

審査の結果の要旨

氏名 松原 康一

持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals, SDGs）では、目標 6 において「すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」ことを目標に掲げている。このうち飲料水の SDG Target 6.1 では、2030 年までにすべての人々が安全で安価な飲料水の普遍的で平等なアクセスを達成することとしている。ここでは、「安全に管理された水供給」という質の高いサービスが求められている。2015 年時点では、世界で 21 億人が安全に管理された水供給へのアクセスが得られていなかった。開発途上国での安全な水供給には多額の資金が必要であり、Target 6.1 達成のための資金が不足している。しかし、既往の研究で報告された必要資金額には、多くの不確実要素が含まれており、また、必要資金額に影響する因子も明らかにされていない。そこで本研究では、Target 6.1 の達成に必要な資金額を推定し、より安価な費用で達成する方法を明らかにすることを目的として研究を行った。

第 3 章では、各種の社会経済指標のなかから経済発展と基礎的な水供給へのアクセスを比較し、過去の ODA 投資額をもとに SDG 6.1 の達成に必要な投資額を推定した。第 4 章では、開発途上国の水と衛生分野への投資額として大きな割合を占め、さらに費用と水供給の裨益人口の情報が得られる日本の ODA データを用いて、水資源・都市農村区分など、水供給整備費用に影響する一人あたり整備費用に影響する要因を明らかにした。また、国ごとの費用のばらつきに対して、一般化線形混合モデルを適用することで、様々な要因による投資額への影響を定量化した。第 5 章では、安全な水供給が得られない人々に対して、技術的進歩と価格の低下が進んでいる家庭での水処理（Household Water Treatment, HWT）がおよぼす改善効果と安全な水供給の実現への可能性を検討した。ここでは、ベトナム国ハノイ市の事例研究において、HWT の普及状況と水質試験結果をもとに HWT による安全な水供給のアクセス改善への貢献を評価し、上水道と HWT による 2030 年における安全に管理された水供給整備のための費用を比較した。

本研究で得られた主な結論は以下のとおりである。

1. 国ごとの基礎的な水供給へのアクセス率は、一人あたり GDP および HDI と強い正の相関がある。また、水供給へのアクセス率と人口密度および水ストレス指数は正の相関がみられた。
2. 2000 年から 2015 年までの水供給への ODA 投資額と基礎的な水供給へのアクセス増加率は強い相関があり、ODA がアクセスの改善に強い影響をおよぼしている。また、ODA による基礎的な水供給へのアクセス改善一人あたり投資額は 365 USD と推定された。
3. GDP 成長率は基礎的な水供給へのアクセスの改善率との関連が弱く、ODA 投資額割合の大きい国では同程度の経済成長の国と比較して顕著なアクセスの改善が得られていた。このことから、経済成長のみでなく ODA を含めた外部資金の確保が重要である。
4. 2030 年までにすべての人に基礎的な水供給サービスを提供するために必要な施設整備費用は 487 億 USD/年と推定され、既往の知見による投資額 (376 億 USD/年) と同程度であった。
5. 日本の ODA によるパイプ給水のプロジェクト (n=112, 48 カ国) について、裨益人口当たり費用を目的変数とし、国ごとのばらつきをランダム効果として一般化線形混合モデルを確立した。その結果、必要な費用は、有償プロジェクトは無償プロジェクトに対して 2.69 倍、表流水は地下水の 2.26 倍、都市部は農村部の 0.66 倍となり、裨益人口 10,000 人増加するごとに 1.8% 減少すると推定された。
6. ここで確立した一般化線形混合モデルを用いて、4つのシナリオを用いて SDG 6.1 達成までの費用を予測した。その結果、今後は小規模かつ農村部で表流水源が多くなる場合には、現在の ODA 実額の 1.44 倍の費用が必要になると予測された。
7. ハノイ市の既往の水質調査およびアンケート調査 (n=239) の結果から、HWT が無い場合、安全に管理された水供給へのアクセス率は都市部が最も高く (60%)、次いで農村部 (52%)、郊外部 (15%) であった。しかし、HWT を考慮すると都市・郊外・農村でそれぞれ 13%, 20%, 8% 改善した。
8. 上水道整備と HWT による整備でそれぞれすべての人が 2030 年までに安全に管理された水供給を得られるために必要な施設投資額を推定した結果、都市・郊外・農村すべての地域で上水道の費用 (211–825 USD/人) が、HWT による整備費用 (56–186 USD/人) を上回った。一方、ライフサイクルコスト (LCC) では、HWT による年間費用 (9.4–34.3 USD/capita/year) が上水道による年間費用 (11.0–21.2 USD/capita/year) を上回った。

このように、本研究では、既往の研究とは異なり、SDG 6.1における基礎的な水

供給に必要な投資額を実際のODA投資額を用いて推定し、一人当たり投資額を明らかにした。また、日本の水供給ODA事例を分析し、実際の水供給プロジェクトの費用のばらつきの原因となる要因を示した。これらのばらつきが大きいデータの特徴と誤差を考慮して一般化線形混合モデル (GLMM) を用いて必要投資額を推定するモデルを構築した。さらに、HWTを安全に管理された水供給の方法としてとらえ直し、安全な水供給のために社会全体の費用を下げる方法として提案し、これらの研究成果はSDG Target 6.1達成に寄与することが期待できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。