

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
小規模水供給システムの持続可能な維持管理に関する統合的研究（20LA1005）  
分担研究報告書

小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2

研究代表者 浅見 真理 国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官  
研究分担者 伊藤 禎彦 京都大学大学院工学研究科 教授  
研究協力者 木村 昌弘 国立保健医療科学院 客員研究員（元大阪府水道部理事）

研究要旨：

高齢化及び人口減少等により、小規模な上水道や簡易水道では水道事業の維持が大きな課題の一つであるが、給水人口が100人以下の飲料水供給施設等（以下、小規模水供給システム）にあつては、影響が特に大きく、飲料水を含む生活用水を供給する水道の施設・財政・維持管理・衛生確保の様々な面で多くの問題を抱え、水道の維持が困難となりつつある。このような水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制作りを目的として、そのための方策を検討する研究を行った。

過疎化地域において、最も基本的な社会基盤となる小規模水道の問題がさらに重要性を増している。本報告では、過疎化地域等での小規模水道に焦点を当て、モデル地区での将来の経営シミュレーション等を行うとともに今後の最適な給水形態等を評価する一般的な手法を検討した。

**A. 研究目的**

昭和32年の水道法制定後、水道の普及に伴い、水道法で規制されている水道の全国普及率は約98%を達成しているが、一方で、水道法適用外の小規模水道や飲用井戸等により生活用水を確保している水道未普及地域等が存在している。

水供給維持困難地域を含む地域においても衛生的な水を持続的に供給できる体制作りを目的として、そのための方策を検討する研究を行った。

**B. 研究方法**

本研究では、特に経営環境が厳しい人口5千人未満の過疎町村にある簡易水道事業を選定し、近接した3集落の独立した小規模水道を対象に、施設統合や運搬給水など様々なシステムや多様な給水形態を導入した場合について、今後60年間の経営シミュレーション等を行った。これらの結果を基に一人一月当たりの平均費用負担額を評価基準として、今後の給水システムについて施設統合や自立分散型、運搬給水や非飲用水給水の導入などの優位性を評価し、今後これらの地区で導入すべき最適なシステムについて検討した。

さらに、こうした評価手法が他の多くの小規模水道の今後の最適なシステムや給水形態についての検討に利用できるよう、簡易で汎用的な評価手法を検討した。

## C. 研究結果及びD. 考察

### 1. モデル地区での検討

#### 1.1 検討ケース

今回対象としたモデル3地区 (e, f, g) の施設統合効果や今後の望ましい給水形態等を検討するために以下のケースについて検討した。

- (1) 供給システム：現状分散型 (Ⅰ)、3地区統合型 (Ⅱ)、自立分散型 (Ⅲ) の3種
- (2) 給水形態：通常飲用水供給ケース①、簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配するケース②、無処理水を供給し非飲用生活用水は各戸浄水装置で処理、飲用水は宅配するケース③、送配水管路を敷設せず飲用水を各戸に運搬給水するケース④の4種
- (3) 管路パターン：耐用年数60年と30年の2種
- (4) 補助金等：ある場合、ない場合の2種

#### 1.2 検討条件

今回の経営シミュレーションでは、モデル地区の給水人口の推移や管路状況を踏まえて、一人一月当たりの平均費用負担額を算定した。各費用の算定は、前年度と同じく厚生労働省報告を基に実施した。

一人当たりの給水量は、K<sub>1</sub>村の給水実績を用い、将来人口は国立社会保障・人口問題研究所の推計値を基に設定した。

#### 1.3 モデル地区でのシミュレーション結果のまとめ

- (1) 現状の給水システムを統合型 (Ⅱ) や自立分散型 (Ⅲ) に移行することにより費用負担は減少する。
- (2) これらの地区においては、補助金がなく管路の耐用年数30年のパターンAでは、当初は自立分散型 (Ⅲ) ケース①cで整備し、35年以降は統合型 (Ⅱ) 運搬給水ケース④cへ移行することが最適なシステムとなった。ただし、この管路パターンAでは60年間の一人一月平均負担額は9.1千円となり、当初の負担額の倍近くになると想定される。
- (3) 管路の耐用年数が60年のパターンBの場合には、最適なシステムは、当初は同じく自立分散型 (Ⅲ) ケース①cで整備し、35年以降はe, f地区では同じ自立分散型 (Ⅲ) で通常給水ケース①cを継続することとなるが、給水人口が少ないg地区では自立分散型 (Ⅲ) で非飲用水を給水し飲用水は宅配するケース②となった。
- (4) 補助金がある場合には、すべての期間で3地区を統合する統合型 (Ⅱ) で簡易な浄水装置を用いる通常給水ケース①cが費用的に望ましい結果となった。

## 2. シミュレーションの一般化へ向けた検討

### 2.1 シミュレーションの簡便化手法について

本研究では、これまで厚労省報告で用いられた手法を基に、2町村5地区で経営シミュレーションを実施してきたが、これらを一般化するために、より簡便で汎用的な手法について検討した。

簡便化では、将来人口推計モデルの設定、安価な浄水装置への絞り込み、費用関数の設定、運搬給水の多様化、一人当たりの給水量の基準化等を行った。

運搬給水は、地理的地形的条件を加味して、これまでの4 tタンク車で各戸に運搬給水するケース④c①に加え、より小型の2 tタンク車で各戸に給水するケース④c2、及び4 tタンク車で配水池まで運搬給水するケース⑤cを追加した。

### 2.2 今後30年間の一人一月平均費用負担額の評価結果について

(1) 給水人口が100人の場合は単位配管延長が10m/人では、通常給水ケース①cが2.4千円/月と最も費用負担が少なく、これが100m/人になると運搬給水ケース④c1が7.1千円/人/月と最も少なくなった。

(2) 総管路延長を5.0kmとすると、給水人口が運搬給水ケース④c1では95人、ケース④c2では65人より少ない場合に、通常給水ケース①cより有利となった。

(3) 通常給水ケース①より非飲用ケース②が有利となる条件は給水人口が24人以下の場合で、非飲用ケース②より非飲用ケース③が有利となる条件は給水人口が2人以下となった。

(4) 各戸に運搬給水するケース④c1.2が、すべて管路で給水するケース①②③より有利となる境界は、給水人口と送・配水管路延長で判断できる。初期給水人口が100人の場合は、ケース④c1では送配水管延長が約4.6kmより短いと、通常給水ケース①cが有利であるが、それ以上長くなると運搬給水が有利となる。

2 tタンク車を用いるケース④c2では、この境界は約6.7kmとなる。これは4t車に比べ運搬の回数が増え、人件費等が増加するためである。

(5) 配水池まで運搬給水するケース⑤cが運搬給水以外のケースより有利となる境界は、給水人口と送水管路延長で判断できる。初期給水人口が100人では、送水管延長が約3.6km以上となるとこの運搬給水が優位となる。

地区周辺に水源がなく、遠方から送水管で配水池まで給水する必要がある場合に、この運搬給水方式は優位になる可能性がある。

(6) 30年間の個人の平均負担額が1万円/人/月を超える条件は、運搬給水ケース④c1では、給水人口が30人の場合に送配水管延長が1.9km（総管路延長では2.2km）、ケース④c2では、2.8km（総管路延長では2.2km）、ケース⑤cでは、送水管延長が0.8km（総管路延長で7.2km）より長い場合となる。

### 2.3 今後の課題と考察

今回の検討で、小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでな

く、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効となることが明らかとなった。また、今後の望ましいシステムの汎用的な評価手法についても検討したが、今回の検討では金利や人件費などの維持管理費は考慮しておらず、これらが評価結果に及ぼす影響の検討を行う必要がある。さらに、支払い限度額などを設定し、適正な費用負担額となるよう制度面や技術面での対応案を検討していく必要がある。

## E. 結論

小規模水道の課題解決に向けては、施設の統合や補助金の確保だけでなく、近くに水源を確保する自立分散型システムや運搬給水や非飲用水の給水など多様な給水形態の導入が有効である場合があることが明らかとなった。小規模水道が多く存在する過疎地域は、国土の保全や健全な水循環の形成に重要な役割を担っており、人口減少や高齢化の先行地域であるこれらの集落の抱える水道等の問題に対して積極的に対処していく必要がある。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

木村昌弘，浅見真理、伊藤禎彦；小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション：令和3年度全国水道研究発表会。

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 水環境学会シンポジウム. 2021. 9. 14 オンライン.

### 3. その他

#### (1) 総説・解説

なし

#### (2) 講演等

浅見真理. 日本の小規模水道の現状と今後の展望. わくわくネット. 2021. 7. 11

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 九州ブロック水道事業実務担当者専門研修会. 2022. 9. 29 オンライン (熊本県)

浅見真理. 小規模水供給システムの現状と今後の展望. 日本水環境学会産官学協力委員会・水環境懇話会. 2022. 11. 24.

浅見真理. 国内外における小規模水道の現状と取組み. 長野県水道研修会. 2021. 12. 16

## G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

### 1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<別添>

- ・小規模水道・水供給システムの維持管理に関する経営シミュレーション2