

令和2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（20LA0501）
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

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 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）にあっては、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基に、現在の制度を含めて水道事業の今後のあり方について考察を行った。

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（水道事業者や専用水道設置者）により水の供給を受けているものは、全国で約98%の水道普及率を達成しているが、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基に、現在の制度を含めて水道事業の今後のあり方について考察を行った。検討ケースは、給水形態別に表1に示す①～④の4種類とし、①④については表2に示す3種類の処理施設（a.緩速ろ過装置、b.膜ろ過装置、c.簡易浄水装置）で検討した。

また、管路の費用負担については、耐用年数別に表 3 に示す A,B,C の 3 種類のパターンを設定した。

表 1 ケース別給水形態

ケース	水道の給水形態	形態名
①	浄水処理した飲用水を供給する現在の給水形態	(飲用水道)
②	簡易処理した非飲用水を供給し飲用水は宅配	(非飲用水道 1)
③	処理無しの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	(非飲用水道 2)
④	配水管路を敷設せず水道水を各戸に運搬給水	(運搬給水水道)

表 2 浄水処理施設の種類の

	浄水処理施設の種類の
a	緩速ろ過施設実績値（予備池、造成費等を含む）
b	小型浄水装置（膜ろ過）施設
c	小型浄水装置（井戸・沢水用）

表 3 管路費用負担形態の種類の

	耐用年数	費用負担の方法
パターン A	30 年	30 年間で費用（起債）償還（毎年費用の 1/30 を負担）
パターン B	60 年	費用償還（償却）期間 30 年、残期間の費用負担は 0
パターン C	60 年	償却期間 60 年（毎年費用の 1/60 を負担）

C. 研究結果及びD. 考察

経営環境がより深刻な過疎地域等における小規模水道事業の現状を検討し、

○簡易水道の 1 事業体当たりの給水人口は減少傾向にある。

○給水人口当たりの総配管延長(単位配管延長)が大きく給水原価に影響している。

○給水原価は、簡易水道の平均（297 円/m³）に対して、過疎地にある人口 5 千人以下の簡易水道は 333 円/m³と 1 割以上高い。

○過疎地人口 5 千人未満の簡易水道のブロック別の給水原価は近畿ブロックにおいて最も高い。

○近畿圏ブロック内の簡易水道の経営状況には建設にかかる資本単価の影響が大きい。ことが分かった。

次に、近畿ブロックから 2 つのモデル地区を選定し、4 種類の給水形態について今後の一人当たりの費用負担の推移を検討し以下の結果をえた。

- 管路や浄水施設の建設費用が、全期間にわたって影響が大きい。
 - 管路の耐用年数は、長期的な費用負担に大きく影響する。
 - 管路の耐用年数短いと長期的には運搬給水が有利となる。
 - 非飲用水を供給し飲用水を宅配するシステムも長期的には、費用面で有利となる可能性がある。
 - 国庫補助金等が個人の費用負担や給水形態に与える影響は非常に大きい。
- ことが明らかとなった。

E. 結論

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

○木村昌弘, 伊藤禎彦; 人口減少を踏まえた小規模水道のあり方についての一考察, 環境衛生工学研究, Vol.34, No.3, pp.64-66, 2020.7.

2. 学会発表

○木村昌弘, 伊藤禎彦; 人口減少を踏まえた小規模水道のあり方についての一考察, 環境衛生工学研究会. pp.64-66, 2020.7.

3. その他

(1) 総説・解説

○浅見真理. 小規模水供給システムの課題と今後の展開. 水道. 2020;65(5):1-5.

(2) 講演等 なし

G. 知的所有権の取得状況

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

<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

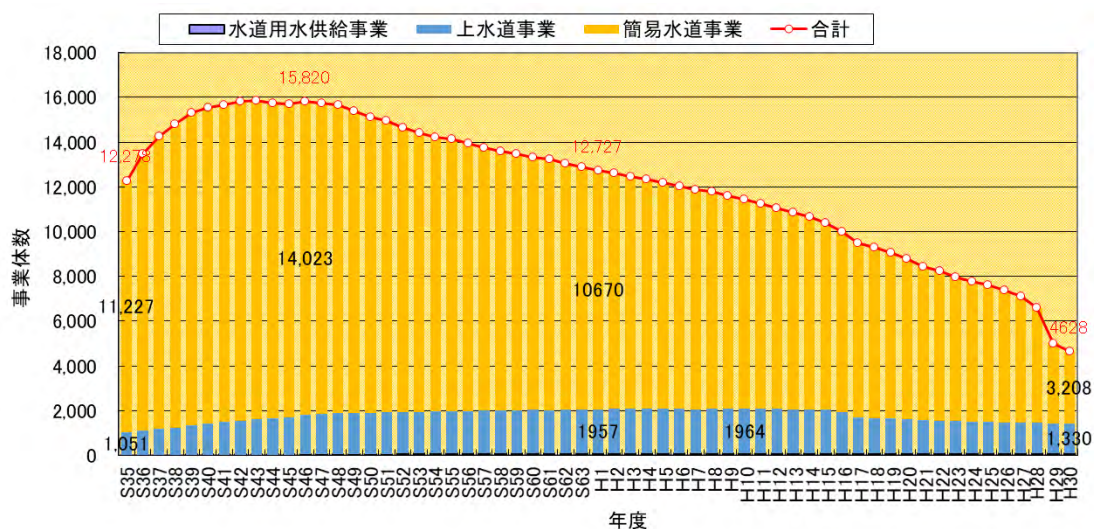
1. 過疎地域等の小規模水道事業の現状

1.1 これまでの水道事業の推移

(1) 事業体数の推移

昭和 35 年時点で水道の事業体数は認可ベースで約 12300 事業あり、その内、簡易水道は約 11200 事業と約 91.4%を占めていた。以来、わが国の高度成長とともに増加し、昭和 48 年度には約 15800 事業体に達し、簡易水道は約 14000 事業となった（図 1.1）。

その後、減少に転じ、平成元年度には、全事業体で約 12700 事業、簡易水道は約 10700 事業となった。それ以降も厚生労働省の基盤強化対策としての事業統合や平成の市町村合併により、全事業体の数は平成 30 年度には約 4600 事業に減少した。特に小規模水道事業対策として統廃合が進められた結果、簡易水道は約 3200 事業にまで減少した。



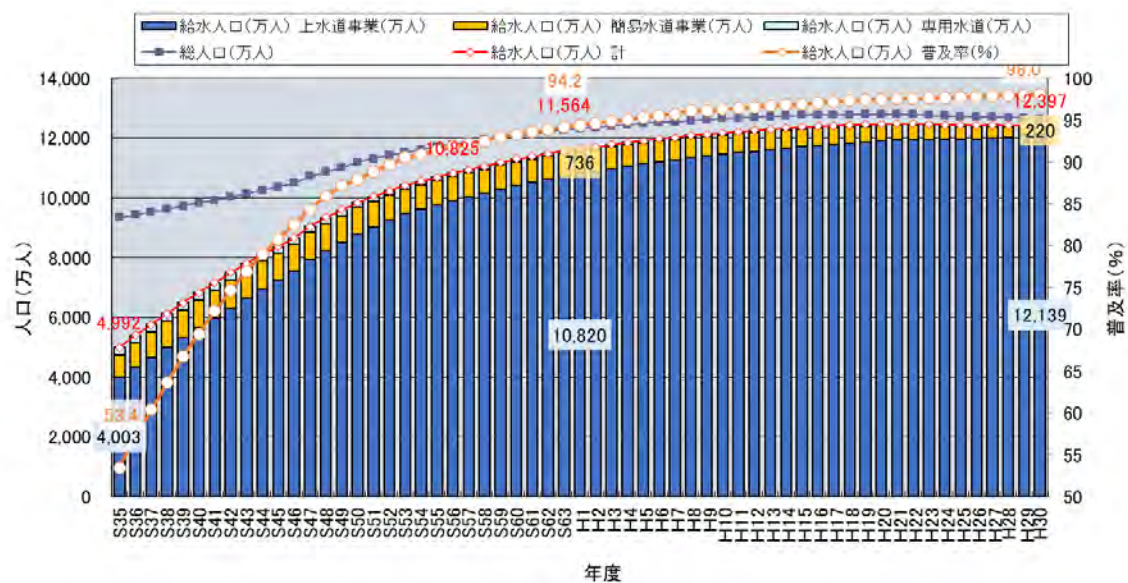
出典：水道統計（日本水道協会）

図 1.1 水道事業体数の推移

(2) 給水人口の推移

給水人口は、昭和 35 年時点では、約 50 百万人で、水道普及率は約 53.4%あったが、平成元年には、11.6 百万人に、平成 30 年には 124 百万人まで増加し、普及率は約 98%まで上昇した（図 1.2）。

そのうち簡易水道の給水人口に関しては、平成元年の約 7.4 百万人から平成 30 年には 2.2 百万人まで減少している。



出典：水道統計（日本水道協会）

図 1.2 給水人口の推移

（３）１事業体あたりの給水人口の推移

１事業あたりの給水人口で見ると、上水事業では昭和 35 年度の 38.1 千人から、平成元年度に 55.3 千人と増加が続き、平成 30 年度には 91.3 千人となった。一方、簡易水道に関しては、昭和 35 年度の 648 人から昭和 47 年ごろまでは、ほぼ一定で推移したが、以降は増加傾向が続き、平成元年度の 690 人から平成 17 年度に 743 人となった。その後、減少傾向に転じ平成 26 年度から 28 年度には、統合を促進するための補助金の見直し対策等により一時的には増加も見られたが、再び減少し平成 30 年度には 686 人となっている(図 1.3)。

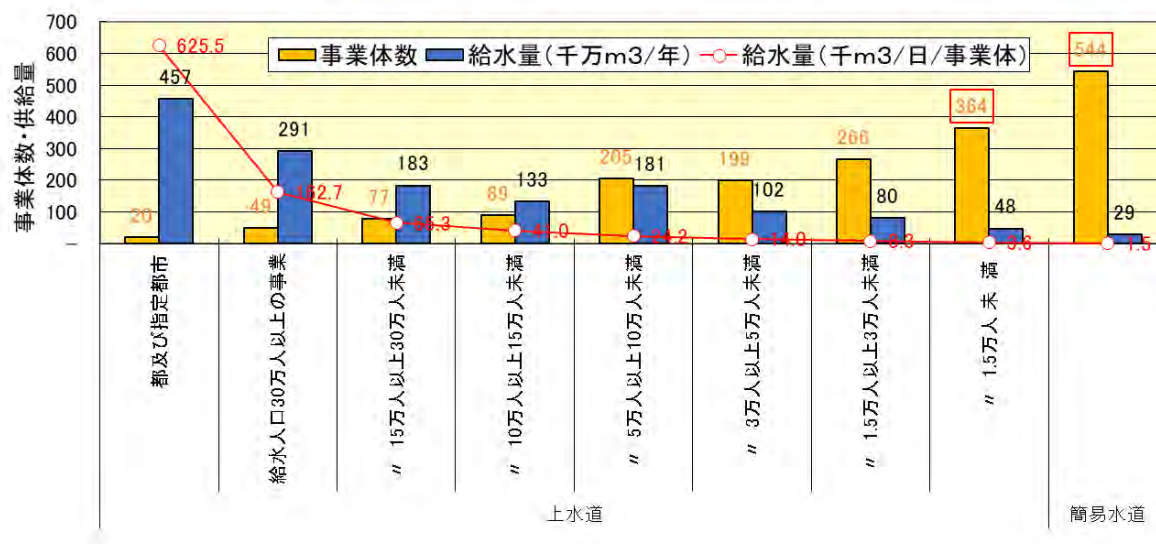


図 1.3 １事業体あたりの給水人口の推移

1.2 水道規模別比較

(1) 事業体数・給水量の比較

全国の水道事業体規模と給水量を比較したのが図 1.4 である。これによれば都及び指定都市の事業数は 20 であるが、年間給水量は 45.7 億 m^3 と大きく、一事業体当たりの給水量は日量 62.6 万 m^3 となっている。人口規模が減少に併せて、この一事業体当たりの給水量は減少し、簡易水道事業では 0.15 万 m^3 と大規模事業体の 1/400 となっている。



出典：H30 地方公営企業年鑑

図 1.4 事業体数・給水量の比較

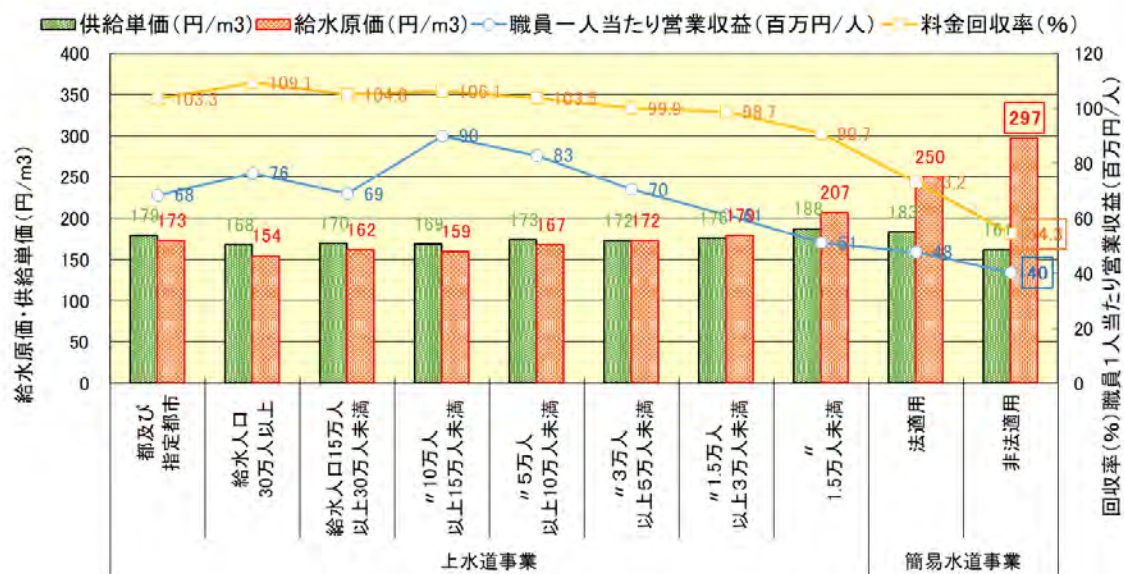
(2) 給水原価等の比較

図 2.5 は、給水規模別の給水原価等を比較したものであるが、給水原価は 30 万人以上が 152 円/ m^3 と最も安く、給水人口が 10 万人を下回る当たりから上昇を続け、非法適用の簡易水道では 297 円/ m^3 と倍近くまで上昇する。このため料金回収率も給水人口 3 万人以下の事業体では 100% を下回り、非法適用の簡易水道では 54.3% まで減少する。

職員 1 人当たりの営業収益も 15 万人から 10 万人の 90 百万円/人から 40 百万円/人にまで減少する。

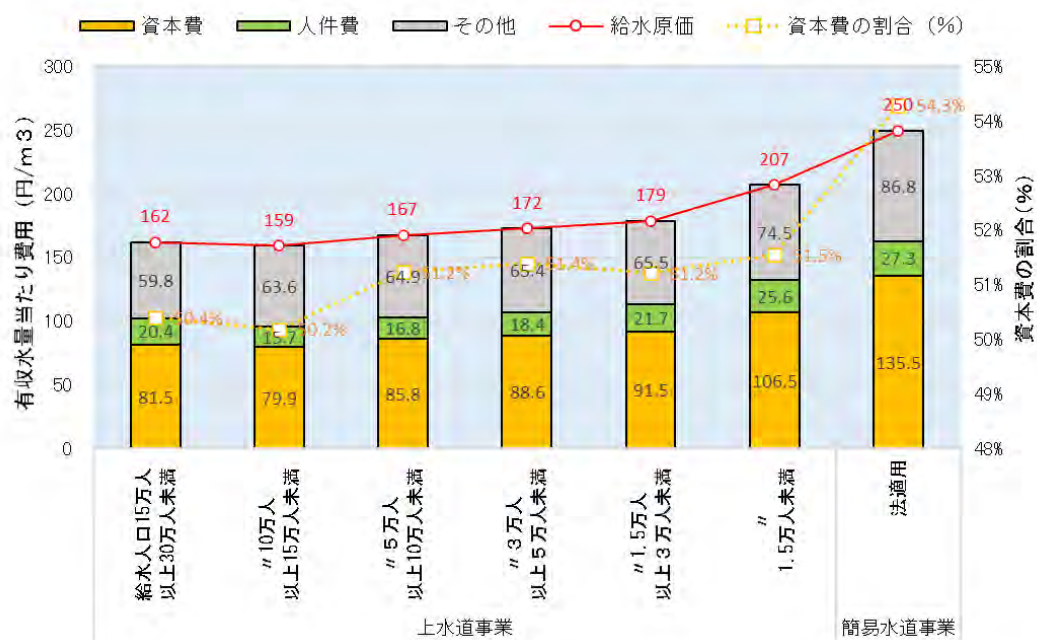
また、給水原価の内訳をみると、簡易水道では特に施設の建設等に係る資本費の割合が大きくなっている（図 1.6）。

こうした現状から事業の効率化のために水道事業の統合による規模の増大が求められている。



出典：H30 地方公営企業年鑑

図 1.5 規模別給水原価等の比較



出典：H30 地方公営企業年鑑

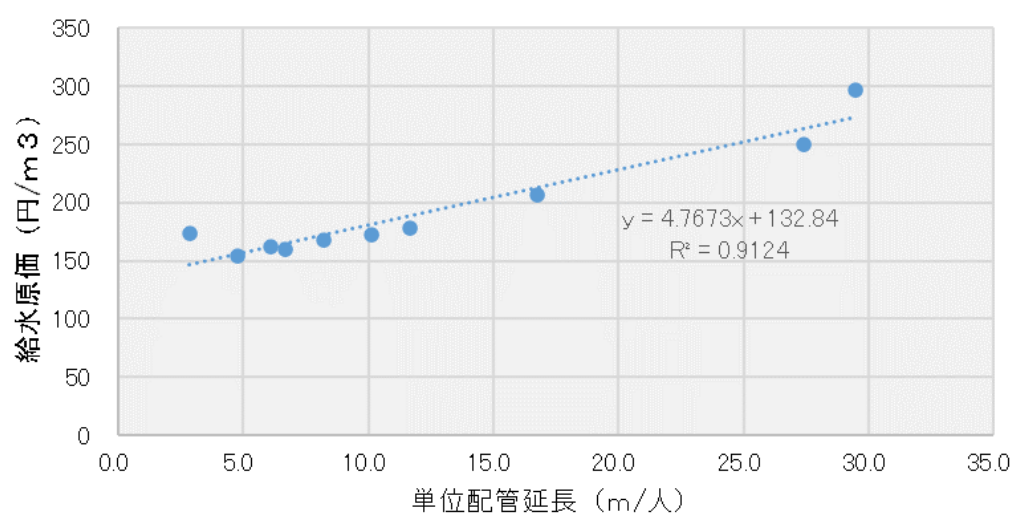
図 1.6 給水原価の内訳の比較

(3) 単位配管延長と給水原価・資本単価の関係

小規模事業体ほど給水原価が増大する要因を検討するため、事業体規模別に給水人口当たりの総配管延長（単位配管延長）と給水原価を整理し比較したのが図 1.7 である。これによれば、これらの線形的な関係が見受けられ、給水原価には、単位配管延長が関係していることが確認できる。

また、事業体規模別の単位配管延長と資本単価を整理し比較したのが、図 1.8 である。

これらから単位配管延長が資本単価に大いにかかわっており、これが給水原価に影響していることが確認できる。



出典：H30 地方公営企業年鑑

図 1.7 単位配管延長と給水原価の関係

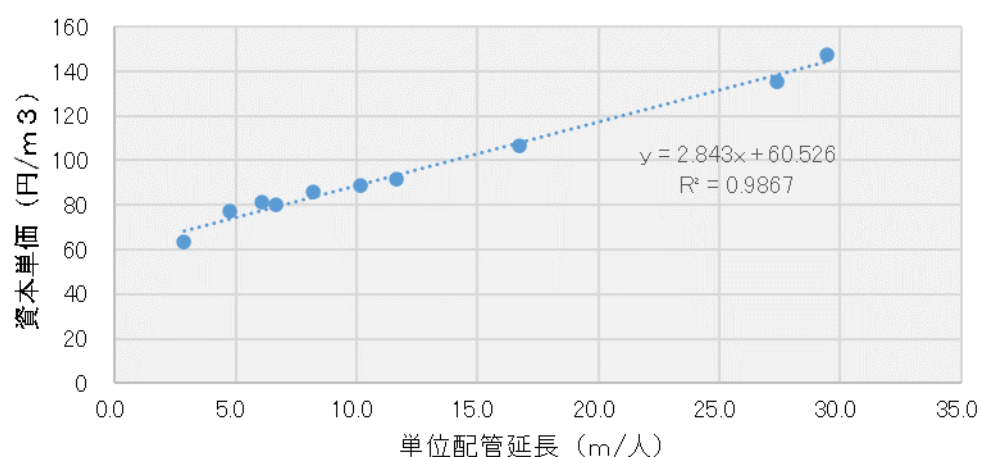


図 1.8 単位配管延長と資本単価

（４）簡易水道の単位配管延長と給水原価の関係

小規模水道における規模の影響を検討するため、簡易水道（非法適用）に関して規模別に整理しそれぞれの単位配管延長と給水原価の関係を示したのが図 1.9 である。

なお、この図には上水道事業（法適用簡易水道を含む）の給水原価と単位配管延長の関係も追記している。

この図から事業規模が小さくなるほど給水原価に及ぼす配管延長の影響が大きいことが分かる。

表 1.1 給水人口規模別単位配管延長と給水原価の関係（法非適用簡易水道）

給水人口(人)	～1万人	10～8千人	8～6千人	6～4千人	4～3千人	3～2千人
単位配管延長(m/人)	25.2	24.8	28.0	27.0	28.1	33.8
給水原価(円/m3)	309.9	280.8	291.6	272.4	309.5	349.4
給水人口(人)	2～1千人	1～0.8千人	0.8～0.6千人	0.6～0.4千人	0.4～0.2千人	200人～
単位配管延長(m/人)	42.2	46.1	49.4	37.9	58.9	77.7
給水原価(円/m3)	399.8	449.7	498.2	464.3	856.1	1,157.0

出典：H30 簡易水道事業年鑑

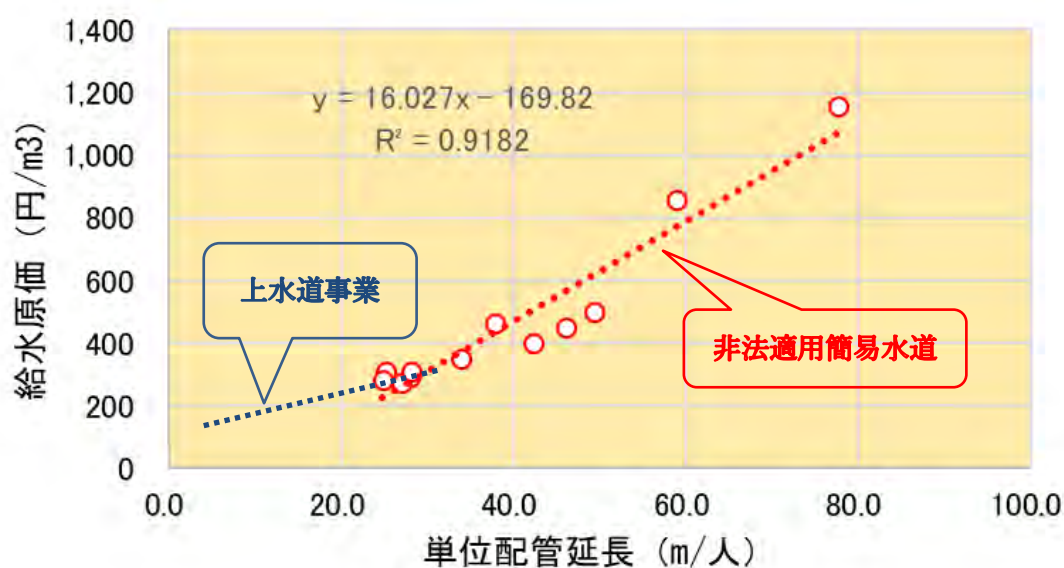


図 1.9 簡易水道に関する規模別単位配管延長と給水原価の関係

1.3 簡易水道の財政規模等による分類と評価

(1) 人口 5 千人以下の過疎市町村における簡易水道

今回の水道法改正においても、水道事業は基本的に市町村が実施するという原則は維持された。このため小規模水道の課題を検討するには、給水人口や単位配管密度など水道事業に係る課題に加え、それを支える市町村自体の財政規模等も大きな問題である。

こうした「人口減少要件」や「財政的要件」から地域の存続のための施策が必要とされた地域が過疎化地域である。

平成 12 年 4 月時点で、全市町村数は 3,229 あり、そのうち過疎市町村数 1,171 であった。その後の市町村合併により平成 31 年 4 月に全市町村数は、1,718 となり、そのうち、過疎市町村（2 条 1 項）は、647 で、その他に一部過疎市町村（3 3 条 2 項）、みなし過疎市町村（3 3 条 1 項）を含め 過疎化関係市町村は 817 となっている（図 1.10）。

一方、平成 16 度の市町村合併や平成 28 年度からの簡易水道事業の統合が進められた結果、平成 16 年に 1,202 事業あった簡易水道事業者数（特別会計ベース・非法適用）は、平成 28 年度には 678 事業となり、その以後さらに 168 事業減少し、平成 30 年度末で 510 事業となっている（図 1.11）。なお、簡易水道事業の認可ベースでの事業数は、8,068 事業（平成 16 年度）から 4,860 事業減少し、3,208 事業（平成 30 年度）となっている。

これまで進められてきた簡易水道の統合のパターンは、簡易水道事業が既存の上水道事業に統合される場合、複数の簡易水道事業が統合し上水道事業となる場合、統合後も給水人口が 5,000 人を下回り簡易水道のままとなる場合のおおむね 3 つに分類される。

このうち、統合後に上水道事業となったものは「統合上水道事業」とされ、「旧簡易水道事業等の経営に関する研究会」報告書（R2. 12 総務省自治財政局）で、それらの効果等が検討されている。それによれば、「統合上水道事業の給水人口規模は平均約 7.0 万人で給水人口規模が 1.5 万人未満の団体が、全体の約 30%を占めている。」「減価償却費等を含む資本費の平均は、上水道事業全体の平均と比べ、15%程度高い 86.4 円となっている。」等の評価がなされている。

こうした結果から、一つに統合しても上水道事業とならない行政区域内人口が 5 千人に満たない町村の簡易水道は、さらに経営的に厳しいものと推測される。

こうしたことを踏まえ、ここでは、非法適用の簡易水道について、a) 簡易水道全体、b) 過疎町村簡易水道、c) 5 千人以下過疎市町村の簡易水道に分類し、それぞれの経営状況について比較検討した。

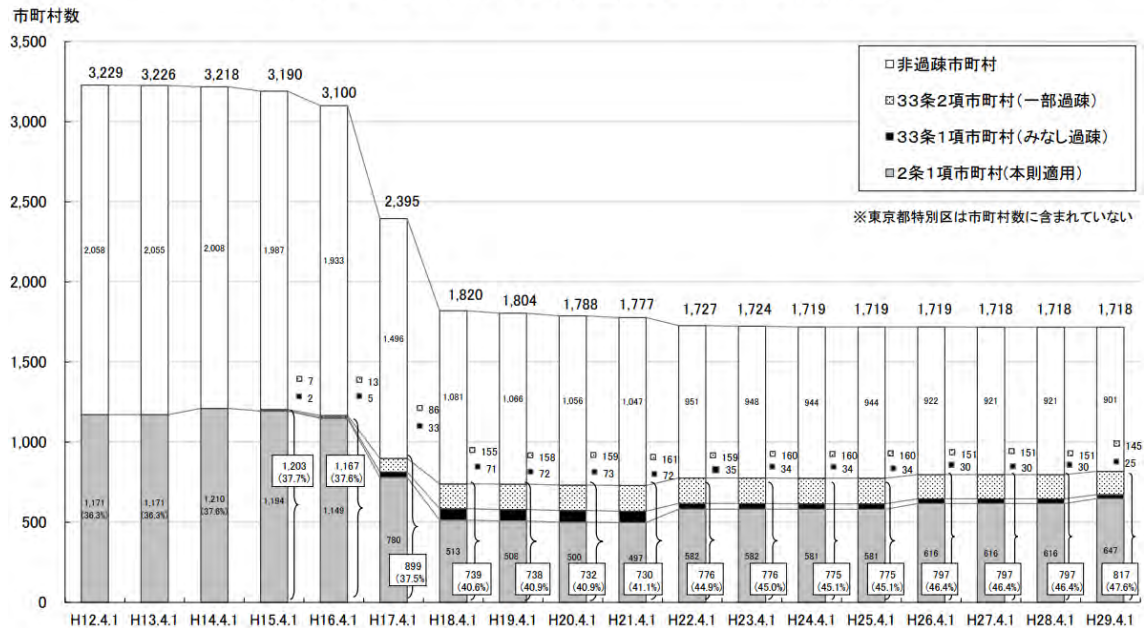
表 1.1 は、現在の過疎市町村と簡易水道の状況である。平成 30 年度末現在、非法適用の事業数は、510 か所（特別会計ベース決算統計で給水人口が未記入除く）あり、行政区域内人口は約 1,238 万人、給水人口は 166 万人である。このうち過疎市町村にある簡易水道は 340 か所、人口はそれぞれ 270 万人と 105 万人、さらに、行政区域内人口が 5 千人以下に絞ると 200 か所、50 万人、44 万人となっている。

表 1.1 過疎地域及び簡易水道の状況

平成 30 年度		行政区域内		給水区域内	
	個所数	人口 (千人)	面積 (千 km2)	給水人口 (千人)	面積 (千 km2)
過疎市町村（2 号 1 項）	647	8,420	180		
a) 簡易水道（非法適用事業）	510	12,378		1,664	1,861
b) 過疎地域簡易水道	340	2,696	96	1,050	1,401
c) 過疎地 5 千人以下簡易水道	200	498	40	435	729

出典：H30 簡易水道事業年鑑、過疎地域のデータバンク（全国過疎地域自立促進連盟）

平成12年4月1日以降の市町村数及び過疎関係市町村数の変遷



出典：過疎関係市町村数の変遷（平成 29 年 4 月 1 日現在）（総務省地域力創造グループ）

図 1.10 全国市町村数と過疎関係市町村数の推移

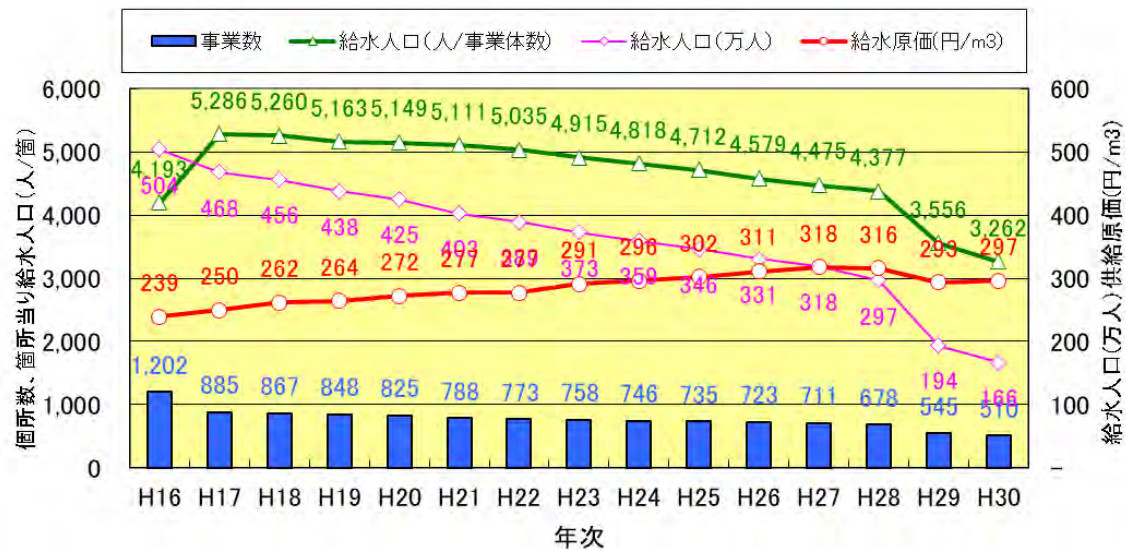


図 1.11 最近の簡易水道事業（非法適用）の推移

(2) 簡易水道事業の分類別の状況

図 1.12 は、簡易水道の分類別の有収水量当たりの費用内訳等の比較である。

これによれば、給水原価は、a) 簡水全体が 297 円/m³ に対して、b) 過疎市町村にある簡水では、317 円/m³、さらに、c) 人口 5 千人以下では、333 円/m³ に増大している。

内訳では、企業債償還金が、それぞれ 121 円/m³、134 円/m³、141 円/m³ と増加しており、これが給水原価の増加の大きな要因となっている。

また、これらの分類ごとに給水人口別に比較すると、給水人口 3 千人以上では、ほとんど差はないが、それ以下では給水人口が減少するほど給水原価等は上昇する傾向にある。

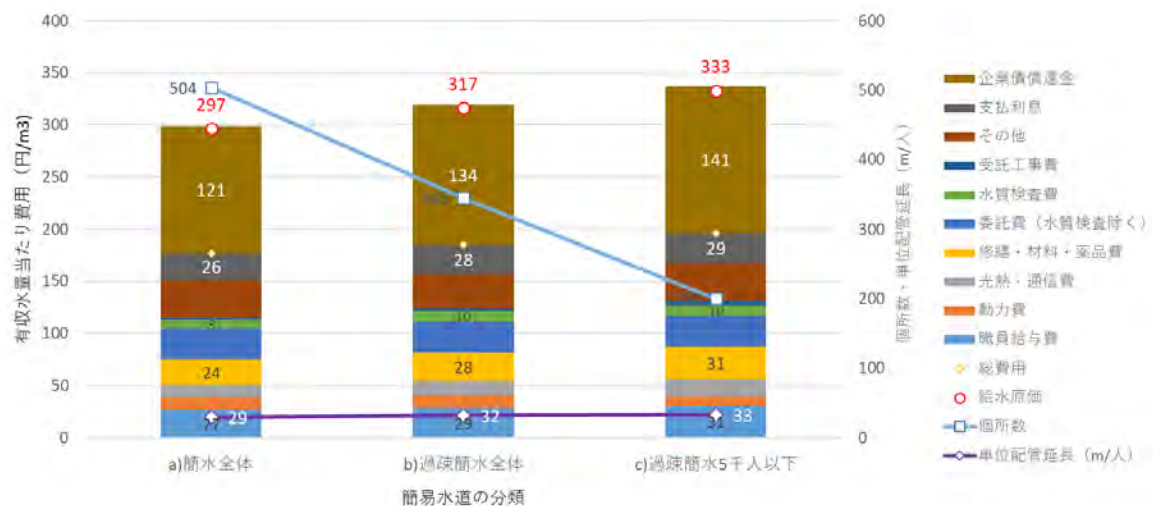


図 1.12 簡易水道の分類別有収水量あたり費用比較

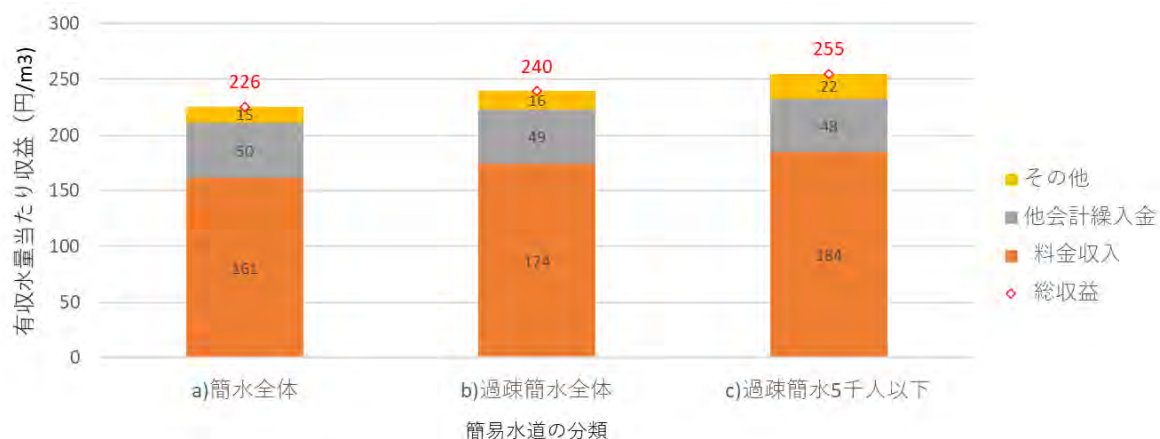


図 1.13 簡易水道の分類別有収水量あたり収益の比較

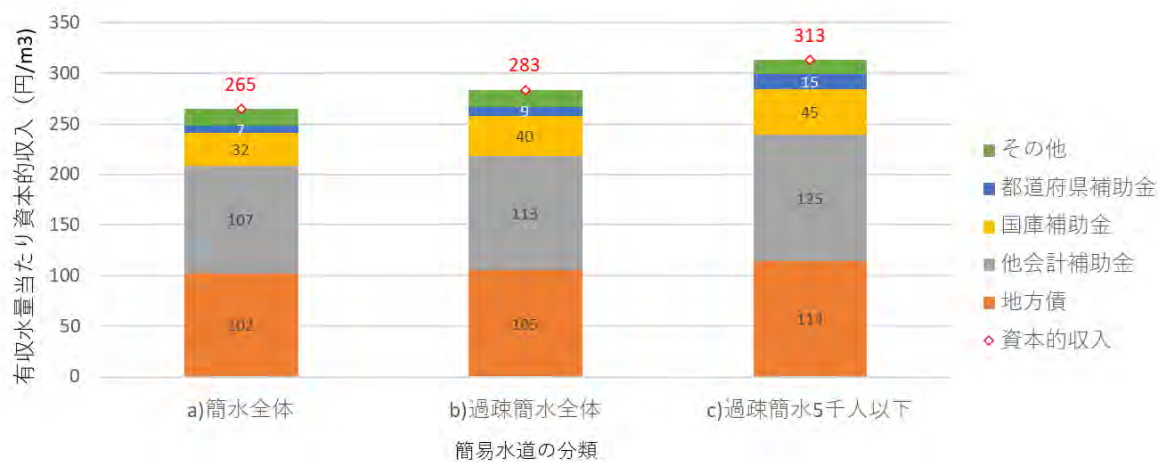


図 1.14 簡易水道の分類別有収水量あたり資本的収入の比較



図 1.15 簡易水道の分類別有収水量あたり資本的支出の比較

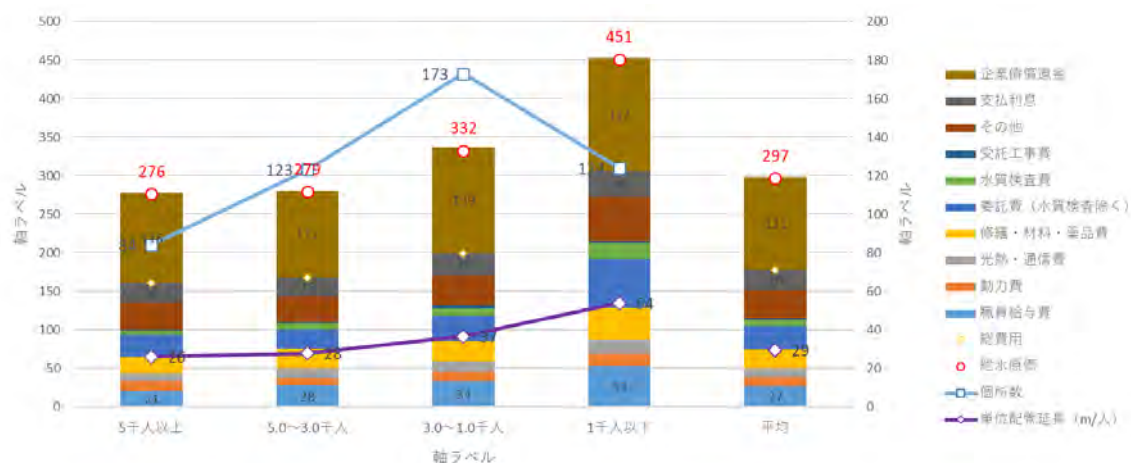


図 1.16 a) 簡易水道（非法適用）全体の給水人口別費用比較

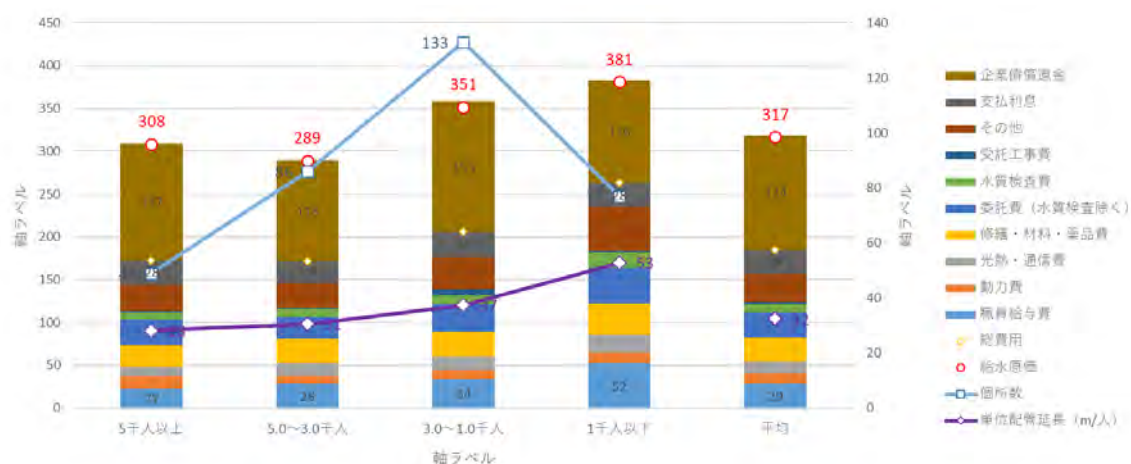


図 1.17 b) 過疎地簡易水道（非法適用）の給水人口別費用比較

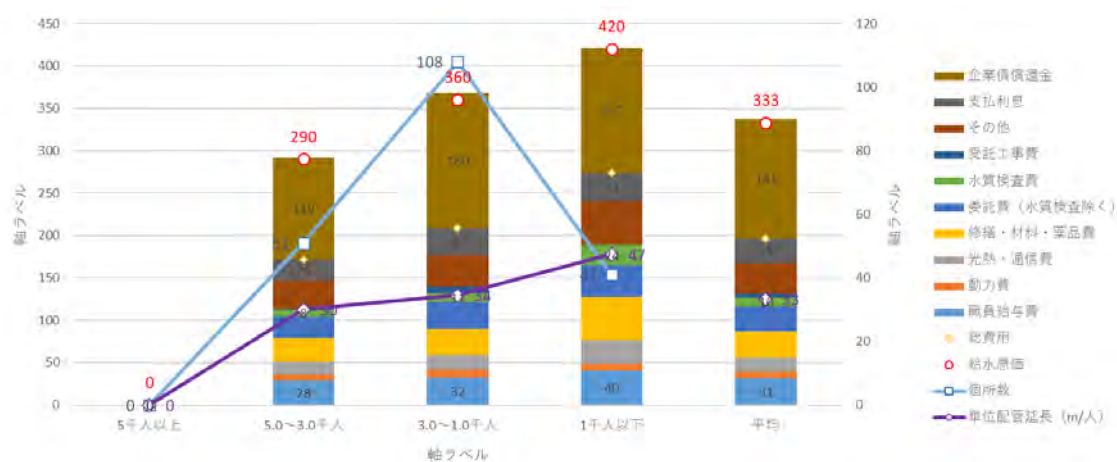


図 1.18 c) 過疎地人口 5 千人以下簡易水道の給水人口別費用比較

(3) 過疎地人口 5 千人未満の簡易水道のブロック別状況

最も経営条件が厳しい過疎地町村の人口 5 千未満の簡易水道の給水原価等を地域ブロック区別に比較したのが図 1.19 である。

これによれば、近畿ブロックが給水原価と資本単価ともに最も高くなっており、このブロックには、奈良県に 11 事業体、和歌山県に 5 事業体、京都府に 4 事業体、合わせて 20 事業体が存在する。

府県別の比較では、奈良県の給水原価が 515 円/m³、資本費が 342 円/m³と最も高く、京都府が 477 円/m³、286 円/m³、和歌山県が 370 円/m³、183 円/m³となっている。

単位配管延長もこの順で、42m/人、24 m/人、20 m/人となっており、地理的条件や人口規模が給水原価の高騰を招いていることが確認できる。

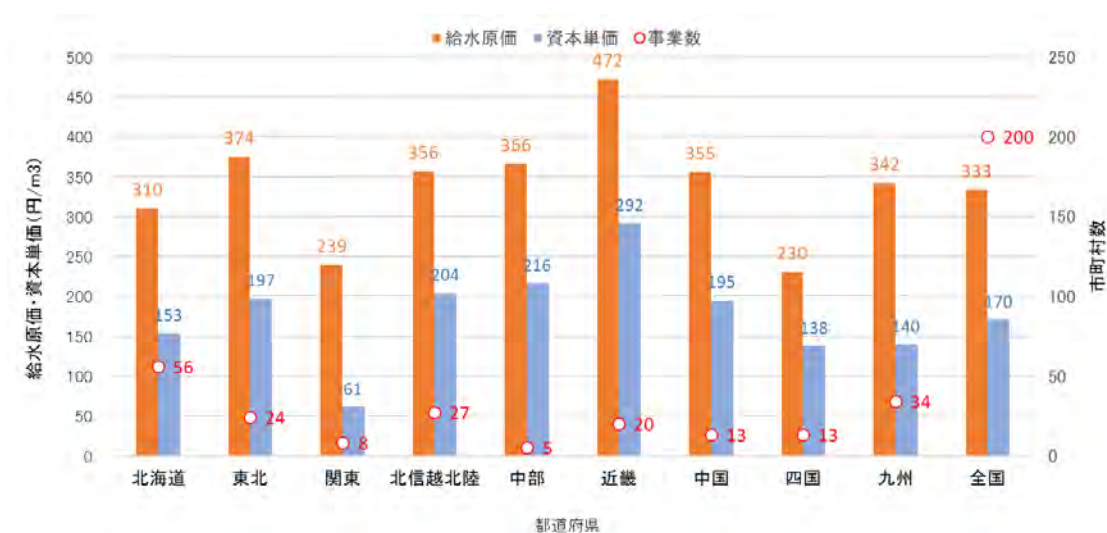


図 1.19 ブロック別の過疎地人口 5 千人以下簡易水道の数と給水原価等の比較

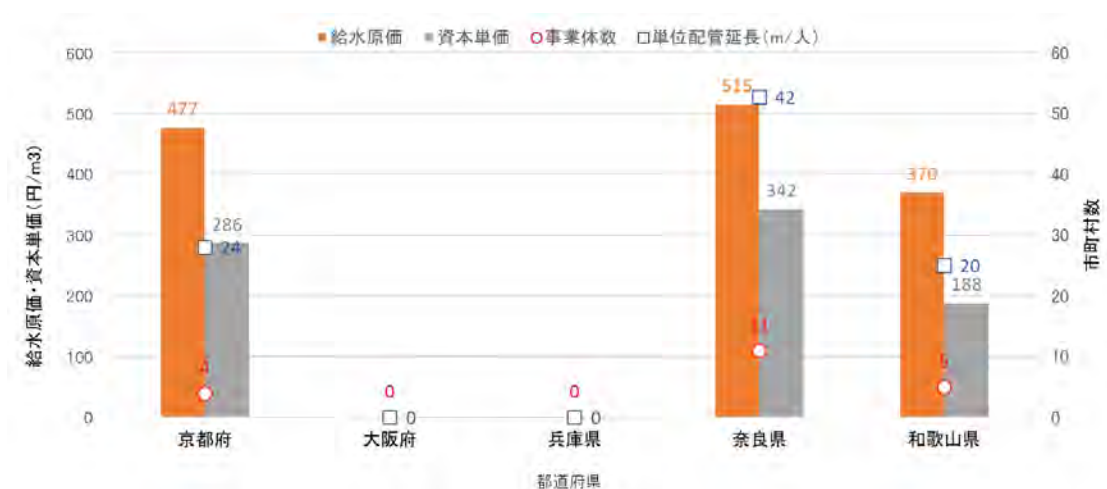


図 1.20 近畿ブロックの過疎地人口 5 千人以下簡易水道の数と給水原価等の比較

3.4 近畿圏での過疎地域の小規模水道事業の検討

(1) 近畿の3府県での経営状況の比較

近畿ブロックの3府県の過疎地人口5千人未満の簡易水道の経営状況について比較したのが図1.21～図1.24である。図1.21から有収水量当たりの費用については、3府県とも大差はないが、奈良県の給水原価が高い要因は、企業債償還額が大きいこと、また、図1.22からは収益が最も多い京都府の要因は他会計繰入金が大きいことがわかる。

さらに、図1.23からは資本的支出が最も多い奈良県は、企業債償還金が多いこと、建設改良費の投資は和歌山県が最も多いこと、一方、図1.24からは資本的収入も奈良県が最も多いが、これは他会計補助金が多いことによることなどが知れる。

これらのことから、3府県の中では、奈良県の簡易水道が最も経営的に厳しい状況にあり、次に京都府が厳しく、和歌山県が比較的健全であることが伺える。

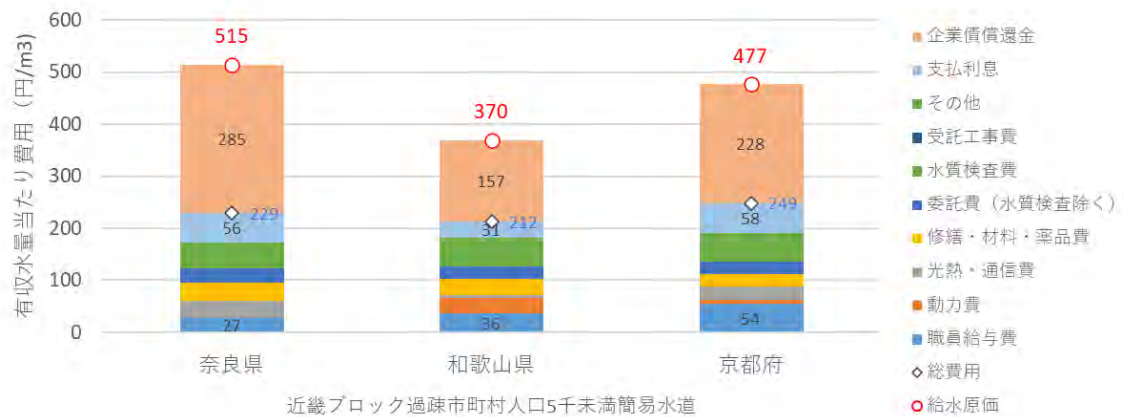


図 1.21 3府県の有収水量当たり費用等の内訳

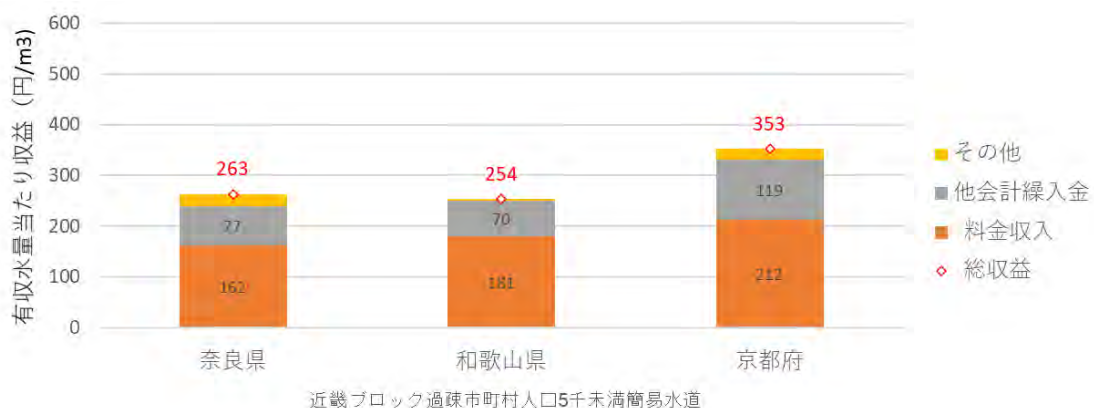


図 1.22 3府県の有収水量当たり収益の内訳

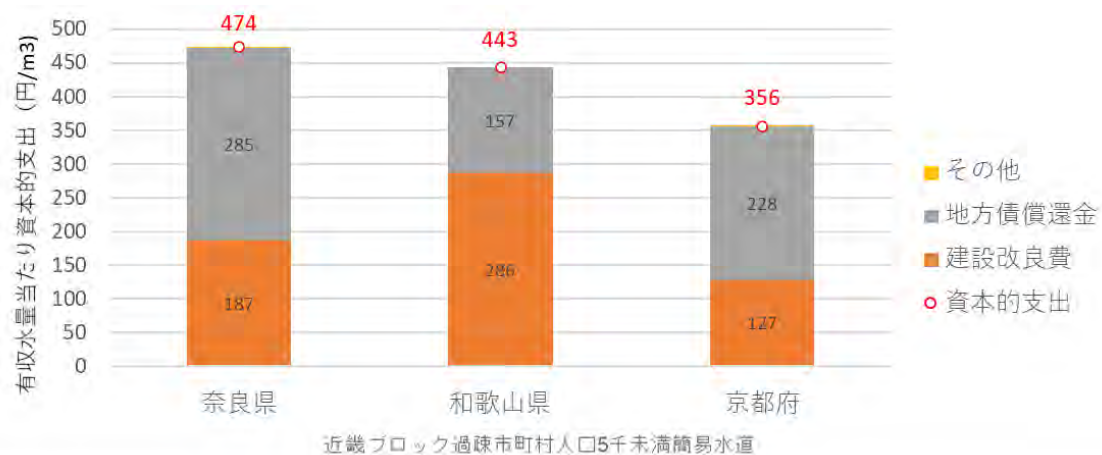


図 1.23 3 府県の有収水量当たり資本的支出の内訳

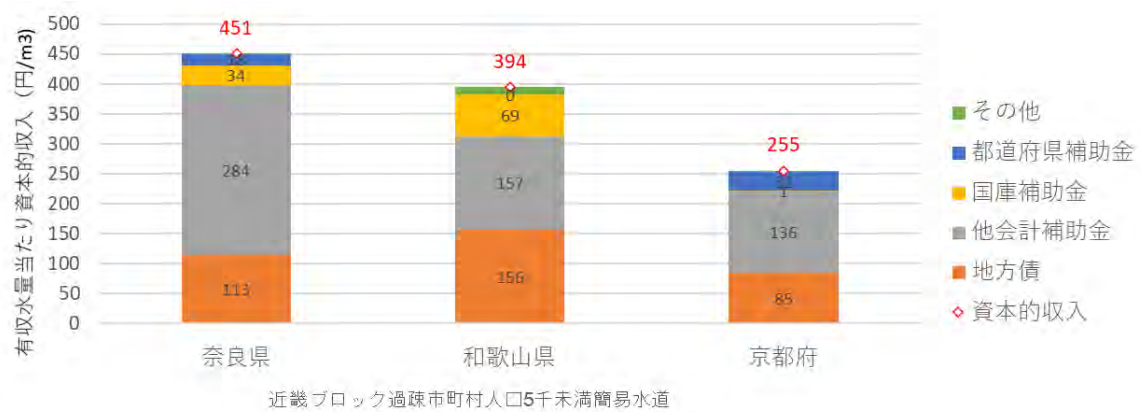


図 1.24 3 府県の有収水量当たり資本的収入の内訳

（２）奈良県の過疎地人口５千人以下の各簡易水道事業の経営状況

近畿ブロックの３府県の中で最も経営の厳しいと想定される奈良県内の各簡易水道事業の経営状況について比較したのが図 1. 25～図 1. 28、また、主な経営指標を比較したのが表 1. 2 である。

図 1. 25 から給水原価が高いのは野迫川村（855 円/ｍ³）、十津川村（849 円/ｍ³）、川上村（656 円/ｍ³）で、川上村では企業債償還額と支払利息が給水原価の 88％を占めている。

また、収益への他会計からの繰り入れ割合が大きいのは、野迫川村 75％、天川村 57％、川上村 54％の順となっている（表 1. 2）。

企業債残高に対する給水収益の割合が、大きいのは、順に、川上村 6, 093％、十津川村 4, 727％、野迫川村 4, 635％である。

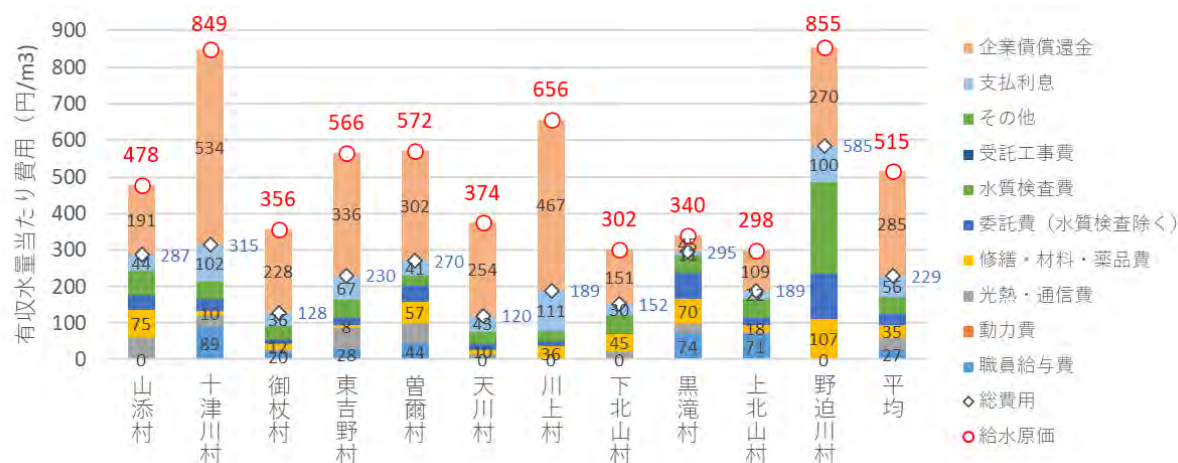


図 1. 25 奈良県内の有収水量当たり費用等の内訳

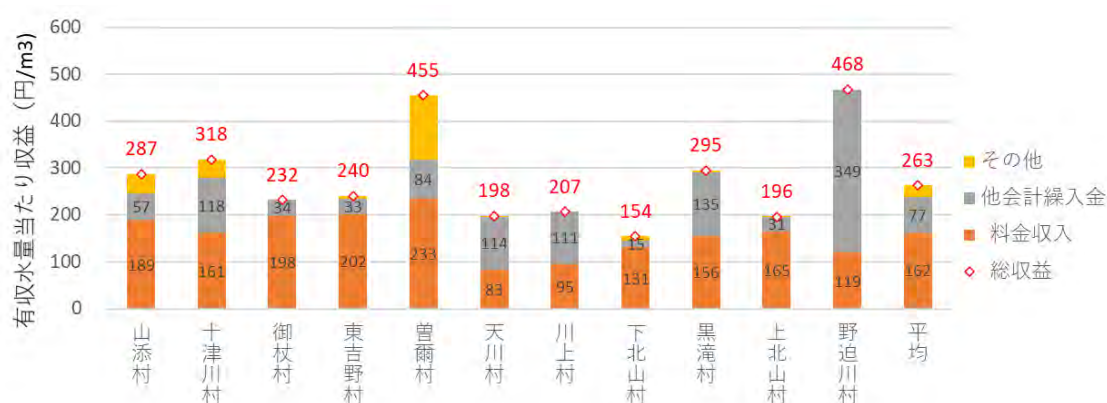


図 1. 26 奈良県内の有収水量当たり収益の内訳

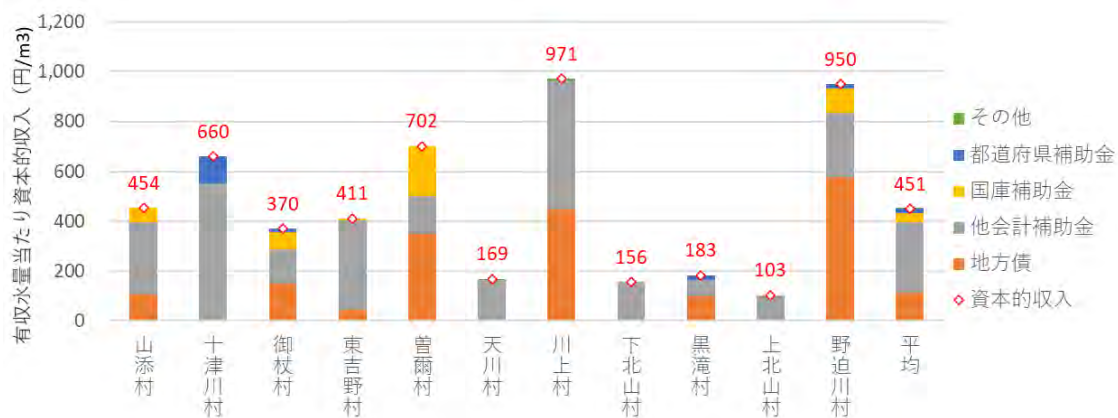


図 1.27 奈良県内の有収水量当たり資本的収入の内訳

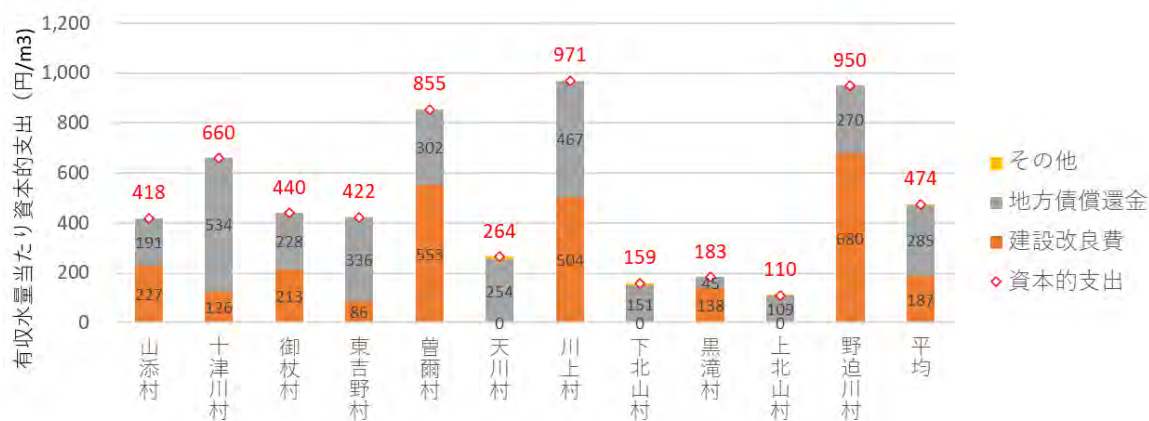


図 1.28 奈良県内の有収水量当たり資本的支出の内訳

表 1.2 奈良県内人口 5 千人未満の過疎地域の簡易水道の経営状況比較

	給水原価 (円/m3)	料金回収 率(%)	他会計繰 入率(%)	他会計補 助金(%)	企業債残高 収益比率(%)	単位配管延 長(m/人)
山添村	478	60.1%	19.8%	63.5%	902.6%	34.1
十津川村	849	37.5%	37.3%	83.6%	4726.5%	46.0
御杖村	356	65.1%	14.6%	37.2%	704.5%	29.4
東吉野村	566	42.5%	13.9%	87.5%	1877.2%	56.3
曽爾村	572	79.6%	18.5%	21.5%	2217.1%	32.4
天川村	374	52.9%	57.4%	98.2%	2537.2%	27.1
川上村	656	31.5%	53.9%	53.2%	6092.5%	58.8
下北山村	302	51.0%	9.6%	100.0%	1773.4%	45.5
黒滝村	340	87.0%	45.7%	36.6%	1818.9%	60.3
上北山村	298	65.7%	15.7%	100.0%	1029.1%	36.3
野迫川村	855	54.7%	74.6%	27.0%	4634.6%	59.5
平均	515	51.1%	29.2%	63.1%	2174.9%	41.7