.4.1.17.1：水質悪化の詳細

水質が悪化したとの回答があったサイトのみには水質悪化の詳細を聞き取り調査した。(複数回答可)

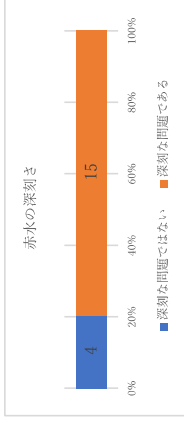
- ・味の悪化
- ・匂いの悪化
- ・着色がある
- ・砂泥が出てくる
- ・その他の異物が出てくる



A.4.1.18：赤水の深刻さ

赤水が発生するサイトに対して、赤水の発生が深刻な問題であるか、聞き取り調査を実施した。

- ・深刻な問題である
- ・深刻な問題ではない

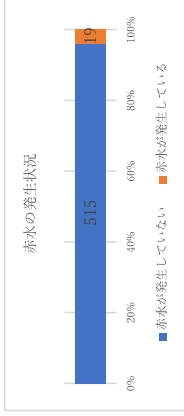


聞き取りサイトのうち約80%のサイトで、赤水の発生が深刻な問題とみなされていることが確認された。

A.4.1.19：赤水の発生状況

ハンドポンプ付き井戸の全箇所において、赤水の発生状況について聞き取り調査した。

赤水が発生していない / 赤水が発生している

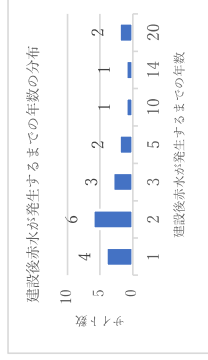


ハンドポンプ付き井戸のうち、約5%の井戸において赤水の発生が認識されていることが確認された。

A.4.1.19.1：建設後赤水が発生するまでの年数

赤水の発生が認識されているサイトのみに対して、井戸建設後何年で赤水が発生したのかを聞き取り調査を実施した。

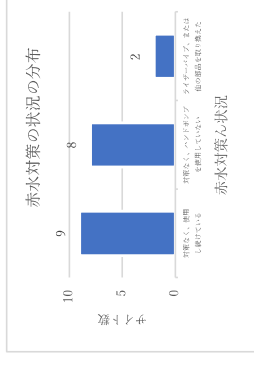
聞き取りサイトにおいて、赤水が建設後5年以内に発生したのは、全体の約80%を占めていることが確認された。



A.4.1.19.2：赤水対策の状況

赤水の発生が認識されているサイトのみに対して、どのような対策を講じているのかを聞き取り調査した。

- ① 対策なく、使用し続けている
- ② 対策なく、ハンドポンプを使用していない
- ③ ライザーパイプ、または他の部品を取り換えた



赤水が発生しているサイトにおいて、約90%のサイトでは対策が講じられておらず、そのうち約半数（聞き取りサイトの約40%）では井戸が使用されていないことが読み取れる。

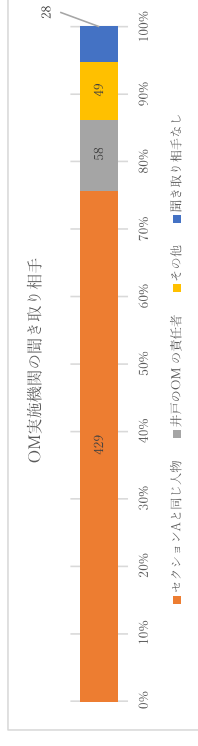
セクションB：O&Mを行っている機関への聞き取り

【11】聞き取り相手の情報

B.1.1：O&M実施機関の聞き取り相手

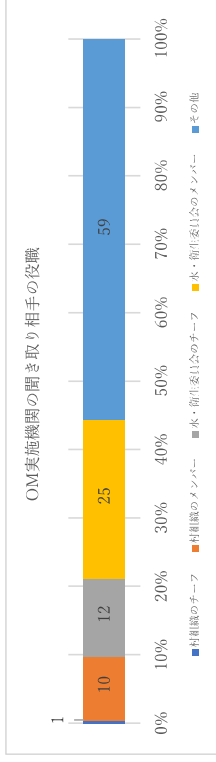
ハンドポンプ付き井戸の全箇所について、聞き取り相手情報を記録した。

セクションAと同じ人物
井戸のO&Mの責任者
その他



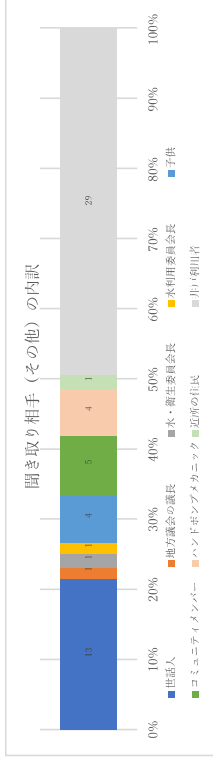
B.1.1.1: O&M 実施機関の聞き取り相手の役割

聞き取り相手が、「井戸の O&M の責任者」または「その他」の場合、役割を調査した。



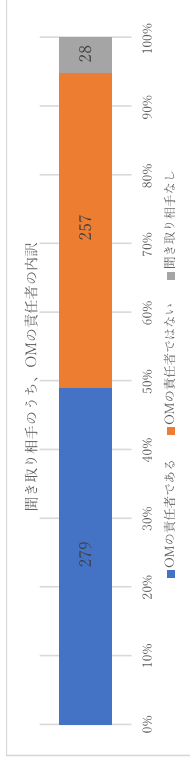
B.1.1.2: O&M 実施機関の聞き取り相手の役割

聞き取り相手の役割が、「その他」の場合の内訳を調査した。



B.1.1.3: O&M 実施機関の聞き取り相手の内訳

聞き取り相手が、O&M の責任者であるかを確認した。
聞き取り相手のうち、約 50% はハンドポンプ付き井戸の O&M 責任者であることが示された。



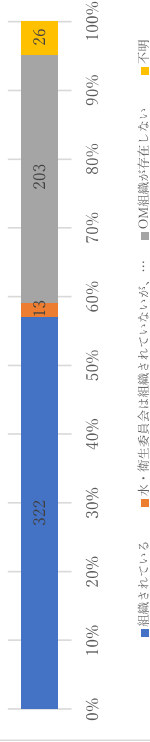
【12】水・衛生委員会について

B.1.2: 水・衛生委員会の有無

O&M も行っている機関の聞き取り相手に、水・衛生委員会の有無を質問した。

- 組織されている
- 水・衛生委員会は組織されていないが、他の O&M の組織が存在する
- O&M 組織が存在しない

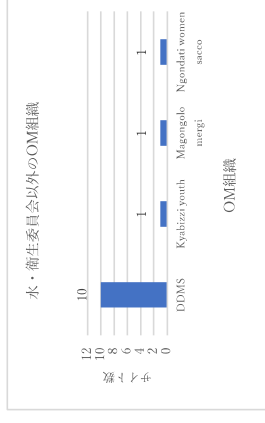
水・衛生委員会の有無の内訳



水・衛生委員会またはその他の O&M 組織が存在するサイトは、ハンドポンプ付き井戸の総数の約 60% を占めることが示される。

B.1.2.1: 水・衛生委員会以外の O&M の組織

水・衛生委員会は存在しないが、他の O&M 組織が存在する場合、その組織を聞き取り調査した。

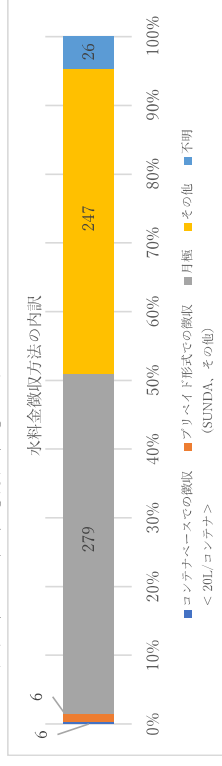


※DDMS とは、District Direct Management System の略称であり、県にサービス・センターを設け、給水施設の維持管理を行う新しい維持管理体制を試行するパイロット活動である。

B.1.3: 水料金徴収方法

ハンドポンプ付き井戸の水料金徴収方法を聞き取り調査した。

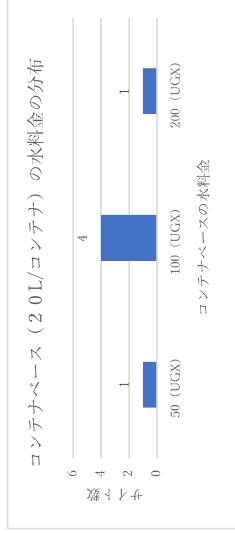
- コンテナベースでの徴収 / ②プリペイド形式での徴収 (スマホ決済) / ③プリペイド形式での徴収 (SUNDA) / ④月極 / ⑤その他



水料金徴収方法は、約 50% は月極、約 40% はその他の方法であることが確認された。その他の内訳については B.1.3.5 で後述する。

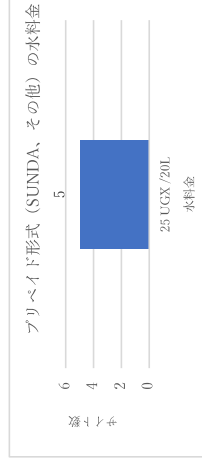
B.1.3.1：コンテナベースでの水料金

コンテナベースでの水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



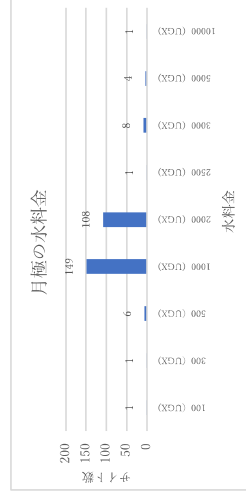
B.1.3.3：プリペイド形式 (SUNDA、その他) の水料金

プリペイド形式 (SUNDA、その他) での水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



B.1.3.4：月極での水料金

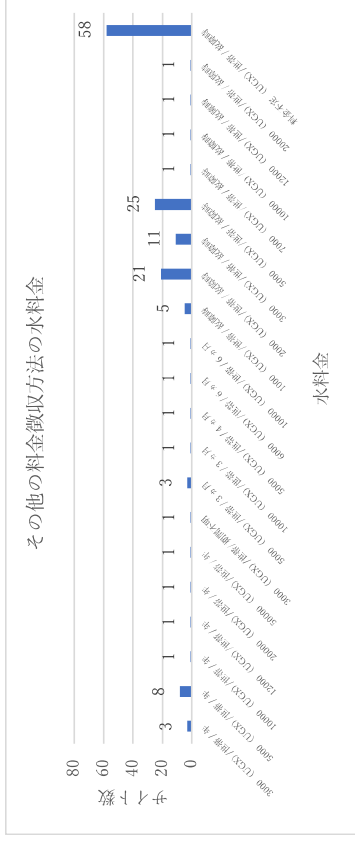
月極での水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



料金の多くは1000~2000 (UGX/月) であり、料金の範囲は安いもので100 (UGX/月)、高いもので10000 (UGX/月) と開きがあることが確認された

B.1.3.5：その他の料金徴収方法での水料金

その他の水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



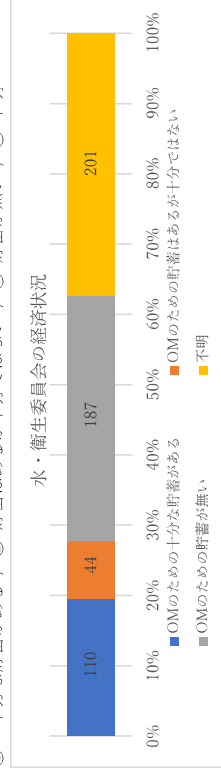
その他の料金徴収方法は、O&M 組織によって異なり種類が多い。最も多いケースは、井戸施設の故障時に徴収され、金額は必要な費用によって決められるケースであることが確認された。

使用者の属性によって料金を区別しているケースが存在する。(水販売業者に対しては50000UGX/年、世帯に対しては3000UGX/年)

B.1.4：水・衛生委員会の経済状況

水・衛生委員会の経済状況を聞き取り調査した。

① 十分な貯蓄がある / ② 貯蓄はあるが十分ではない / ③ 貯蓄が無い / ④ 不明

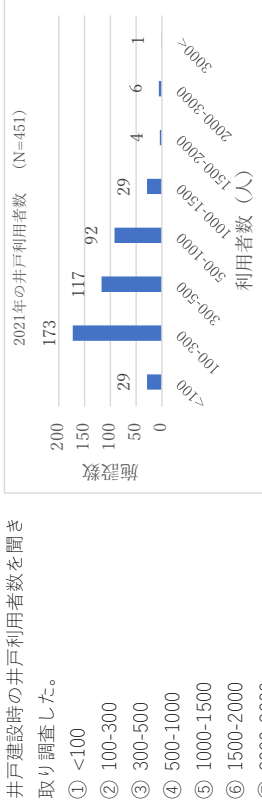


O&M のための十分な貯蓄があるケースは、聞き取り総数の約 20% である。

【13】利用者数

B.1.6：現在の井戸利用者数

井戸建設時の井戸利用者数を聞き取り調査した。



- ① <100
- ② 100-300
- ③ 300-500
- ④ 500-1000
- ⑤ 1000-1500
- ⑥ 1500-2000
- ⑦ 2000-3000
- ⑧ 3000<

100-300人の範囲であるサイトが最も多いことが確認された。

井戸利用者数の変化

前回の聞き取り結果から、井戸建設時と現在の井戸利用者数を比較し、変化を確認した。

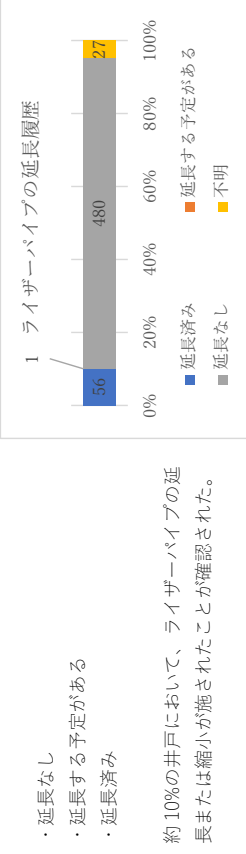


建設当初の井戸利用者数は538施設で得られた。現在の井戸利用者数については451施設で得られた。現在非稼働の施設については含まれていない。このうち、建設当初および2021年調査時の両方のデータが得られた施設は449施設である。図3-25、図3-27、図3-29、図3-30、については、対象施設数は449 (N=449) である。本文56ページの利用者数についての計算は、2021年の利用者数が得られた施設についての集計のため451施設 (N=451) である。図3-75 ハン ドポンプ井戸の利用者数と満足割合 についても、利用者数を用いているが、満足状況を聞くことが出来た施設が443施設のため、データ数 (N) は443である。

【14】修理履歴

B.1.7：ライザーパイプの延長履歴

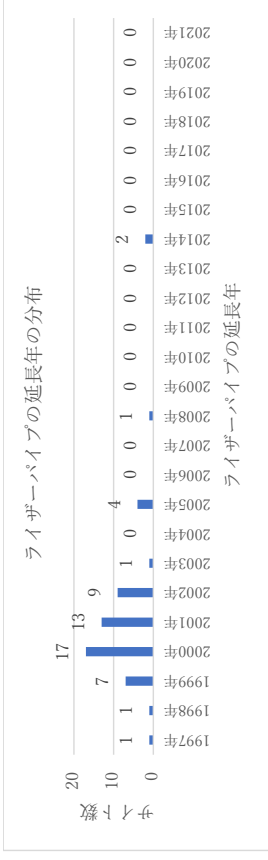
井戸建設以降のライザーパイプの延長履歴について聞き取り調査を実施した。



- ・延長なし
 - ・延長する予定がある
 - ・延長済み
- 約10%の井戸において、ライザーパイプの延長または縮小が施されたことが確認された。

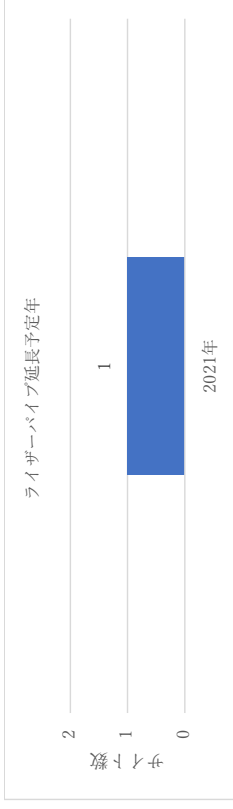
B.1.7.1：ライザーパイプの延長年

ライザーパイプが延長されたサイトのみに対し、延長年の聞き取り調査を実施した。



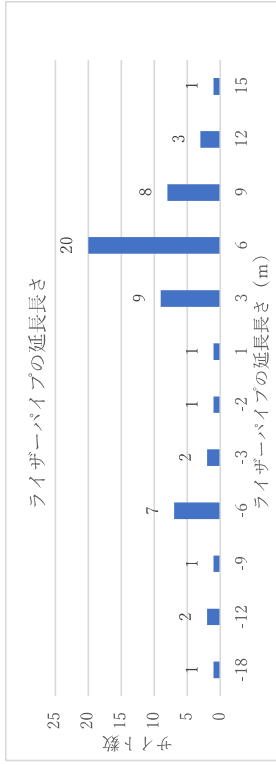
B.1.7.2：ライザーパイプ延長予定年

ライザーパイプを延長する予定があるサイトのみに対し、予定年の聞き取り調査を実施した。



B.1.7.3：ライザーパイプの延長長さ

ライザーパイプが延長されたサイトのみに対し、延長年の聞き取り調査を実施した。



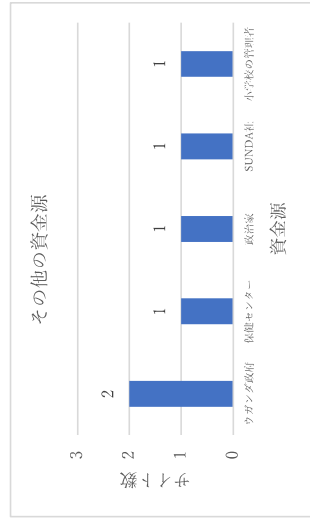
ライザーパイプは延長だけでなく、縮小されたケースがあることが確認できる。

B.1.7.4：ライザーパイプ延長の資金源

ライザーパイプが延長されたサイトのみに対し、聞き取りにて資金源の確認を実施した。
水料金の貯蓄から / 水利用者からの出資 / NGO / 寄付 / その他

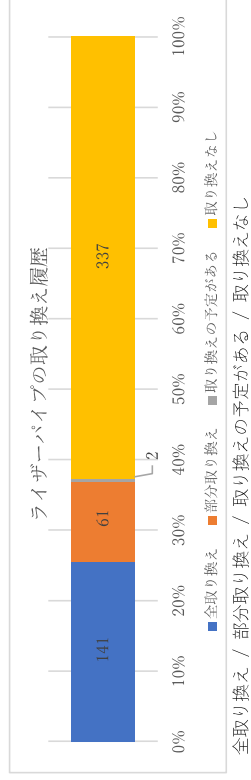


その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



B.1.8：ライザーパイプの取り換え履歴

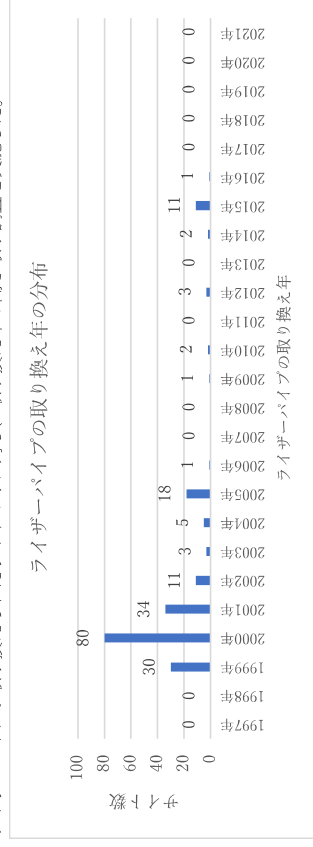
井戸建設以降のライザーパイプの延長履歴について聞き取り調査を実施した。



約60%の井戸では、ライザーパイプの取り換えが行われていないことが確認された。

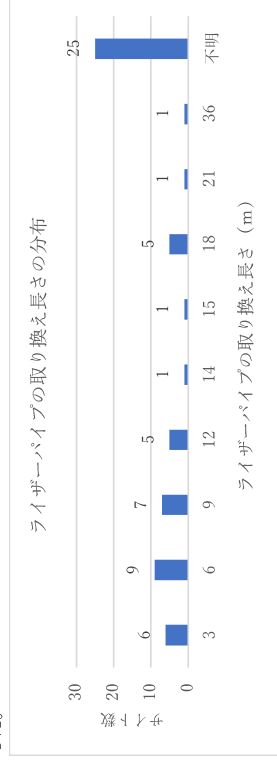
B.1.8.1：ライザーパイプの取り換え年

ライザーパイプが取り換えられたサイトのみに対し、取り換え年の聞き取り調査を実施した。



B.1.8.3：ライザーパイプの取り換え長さ

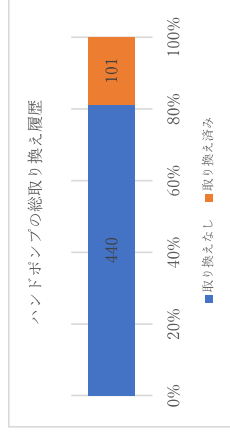
ライザーパイプが部分取り換えされたサイトのみに対し、取り換え長さの聞き取り調査を実施した。



ポンプ基礎、等)

井戸建設以降のハンドポンプの総取り換え履歴について聞き取り調査を実施した。

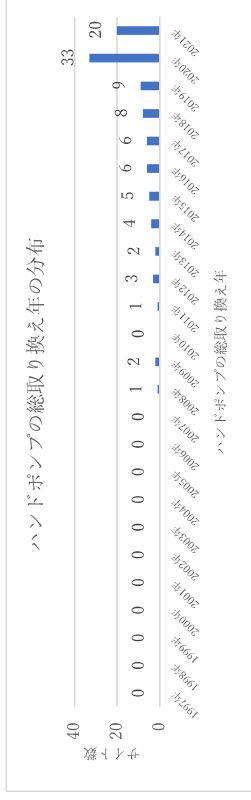
- ・取り換えなし
- ・取り換えの予定がある
- ・取り換え済み



聞き取りサイトの約 20%の井戸でハンドポンプの総取り換えが施されていることが確認された。

B.1.91：ハンドポンプの総取り換え年

井戸建設以降のハンドポンプの総取り換え年について聞き取り調査を実施した。

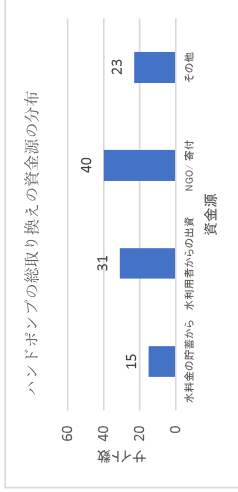


ハンドポンプの総取り換えは、2010 年前後から増加し、2020 年と 2021 年に急激に増加していることが確認された。

B.1.92：ハンドポンプの総取り換えの資金源

ハンドポンプが総取り換えされたサイトのみに対し、聞き取りにて資金源の確認を実施した。

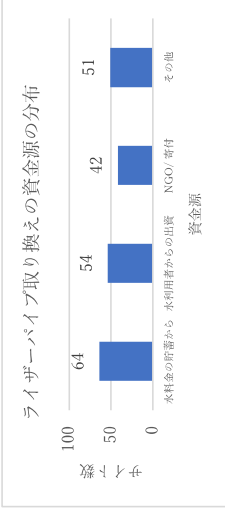
- ・水料金の貯蓄から
- ・水利用者からの出資
- ・NGO・寄付
- ・その他



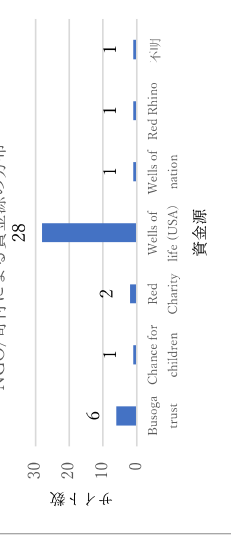
B.1.84：ライザーパイプ取り換えの資金源

ライザーパイプが取り換えられたサイトのみに対し、聞き取りにて資金源の確認を実施した。

- ・水料金の貯蓄から
- ・水利用者からの出資
- ・NGO・寄付
- ・その他

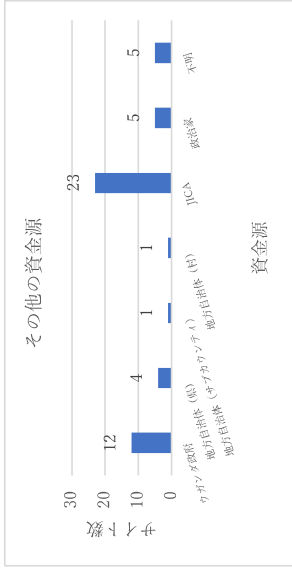


NGO/寄付による資金源の分布



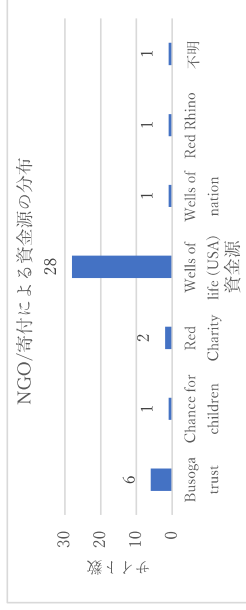
NGO・寄付による資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。

その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。

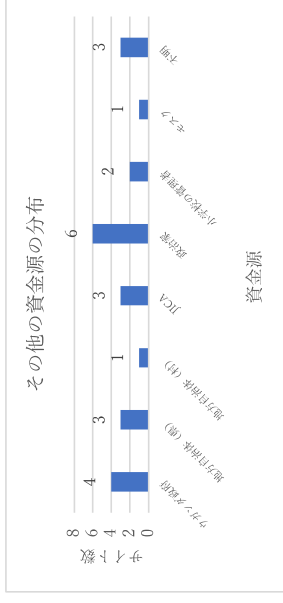


B.1.9：ハンドポンプの総取り換え履歴(ボデイ、ライザーパイプ、ロッド、シリンダー、

NGO・寄付による資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。

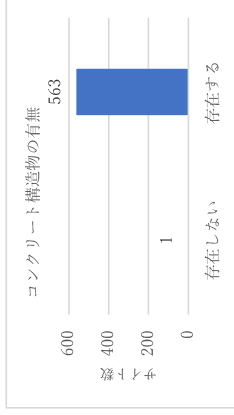


その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



B.1.10：コンクリート構造物の有無

ハンドポンプ付き井戸のコンクリート構造物の有無を現地確認した。

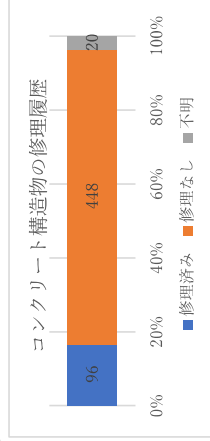


ほぼ全てのハンドポンプ付き井戸において、コンクリート構造物を確認した。

B.1.10.1：コンクリート構造物の修理履歴

ハンドポンプ付き井戸のコンクリート構造物の修理履歴を聞き取り調査により確認した。

- ・建設後修理済み
- ・建設後修理なし



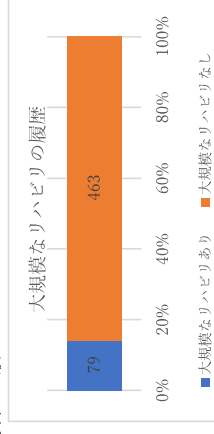
ハンドポンプ付き井戸のうち、約17%のサイト

でコンクリート構造物の修理が施されていることが確認された。

B.1.11：その他の修理、取り換え、維持管理の履歴

ハンドポンプ付き井戸において、その他の修理、取り換え、維持管理等の大規模なりハビリの履歴を聞き取り調査により確認した。

- ・大規模なりハビリあり
- ・大規模なりハビリなし

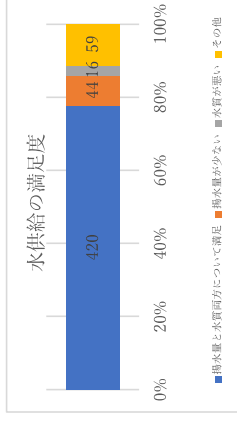


ハンドポンプ付き井戸の聞き取りサイトのうち、約15%において、その他の修理、取り換え、維持管理等の大規模なりハビリが施されていることが確認された。

B.1.12：水供給の満足度

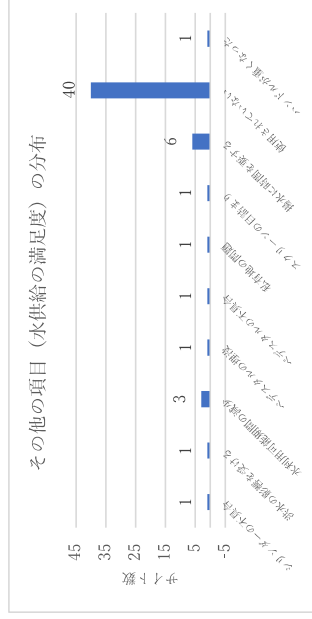
ハンドポンプ付き井戸において、水供給の満足度を聞き取り調査した。

- ・揚水量と水質両方について満足
- ・揚水量が少ない
- ・水質が悪い
- ・その他



ハンドポンプ付き井戸で聞き取り調査ができた箇所のうち、約88%は揚水量と水質両方について満足していることが確認された。約22%は揚水量や水質等について満足できていない。

B.1.12.1：その他の項目（水供給の満足度）

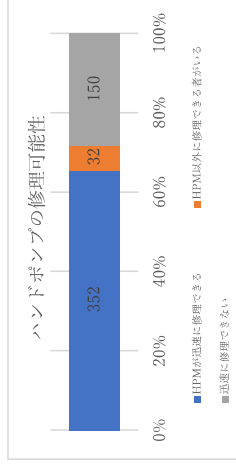


【15】修理が必要な時の修理可能性

B.1.13：ハンドポンプの修理可能性

ハンドポンプに問題がある時に迅速な修理が可能であるか、聞き取り調査を実施した。

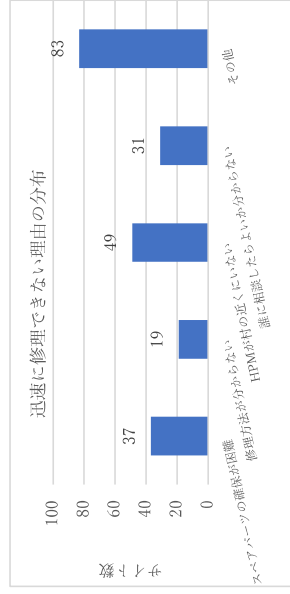
- ・HPMが迅速に修理できる
- ・HPM以外に修理できる者がいる
- ・迅速に修理できない



聞き取りサイトのうち、約30%のサイト

はハンドポンプが故障したときに迅速に修理ができないことが確認された。

B.1.13.1：迅速に修理できない理由

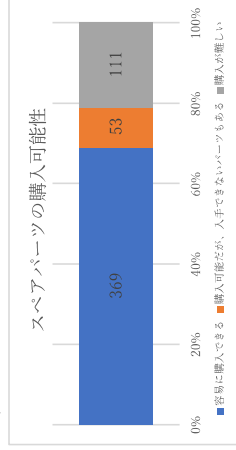


【16】スピーアパーツ

B.1.14：スピーアパーツの購入可能性

必要となときにスピーアパーツが購入可能であるか、聞き取りによって調査した。

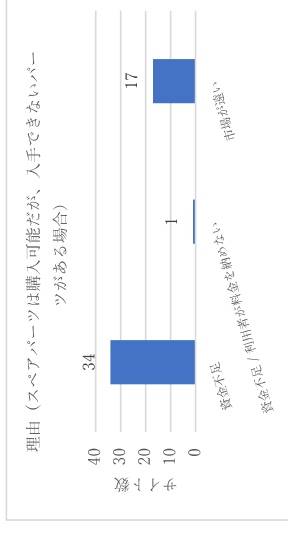
- ・容易に購入できる
- ・購入可能だが、入手できないパーツもある
- ・購入が難しい



スピーアパーツの購入が容易に可能なサイトは、聞き取りサイトのうち約70%である。約10%は購入できるスピーアパーツが限定され、約20%においてスピーアパーツの購入が難しいことが確認された。

B.1.14.1：理由（スピーアパーツは購入可能だが、入手できないパーツがある場合）

前述の聞き取りにおいて、「スピーアパーツは購入可能だが、入手できないパーツがある」と回答

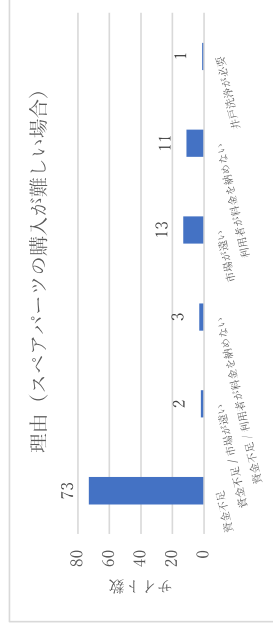


したサイトのみに対してその理由を確認した。

最も多かった回答は、資金不足であった。購入する市場までの距離が遠いという地理的な理由も確認された。

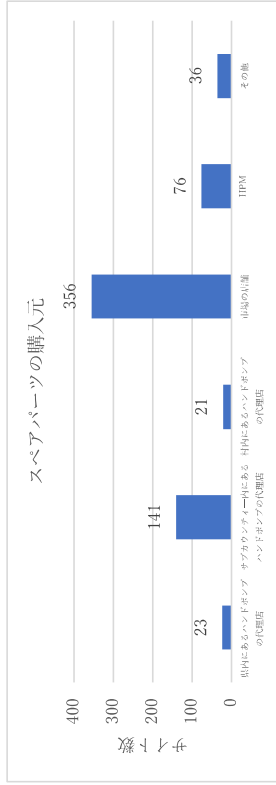
B.1.14.2：理由（スピーアパーツの購入が難しい場合）

前述の聞き取りにおいて、「スピーアパーツの購入が難しい」と回答したサイトのみに対してその理由を確認した。



最も多かった回答は、資金不足であった。

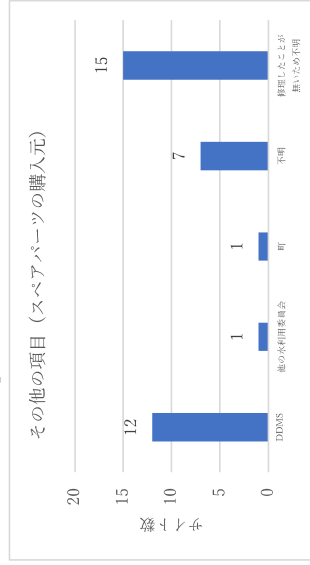
B.1.15：スベアパーツの購入元



スベアパーツをどこから購入するのか、聞き取り調査を実施した。スベアパーツの購入元は、市場の店舗が最も多いことが確認された。

B.1.15.1：その他の項目（スベアパーツの購入元）

前述の聞き取りにおいて、「その他」と回答したサイトのみに対してその項目を確認した。

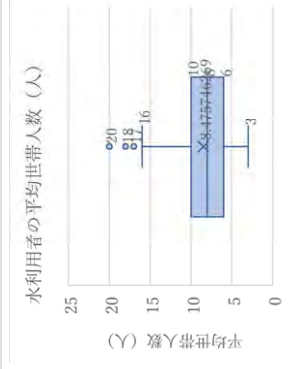
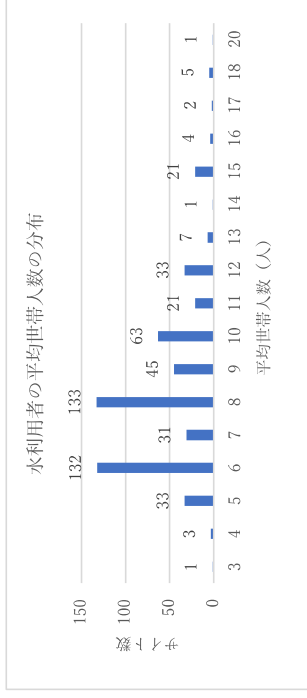


DDMS の聞き取り数が多くみられることから、井戸の維持管理において役割を果たしながら機能していることが確認された。

【17】 家庭の水利用

B.1.16：平均世帯人数

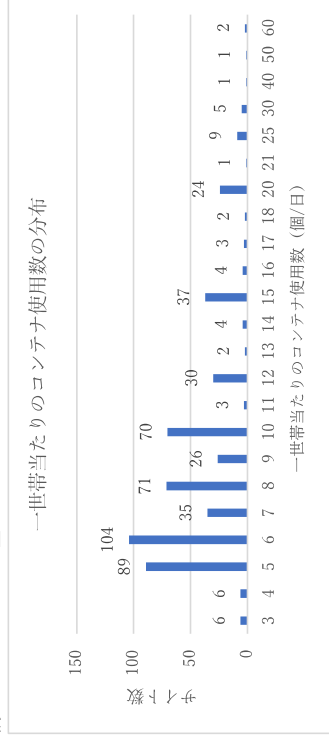
ハンドポンプ付き井戸のサイトにおいて、利用者の平均世帯人数を聞き取り調査した。



聞き取り対象箇所における平均世帯人数の平均は、約 8.5 (人/世帯) であることが確認された。

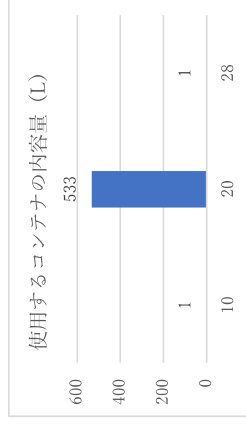
B.1.17：一日に世帯で利用するコンテナの数

ハンドポンプ付き井戸のサイトにおいて、利用世帯が一日で利用するコンテナの数を聞き取り調査した。



B.1.19：コンテナの容量 (L)

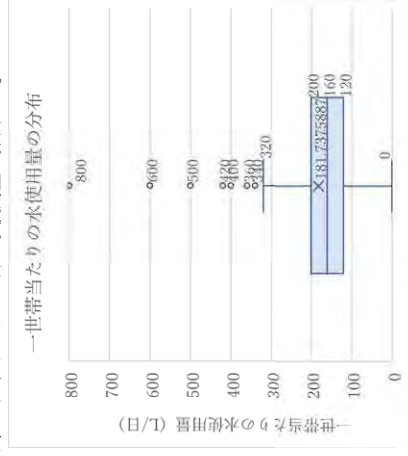
ハンドポンプ付き井戸のサイトにおいて、利用世帯が利用するコンテナの容量を聞き取り調査した。



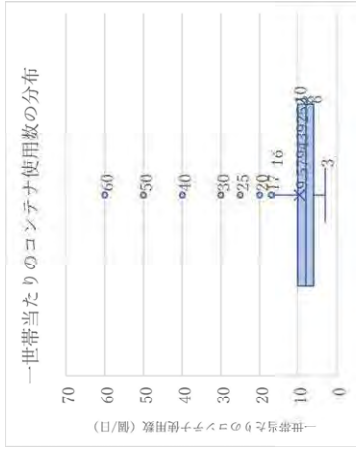
使用されるコンテナの容量は、ほぼ全てが20Lであることが確認された。

一世帯あたりの水使用量

前述の調査結果から、一世帯あたりの一日の水使用量を算出した。

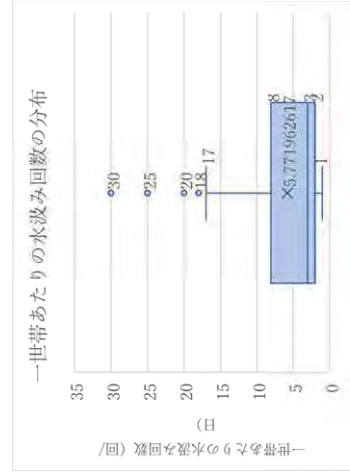
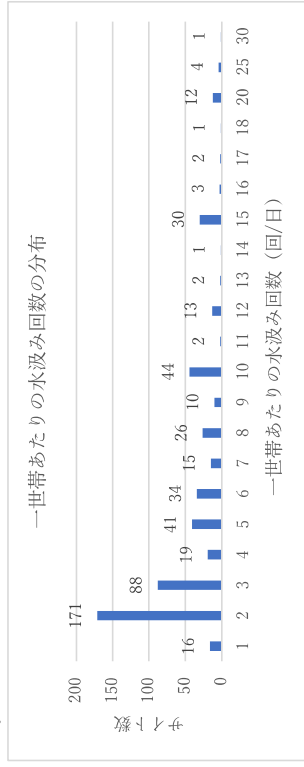


一世帯あたりの一日の水使用量は、平均約182Lであることが確認された。



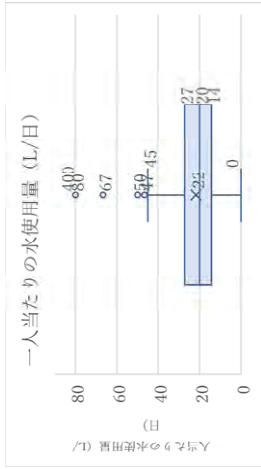
B.1.18：一日の水汲み回数

ハンドポンプ付き井戸のサイトにおいて、利用世帯の一日あたりの水汲み回数を聞き取り調査した。



一世帯あたりの水使用量

前述の調査結果から、一人あたりの一日の水使用量を算出した。

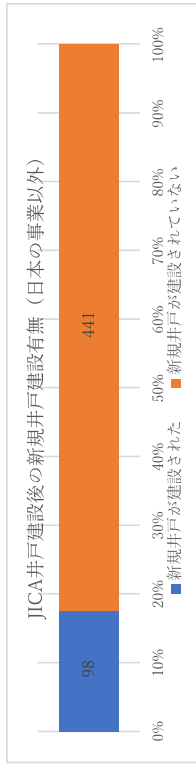


一人あたりの一日の水使用量は、平均約22Lであることが確認された。

【18】対象井戸建設後の新規井戸建設（日本の事業以外）

B.1.20：JICA井戸建設後の新規井戸建設有無（日本の事業以外）

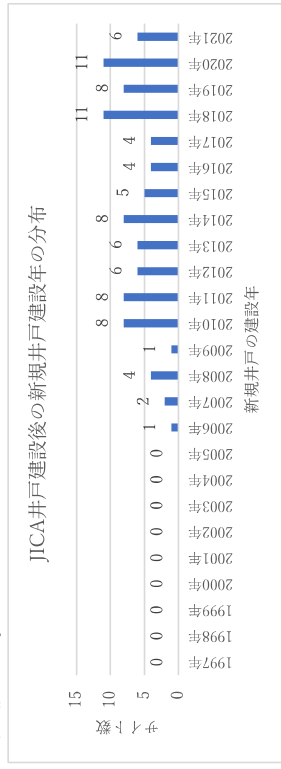
ハンドポンプ付き井戸の建設後に、日本以外の事業によって新規建設された井戸の有無を聞き取り調査した。



聞き取りサイト約20%において、新規の井戸が建設されていることが確認された。

B.1.20.1：新規井戸の建設年

ハンドポンプ付き井戸の建設後に、日本以外の事業によって新規建設された井戸の建設年を聞き取り調査した。

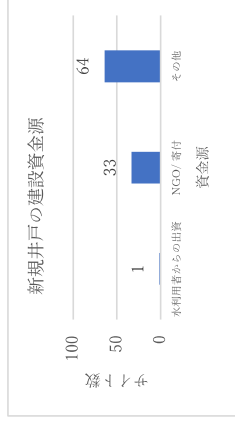


新規井戸は、2006年以降建設が増加していることが確認された。

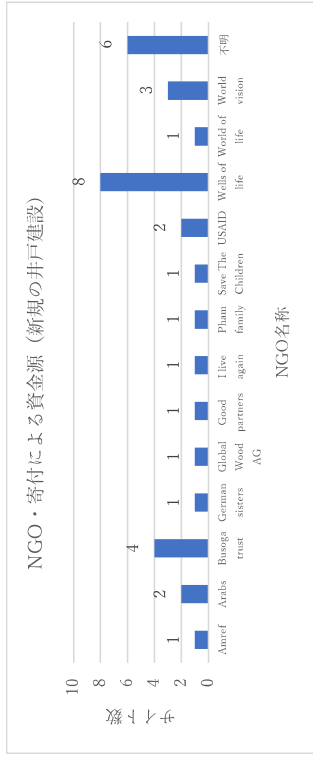
B.1.20.2：新規井戸の建設資金源

ハンドポンプ付き井戸の建設後に、日本以外の事業によって新規建設された井戸の資金源を聞き取り調査した。

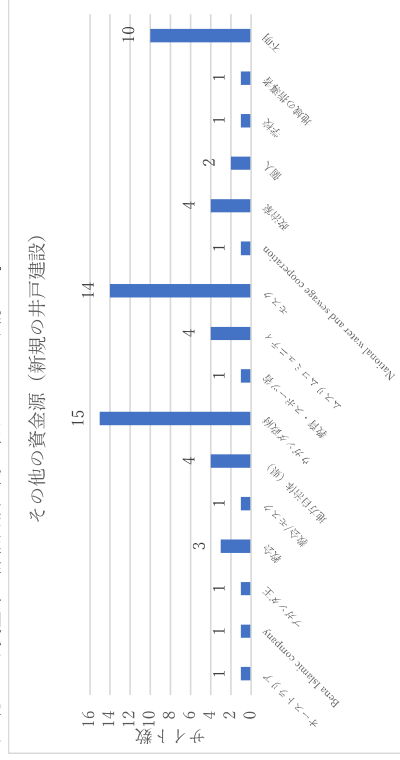
- ・料金の貯蓄から
- ・水利用者からの出資
- ・NGO・寄付
- ・その他



NGO・寄付による資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



ウガンダ政府をはじめ、モスクや教会、政治家等、コミュニティに関係が深い所が資金源となっているケースが多く確認できる。

なお、この聞き取りでは、新規の井戸に日本の支援による井戸を除外する事を前提としていたが、

聞き取り結果には、JICAの井戸が含まれていた。それらは報告結果では除外している。

聞き取りの際に、前提が伝わっていなかった事と、現地ではJICAの井戸建設実施時に同じ地域で多数の井戸が建設されたことから、同じプロジェクト内での施工時期の違いによって建てられたJICA井戸を新規井戸として報告してしまっただけの可能性はある。

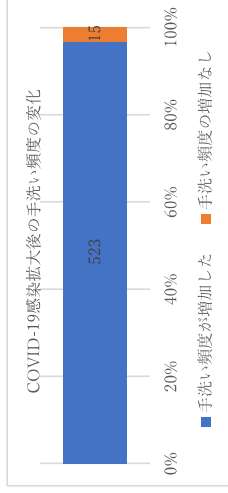
【19】 COVID-19 関連の情報

B.1.21：手洗い頻度の変化

ハンドポンプ付き井戸のサイトに、COVID-19の感染拡大後に手洗い頻度の増加がみられるか、聞き取り調査した。

- ・手洗い頻度が増加した
- ・手洗い頻度が増加していない

聞き取りサイトの約97%において、手洗い頻度が増加したことが確認された。

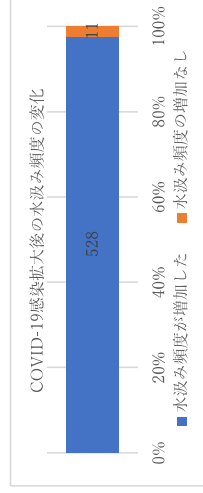


B.1.22：水汲み頻度の変化

ハンドポンプ付き井戸のサイトに、COVID-19の感染拡大後に水汲み頻度の増加がみられるか、聞き取り調査した。

- ・水汲み頻度が増加した
- ・水汲み頻度が増加していない

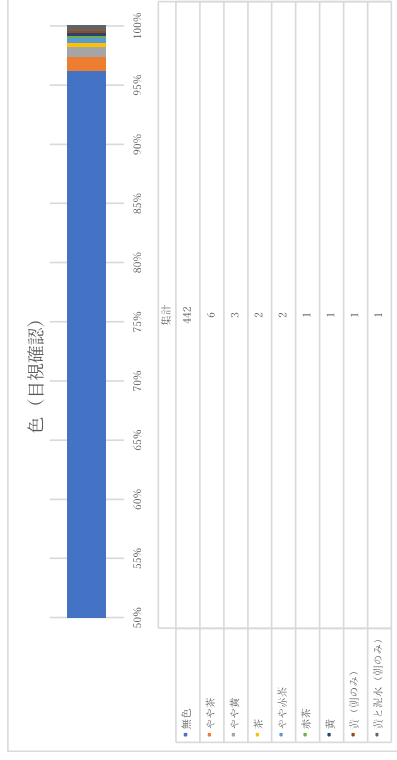
聞き取りサイトの約98%において、水汲み頻度が増加したことが確認された。



【20】 水質検査

B.1.23：色（目視確認）

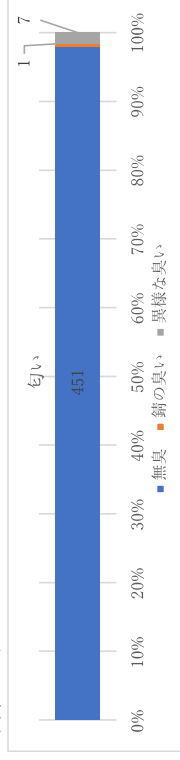
ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、水の色を目視確認した。



水が採取可能なサイトの約4%において、着色が確認された。

B.1.24：匂い

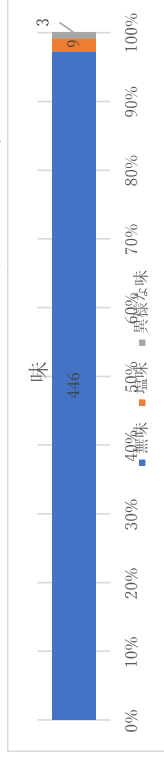
ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、匂いを確認した。無臭 / その他



水が採取可能なサイトの約2%において、匂いが確認された。

B.1.25：味

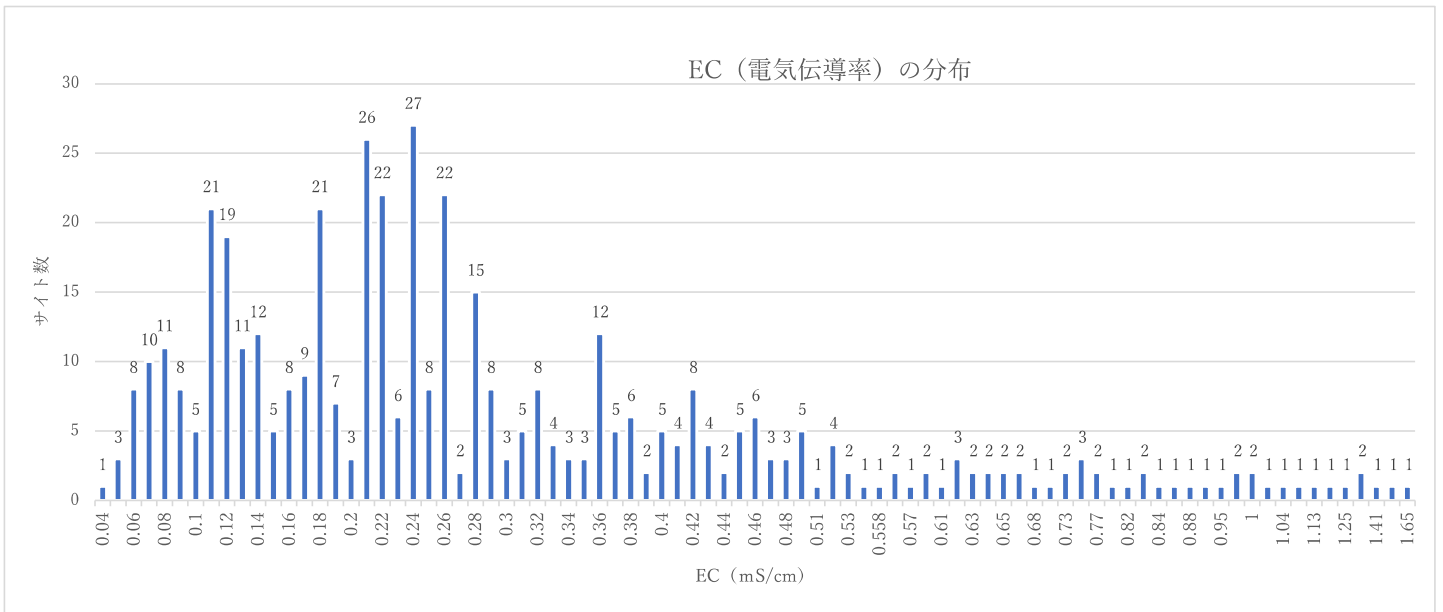
ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、味を確認した。



水が採取可能なサイトの約3%において、味が確認された。

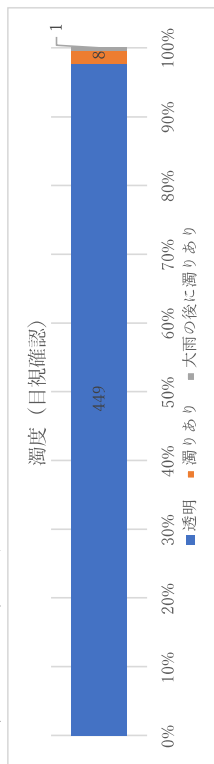
B.1.27 : EC (電気伝導率)

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて電気伝導率(mS/cm)を計測した。



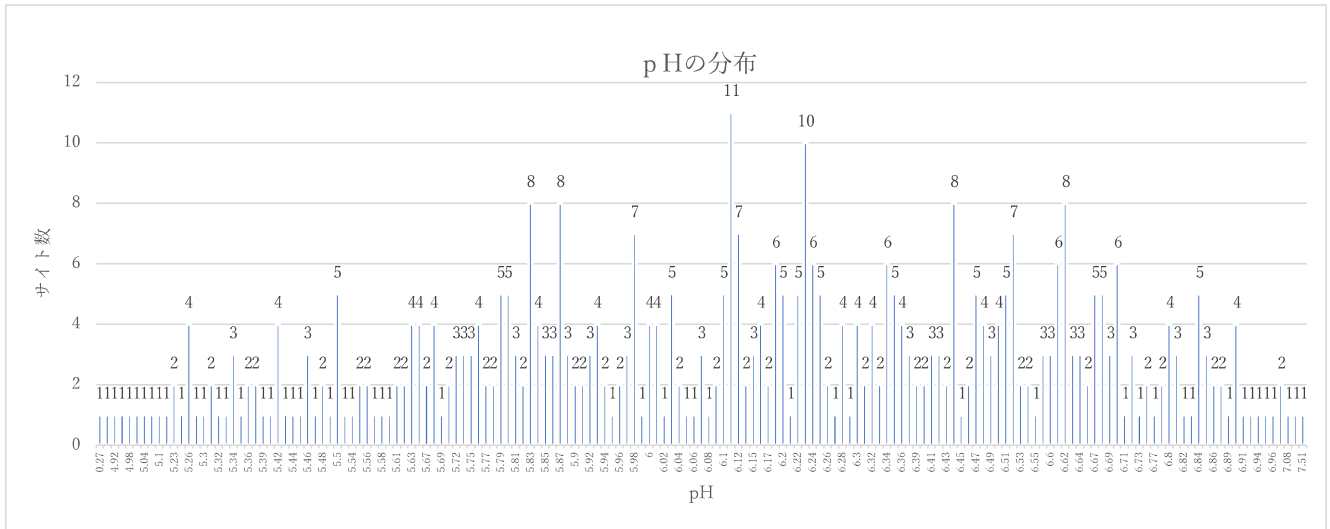
B.1.26 : 濁度 (目視確認)

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、濁度を目視確認した。
透明 / 濁っている / その他

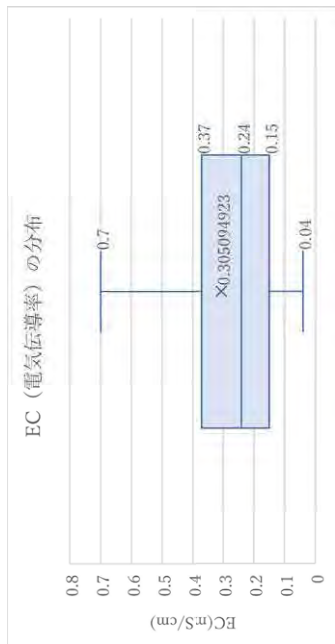


水が採取可能なサイトの約2%において、濁りが確認された。

B.1.28 : pH



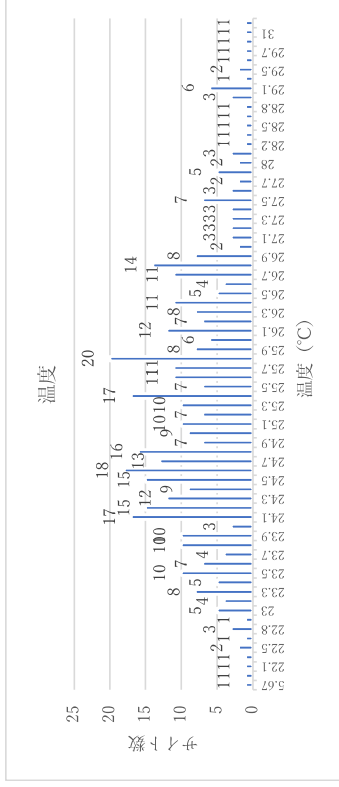
ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて pH を計測した。



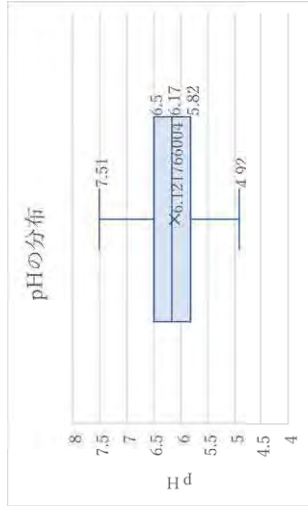
水が採取可能なサイトの EC の平均値は、約 0.3 (mS/cm) であることが確認された。

B.1.30 : 温度

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて温度 (°C) を計測した。



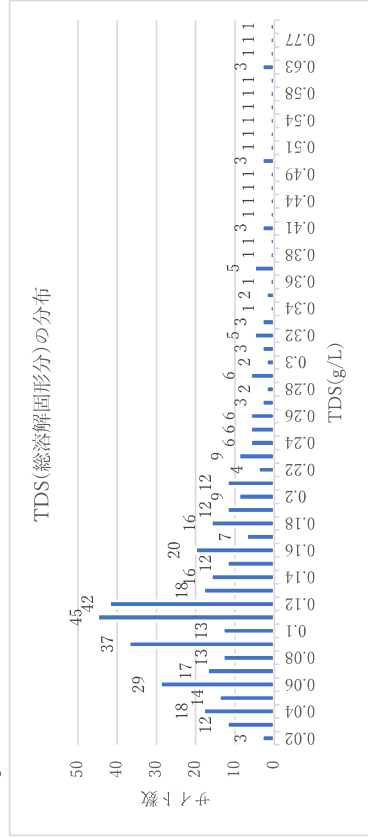
水が採取可能なサイトの温度の平均値は、約 25.3(°C)であることが確認された。



水が採取可能なサイトの pH の平均値は、約 6.12 であることが確認された。

B.1.29 : TDS (総溶解固形分)

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて TDS (g/L) を計測した。

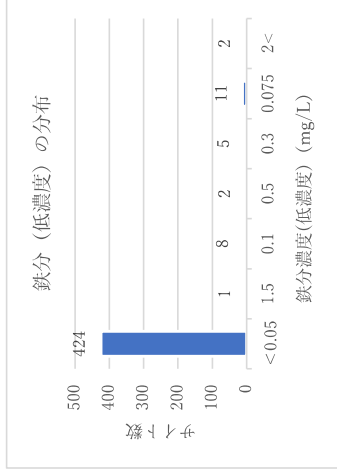


水が採取可能なサイトの TDS の平均値は、約 0.13(g/L)であることが確認された。

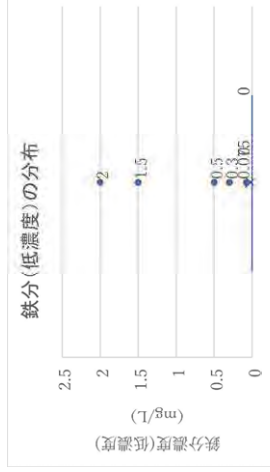
B.1.31：鉄分（低濃度）

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いて鉄分濃度（低濃度）を計測した。

- ①<0.05
- ②0.075
- ③0.1
- ④0.3
- ⑤0.5
- ⑥1.5
- ⑦2<



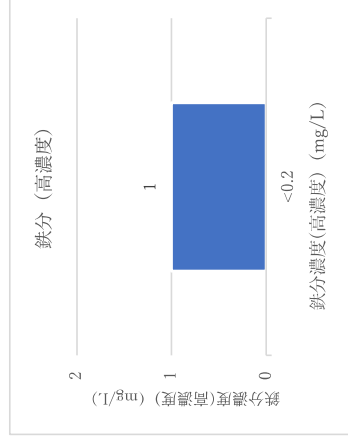
"<0.05"の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した。場合、水が採取可能なサイトの鉄分（低濃度）の平均値は、約0.02 (mg/L) であることが確認された。



B.1.32：鉄分（高濃度）

鉄分濃度（高濃度）の計測地が"<2"であったサイトにおいて、バックテストを用いて鉄分濃度（高濃度）を計測した。

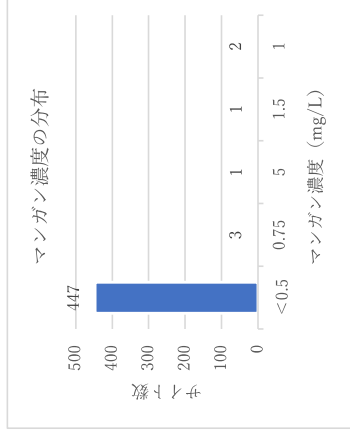
- ①<0.2
- ②0.35
- ③0.5
- ④0.75
- ⑤1
- ⑥1.5
- ⑦2
- ⑧3.5
- ⑨5
- ⑩7.5
- ⑪10<



B.1.33：マンガン

"<0.05"の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いてマンガン濃度を計測した。

- ①<0.5
- ②0.75
- ③1
- ④1.5
- ⑤2
- ⑥3.5
- ⑦5
- ⑧7.5
- ⑨10
- ⑩15
- ⑪20<

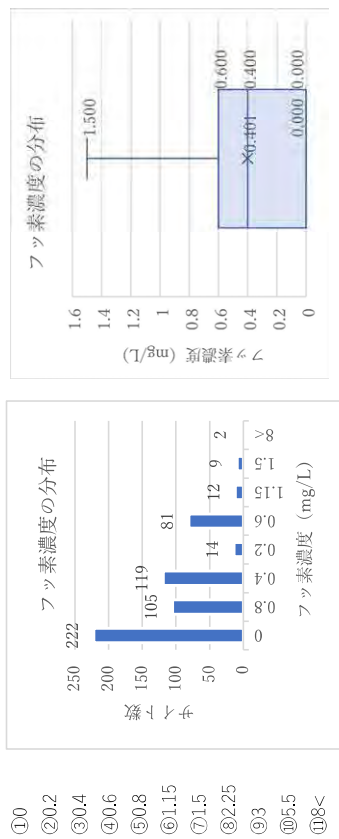


"<0.5"の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、水が採取可能なサイトのマンガン濃度の平均値は、約0.02 (mg/L) であることが確認された。



B.1.34 : フッ素

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いてフッ素濃度を計測した。



水が採取可能なサイトのフッ素濃度の平均値は、約0.4(mg/L)であることが確認された。

B.1.35 : 硝酸

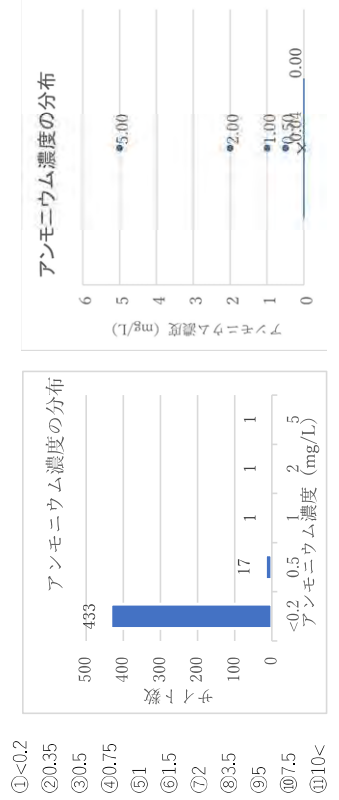
ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いて硝酸濃度を計測した。



“<1”の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、水が採取可能なサイトの硝酸濃度の平均値は、約1.22(mg/L)であることが確認された。

B.1.36 : アンモニウム

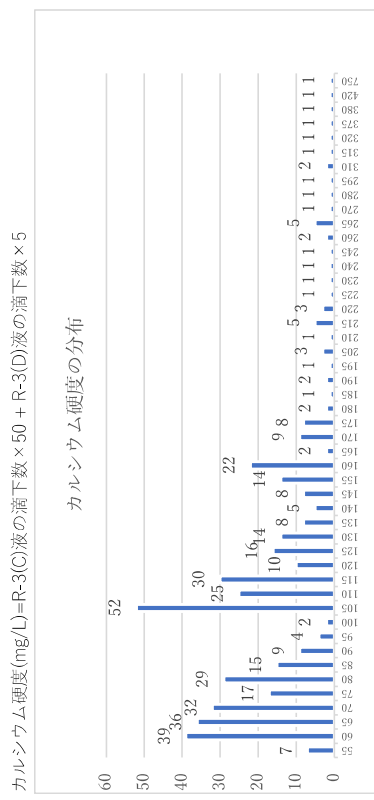
ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いてアンモニウム濃度を計測した。



“<0.2”の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、水が採取可能なサイトのアンモニウム濃度の平均値は、約0.04(mg/L)であることが確認された。

B.1.37 : カルシウム硬度

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、ドロップテストを用いてカルシウム硬度を計測した。



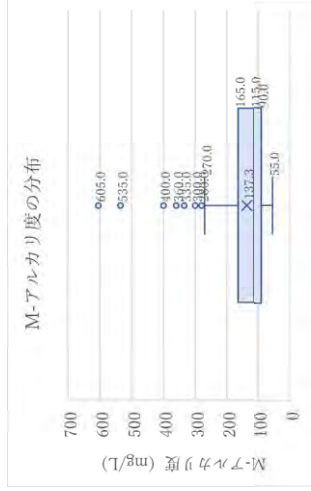
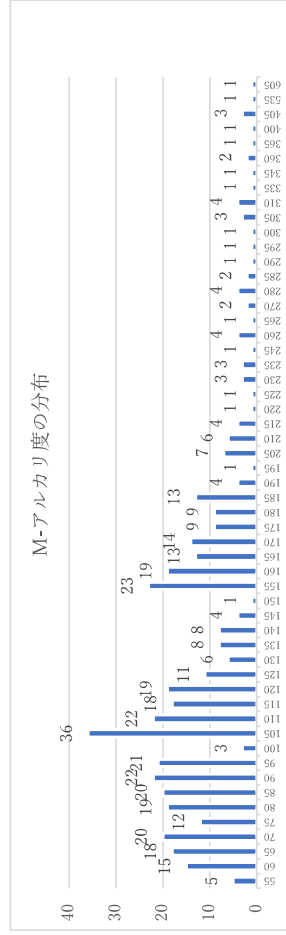


水が採取可能なサイトのカルシウム硬度の平均値は、約 116.2(mg/L)であることが確認された。

B.1.38 : M-アルカリ度

ハンドポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、ドロップテストを用いてM-アルカリ度を計測した。

M-アルカリ度(mg/L)=[R-2(C)液の滴下数×50] + [R-2(D)液の滴下数×5]



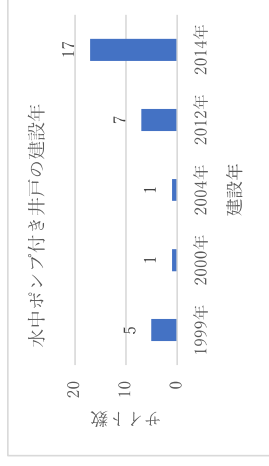
水が採取可能なサイトのM-アルカリ度の平均値は、約 137.3(mg/L)であることが確認された。

Level 2 井戸での聞き取り結果

【5】対象井戸の情報収集と、周囲状況の観察

A.4.2.1 : 井戸の建設年

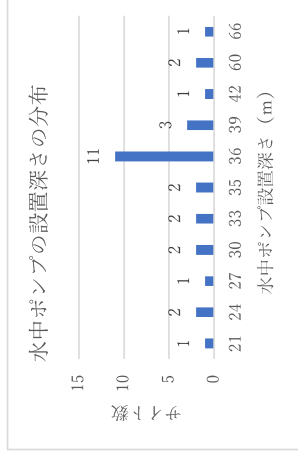
水中ポンプ付き井戸の建設年を聞き取った。



ウガンダの Level2 井戸は、半数以上が 2014 年に建設されたことが明らかにになった。

A.4.2.2 : ポンプの設置深さ

水中ポンプの設置深さを聞き取り調査した。

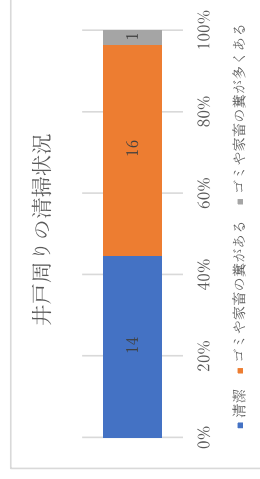


水中ポンプの設置深さは、36(m)が局所的に多いことが確認された。

A.4.2.3 : 清掃状況

現地の井戸周りの清掃状況を確認した。

- ・清潔
- ・ゴミや家畜の糞がある
- ・ゴミや家畜の糞が多くある



全体の約 50%は、周辺が清潔に保たれていないことが読み取れる。

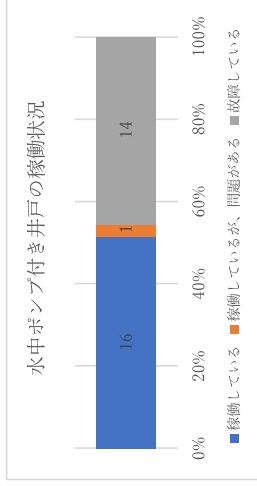
【6】給水施設の稼働状況

A.4.2.4：稼働状況の確認

現在、水中ポンプが設置されている井戸の稼働状況を確認した。

- ・稼働している
- ・稼働しているが、問題がある
- ・故障している

水中ポンプ付き井戸の約55%が現在稼働していることが示される。



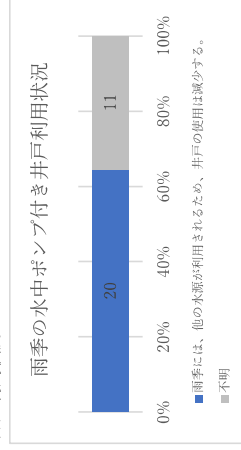
【7】雨季の状況

A.4.2.5：雨季の水中ポンプ付き井戸利用状況

聞き取りにて、雨季の井戸利用状況を確認した。

- ・雨季には、他の水源が利用されるため、井戸の利用は減少する
- ・雨季には、他の水源が利用されるため、井戸は利用されない

聞き取りサイト約65%において、雨季に利用頻度が減少することが示される。

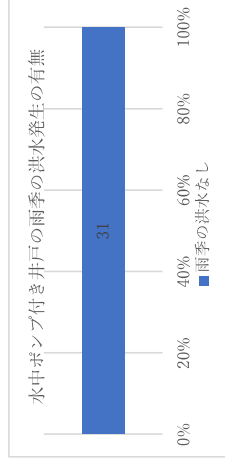


A.4.2.6：雨季の洪水発生の有無

水中ポンプ付き井戸にて、雨季に洪水が発生するかを聞き取った。

- ・発生する<〇日/年>
- ・発生しない

全ての聞き取りサイトにおいて、雨季の洪水が発生しないことが確認できる。



【8】井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離

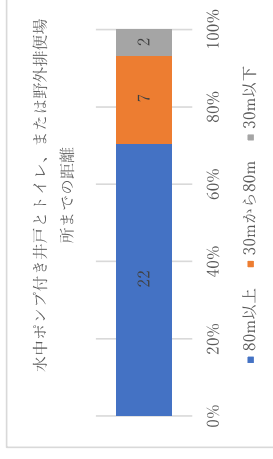
A.4.2.7：井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離

聞き取りにより、水中ポンプ付き井戸とトイレ、または野外排便場所までの距離確認を行った。

- ・80m 以上
- ・30m から80m
- ・30m 以下

水源とトイレの距離は30m以上と、ウガンダ教育省の基準あり。ウガンダ水環境省は

50m~80m を推奨している。30m以下のサイトは全体の約6%（2サイト）存在する。



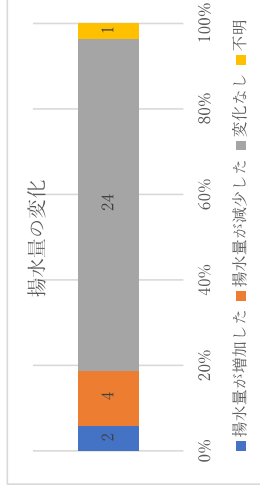
【9】井戸の仕様

A.4.2.8：揚水量の変化

水中ポンプ付き井戸の全サイトにおいて、揚水量の変化を聞き取り調査した。

- ・揚水量が増加した
- ・揚水量が減少した
- ・変化なし

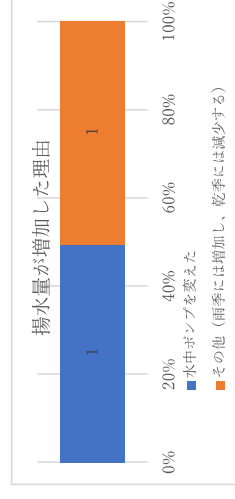
聞き取りサイトのうち、約13%において揚水量が減少していることを確認した。



A.4.2.8.1：揚水量が増加した理由

揚水量が増加したサイトのみに対して、その理由を聞き取り調査した。

- ・ポンプを変えた
- ・ライザーパイプを延長した
- ・その他
- ・不明

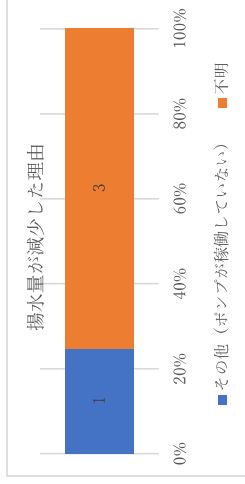


増加した理由は、水中ポンプの付け替えと季節要因であることが確認された。

【10】 井戸の修理履歴

A.4.2.8.2：揚水量が減少した理由

揚水量が減少したサイトのみに対して、その理由を聞き取り調査した。



- ・ポンプを変えた
- ・ライザーパイプを延長した
- ・その他
- ・不明

減少した理由は、ポンプの故障によるもの以外不明である。

A.4.1.17：水質の変化

水中ポンプ付き井戸の全箇所において、水質の変化を聞き取り調査した。

- ・悪化していない
- ・悪化した

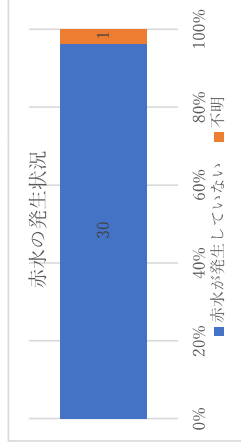
水中ポンプ付き井戸の全サイトについて、水質の悪化は確認されなかった。

A.4.1.19：赤水の発生状況

水中ポンプ付き井戸の全箇所において、赤水の発生状況を聞き取り調査した。

- ・発生していない
- ・発生している

水中ポンプ付き井戸の全サイトについて、赤水の発生は確認されなかった。

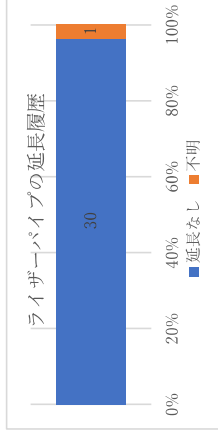


A.4.2.13：ライザーパイプの延長履歴

井戸建設以降のライザーパイプの延長履歴について聞き取り調査を実施した。

- ・延長なし
- ・延長する予定がある
- ・延長済み

全ての聞き取りサイトにおいて、ライザーパイプの延長は確認されなかった。

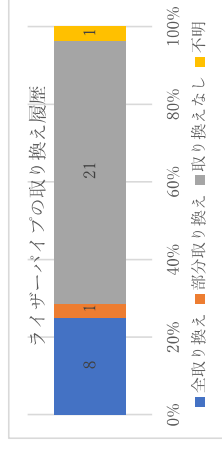


A.4.2.14：ライザーパイプの取り換え履歴

井戸建設以降のライザーパイプの取り換え履歴について聞き取り調査を実施した。

- ・全取り換え
- ・部分取り換え
- ・取り換えの予定がある
- ・取り換えなし

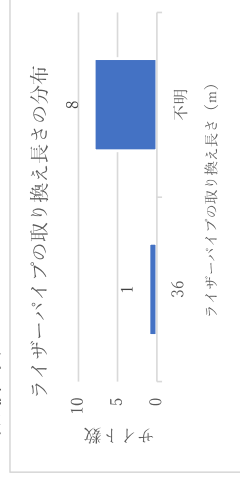
全ての聞き取りサイトの約30%のサイトにおいて、ライザーパイプの取り換えが確認された。



A.4.2.14.1：ライザーパイプの取り換え長さ

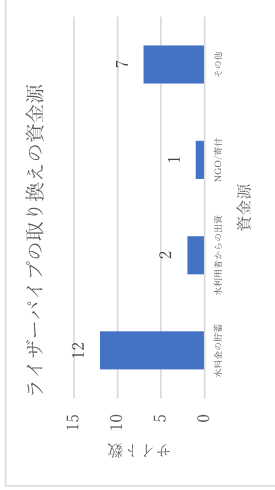
井戸建設以降のライザーパイプの取り換え履歴があるサイトのみにおいて、取り換え長さを聞き取り調査した。

1サイトを除きほぼ全てのサイトにおいて、ライザーパイプの取り換え長さは聞き取りで確認することができなかった。



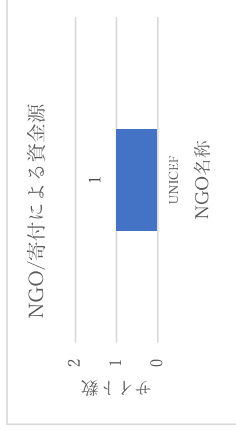
A.4.2.14.2：ライザーパイプの取り換えの資金源

ライザーパイプが延長されたサイトのみに対し、聞き取りにて資金源の確認を実施した。（複数回答）

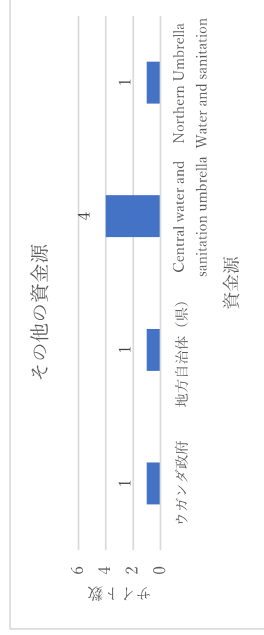


- ・水料金の貯蓄から
- ・水利用者からの出資
- ・NGO/ 寄付
- ・その他

NGO・寄付による資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。

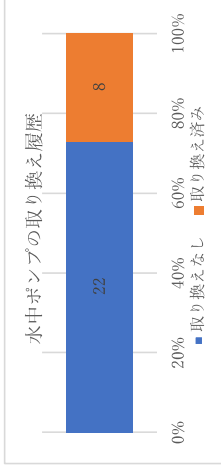


その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



A.4.2.15：水中ポンプの取り換え履歴

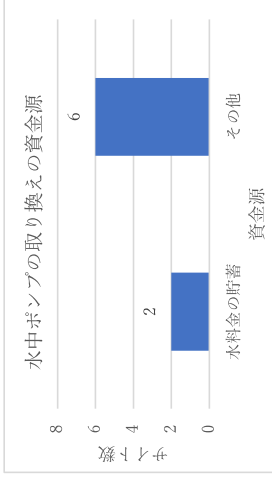
井戸建設以降の水中ポンプの総取り換え履歴について聞き取り調査を実施した。



- ・取り換えなし
- ・取り換えの予定がある
- ・取り換え済み

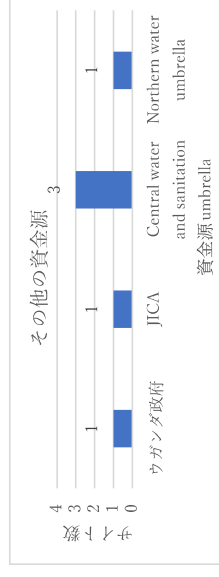
A.4.2.15.2：水中ポンプの取り換えの資金源

水中ポンプが取り換えられたサイトのみに対し、聞き取りにて資金源の確認を実施した。



- ・水料金の貯蓄から
- ・水利用者からの出資
- ・NGO/ 寄付
- ・その他

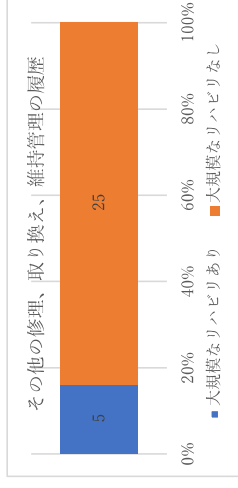
その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



A.4.2.16：

その他の修理、取り換え、維持管理の履歴

水中ポンプ付き井戸において、その他の修理、取り換え、維持管理等の大規模なリハビリの履歴を聞き取り調査により確認した。

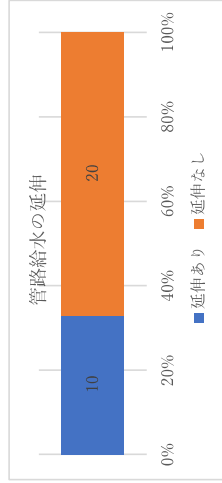


- ・大規模なリハビリあり
- ・大規模なリハビリなし

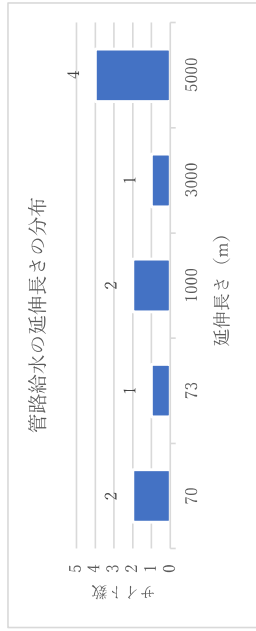
A.4.2.17：管路給水の延伸

水中ポンプ付き井戸において、管路給水の延伸の有無を聞き取り調査により確認した。

- ・延伸あり
- ・延伸なし



A.4.2.17.1：管路給水の延伸長さ



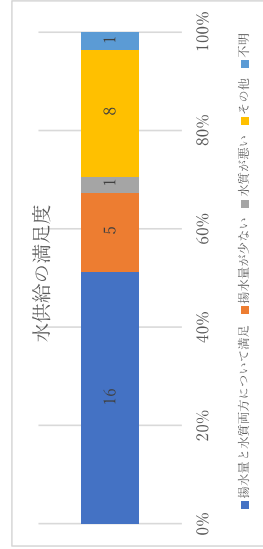
管路給水の延伸長さを聞き取った。

延伸された管路給水のうち、70%が延伸長さ1000m以上であることが確認された。

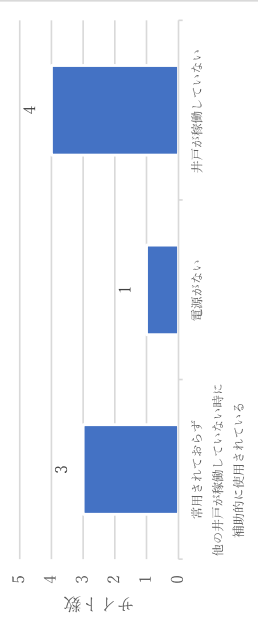
A.4.2.18：水供給の満足度

水中ポンプ付き井戸において、水供給の満足度を聞き取り調査した。

- ・揚水量と水質両方について満足
- ・揚水量が少ない
- ・水質が悪い
- ・その他



その他の項目（水供給の満足度）



その他の資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。

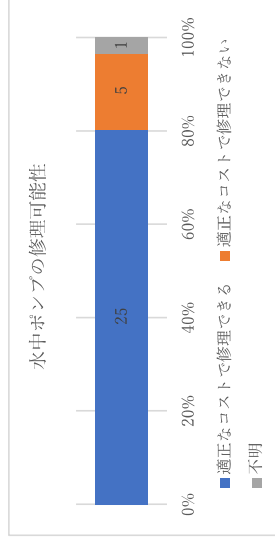
【11】 修理が必要な時の修理可能性

A.4.2.19：水中ポンプの修理可能性

水中ポンプに問題がある時に迅速な修理が可能であるか、聞き取り調査を実施した。

- ・適正なコストで修理できる
- ・適正なコストで修理できない

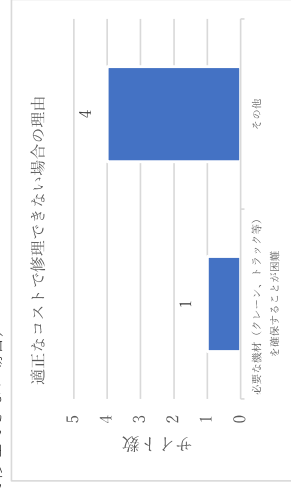
聞き取りサイトのうち、約20%のサイトはポンプが故障したときに迅速に修理ができないことが確認された



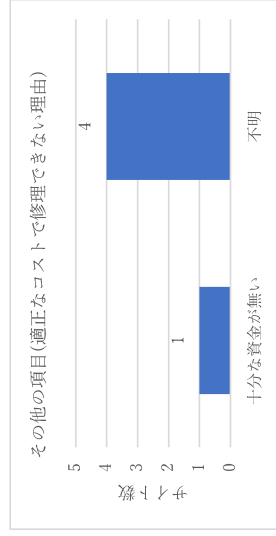
A.4.2.19.1：理由（適正なコストで修理できない場合）

前述の聞き取りにおいて、「適正なコストで修理できない」と回答したサイトの数に対してその理由を確認した。

- ・スペースパーツの確保が困難
- ・修理人を確保することが困難
- ・必要な機材（クレーン、トラック等）を確保することが困難
- ・適切な建設会社を確保することが困難
- ・その他



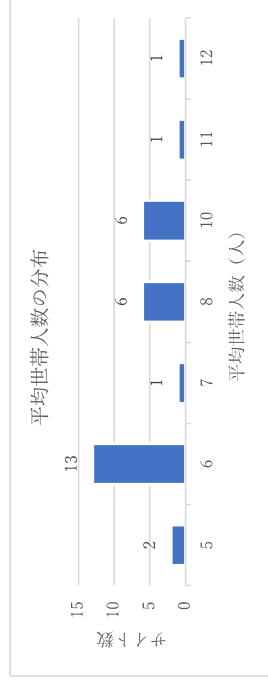
A.4.2.19.2：その他の理由（適正なコストで修理できない場合）



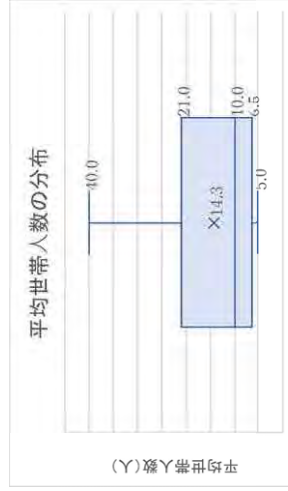
前述の聞き取りにおいて、「その他」と回答したサイトのみに対してその項目を確認した。

【12】水利用

A.4.2.20：平均世帯人数

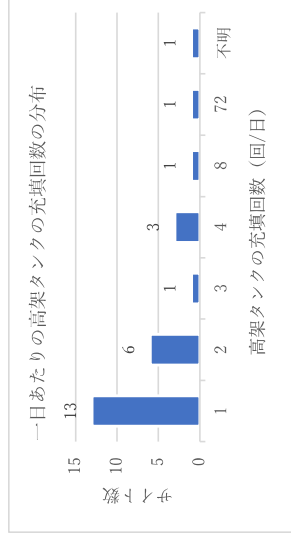


水中ポンプ付き井戸のサイトにおいて、利用者の平均世帯人数を聞き取り調査した。

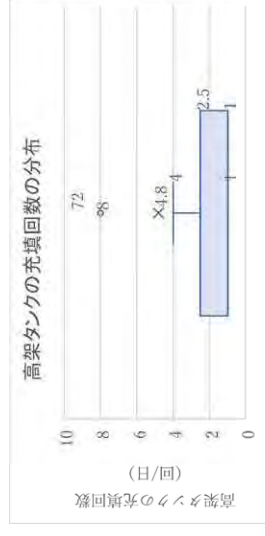


聞き取り対象箇所における平均世帯人数の平均は、約14.3 (人/世帯) であることが確認された。

A.4.2.21：一日あたりの高架タンクの充填回数



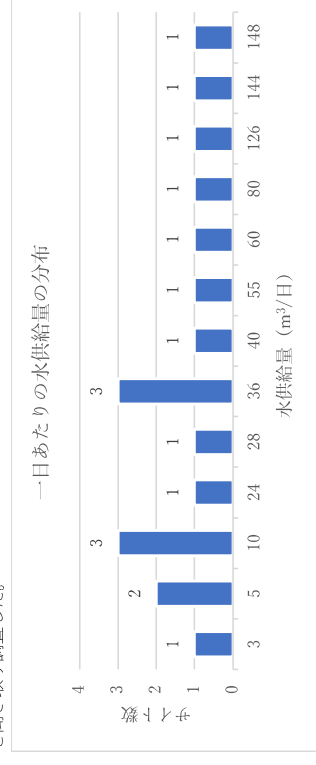
水中ポンプ付き井戸のサイトにおいて、一日あたりの高架タンクの充填回数を聞き取り調査した。



一日あたりの高架タンク充填回数の平均は、約 4.8 回であることが確認された。

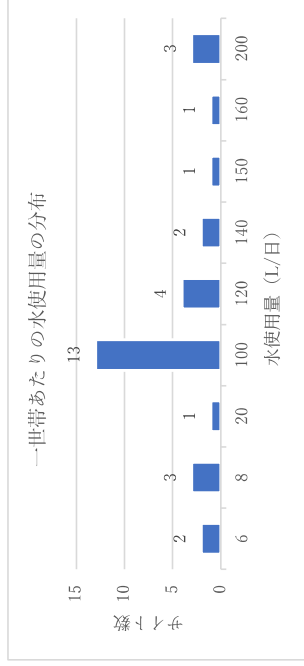
A.4.2.22：一日あたりの水供給量 (m3/日)

水中ポンプ付き井戸で水量メーターがあるサイトにおいて、一日あたりの水供給量 (m3/日) を聞き取り調査した。

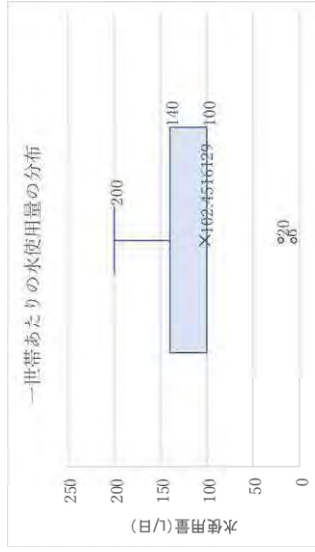


一日あたりの水供給量は、各サイトによって差があることが確認された。

A.4.2.23：一世帯あたりの水使用量 (L/日)



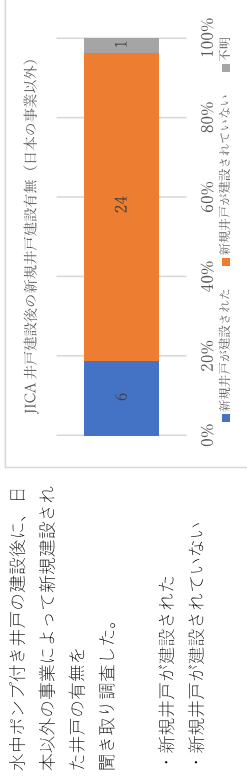
水中ポンプ付き井戸で水量メーターがあるサイトにおいて、一世帯あたりの水使用量 (L/日) を聞き取り調査した。



一世帯あたりの水使用量 (L/日) の平均は、約 102 (L) であることが確認された。

【13】対象井戸建設後の新規井戸建設 (日本の事業以外)

A.4.2.24：JICA 井戸建設後の新規井戸建設有無 (日本の事業以外)



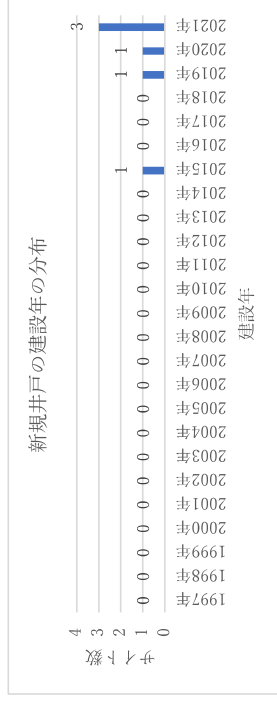
水中ポンプ付き井戸の建設後に、日本以外の事業によって新規建設された井戸の有無を聞き取り調査した。

- ・新規井戸が建設された
- ・新規井戸が建設されていない

聞き取りサイトの約25%において、新規の井戸が建設されていることが確認された。

A.4.2.24.1：新規井戸の建設年

水中ポンプ付き井戸の建設後に、日本以外の事業によって新規建設された井戸の建設年を聞き取り調査した。



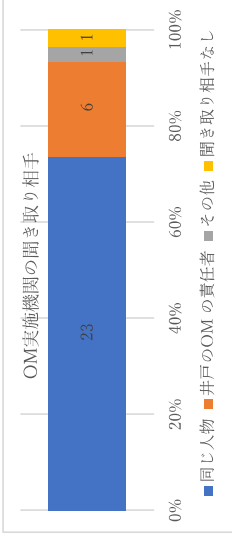
新規井戸は、2015 年以降に建設されていることが確認された。

セクション B : O&M を行っている機関への聞き取り

【15】 聞き取り相手の情報

B.2.1 : O&M 実施機関の聞き取り相手

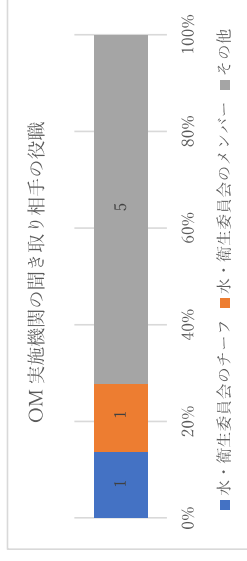
水中ポンプ付き井戸の全箇所について、聞き取り相手情報を記録した。



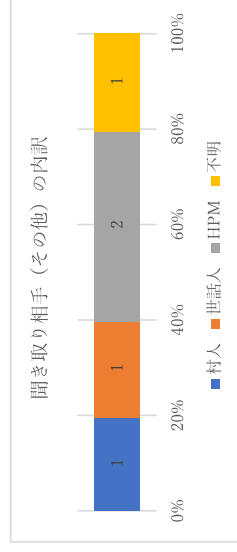
- ・セクション A と同じ人物
- ・井戸のO&M の責任者
- ・その他

B.2.1.1 : O&M 実施機関の聞き取り相手の役割

聞き取り相手が、「井戸のO&M の責任者」または「その他」の場合、役職を調査した。



B.2.1.2 : O&M 実施機関の聞き取り相手のその他役職



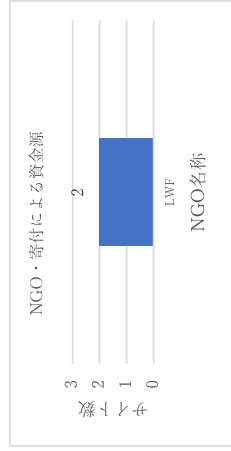
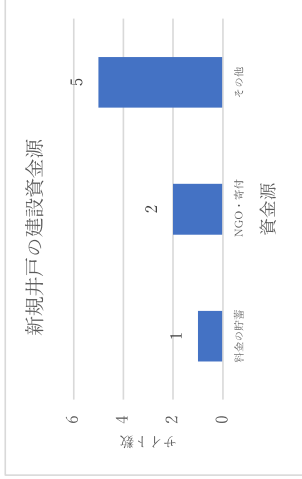
聞き取り相手の役職が、「その他」の場合の内訳を調査した。

A.4.2.24.2 : 新規井戸の建設資金源

ハンドポンプ付き井戸の建設後に、日本以外の事業によって新規建設された井戸の資金源を聞き取り調査した。(複数回答)

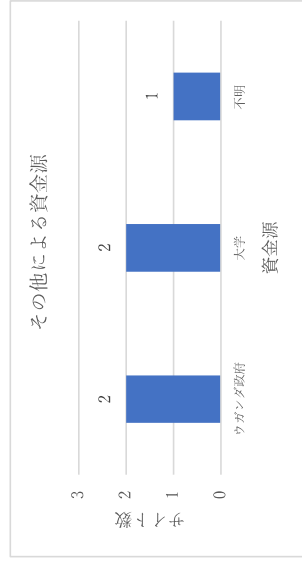
- ・料金の貯蓄から
- ・水利用者からの出資
- ・NGO・寄付
- ・その他

NGO・寄付による資金源の詳細



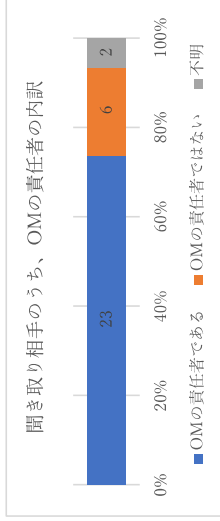
内訳を聞き取りによって確認した。

その他による資金源の詳細内訳を聞き取りによって確認した。



B.2.1.3：O&M 実施機関の聞き取り相手の内訳

聞き取り相手が、O&M の責任者であるかを確認した。

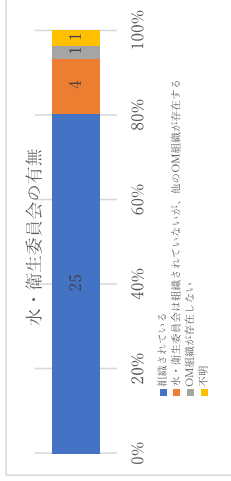


聞き取り相手のうち、約75%は水中ポンプ付き井戸のO&M 責任者であることが示される。

【16】水・衛生委員会について

B.2.2：水・衛生委員会の有無

O&M を行っている機関の聞き取り相手に、水・衛生委員会の有無を質問した。

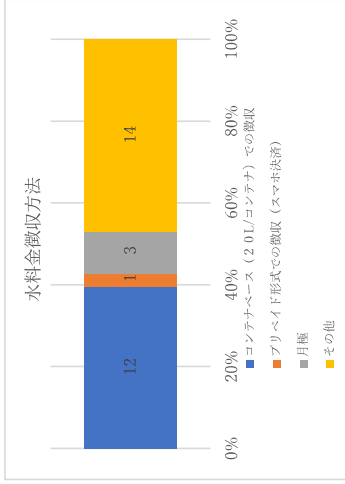


- ・組織されている
- ・水・衛生委員会は組織されていないが、他のO&M の組織が存在する
- ・O&M組織が存在しない

水・衛生委員会またはその他のO&M 組織が存在するサイトは、水中ポンプ付き井戸の総数の約 95%を占めることが示される。

B.2.3：水料金徴収方法

水中ポンプ付き井戸の水料金徴収方法を聞き取り調査した。

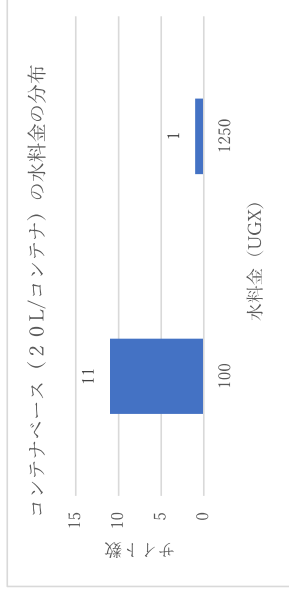


- ・コンテナベースでの徴収
- ・プリペイド形式での徴収 (スマホ決済)
- ・プリペイド形式での徴収 (SUNDA)
- ・月極
- ・その他

水料金徴収方法は、約 45%はコンテナベースでの徴収であり、スマホ決済や月極徴収も小数目られる。その他の内訳については B.2.3.5 で後述する。

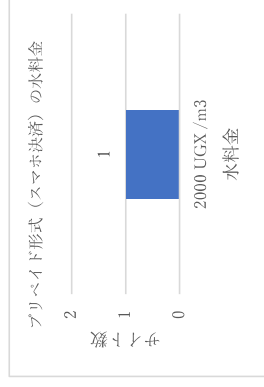
B.2.3.1：コンテナベースでの水料金

コンテナベースでの水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



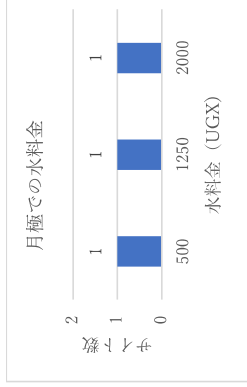
B.2.3.3：プリペイド形式 (スマホ決済) の水料金

プリペイド形式 (スマホ決済) での水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



B.1.3.4：月極での水料金

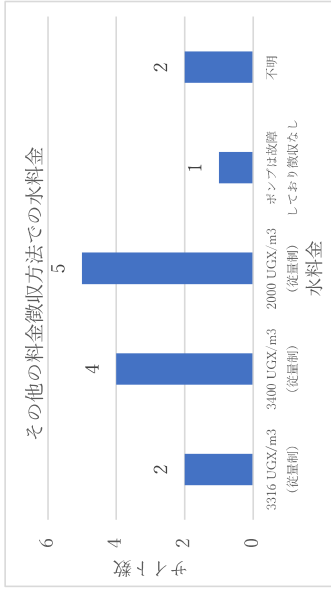
月極での水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。



料金の範囲は最安で 500 (UGX/月)、最高で 2000 (UGX/月) と開きがあることが確認された。

B.2.3.5：その他の料金徴収方法での水料金

その他の水料金徴収を行っているサイトのみに対して、水料金を聞き取り調査した。

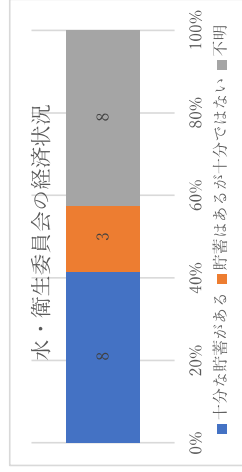


B.2.4：水・衛生委員会の経済状況

水中ポンプ付き井戸の水料金徴収方法を聞き取り調査した。

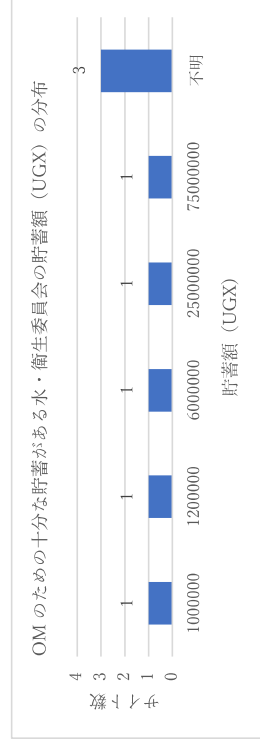
- ・十分な貯蓄がある
- ・貯蓄はあるが十分ではない
- ・貯蓄が無い
- ・不明

O&M のための十分な貯蓄があるケースは、聞き取り総数の約42%である。



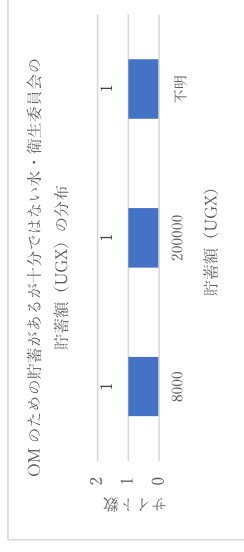
B.2.4.1：O&M のための十分な貯蓄がある水・衛生委員会の貯蓄額

O&M のための貯蓄がある水・衛生委員会に対して、貯蓄額を聞き取り調査した。



B.2.4.2：O&M のための貯蓄があるが十分ではない水・衛生委員会の貯蓄額

O&M のための貯蓄があるが十分ではない水・衛生委員会に対して、貯蓄額を聞き取り調査した。

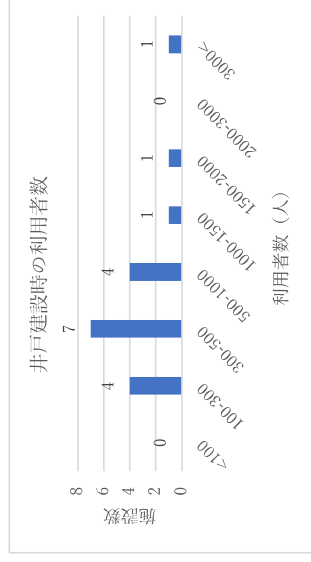


【17】利用者数

B.2.5：井戸建設時の利用者数

井戸建設時の利用者数を聞き取り調査した。

- ① <100
- ② 100-300
- ③ 300-500
- ④ 500-1000
- ⑤ 1000-1500
- ⑥ 1500-2000
- ⑦ 2000-3000
- ⑧ 3000<

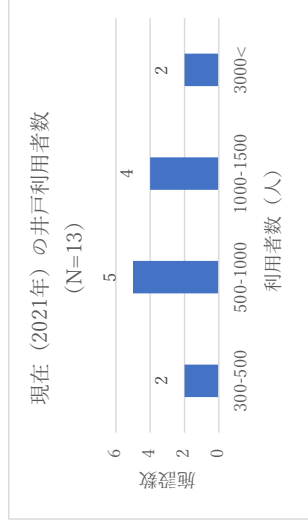


300-500人の範囲であるサイトが最も多かったことが確認された。

B.2.6：現在の井戸利用者数

現在の井戸利用者数を聞き取り調査した。

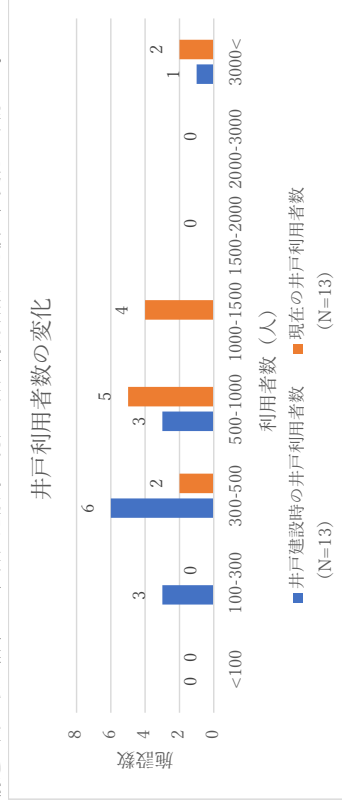
- ① <100
- ② 100-300
- ③ 300-500
- ④ 500-1000
- ⑤ 1000-1500
- ⑥ 1500-2000
- ⑦ 2000-3000
- ⑧ 3000<



500 - 1500人の範囲であるサイトが最も多かったことが確認された。

井戸利用者数の変化

前述の聞き取り結果から、井戸建設時と現在の井戸利用者数を比較し、変化を確認した。

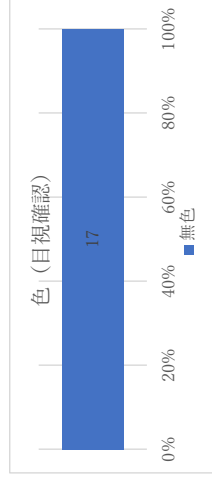


現在の井戸利用者数は、建設時と比較し全体的に増加傾向であることが確認された。

【18】水質検査

B.2.7：色（目視確認）

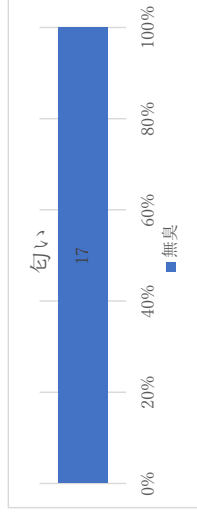
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、水の色を目視確認した。



水が採取可能なサイトすべてにおいて、着色は確認されなかった。

B.2.8：匂い

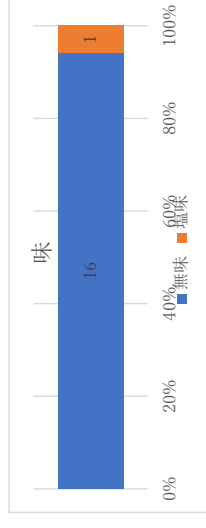
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、匂いを確認した。



水が採取可能なサイトすべてにおいて、匂いは確認されなかった。

B.2.9：味

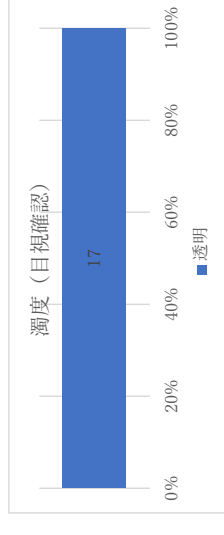
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、味を確認した。



水が採取可能なサイトのうち一サイトにおいて味が確認された。

B.2.10：濁度

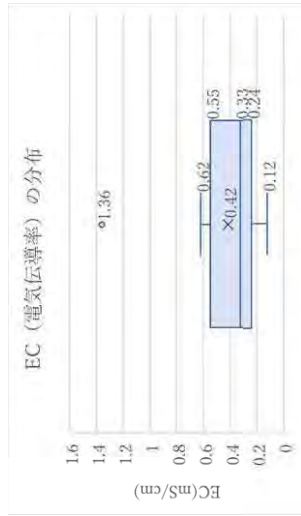
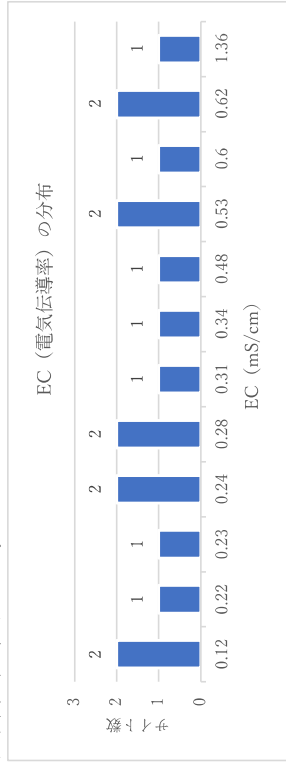
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、濁度を目視確認した。



水が採取可能なサイトすべてにおいて、濁りは確認されなかった。

B.2.11 : EC (電気伝導率)

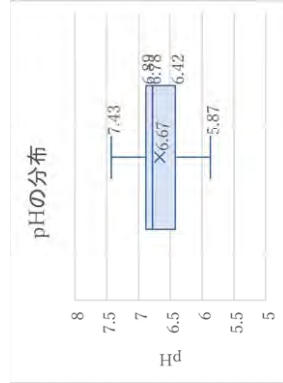
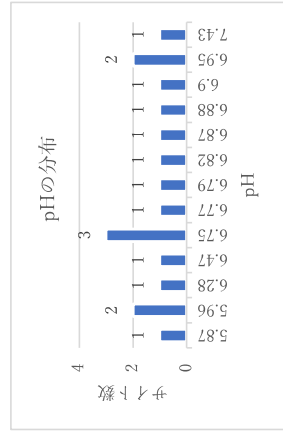
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて電気伝導率 (mS/cm) を計測した。



水が採取可能なサイトの EC の平均値は、約 0.4 (mS/cm) であることが確認された。

B.2.12 : pH

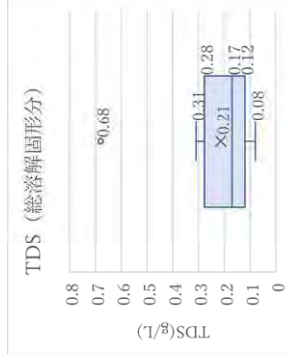
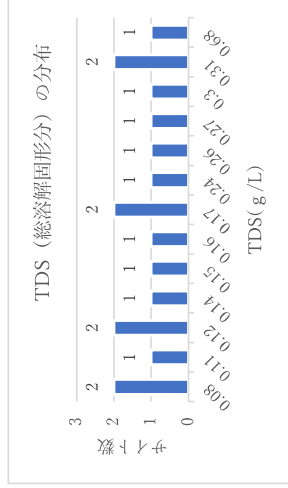
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて pH を計測した。



水が採取可能なサイトの pH の平均値は、約 6.67 であることが確認された。

B.2.13 : TDS (総溶解固形分)

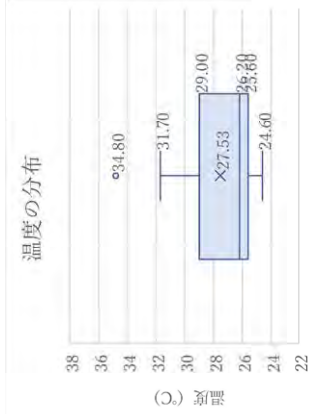
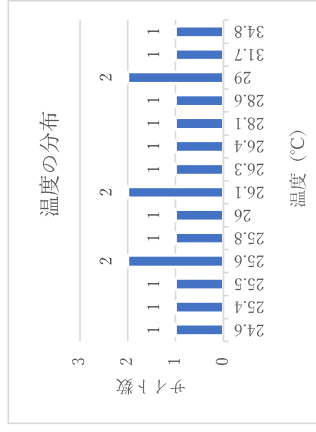
水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて TDS (g/L) を計測した。



水が採取可能なサイトの TDS の平均値は、約 0.21(g/L) であることが確認された。

B.2.14 : 温度

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、計測器 CO&Mbo2 を用いて温度 (°C) を計測した。

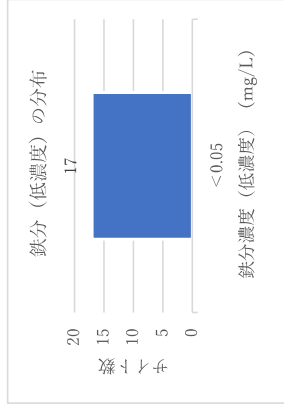


水が採取可能なサイトの温度の平均値は、約 27.5(°C) であることが確認された。

B.2.15：鉄分（低濃度）

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いて鉄分濃度（低濃度）を計測した。

- ①<0.05
- ②0.075
- ③0.1
- ④0.3
- ⑤0.5
- ⑥1.5
- ⑦2<

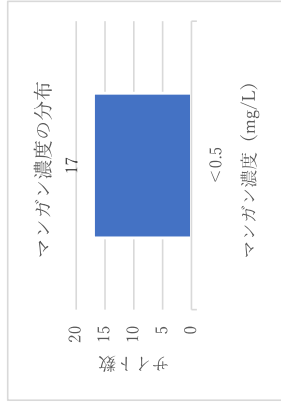


水が採取可能なサイトの鉄分（低濃度）の計測値はすべて<0.05であることが確認された。

B.2.17：マンガン

"<0.05"の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いてマンガン濃度を計測した。

- ①<0.5
- ②0.75
- ③1
- ④1.5
- ⑤2
- ⑥3.5
- ⑦5
- ⑧7.5
- ⑨10
- ⑩15
- ⑪20<

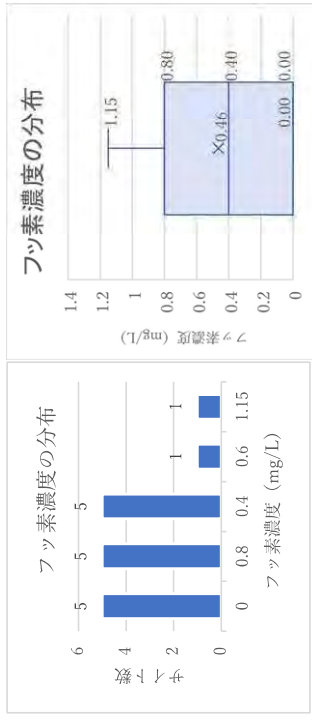


水が採取可能なサイトのマンガン濃度の計測値はすべて<0.5であることが確認された。

B.2.18：フッ素

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いてフッ素濃度を計測した。

- ①0
- ②0.2
- ③0.4
- ④0.6
- ⑤0.8
- ⑥1.15
- ⑦1.5
- ⑧2.25
- ⑨3
- ⑩5.5
- ⑪8<

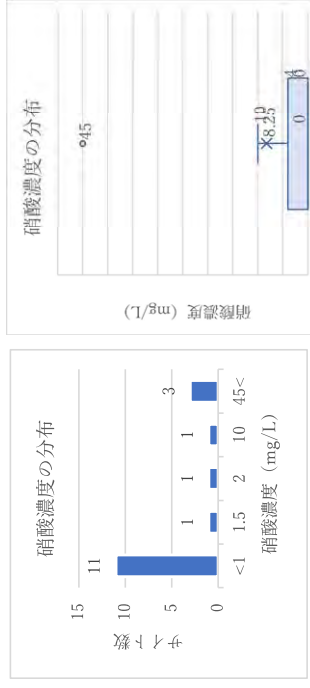


水が採取可能なサイトのフッ素濃度の平均値は、約 0.5(mg/L)であることが確認された。

B.2.19：硝酸

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いて硝酸濃度を計測した。

- ①<1
- ②1.5
- ③2
- ④3.5
- ⑤7.5
- ⑥10
- ⑦15
- ⑧32.5
- ⑨45<

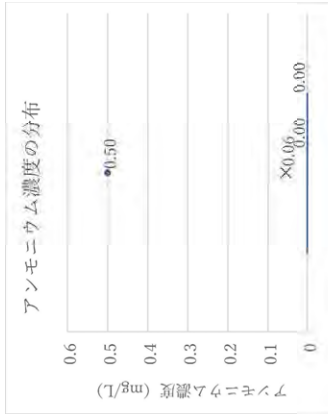
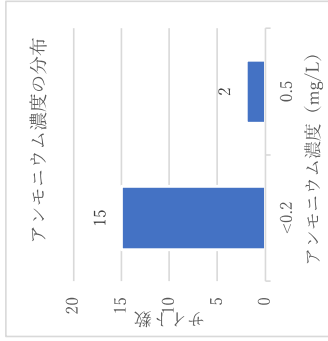


"<1"の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、水が採取可能なサイトの硝酸濃度の平均値は、約 8.25(mg/L)であることが確認された。

B.2.20：アンモニウム

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、バックテストを用いてアンモニウム濃度を計測した。

- ①<0.2
- ②0.35
- ③0.5
- ④0.75
- ⑤1
- ⑥1.5
- ⑦2
- ⑧3.5
- ⑨5
- ⑩7.5
- ⑪10<

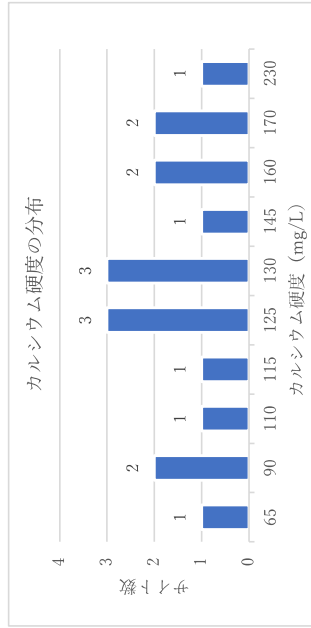


"<0.2"の値は検出不可であるため、限りなく0に近いものと仮定した場合、水が採取可能なサイトのアンモニウム濃度の平均値は、約0.06(mg/L)であることが確認された。

B.2.21: カルシウム硬度

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、ドロップテストを用いてカルシウム硬度を計測した。

カルシウム硬度(mg/L)=R-3(C)液の滴下数×50 + R-3(D)液の滴下数×5

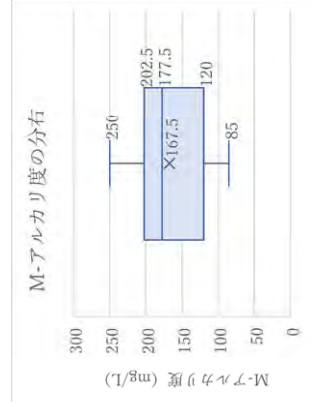
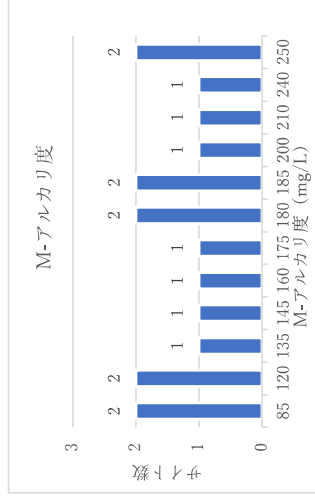


水が採取可能なサイトのカルシウム硬度の平均値は、約131.9(mg/L)であることが確認された。

B.2.22: M-アルカリ度

水中ポンプ付き井戸のうち水が採取可能なサイトにおいて、ドロップテストを用いてM-アルカリ度を計測した。

M-アルカリ度(mg/L)=[R-2(C)液の滴下数×50] + [R-2(D)液の滴下数×5]



水が採取可能なサイトのM-アルカリ度の平均値は、約167.5(mg/L)であることが確認された。

A.4.4.1：非稼働（施設なし）となった理由

調査対象箇所において、非稼働（施設なし）となった理由の聞き取りができた45サイトのみ確認した。

故障した年	理由	備考
2008	土砂堆積	人々が住んでいる場所から遠く離れた場所にある。村人はハンドポンプを取り外し、別の井戸に使用した。家畜農家がこの井戸を使い始めたが、しばらくすると問題が発生した。HPMは2016年にこれを修復しようとしたが、失敗した。試錐孔にはパイプや石が詰まっている。
2007	砂泥の混入	
	水質の問題	トウモロコシのプランテーションの土地にある。人々は土地の外から井戸の利用ができない。水は澄んでおらず、匂いあり。現在は放棄されている。
		新規井戸建設が5年前に近くで始まった。新規井戸は見つかっていない。
	水質の問題	建設の同じ年に問題が発生。水は塩味が強かった。人々はその井戸に注意を払っておらず、その後ハンドポンプが破壊された。
2008	水の枯渇、砂泥混入	干上がっており、水が存在したとしても土が堆積している。
2011	砂泥の混入	10年、沈泥が発生したため、水の供給を停止した。
2017	水の枯渇	4年前に水が出なくなった。その後、別の組織がJICA井戸のすぐ隣に別の井戸を建設した。別の井戸にも問題が出た。（パイプとシリンダーは内部の沈泥のために引き上げることができない。）
2005	土砂堆積	2005年に土が堆積した。

80

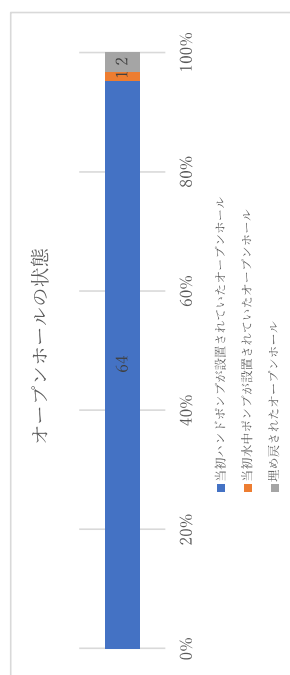
オープンホールでの聞き取り結果

【5】状態確認

A.4.4：オープンホールの状態

オープンホールの状態を確認した。

- ・当初ハンドポンプが設置されていたオープンホール
- ・当初水中ポンプが設置されていたオープンホール
- ・一時的なオープンホール
- ・埋め戻されているオープンホール



聞き取りを行ったサイトのうち、約96%が当初ハンドポンプが設置されていたことが確認された。なお、全サイトにおいて水質検査は実施できなかった。

故障した年	理由	備考
2020	故障後、資金を集めたが修理に至らず放置	子供たちが乱暴に扱ったため、ハンドルが壊れた。その後パイプとすべての部品が故障。彼らは 2000ugx /世帯の資金を集め始めたが、まだ修理されていない。
2001	修理資金不足	2001年の台座に問題が発生し、資金不足のためコミュニティは修理できなかった。他の部分は問題無かったため、コミュニティは部品を取り外し、別の水源に使った。近くに別の井戸があり混雑しているため、人々は元の井戸の復活を望んでいる。
2011	砂泥の混入	
	道路建設のため取り壊し	道路工事のために撤去。道路建設時、井戸はすでに使用されていなかった。写真のようにエプロンから破片が見つかった。
2017	ケーシングの破損	4年前、ケーシングが破壊された。そのため、現在は土と砂が堆積している。ポアホールの修理は困難であったため、県ははるか近くに新規井戸を建設した。
2013	ケーシングの破損	8年前（2013年）に故障した。地震によりケーシングに問題が発生した。水を得ることができず、パイプや他の部品さえも土に埋もれているため部品を取り出せない。新しい井戸は2017年に建設され、3年間稼働したが現在はそれさえ機能していない。コミュニティはうまく連携しておらず修理ができていない。
2014	砂泥の混入	7年前の2014年に井戸が故障した。井戸内の土がケーシングを押し込んだため、井戸自体が閉じている。村には他の水源がなく、人々は水を手に入れるのに苦労している。
	水量不足・水質悪化	水量が少なく水質が悪いため、人々はより安価なものを選択し、井戸を離れた。
	水質の問題	赤みを帯びた水を汲み上げていたため、放棄された。その後、井戸の部品が盗まれた。

82

故障した年	理由	備考
2016	土砂堆積	土が堆積し、水に届かない。最初は13本のパイプがあったが、堆積土のために11本に減った。しばらくすると、泥がさらに堆積し、約5年前に機能を停止しました。
	障害物のためライザーが設置できない	故障する3~4年前。建設時は13pipesがあった。しかし、何かが水への到達を妨げており、11本のパイプしか設置できない。大きな木の根がケーシングに影響を与えたのではないかとみられる。（大きな木は現在伐採された）
2019	砂泥の混入。井戸カメラで検査後放置。	2019年に、水を汲み上げると砂が流れ出てきた。県はカメラで井戸の調査を行ったが、ハンドポンプを再設置することができなかった。
2019	水の枯渇	3年前に干上がった。井戸には20本のパイプがあった。
2016	砂泥の混入。井戸洗浄は資金不足。	2016年には土が堆積した。井戸洗浄するために300万UGXが必要だがコミュニティは資金力がなかった。また、自治体には全国水道水道システム(管路給水)が存在するため、自治体は井戸の修理を拒んだ。家庭への管路延伸の資金を支払った人の場合、3600UGX/ユニット（1ユニット = 60ジェリカン）。自分の水栓を持っている人から他の人への水道料金は200UGX/ジェリカンである。そのため、経済力がない人々にとっては高価であり、ハンドポンプはそれらの人々にとって不可欠である。
2017	ポンプ盗難後、井戸に石を投げ入れ埋まった	2017年にボディとパイプが盗まれた。子供たちが石と砂を井戸に入れてしまった。県に修理を依頼し、機械で石を砕こうとしたが失敗した。機械も故障した。近くに他の3つのハンドポンプがある。

81

故障した年	理由	備考
		た。彼らは、その地域の井戸の修理と、さらに多くの井戸建設を必要としている。この地域にとって唯一の井戸だった。
2017	故障したまま放置	4年間機能していない。地元リーダーによってパイプ修理が約束されたはずだが、リーダーは去ってしまった。
	水の枯渇	水量が少ない
	水の枯渇	水量が少ない
	水の枯渇	水量が少ない
	水の枯渇	水量が少ない
	水の枯渇	水量が少ない
	水の枯渇	水量が少ない
	パーツを取り外し 放置	サブカウンティの役人によって部品が取り外された。
	水の枯渇	水量が少ない
	水の枯渇	水量が少ない
	破損放置後、盗難	井戸が壊れ、村人たちは修理できなかった。後にポンプが盗まれた。

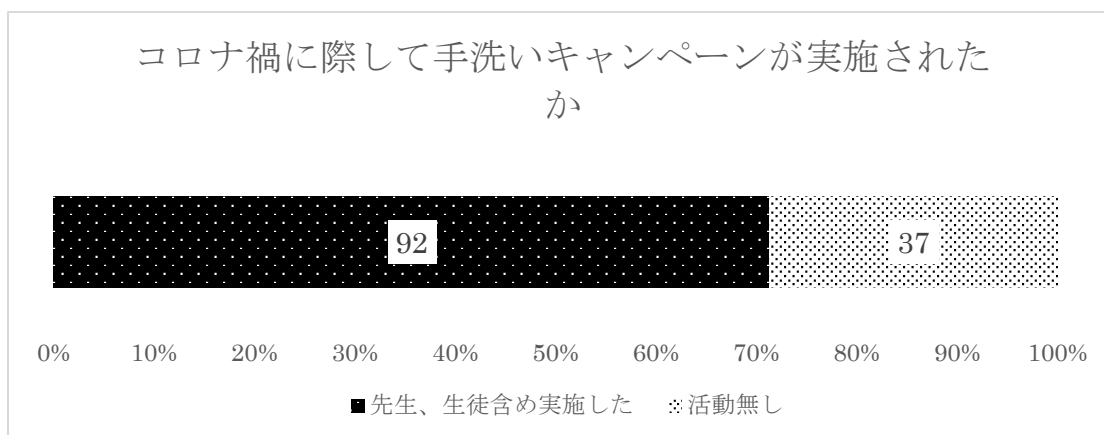
故障した年	理由	備考
	パーツを取り外し 放置	パイプは元 LC5 会長の Kibuuka Amooti 氏によって運び去られ、戻ってこない。
	パーツを取り外し 放置	地区の役人が部品を取り、戻ってこなかった
	水の枯渇	水が少なく頻繁に故障していたため、放棄された。24本のライザーパイプがあった。
	水量不足で新規水源に移行	ほとんど水が出ず、ほとんどの人が給水システム（蛇口）の使用に移行した。
	道路建設のため取り壊し	道路建設の時に撤去された。
	水質の問題	水が黒色で異物が混ざっていた。
	ケーシングの破損で砂泥の混入	ケーシングが壊れ土が堆積した。
	スクリーン閉塞	ケーシングがつまり、修理できない。
	故障後、新規水源へ移行	この JICA 井戸から 8m ほど離れたところに別の井戸が掘削された。加えて JICA 井戸に機械的な問題が発生したため、村人はそれを放棄し新設井戸しか使われなくなった。
	水質の問題	2003年に JICA によって掘削されたが、水質をテストした後、飲用に安全ではなく地下にはミネラルがあると伝えられた。JICA は工事を終えることがなかった。
2021	盗難	9か月前、砂を運ぶ大型トラックが道路を登ることができず、井戸のハンドポンプに衝突した。彼らは井戸のすべての部品を盗んだ。そのため、コミュニティは井戸を修復できなかった。

付属資料 -6

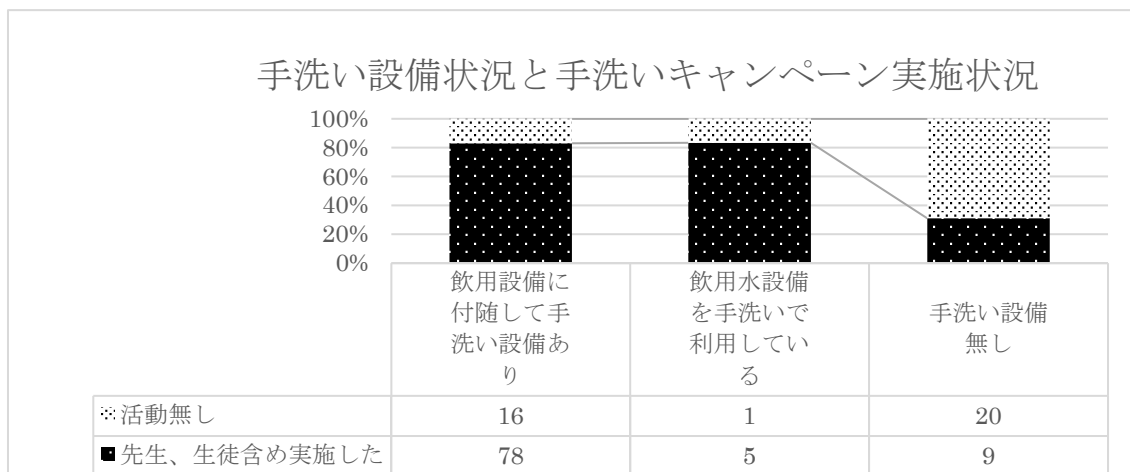
学校調査結果_ (補足資料)

学校におけるヒアリング結果 補足資料

コロナ禍に際して手洗いキャンペーン活動が学校で実施されたかどうかをヒアリングした。



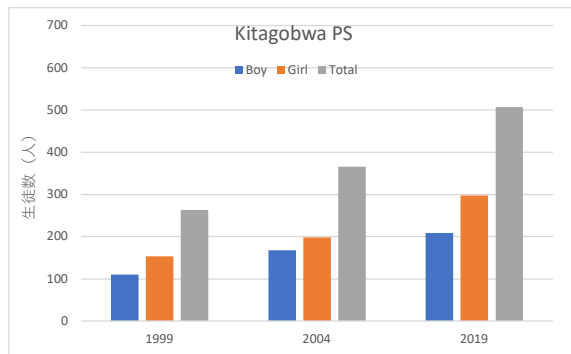
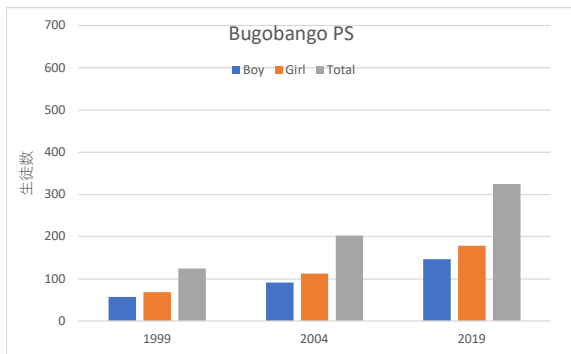
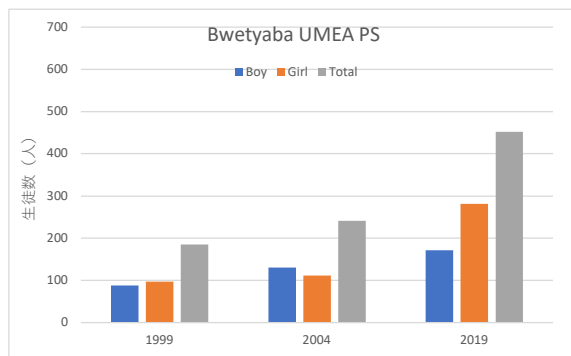
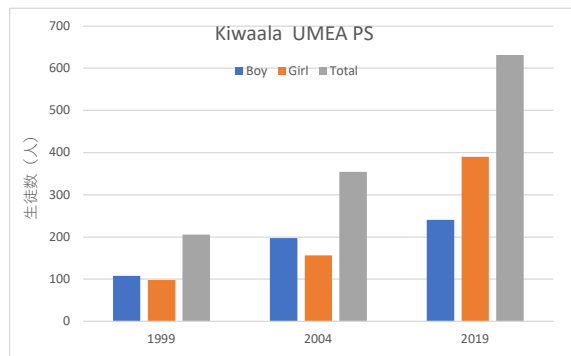
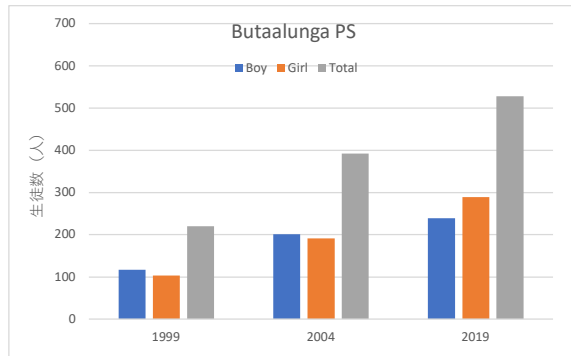
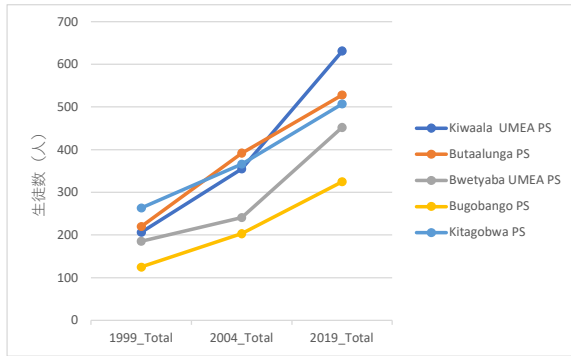
手洗い施設の有無で比較したところ、手洗い施設が無い学校でのキャンペーン実施率が際立って低いことが示された。



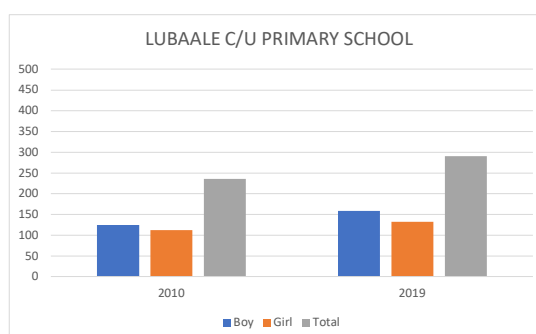
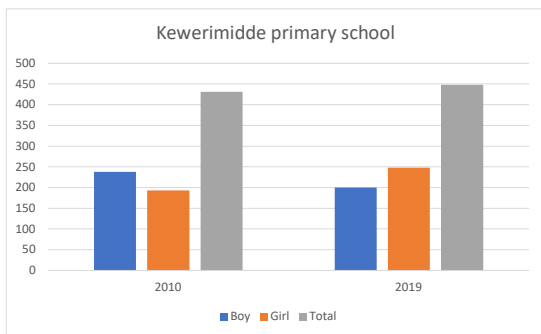
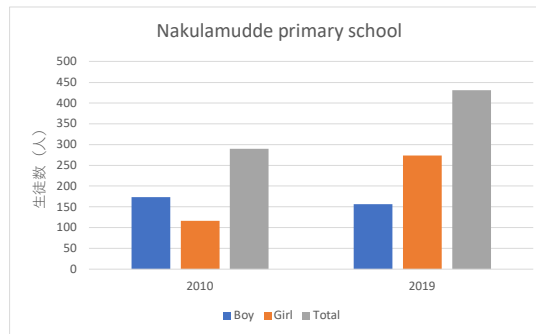
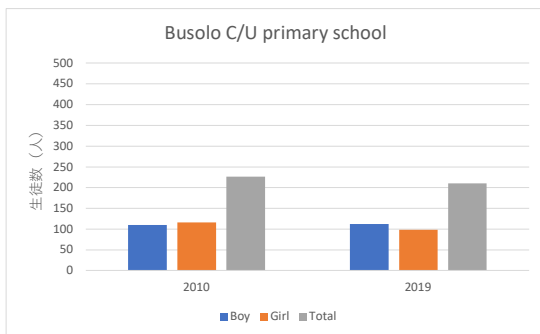
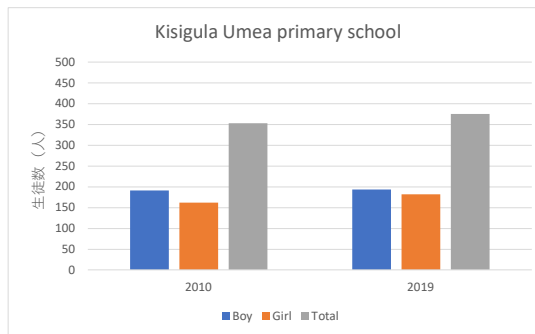
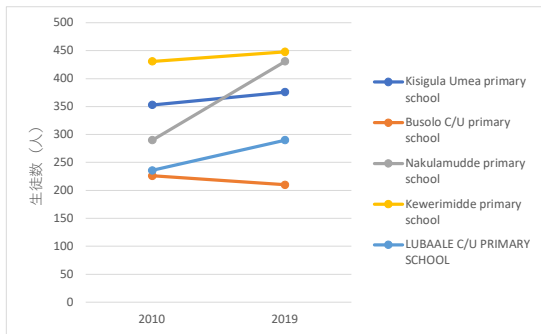
付属資料 -7

学校調査結果 _ 4 県における学校の生徒数変化の聞き取り

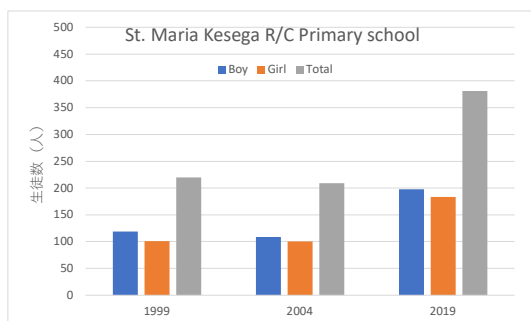
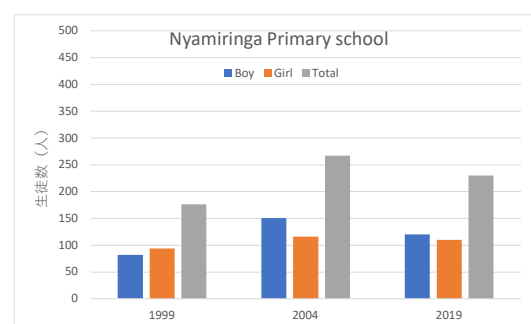
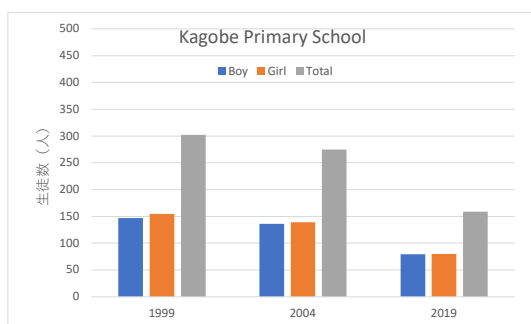
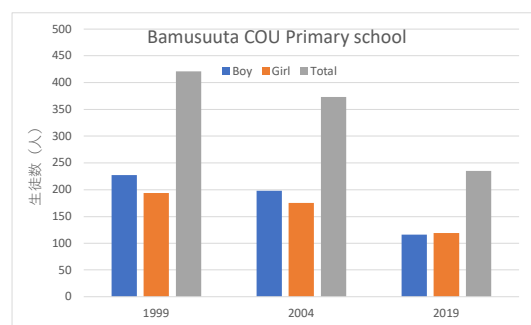
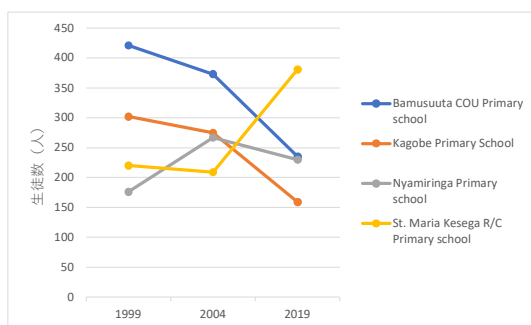
Butambala District	Number of the enrolment								
	1999			2004			2019		
Name of the school	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total
Name of the school	1999_Boy	1999_Girl	1999_Total	2004_Boy	2004_Girl	2004_Total	2019_Boy	2019_Girl	2019_Total
Kiwaala UMEA PS	108	98	206	198	157	355	241	390	631
Butaalunga PS	117	103	220	201	191	392	239	289	528
Bwetyaba UMEA PS	88	97	185	130	111	241	171	281	452
Bugobango PS	57	68	125	91	112	203	147	178	325
Kitagobwa PS	110	153	263	168	198	366	209	298	507



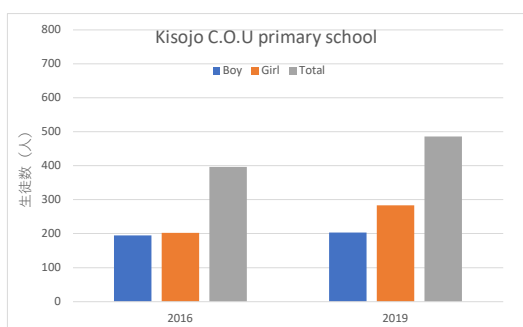
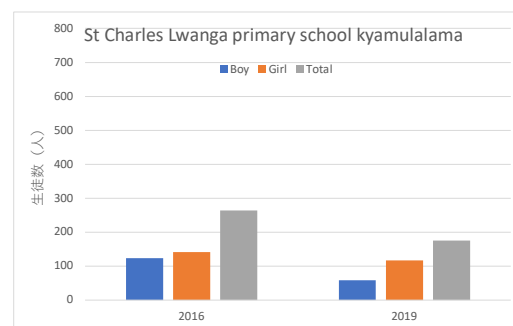
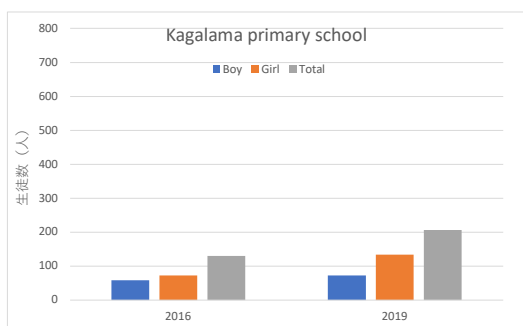
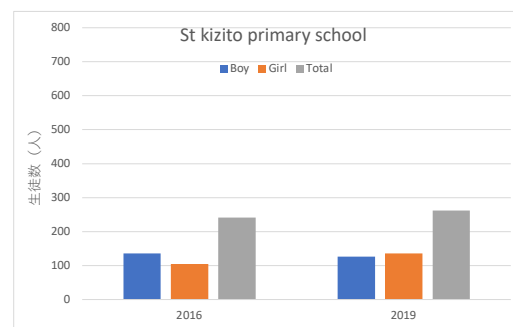
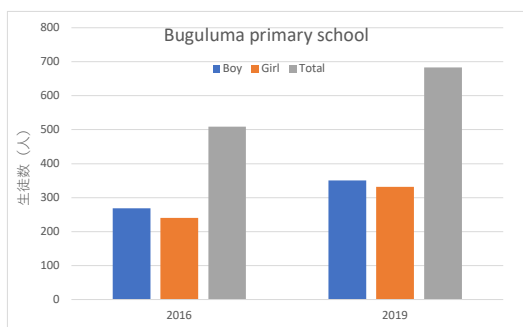
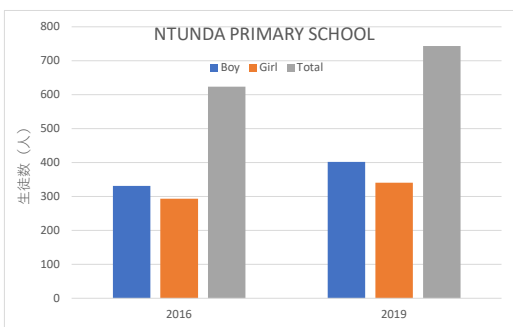
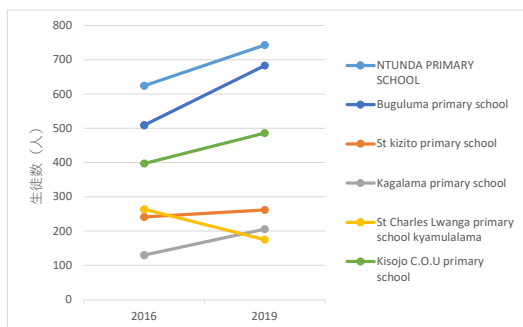
Gomba District	Number of the enrolment								
	1999			2010			2019		
	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total
Kisigula Umea primary school			0	191	162	353	194	182	376
Busolo C/U primary school			0	110	116	226	112	98	210
Nakulamudde primary school			0	174	116	290	157	274	431
Kewerimidde primary school			0	238	193	431	200	248	448
LUBAALE C/U PRIMARY SCHOOL			0	124	112	236	158	132	290



Kiboga District	Number of the enrolment								
Name of the school	1999			2004			2019		
	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total
Name of the school	1999_Boy	1999_Girl	1999_Total	2004_Boy	2004_Girl	2004_Total	2019_Boy	2019_Girl	2019_Total
Bamusuuta COU Primary school	227	194	421	198	175	373	116	119	235
Kagobe Primary School	147	155	302	136	139	275	79	80	159
Nyamiringa Primary school	82	94	176	151	116	267	120	110	230
St. Maria Kesega R/C Primary school	119	101	220	109	100	209	198	183	381



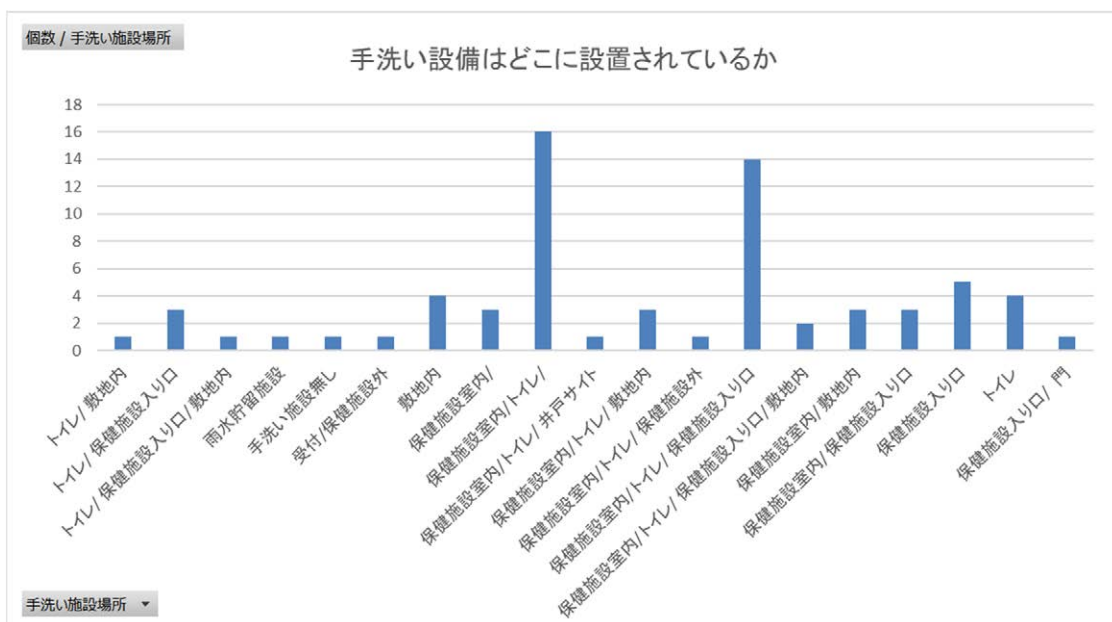
Kyankwanzi District		Number of the enrolment							
Name of the school	1999			2016			2019		
	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total	Boy	Girl	Total
Name of the school	1999_Boy	1999_Girl	1999_Total	2016_Boy	2016_Girl	2016_Total	2019_Boy	2019_Girl	2019_Total
NTUNDA PRIMARY SCHOOL			0	331	293	624	402	341	743
Buguluma primary school			0	269	240	509	351	332	683
St kizito primary school			0	136	105	241	126	136	262
Kagalama primary school			0	58	72	130	72	134	206
St Charles Lwanga primary school kyumulalama			0	123	141	264	58	117	175
Kisojo C.O.U primary school			0	195	202	397	203	283	486



付属資料 -8

保健施設調査結果 _ (補足資料)

手洗い設備はどこに設置されているかについてのヒアリング結果



付属資料 -9

保健施設調査結果_3県における保健センターへの
聞き取り（患者数と出生数の変化）

Interview result of Health center

District	Name and the status of the HC	2011			2015			2016			2018			2020			
		Total number of the patients in the year	Total number of water borne illness	Number of births in the year	Total number of the patients in the year	Total number of water borne illness	Number of births in the year	Total number of the patients in the year	Total number of water borne illness	Number of births in the year	Total number of the patients in the year	Total number of water borne illness	Number of births in the year	Total number of the patients in the year	Total number of water borne illness	Number of births in the year	
GOMBA	Kanziira Health Center II												9469	505			
	Mawuuki Health Centre II												3883	84			
	Kewerimidde/kitaka health centre II												4129	90			
KIBOGA	Nakasozzi Health II				6217	119	0					6827	61	7	3933	151	18
	Katwe Health Center III				8304	190	114					6947	306	123	10006	666	159
	Nyamiringa Health Center III				2748	44	4					4963	151	85	5387	161	94
	Kambugu Health Center III				14851	230	0					10041	50	214	11602	159	322
KYANKWANZI	Bananywa Health Center II			0				7647	420	0				6356	126	0	
	Byerima health center II													1981	53	3	
	Kikolimbo Health Centre II	4070	75	11				8944	156	297				10967	108	254	

付属資料 -10

教訓一覽

教訓	内容
<p>協力準備調査(あれば開発調査も)、無償での最終実績が分かるレポート(例えば、完了届の付属資料)が必要。</p>	<p>【問題】 以下の案件での井戸が現地に混在しており、対象井戸の特定が困難だった。 ・2011年：アチヨリ地域国内避難民の定住促進のための地方給水計画 協力準備調査 ・2013年：アチヨリ地域国内避難民の再定住促進のための給水計画</p> <p>【原因・背景】 掘削会社から得られた情報は竣工時の情報が反映されていないことがある。以下はウガンダ北部、アチヨリ案件で生じた事例。</p> <p>▼協力準備調査の情報 ①新規試掘井戸 10本の情報 (このうち6本を水源として使用する記載あり) ②既存井戸 17本の情報 (このうち9本を水源として使用する記載あり) ▼無償の情報 ③101本(成功井75本、失敗井26本)の情報 ▼現地調査</p> <p>JICA 井戸として調査対象となるのは①、③の成功井。しかし、現地には②で水源として施設が付けられた井戸も混在する。施工時に取得されたGPS座標は精度が悪いものもあり、①～③が近傍に混在する中からの対象井戸特定は容易ではない。②の状態(ハンドポンプ付 or 水中ポンプ付)が不明であることも特定を難化させる要因。 また、①の情報は協力準備調査段階での情報であり、実際に報告書通りに存在するかは現地確認するまで不明であった。 JICA プロジェクトとして施工された井戸が、現在は私有化されているケースもあり、JICA 銘板では判断できないため、位置情報や地元住民からの聞き取りを信用するほか術がない。</p> <p>【対応】 JICA 報告書で無償の最終情報で分かっている情報を個別に掘削会社へヒアリングし、DWD No.(登録番号)の照合や、GPS 座標と協力準備調査段階の地図を照合しながら特定に努めた。JICA 銘板から絞り込むことも可能。 現存する井戸が“日本のODA プロジェクトによって建設されたもの”という根拠が無い限り現場での聞き取りや元データのGPS座標からの距離等でJICA 井戸として判断する。</p>
<p>分県が行われた県境付近は、調査計画時点で留意し調査にのぞむ</p>	<p>【問題】 分県後の行政区分の把握が困難であった</p> <p>【原因・背景】 建設以降に分県され、行政区分が変わっている。ネット情報ベースで最新の行政区分情報入手しても公式の情報ではないため、現地スタッフが確認して初めて分かることもある。 複数県が、同一の井戸を自県分として認識している場合があり、判断が難しい。 今回、別々の調査班が県境にある井戸を別個の行政区分に所属するものとして調査するという問題が生じた。</p> <p>【対応】 今回の調査では、両県に再度確認することで最終的な判断を行った。</p>

<p>通信環境を考慮し、現地との連絡体制を構築する。ネットワーク環境の影響でコミュニケーションが難しい地域がわかっている場合には、その環境を想定した研修、調査を実施する。</p>	<p>現地調査前に、現地機関（水・環境省等）から正式な最新情報（県境マップ・DWD No.の県毎のリスト等）を可能な限り入手する。行政区分情報のソースを決める等、井戸の所属県を明確化するための基準を独自で設ける。</p>
<p>井戸の位置情報について 〔データセットの井戸を現地です場合〕 対象井戸に明確にわが国の ODA で建設されたことを示すものがない場合は、GPS 座標、HPM や村落の関係者等からの聞き取り結果から総合的に判断する。 〔今後の井戸建設時〕 井戸レポート作成、緯度経度取得に関連するガイドラインを設ける。</p>	<p>〔問題〕 井戸レポートに記載された座標の周辺に対象の井戸が無く 100m 以上の誤差を生じている場合や発見に至らなかったケースもある。ウガンダのように多数の援助機関、ドナーによる井戸建設が行われている場合、周辺に似たような井戸が複数存在する可能性があり、わが国の ODA であることを示す銘板やコンクリート構造物に証拠となるものが刻み込まれていない限り、対象井戸が否かの同定が困難となる。 〔原因・背景〕 GPS 開発の背景に関連する要因 1990 年～2000 年頃に測定された GPS による座標は現在と比較すると精度が劣る。GPS 座標の精度の低下は、GPS が元来軍事的な目的のために開発されたという背景から来る構造的な事象である。この期間の位置精度は故意に誤差データを加える操作 (Selective Availability, 略称 SA) により、精度が 100m 程度に落とされていたとされている (グローバル・ポジショニング・システム, Wikipedia)。 2) 井戸レポート記録に至るまでの人為的ミス、機器誤差など GPS 機器で位置データを取得する際の座標系の設定ミス、転記ミス、機械誤差、位置情報取得時に間違ったサイトで取得など、井戸施工から井戸レポート作成に至るまでに生じた様々なミスや誤差の蓄積</p> <p>〔対応〕 目標地点周辺に分布する井戸にわが国の ODA であることを示す銘板、コンクリート構造物に対する刻み込みで確認できることが最も確実であるが、それらが無い場合は井戸を管理する行政のスタッフ、井戸の管理担当者、井戸修理担当者、井戸が位置する村落の責任者等からの聞き取り結果により判断した。 - District Water Officer (DWO)：井戸は行政的に県が管理しており、DWO が担当官である。井戸の来歴に関する情報を有している可能性があるため、調査開始時に訪問し予め情報を収集した。 - Hand Pump Mechanics (HPM)：行政サイドのスタッフではなく民間セクターであるが、Sub-County 毎に 2～3 人が配置されており、ハンドポンプ井戸の修理を担当しており、井戸の来歴に関する知見が豊富であるため調査に同行を依頼した。 - 村落の行政責任者、Water User Committee (WUC) のメンバー：わが国のプロジェクト実施状況について情報を有している可能性</p>

<p>委託業者選定にさいしては充分な数の現地業者の情報を収集する</p>	<p>が高い。本調査では、村落を訪問した際に必ず接触して情報を得るようにした。</p> <p>〔問題〕 現地再委託業務では、自社の情報、他コンサルタントからの情報等を参考にして、現地業者3社、NGO1団体が再委託業務へ関心を有することを確認し、4者による指名競争を行った。しかしながら、結果的に複数者が応札せず、現地業者2者による入札となった。</p> <p>〔原因・背景〕 現地業者1社は入札図書を配布後応答が無く入札不参加であったため、応札辞退の理由は不明である。NGOは、COVID-19への対応支援のため忙殺されており、結果的に本再委託業務に充当できないことが判明した。</p> <p>〔対応〕 最終的に現地業者2社による入札となったが、予定価格内の契約を行うことができた。しかしながら、入札に応札する業者が少なければ競争性が低くなり、予定価格を超過する可能性も高まることが考えられる。そのような事態を避けるためには、最低でも5社程度の応札業者を確保できるよう、現地業者に関する情報を収集することが望ましい。</p>
<p>必要に応じ現地業者への研修を追加して実施する</p>	<p>〔問題〕 現地業者の調査員に対し、現地調査開始前に、室内および現地において調査に関する研修を行い、調査作業自体は円滑に進んだが、わが国のODAの給水以外のスキームで建設された井戸が一部地域に存在し、本業務の対象緯度との区別が困難となる事態が発生した。</p> <p>〔原因・背景〕 調査対象の村落と同一村落内に給水以外のスキームで建設された井戸が存在することは想定していなかった。加えて、給水スキーム以外で建設された井戸に設置されている銘板は、給水スキームで建設された井戸とほぼ同じ銘板が設置されており、見ただけでは区別が困難であった。加えて、GPSによる座標程度の限界から、井戸の座標のみで両者を区別することが困難であった。村落内で聴き取りを行っても、わが国のODAによる援助で建設された井戸であることは分かっても、住民はそれが給水スキームなのかそれ以外のスキームなのかの区別はできなかつた。このような複数の井戸が比較的隣接した位置に存在する場合、調査員にとつて両者の区別が難しいという事態が生じた。</p> <p>〔対応〕 この問題は現地業者の調査員による調査を開始して早い段階で発生したため、調査団のメンバーがウガガンダに滞在中であった。2つの異なるスキームで建設された井戸の見分けについてはリモートによる説明は困難であることから、調査団が現地へ赴き、調査員全員を集め、問題が発生した村落において両者の区別について具体的な指導を行った。これにより、これ以降問題は発生しなくなった。ただし、再研修のため現地滞在日程を1日延長せざるを得なかつた。</p>
<p>現地調査を実施する時期、特に雨期の影響（メリット・デメリット）に留意する</p>	<p>降雨によりアクセス環境が悪化した。本調査では、車でアクセスできない場合は徒歩に切り替え調査を行ったが、一部でアクセスできないサイトが生じた。</p> <p>井戸は、舗装道路から離れたところにある場合が少なくない。地下水のポテンシャルの観点から、比較的低い土地に井戸が掘削される場合もある。そのため、雨期にはアクセスが難しくなるエリアも存在する。</p> <p>雨期の間の調査の“問題”（デメリット）としては、アクセスが困難であったことがあげられるが、一方で、雨期の降雨による影響を調べることが可能であるというメリットもある。雨期の冠水に関する情報は、乾季におけるヒアリングでは適切な情報が得られないことも少なくない。調査目的に応じ、調査時期による影響に留意して計画、実施することが望ましい。</p>

<p>現地調査の遠隔実施では、コミュニケーションを円滑に行う仕組みが必要。</p>	<p>日本からの遠隔管理では、KoBo Toolbox や SNS を駆使して、密なコミュニケーションを心掛けた。KoBoCollect で上がってきたデータを確認し、できるだけ早いタイムラインで現場にフィードバックした。SNS(WhatsApp)を用いた現地からの質問、確認には、短時間で返答し、出来る限り現場での改題解決に努めた。また、調査チームがコミュニケーションを取りやすい雰囲気を持することに努めた。</p> <p>○WhatsApp について</p> <p>スマートフォンにインストールして用いる無料 SNS アプリである。メッセージの送受信やデータ通話によるコミュニケーションのため、通信コストはデータ通信料のみ。ネットワーク環境次第であるが、メッセージや写真、動画等のファイルを極めて容易に送受信可能。アカウント登録者間でグループを作成すれば、同時に関係者に同じ情報を共有できる。現地と遠隔管理者のみならず、チーム間、といった関係者の間をつなぐコミュニケーションツールとして活用可能である。ただし、E-mail よりも簡易にメッセージを送ることができ一方、複雑なやり取りや長いメッセージは煩雑な対応や見逃しを招くため、相手によっては送信するメッセージの内容をよりシンプルにするなどの配慮が必要である。</p>
<p>調査におけるスマートフォンのアプリの活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ QField ・ GoogleMap 等 	<p>○スマートフォンの地図アプリ</p> <p>QField：GIS ソフトウェアである QGIS で作成した位置情報入りの地図をスマートフォン上で使用するための無料の専用アプリ。Google から地図を読みこみ表示できるが、インターネットのネットワーク外では表示できないことを踏まえておく必要がある。また登録している地点を表示させることができるが、登録地点を検索できないことに注意が必要。地点情報には、番号などのプロパティを登録し表示可能である。QGIS で作成したレイヤーを維持できるため任意にレイヤーごとに表示、非表示を設定できるが、上下のレイヤーでオブジェクトが完全に重なった場合には下のレイヤーのオブジェクトが全く見えなくなることには注意が必要。GoogleMap：グーグル社が提供する、地図をスマートフォン上で表示させ現在位置の確認などが可能な無料のアプリ。任意に目的地を設定できる。</p> <p>今回の現地調査では、調査対象井戸に到達するためのツールの一つとして QField や GoogleMap を用いた。極めて便利なツールではあるが、過度に依存すると、不具合が生じた場合に目標に到達することが困難になることもある。複数のツールや、従来からの GPS、住民からの聞き取りなどを複合的に活用する必要がある。</p>
<p>インタビュアーを行う調査員に求められるコミュニケーション能力</p>	<p>○言語</p> <p>ウガンダは多民族国家であり、地域によって使用言語が異なるという特性がある。対象県に対して調査の協力依頼を実施する際、現地庸人と聞き取り先の使用言語が異なり、協力を得る難易度に差が生じた。聞き取り対象地域と言語の事情は、調査の品質に影響するため留意が必要である。</p> <p>○インタビュアーの聞き方</p> <p>インタビュアー対象者の住民が質問の意図を理解できるよう説明することができる、インタビュアーの経験があることが望ましい。</p> <p>○井戸、ハンドポンプ、給水施設、維持管理に対する知識</p> <p>今回の井戸の質問事項には井戸、ハンドポンプ、給水施設に関する事項が含まれていた。また、維持管理についての質問もあり、給水施設や維持管理課題についての認識や業務経験を有することが望ましい。</p>
<p>ハンドポンプ等が設置されている井戸で水位測定を試みる際には、現地の指針や利用者の意向を十分に</p>	<p>〔問題〕</p> <p>ハンドポンプが設置されている施設で水位測定を試みたところ、多くのサイトで施設利用者からの反対により実施できなかった。(測定できたサイトは5サイト)</p>

<p>考慮する。</p>	<p>〔原因・背景〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水位測定実施のために井戸を開ける必要がある、その際に井戸が故障することを懸念している。 ・現地は水位測定作業による汚染を避けるため、ハンドポンプ再設置に際して塩素剤による殺菌が求められ、その殺菌プロセスには少なくとも1日を要する。施設に対する需要が高く、1日でも施設稼働を止めたくないという、利用者からの強い意向があった。 <p>〔対応〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査の許可が認められるサイトのみで水位測定を実施した。
<p>現地事情を十分に踏まえた調査の実施</p>	<p>今回の調査メンバーには、本調査の調査地域において現地事情に精通したメンバーが参加したため、現地事情を踏まえた調査の進め方やコミュニケーションが可能であった。今後、同様の調査を実施する際には、現地事情に精通した人員がメンバーに入らない場合においても、現地事情を十分に収集し、計画、実施することが望ましい。</p>
<p>県の分割による、情報の引継ぎ状況不足の可能性を踏まえて調査する</p>	<p>井戸建設後に県が分割され新たに設置された県組織では、管轄内の井戸情報や学校情報を把握しておらず、旧県の担当者に問い合わせる事例が発生した。行政区分が分割された場合の情報の引継ぎ状況が十分でない場合が存在する可能性に留意しておく必要がある。</p>
<p>写真の撮影場所を明示するための黒板の利用と、位置情報の取得</p>	<p>写真の撮影場所を明確に記録することは写真の信頼性にかかる情報として需要である。写真を撮影する際に黒板に情報を記載して一緒に撮影する方法は従来から行われている。日付、調査管理番号、地名・撮影対象についての情報を記載する。黒板は、写真内で文字が鮮明に見えるように注意し、施設が隠れることが無いように撮影する。近年では、スマートフォンを用いた写真撮影も可能である。スマートフォンでの写真撮影時には、位置情報の取得を有効にしておくと、緯度経度情報を含む写真として活用できるため、非常に有益である。</p>

付属資料 -11

参考文献・ウェブサイト

参考文献

1. 独立行政法人 国際協力機構 (JICA) , 株式会社 東京設計事務所, OYO インターナショナル株式会社, (2012), ウガンダ国 アチョリ地域国内避難民の定住促進のための地方給水計画協力準備調査報告書,
<https://libopac.jica.go.jp/images/report/12252110.pdf> (2022 年 2 月アクセス)
2. Ministry of Water and Environment Republic of Uganda, (2022), Water Atlas,
<http://wsdb.mwe.go.ug/index.php/reports/national> (2022 年 2 月アクセス)
3. Water point data exchange
<https://www.waterpointdata.org/> (2022 年 2 月アクセス)
4. 国立保健医療科学院, (2011), WHO 水質ガイドライン第 4 版
https://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h24whogdwq/WHOgdwq4thJPweb_all_20130423.pdf (2022 年 2 月アクセス)
5. Geological Survey of Finland, GTK, Espoo, (2014), Sustainable Management of Mineral Resources Project: Geological Mapping, Geochemical Surveys and Mineral Resources Assessment in Selected Areas of Uganda, 2008-2012,
<https://www.scribd.com/document/423675157/Geological-Map-of-Uganda> (2022 年 2 月アクセス)
6. Ministry of Health Republic of Uganda, (2018), National Health Facility Master List 2018
<https://www.health.go.ug/cause/nkwanzi-rakai-lwengo-kalangala-mukono-buikwe-mpigi-butambala-butam-butamba-wakiso-mubende-lyantonde-n-n-n-sembabule-buvuma-kampala-m-m-a-complete-list-of-all-health-facilities-in-uganda/> (2022 年 2 月アクセス)
7. NAMANYA Didacus Bambahi, (2009), An Assessment of the Impact of climate change on the Health Sector in Uganda: A case of Malaria and Cholera epidemics and how to improve planning for effective preparedness and response.
https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/96B01A394970567685257853006EFC18-Full_Report.pdf (2022 年 2 月アクセス)
8. Charlotte Anne Nakakaawa & Paul O. Vedeld & Jens B. Aune, (2011), Spatial and temporal land use and carbon stock changes in Uganda: implications for a future REDD strategy. Mitig Adapt Strateg Glob Change.
https://www.researchgate.net/publication/226986141_Spatial_and_temporal_land_use_and_carbon_stock_changes_in_Uganda_Implications_for_a_future_REDD_strategy (2022 年 2 月アクセス)

9. Practical Action Publishing, (2016), The role of handpump corrosion in the contamination and failure of rural water supplies,
<https://www.jstor.org/stable/26600753> (2022年2月アクセス)
10. 独立行政法人 国際協力機構 (JICA)、日本テクノ株式会社, (2017), ザンビア国 地方給水維持管理コンポーネント支援プロジェクト (SOMAP3) ハンドポンプ交換による水質調査・分析結果
11. 独立行政法人 国際協力機構 (JICA)、(2015), ウガンダ国 アチョリ地域コミュニティ開発計画策定能力強化プロジェクト 終了時評価プロジェクト
<https://libopac.jica.go.jp/images/report/12252110.pdf> (2022年2月アクセス)

ダウンロードサイト

1. Uganda - Subnational Administrative Boundaries,
<https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-uga> (2022年2月アクセス)
2. Ugand bureau of statistics
<https://www.ubos.org/explore-statistics/20/> (2022年2月アクセス)
3. NASA Earth Observations, POPULATION DENSITY
https://neo.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=SEDAC_POP (2022年2月アクセス)
4. Joseph Maina, Paul O. Ouma, Peter M. Macharia, Victor A. Alegana, Benard Mitto, Ibrahim Socé Fall, Abdisalan M. Noor, Robert W. Snow & Emelda A. Okiro, (2019), A spatial database of health facilities managed by the public health sector in sub Saharan Africa.
<https://www.nature.com/articles/s41597-019-0142-2> (2022年2月アクセス)
5. Uganda Land Cover 2000 Scheme I, (2000), RCMRD GeoPortal,
<http://geoportal.rcmrd.org/> (2022年2月アクセス)
6. Uganda Land Cover 2014 Scheme II, (2014), RCMRD GeoPortal,
<http://geoportal.rcmrd.org/> (2022年2月アクセス)

参考資料

1. Water point data exchange
<https://www.waterpointdata.org/> (2022年2月アクセス)
2. eWATERservices, eWater Pay
<https://www.ewater.services/> (2022年2月アクセス)
3. Lilongwe water bored, The E-Madzi system,
<https://www.lwb.mw/2020/09/10/automated-kiosks-serving-lilongwe-residents->

- during-covid-19/
4. Grundfos, Lifelink
<https://www.grundfos.com/al/about-us/news-and-media/image-gallery?tab=1> (2022年2月アクセス)
 5. SUSTEQ, PREPAID WATER ATM
<http://www.susteq.nl/> (2022年2月アクセス)
 6. Piramal Sarvajal, Water ATM
<https://www.sarvajal.com/water-atm.php> (2022年2月アクセス)
 7. 株式会社 Sunda Technology Global
<https://www.sundaglobal.com/> (2022年2月アクセス)
 8. JMP
<https://washdata.org/> (2022年2月アクセス)