

令和元年5月30日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2014～2018

課題番号：26303016

研究課題名(和文) ミャンマー連邦共和国村落部における衛生的水供給システム普及に関する実践的研究

研究課題名(英文) A practical research on the expansion of hygienic water supply system in rural areas of Myanmar

研究代表者

北脇 秀敏 (Hidetoshi, Kitawaki)

東洋大学・国際学部・教授

研究者番号：60251344

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は現在さらに分析を進めているが、ミャンマー国中央乾燥地域の水管理委員会を対象にヒアリング調査を実施し、運営方法や深井戸のための持続可能な運転維持管理手法について分析を行ってきた。ミャンマー中央乾燥地域にある深井戸給水施設の維持管理運営によって得られる収益額へ与える要因は、「水料金」「年間井戸稼働時間」「会計帳簿の記録状況」「経過年数」「意思決定過程」が大きいことが明らかになっており、今後は持続可能性の要因を活用し、パラメーターを設定し損益計算を可能とするモデル化する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水供給分野の研究に関しては、わが国を含めて先進国では極めて高い水質を求めて高度浄水処理や微量化学物質・病原体などに関する研究が進められている。一方でミャンマー中部の乾燥地域を始めとする途上国村落部においては、「質より量」を重要視して生存に最低限必要な量の水を供給することが政府の最大の目標とされ、飲料水の安全性に関する配慮を行うまでには至っていない。本研究は持続可能な水供給を行うための適正技術に関する研究であり、電気や燃料、技術など全てのインフラの面で制約が多い途上国村落部において適正技術を用いた水供給手法を数式化し、他国においても適応可能とする。

研究成果の概要(英文)：This study is focusing on sustainable safe water supply at the central dry zone in Myanmar. The research has been analyzed from result of hearing survey to the water management committee in the central dry zone area in Myanmar. It was found from the result that the sustainable operation and management of deep well in the dry zone are affected 1) water value, 2) record of annual accounting book, 3) Term of using well, 4) process of decision making 5) Annual time for using well. In the future, we analyze the date again and make parameters and model for sustainable operation and management of water supply in the dry zone.

研究分野：衛生工学

キーワード：水供給 国際貢献 BOPビジネス ミャンマー

1. 研究開始当初の背景

水供給分野の研究に関しては、わが国を含めて先進国では極めて高い水質を求めて高度浄水処理や微量化学物質・病原体などに関する研究が進められている。一方でミャンマー中部の乾燥地域を始めとする途上国村落部においては、「質より量」を重要視して生存に最低限必要な量の水を供給することが政府の最大の目標とされ、飲料水の安全性に関する配慮を行うまでには至っていなかった。また電気や燃料、技術など全てのインフラの面で制約が多い途上国村落部で持続可能な水供給を行うための適正技術に関する研究は、スイスの SANDEC や英国の WEDC などヨーロッパの研究機関では行われているものの、わが国では事例は少ないのが実情である。さらに開発された適正技術を普及させるためには、ODA のような援助に頼るのではなくビジネスとして現地に普及させるアプローチが必要である。研究チームは、BOP ビジネス連携調査のスキームで日本の水供給技術等の途上国での商業化を図る事業を行っており、本研究代表者もその事業に団員として参加してきたが、こうした事業から得られた教訓をもとに適正技術を開発し、いかに現地に普及させるかの研究を行う必要性を感じていた。

本研究はわが国で立ち後れている日本の技術の適正技術化と普及手法の開発を担うものである。研究代表者は、2002 年以来ミャンマー中央乾燥地域において日本の代表的 NGO の一つであるブリッジ・エーシア・ジャパン (BAJ) が JICA の事業として行っている井戸掘削プロジェクトをフィールドとして、水供給が住民生活に与える影響を調査研究してきた。またバングラデシュ及びカンボジアにおいて飲料水として用いられる地下水中のヒ素対策に関する研究を行い、現地に実証プラントを設置して実証試験を行ってきた。さらに、2011 年以降は JICA の調査団員として日本製紫外線殺菌装置や殺菌剤入り手洗い石鹸液品のバングラデシュやカンボジアへの普及可能性を調査してきた。その過程で、途上国への日本製品の普及は単に技術的なパフォーマンスだけではなく経済的妥当性や文化的な必要性などが深く関わっていることを認識した。今回の提案は、経済面や技術面で制約が多く、行政面での難しさもあるミャンマー中央乾燥地域において、これらの製品の導入によりいかに衛生上の効果が上がるかを実践的に検証するものである。また技術的な検証に加えてコストの高い日本製品をいかに商業的に普及させることができるかの検討の必要性も認識し、本研究の提案に至った。

バングラデシュ村落部において現地調達可能な資材を用いて地下水中のヒ素対策の研究を行ってきた経験から、設備導入における障害としてバンダリズム (破壊や窃盗行為) 支払い可能 (意思) 額の低さなどに直面してきた。また、同国における飲料水の紫外線殺菌装置の導入調査を JICA の BOP 案件として行っている経験からはサプライチェーン (部品供給ルート) 構築の難しさ、現地での法規制の壁などが技術普及上の障害になった。またカンボジアにおけるヒ素対策調査においては相手国政府による問題の顕在化への懸念による非協力体質が一時問題となった。さらに、同国で申請者が行っている JICA の BOP 案件からは供給された水により手洗いを行うことによる効果を測定している。これら両国における経験を活かし、より研究活動が難しいとされるミャンマー村落部における技術移転手法を開発することが期待されている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、飲料水が質・量共に厳しい環境にあるミャンマー中央乾燥地域において水供給上の課題と健康上の問題を調査し、実証試験により解決策を提案することである。特に電気がない貧困地域において、本研究者がバングラデシュで JICA の BOP ビジネス (貧困層向けのビジネス) 案件として行ってきた紫外線殺菌装置等を自己電源型に改良して設置し、安全な飲料水の供給を持続可能な形で進めるための実践的研究を行う。研究成果をミャンマーにおける衛生状況の改善に活かすと共に、他の途上国における水供給分野の ODA 案件の質の向上に資することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究ではミャンマー中央乾燥地域の BAJ の井戸掘削事業サイトに飲料水の紫外線殺菌装置と消毒剤入り液体石鹸液 (固形石鹸を介した病原菌の交差汚染を防ぐため) とアルコール消毒剤 (手洗い用水が入手できない状況で使用) を導入し、飲み水の安全性の確保と手洗いという衛生行動の普及を通じて健康の増進を図る。本研究は装置の耐久性の実証や、住民の手洗いなどの衛生行動の変化、製品の商業化など現地における変化を定点観測する必要から研究期間を 5 年間と長く設定している。初年度である平成 26 年度は研究の準備と現地の状況の把握と装置の設置が中心で、次年度以降はその時系列的モニタリングと商業モデルの構築を行い、中間年度である平成 28 年度には現地で技術移転のワークショップを行う。最終年度はとりまとめと研究成果の外部への還元に努める。

ミャンマーはベンガル湾に面する沿岸地域は年間降水量 4,000mm 以上の多雨地域がある一方、中央乾燥地域は年間降水量 1,000mm 未満であり、地下水位も低く、乾期に飲料水を得るためには数 km も離れた溜池から水を運ぶか 200m ~ 300m の深さの井戸を掘る必要がある。本研究における調査対象地域は、ミャンマーの中央乾燥地域のマンダレー管区または隣接するマグウェイ管区内に設定する。カウンターパートである BAJ は、2000 年以降、マンダレー管区ニャンウー地区において JICA の開発パートナー事業や技術協力プロジェクト、外務省の NGO

連携事業（N 連）等で井戸掘削プロジェクトを行ってきた。また現在はマグウェイ管区において N 連のスキームで井戸掘削を継続している。本研究ではその活動地域の中に調査対象村を 2 か所設定して調査を行う。現地は主として貧困な農業地域であり、主要作物はゴマ、ピーナツや椰子の実等となっている。現地はほとんど電化が進んでおらず、中国製単気筒ディーゼルエンジンで回した発電機を用いて充電された自動車用バッテリーが主要な電源となっており、水供給上の技術的な制約は大きい。深井戸からの地下水の汲み上げはディーゼルエンジン式のポンプを用いており、燃料代が住民の大きな負担になっている。本研究においては、電化されていない貧困地域ではあるが住民組織である水委員会が十分機能している村を選ぶ予定である。なお渡航経路は東南アジア地域のハブ空港であるバンコクからヤンゴンに移動、国内線でバガンに移動した後、車両で現地に入るという経路を取る。

研究体制としては、東洋大学が中心となって東京大学と大阪大学が日本側研究実施期間となる。またバングラデシュとカンボジアの経験を活かすため、過去に共同研究を行ってきたバングラデシュ工科大学とカンボジア工科大学とが協力する。さらにミャンマーのフィールドで井戸掘削事業を長年行ってきた日本の NGO である BAJ がカウンターパートとなる。

研究代表者 北脇秀敏(東洋大学)：研究総括、適正技術の普及研究

研究分担者 福士謙介(東京大学)：水質の健康影響解析

研究分担者 松行輝昌(大阪大学)：資機材の商業化と普及検討

研究分担者 眞子岳(東洋大学)：社会調査、支払い意思額調査

研究協力者 Md. Mafizur Rahman(バングラデシュ工科大学)：バングラデシュの知見のまとめ

4. 研究成果

以下にこれまでの研究成果の概要を記載するが、今後さらに最終年度の現地調査の情報を取り纏め、論文として公表する。

本研究ではこれまで 92 本の深井戸のうち 6 本は既に使用されていなかった。理由は、水質が悪い（2 本）、故障後、他水源があるため修理していない（2 本）、揚水量の減少（1 本）、村がなくなった（1 本）であった。それ以外の 86 本の年間平均収益額は-50,000Ks ~ 1,762,000Ks であった。これは、井戸水の売上から燃料代や人件費などの必要経費を差し引いた額に他用途使用した場合はその支出額も加算した累計収益額を経過年数で割ったものである。

井戸水の売上はその給水施設の維持管理の目的に使用されるのが理想であるが、実際には、他用途にも使用されている。収益額を村の開発目的に他用途使用した村は 86 か村中 38 か村あり 90 件の用途が確認された。水分野への用途は、日常的に発生する維持管理以外のもので高架タンク建設、パイプライン敷設、メーターの設置、ため池修繕など水供給の拡張に関するものであり、教育分野では、学校校舎の建設に使用したのが 9 か村、学校用の敷地購入費用や不足分の教員の給与に充てられていた。電化分野は、村内電化のための発電機購入、電柱や電線購入費用にあてられ、保健分野では、村で必要な薬の購入、保健所の修繕に充てられた。宗教分野においても僧院や仏塔の建設がされており、敬虔な仏教国ならではの用途先といえよう。その他には、村内の道路建設や案内板製作にあてられた。日本の東日本大震災のお見舞金に使用した村が 1 か村あることが確認された。

最終年度の研究から得られたデータは現在さらに分析を進めているが、井戸の属性に関する量的データ 7 項目と年間収益額の関係について分布と回帰式を求めてきた。村から最寄りの街までの距離と年間平均収益額の関係では、街から近い村ほど年間収益額が増える傾向があった。それは街から近いほど経済的に豊かであり水へ支出できる余裕があるからと言える。

井戸の深度と年間平均収益額の関係では、井戸が深いほど年間平均収益額が増える傾向があった。井戸が深いということはその地域で掘抜井戸等の代替水源はないことが考えられるので、水汲みはこの井戸に集中するため収益が増えると考えられる。

料金と年間平均収益額の関係では、水料金が安いほど年間平均収益額が増える傾向にあった。村落住民は、水料金が安い方がより購入しやすく売上が増加するからであろう。水料金の設定は、村落独自に算出しているため、段階的な料金設定が主流である。横軸の同じ料金設定のところによくのプロットが集中する。

2016 年の年間井戸稼働時間と年間収益額の関係では、井戸稼働時間が長くなるほど収益額が増える傾向があった。井戸稼働時間が長ければ、揚水総量も多くなり売上が増加し、より収益額が増えるからであろう。井戸稼働時間は、村落内ある他水源の能力と補完関係になる。保有期間の長いため池や同様の井戸が他にも存在する場合は、井戸の稼働時間が伸び悩むため収益額が増えない。

井戸から水を購入するユーザー数と年間平均収益額の関係では、ユーザー数が増えれば収益額も増える傾向にあった。水の販売総量が増え売上が増加し、より収益額が増えるからであろう。

井戸の揚水能力と年間収益額の関係では、一時間あたりの揚水能力が高かったとしても売上に結びついていなければ収益額の増加は見込めない。揚水能力が高くて、村落内にある他水源の利用のほうが優先度が高い場合は収益額が少ない。調査対象の井戸の揚水能力は高いが、

村落にあるもうひとつの井戸の老朽化が激しく修理代がかさみ収益額が少ないケースもあった。井戸の経過年数と年間平均収益額の関係では、経過年数が長いほど収益額が減る傾向があった。経過年数が長くなるほど、井戸の劣化が進み維持管理費や交換費などがかかるからである。村落内に老朽化した別の井戸がある場合は、修理代がかかるため経過年数の期間にかかわらず収益額が増えないケースも散見された。以上のように、深井戸の使用状況やそれを管理する水管理委員会の運営状況を明らかにしてきた。今後は深井戸を持続的に運転させるための必要情報を分析し、持続可能な水供給を数式化する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

- (1) Development of natural treatment system consisting of black soil and Kentucky bluegrass for the post-treatment of anaerobically digested strong wastewater, Xiaochen Chen, Kensuke Fukushi, Journal of Environment Sciences. Referee, No.41m p44-50, 2016.
- (2) Comparative assessment of primary and secondary infection risks in a norovirus outbreak using a household model simulation, Toru Watanabe, Kozo Watanabe, Kazuhiko Takemoto, Kensuke Fukushi. Referee, p13-20, Doi: 10.1016/j.jes.2016.05.041, Epub 2016.

その他2件

〔学会発表〕(計7件)

- (1) 村落給水における太陽光発電導入の可能性に関する研究 - ミャンマー中央乾燥地域におけるケーススタディ、森晶子、北脇秀敏、国際開発学会、2017年
- (2) 深井戸給水施設の持続可能性に関する研究 - ミャンマー中央乾燥地域の水管理委員会を対象に -、森晶子、北脇秀敏、国際開発学会、2017年
- (3) ミャンマー村落部における電化による女性の収入向上の課題、小貫桃花、眞子岳、北脇秀敏、農村計画学会、東京大学、2016年
- (4) 科学技術商業科の教育モデル(その2) 受講者インタビューに見る日米教育効果の比較考察、松橋俊彦、高田仁、加藤浩介、松行輝昌、第13回日本知財学会、東京大学、2015年

その他3件

〔図書〕(計4件)

- (1) 持続可能な開発目標と国際貢献 - フィールドから見たSDGs、北脇秀敏、金子彰、松丸亮、眞子岳(編) 163頁、朝倉書店、2017年
- (2) 国際開発と内発的発展 フィールドから見たアジア発展のために、北脇秀敏・金子彰・岡崎匡史編、172頁、朝倉書店、2014年

その他2件

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

研究代表者のホームページを以下に記す。

<https://kitawakitoyo.wixsite.com/kitawaki-lab>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：福士 謙介

ローマ字氏名：Fukushi Kensuke

所属研究機関名：東京大学

部局名：未来ビジョン研究センター

職名：教授

研究者番号（8桁）：30282114

研究分担者氏名：松行 輝昌

ローマ字氏名：Matsuyuki Terumasa

所属研究機関名：大阪大学

部局名：共創機構産学共創本部

職名：特任准教授（常勤）

研究者番号（8桁）：90511303

研究分担者氏名：眞子 岳

ローマ字氏名：Manago Gaku

所属研究機関名：東洋大学

部局名：国際共生社会研究センター

職名：研究助手

研究者番号（8桁）：80633528

(2)研究協力者

研究協力者氏名：モハメド マフィズル ラーマン

ローマ字氏名：Md. Mafizur Rahman

研究協力者氏名：森 晶子

ローマ字氏名：Mori Akiko

研究協力者氏名：Dowdownmyai

ローマ字氏名：Dowdownmyai

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。