

- ・研究課題名・研究番号 人口減少を踏まえた生活排水処理施設整備手法の評価システムの構築 (K2008), (K2151)
- ・国庫補助金精算所要額 (円) 13,627,000
- ・研究期間 (西暦) 2008～2009
- ・代表者名 細井由彦 (鳥取大学)
- ・共同研究者名 城戸由能 (京都大学防災研究所)  
 関川貴寛 (静岡県立大学環境科学研究所)  
 小川 浩 (財団法人環境整備教育センター)  
 山本康次 (大阪府立公衆衛生研究所)  
 奥村早代子 (大阪府立公衆衛生研究所)

## 1. 本研究の目的

本研究では生活排水対策の適正かつ効率的な普及を図る観点から、小規模自治体が直面している少子高齢化や行財政の状況を考慮した、実行可能な生活排水処理施設整備を検討する手法の構築を行う。循環型社会を形成するためには、汚水や汚泥の処理処分に関わる静脈系システムの構築がポイントである。人口が少ない地方の市町村においては、これらは未だ整備途上にある場合が多い。さらに人口や財政面で厳しい事情をかかえており、それぞれの状況に対応したシステムの整備と運営方法が必要とされている。

人口密度が低くかつ減少が進む地方においては、社会基盤整備において、集積のメリットが働きにくく経済的効率性が悪い。また整備や施設利用の期間が長いにもかかわらず、その間に人口の減少が進むという問題がある。さらに財政状況は厳しい状況にある。このような中で、人口減少が進む地方の自治体において、汚泥の処理も含めた、汚水処理システムを構築し運営していくための手法の検討を行う。とくに本研究の特色として、研究成果を実務で利用することができるように、事例集の作成とソフトウェアの作成を行う。

## 2. 研究方法

図1に本研究の全体概要を示す。生活排水処理施設整備の現状や課題を把握するためのアンケート調査やヒアリングを行う。集合処理、個別処理及びそれらを組み合わせた場合の整備、維持管理費用を、これまでの研究では考慮されていなかった人口減少の影響を考慮して、施設耐用年数の異なる処理方式の費用を比較し評価する手法を開発する。

未整備地域の現況をみ

ると、すでに単独浄化槽を使用している世帯も多い。整備後、くみ取り世帯や単独槽世帯が集合処理あるいは合併処理浄化槽へ切り替えをどの程度行うかの予測や、その促進策の検討も必要である。そこで

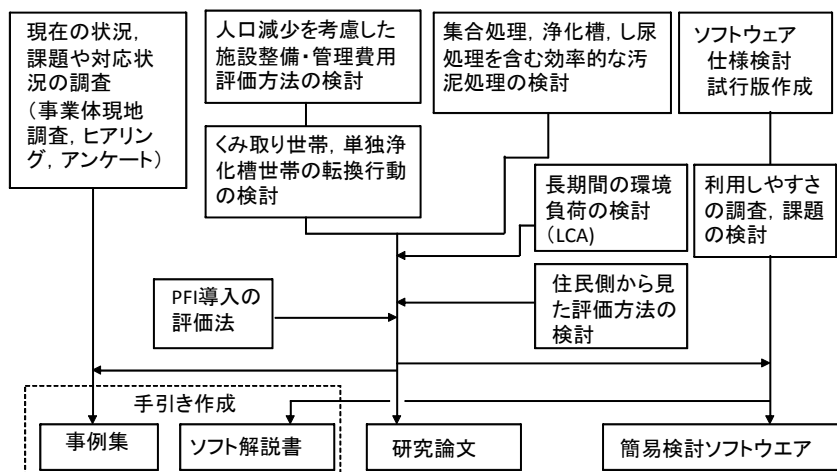


図1 本研究の全体概要

整備された処理施設への住民の切り替え行動について検討を行う。

浄化槽による処理においては、し尿処理も含めた汚泥処理体系を検討する必要がある。浄化槽汚泥処理の実態や技術開発の状況を調査し将来の課題を検討する。また効率的な収集処理体系について検討する。経済効率性、環境効率性の両面からの評価を行うために、生活排水処理施設整備のライフサイクルアセスメントの実施方法を開発する。

個別処理が有利と判断された場合に、自治体が直接行うか、民間の活力を利用した PFI 事業で実施するか、各種の条件のもとでその選択評価を行う手法を開発する。

以上の結果をまとめるとともに、実際の事業体で成果を利用できるように、事例集と検討手法の解説からなる手引き書と、費用をかけずに自治体職員が整備方法と事業の実施方法を検討できるコンピュータソフトを作成する。

### 3. 研究成果

研究成果は 4 部 12 章と付録が 2 章、ソフトウェアの入った添付 CD-ROM からなる総合報告書及び別冊の「生活排水処理事業事例集」としてとりまとめられた。総合報告書では第 1 章「はじめに」に続いて、第 I 部「現状と課題」は第 2 章で構成されアンケート調査の結果について述べた。第 II 部は「経済性から見た生活排水処理施設整備の評価」と題し、第 3 章から第 6 章で構成され、人口減少下における生活排水処理施設整備を経済効率的に検討する方法を述べている。第 III 部「環境に対する影響から見た生活排水処理施設整備の評価」では第 7 章で生活排水処理施設のライフサイクルアセスメントを取り上げている。第 IV 部は「住民の効用から見た生活排水処理施設整備の評価」と題し、第 8 章から第 10 章において、住民の視点や行動を考慮した検討を行っている。第 V 部「生活排水処理施設整備計画に対する支援」は第 11 章と第 12 章からなり、経済的な生活排水処理施設の整備と PFI の導入を検討するソフトウェアの開発及び、生活排水処理に関する事例集の作成について記述している。付録 1,2 はそれぞれ、生活排水処理施設整備計画策定財政支援ソフトと PFI 導入判定ソフトの使用マニュアルである。

以下、総合報告書の章の順に沿って成果の概要を述べる。

### 4. アンケート調査による浄化槽を利用した生活排水処理に関する現状と課題（総合報告書第 2 章）

生活排水の処理に浄化槽を利用している自治体を対象にして、その実情や課題に関する情報を収集し整理して、今後の整備に活用することを目的としてアンケート調査を実施した。アンケートは平成 20 年度浄化槽普及促進ハンドブックより、現在浄化槽による生活排水処理を実施しているという情報を得た自治体に対して送付（1408 通）した。615 件の回答を得られた。アンケートの設問は 27 項目からなるが、その内容の概略は次のようなものである。

- ・生活排水処理計画の見直しの状況
- ・浄化槽事業の内容
- ・市町村設置型の浄化槽事業を実施している場合その内容や課題

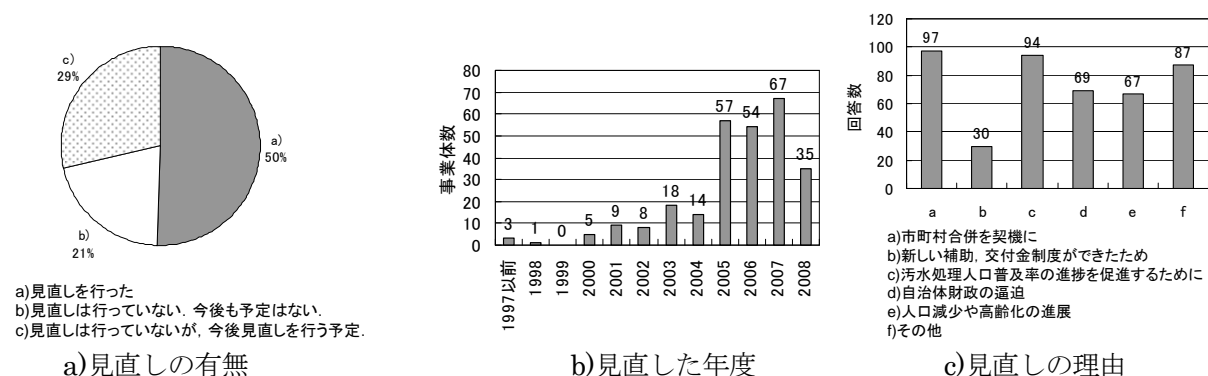


図 1 生活排水処理計画の見直しに関するアンケート回答

図 1 に回答の一部を例として示すが、生活排水処理計画の見直しを行った自治体が 50.6%、今後見直しを行う予定が 28.7%あり、多くの自治体で生活排水処理計画を見直す傾向にある。見直しを行った年度については、2005 年からの 3 年間が多く、見直し理由と合わせて考えると、市町村合併や人口減少・

高齢化とともに市町村の財政の立て直しが切迫した課題となって顕在化してきた時期に見直しが集中したと推測される。

本アンケートの内容は実務者が使いやすくするために後に述べる事例集として別途課題別にとりまとめている。

## 5. 生活排水処理方法の選択手法（総合報告書第3章）

生活排水の処理を集合処理で行うか浄化槽による個別処理で行うかは、家屋の密度や地形などをもとに経済性を考慮して決定される。これまでは現人口をもとに施設の建設費や維持管理費を求めて年あたり平均費用を算定し、集合、個別処理の優劣を比較する方法で検討されてきた。しかしこの方法では施設の耐用年の間は人口が固定であると仮定しており、人口減少が顕著な場合にはその影響も考慮する必要がある。

集合処理と個別処理を考えた場合、利用の自由度は集合処理の方が少ないといえる。すなわち集合処理ではいったん整備がされれば全ての世帯が、施設が存続する期間それを利用することになる。また利用者が減少しても施設は同じものが利用される。一方、個別処理の場合には利用は各世帯の自由であり、利用世帯の変動に応じて利用される施設数も変動する。また耐用年数も集中処理より短く、いったん使用を初めても、途中で状況の変化に応じて、再度集合処理の整備を検討することも可能である。そこで費用比較の検討は集合処理を選択した場合に、その施設を利用し終わるまでの費用を、個別処理で実施した場合の費用と比較するのが妥当であるとの考えのもとで、その間の人口減少も考慮した費用比較の手法を提案した。

図2に結果の一部を示す。本図はある集落を集合処理で整備するとした場合に必要となる管路延長に対して家屋数がいくらかで集合処理と個別処理の経済的優劣が変わるかを示している。たとえば現家屋数が100戸の場合、従来の手法に対応する年間人口減少率が0%の場合は、管路延長2560mが限界であるのに対し、年間人口減少率を1.0%とすると1240mが限界になる。従来の手法では集合処理が有利な場合でも人口減少を考慮すると個別処理を採用する方が適切である場合が現れることを示している。

以上のように、人口減少に配慮してより現実的な処理方法の判定手法を示すことができた。

## 6. 人口減少を考慮した生活排水処理施設整備費用の評価方法（総合報告書第4章）

生活排水処理計画の策定や既存計画の見直しを行う上で、浄化槽による整備事業では建設費と維持管理費の実績値をもとに算出するが、管路施設が付加される集合処理では、その費用関数を用いた事業計画を立案し個別処理との比較を行っている。しかし、費用関数による事業費と実態との比較が、必ずしも十分検討されてきているとは限らない。また、今後の行財政状況や施設の劣化・更新及び改築を踏まえ、地域に見合った集合処理と個別処理との棲み分けを検討するうえでも、実態の把握はきわめて重要な課題である。

そこで、公共下水道と農業集落排水事業による集合処理について、建設費及び維持管理費に関する費用関数とその実績値を解析し比較検討した。その結果、処理施設の建設費について、費用関数による計算値と実績値を比較すると95%以上の施設で計算値よりも実績値が高く、施設の規模が大きいほどその傾向は顕著であることが明らかとなった。処理施設の維持管理についても実績値が計算値の1.7倍となる状況であり、管路施設にいたっては建設後の経年変化に応じてさらに高額となる傾向が示された。その要因として、処理施設の設計仕様や汚水量の原単位が必ずしも実態を反映していないためと考えられる。

## 7. PFI手法を導入した浄化槽整備事業（総合報告書第5章）

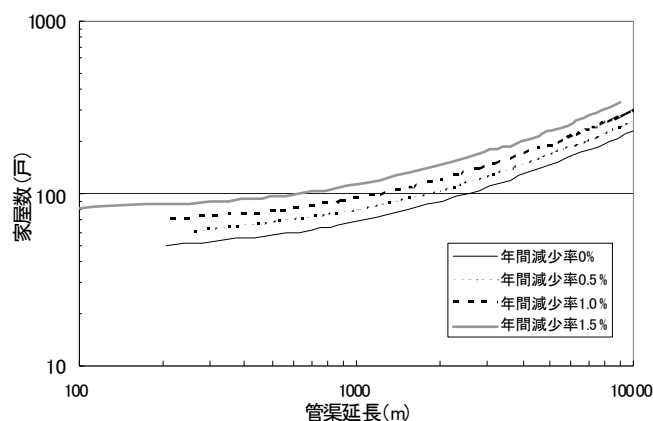


図2 集合・個別処理を判定する家屋数と管路延長の関係

浄化槽整備事業では、特定地域生活排水処理事業（現在の浄化槽市町村整備推進事業）に平成14年度からPFI事業が認められた。浄化槽整備のPFI事業では、BTO (Build Transfer Operate) 方式を採用し、民間事業者が自ら資金調達を行い、施設を建設した後、施設の所有権を公共に移転し、施設の維持管理・運営を民間業者が行なう方式を対象としている。民間事業者（市町村がPFI法に基づき選定した事業者）が民間資金、経営能力を活用し、市町村に代わって、浄化槽の設置と維持管理を一体的に請け負い、市町村とPFI事業をおこなう事業体と長期の契約を行い、効率的かつ効果的に浄化槽の整備と適正な維持管理ができるものとして、市町村の財政的、事務的負担の軽減と民間企業の育成と民間活力の促進等に資するものと考えられている。PFI事業の契約により整備した浄化槽を一括して、市町村が買い取る費用（翌年度または当該年度末に1年間分を一括して買い取る方法）に国庫補助が行なわれる。

浄化槽整備事業に関しては、「浄化槽整備事業へのPFI手法導入ガイドライン」が（社）全国浄化槽団体連合会により示されている。これらの資料やすでに先行している事業者に対するアンケート調査をもとに、浄化槽事業にPFIを導入する場合の課題を検討し、PFIの実施手順をとりまとめるとともにマニュアルの作成を行った。提案された実施手順を図3に示す。

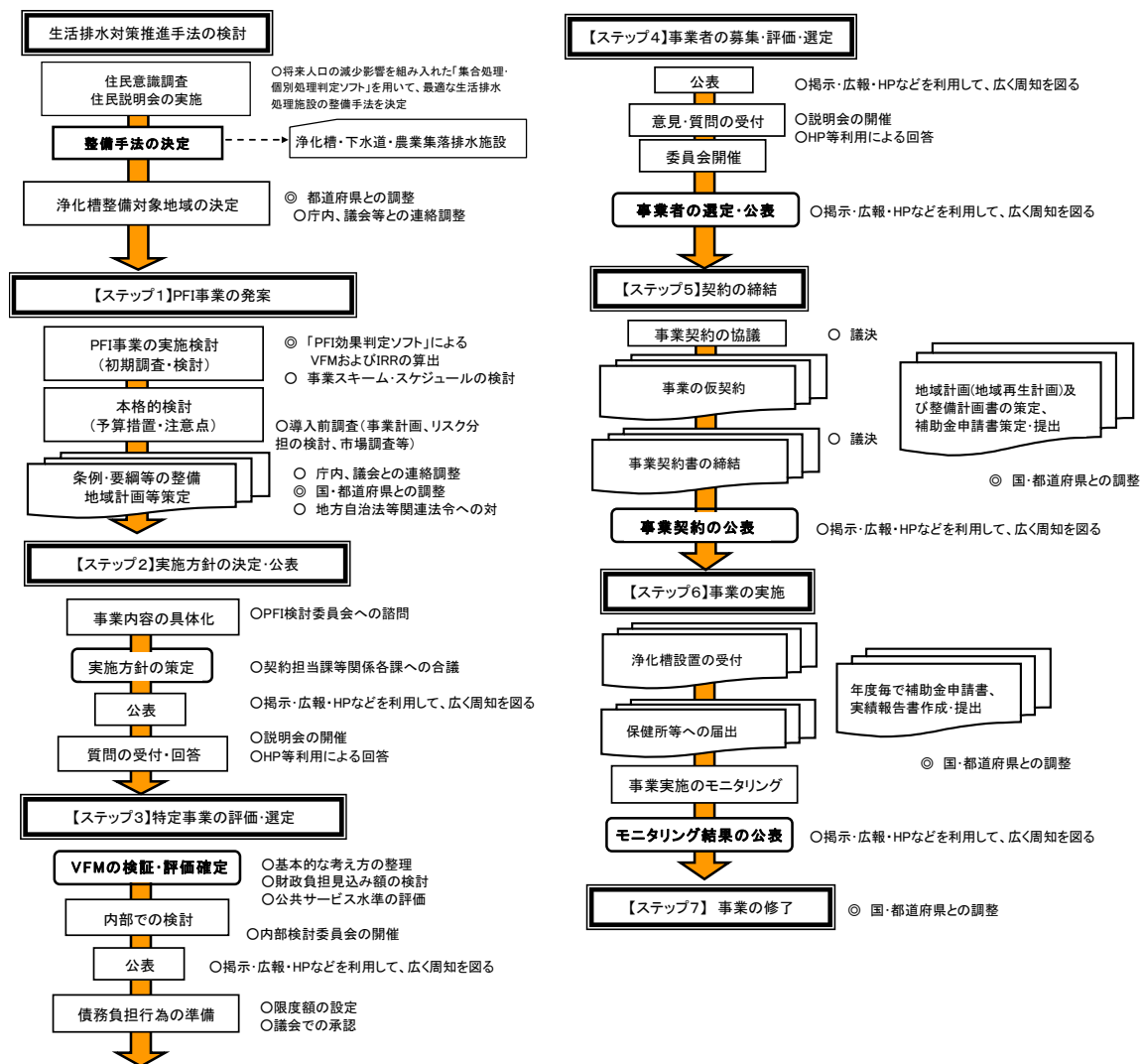


図3 PFIによる事業実施の手順

## 8. 浄化槽汚泥処理の経済性に関する検討（総合報告書第6章）

汚泥処分に係るコストの増加が予測され、その効率化は今後の大きな課題である。この課題を解決する手段として様々な汚泥の再利用技術、およびその前段階の汚泥脱水技術の開発が行われている。そこで、し尿及び浄化槽汚泥の処理状況と処理施設から発生する汚泥の再利用技術に関する調査を行った。

し尿処理施設や下水処理施設から発生する汚泥の含水率は通常 80～98%であるため、その後の処理の前処理として脱水し含水率を 55～75%とする。し尿処理施設から発生する大半 (56.6%) の汚泥が脱水処理後、焼却処理されている。脱水によるケーキ重量や体積の削減は、焼却処分における焼却燃料の節減および運搬費用の低減に直接影響するので、効率の良い汚泥脱水技術の開発が期待されている。

汚泥の資源化は主にメタン回収、助燃剤化、リン回収、堆肥化、乾燥、炭化等の技術を用いて行われている。メタン回収は有機性廃棄物を嫌気性細菌の作用により発酵させ、メタン生成と同時に原料の減量化・安定化を図る技術である。さらにその時に発生する熱の利用 (温水利用等) も行われている。堆肥化は、好気性条件下で堆積し発酵堆肥を製造する技術である。最近では製品の価値を高めるために製品粒径の均一化や非堆肥化物を除去するためのふるい分け、機械撒きを可能にする成形、製品の袋詰め等を行う。また含水率70%以下の汚泥であれば助燃剤として利用できる。

脱水機における現在の採用原理は過去と異なってきており、現在の真空濾過機には圧搾機能が付加されているのもあり、高脱水が図られている。加圧脱水機は、圧力を上げる以外に濾過速度の向上が求められており、構造をシンプルにし、濾過脱水以外の部分の時間の短縮が図られている。また乾燥機能の付加については、電気的な機能の付加やスチームを通して温度を上げる技術の開発が進められている。

遠心脱水機、遠心分離器は、機械自体がかなり完成されており、現在の方向性は低動力化である。ベルトプレスにおいては電気浸透法が開発が行われている。またスクリーンプレスは、高効率化、性能アップ、省スペースという方向で開発されている。汚泥調質関連は汚泥調質装置における凝集、超音波、キャビテーションなど様々な技術が開発されている。

浄化槽から発生する汚泥の輸送に関する解析を GIS を利用して行った。GIS を利用することで、将来に人口が減少した場合との比較検討を可能にし、かつ可視化も行える利点がある。事例として、鳥取県を取り上げて検討した。結果の一例として、図 4 に各地域から最寄りの処理場までの汚泥の輸送距離を示している。輸送車の輸送距離は 8.3km となった。これをもとに各地域から発生する浄化槽汚泥の最寄りの施設までの年間の総輸送費を求めた。その計算結果全地区の輸送費をあわせた年間総輸送費は 30,180 千円となった。つぎに西部地区の 4 つの処理場を 1 箇所に統合した場合について同様の計算を行った。輸送距離の単純平均は 11.2km となり、年間の総輸送費は 40,923 千円となった。

このように GIS ソフトを利用することにより汚泥の発生量や所定の位置からの輸送距離などを計算することができる。これを応用することで費用や CO<sub>2</sub> 排出量などの計算が可能になる。

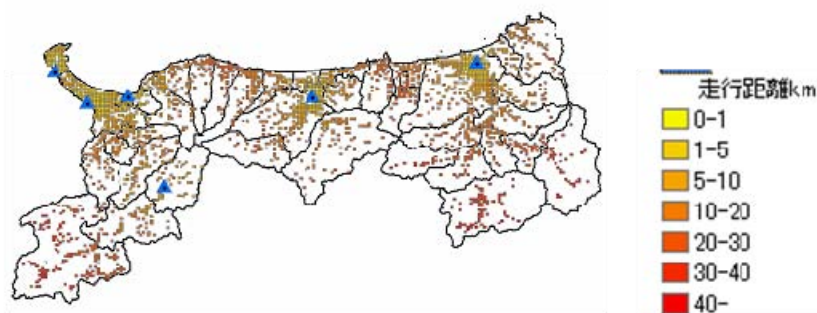


図 4 各地域から最寄りの処理場までの輸送距離

## 9. 下水道及び浄化槽のライフサイクルアセスメント (総合報告書第 7 章)

人口減少が予見される中山間地域における小規模生活排水処理事業の総合的な環境負荷削減効果を評価するために、生活排水処理システムの費用効果分析とライフサイクル環境負荷の算定を行い、経済効率と環境効率の両側面からの評価を行った。

生活排水処理施設の LCA を実施する上では、処理施設の素材製造・施設建設・輸送・供用および廃棄段階の全てを通して直接的・間接的に消費される資源・エネルギーおよび排出される環境負荷を積算する必要がある。そのためには、まず処理システム全体の構造等の評価対象範囲と評価期間を設定し、その範囲内でのライフサイクルプロセスを定義した上で、それぞれのプロセスに関わる素材分量や工程を特定し、それぞれの素材・行程に係る原単位を収集・整理する。とくに、下水道施設に特有の管路敷設

や浄化槽の躯体については一般的な産業分類項目として取り扱われず、他の機械類等を包括して評価されている原単位を用いることなく、それぞれの特徴を考慮した素材や工程別に積算する必要がある。

まず下水道施設と浄化槽を対象としたライフサイクルアセスメントを行った。結果の例を図5、表1に示す。つぎに経済効率と環境効率の指標を定義した。それらをもとに、生活排水処理施設のライフサイクルアセスメントを実施した。解析対象集落として人口規模1,000人程度で、集落形態や戸数・人口密度などについてはある程度の幅をもった中山間地集落を5集落選定した。生活系排水処理事業計画の敷設管路や浄化槽設置基数などの詳細設計段階の諸元データに基づき、対象地域の住宅地図に基づいて年度ごとの整備区域を設定して、下水道システム(集落排水事業)による集合処理と合併浄化槽による個別処理の整備を単独あるいは併用させた代替案について、その建設および維持管理に要する費用、事業期間内の生活系排水汚濁負荷削減量、LC-CO2の算定し評価を行った。

表1 浄化槽のLC-CO2 算定結果

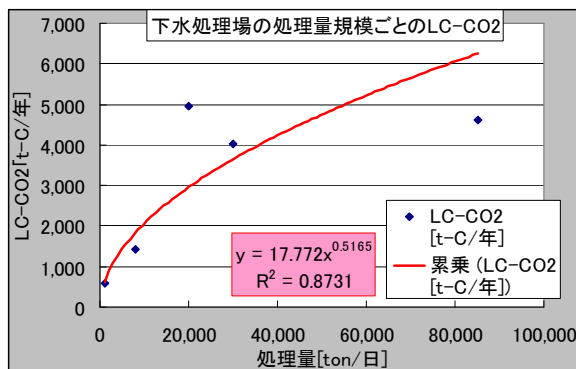


図5 処理規模別下水処理場 LC-CO2 算定結果

排出量・排出比率	単位	浄化槽の種類				
		A型	B型	C(S)型	C(M)型	
5人槽	製造による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	648.0	579.0	498.0	316.0
	輸送による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	23.6	9.5	7.9	7.9
	施工による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	532.0	353.0	302.0	302.0
	総排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	1,204.0	942.0	808.0	626.0
7人槽	製造による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	760.7	679.7	584.6	371.0
	輸送による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	27.7	11.2	9.3	9.3
	施工による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	624.5	414.4	354.5	354.5
	総排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	1,413.4	1,105.8	948.5	734.9
10人槽	製造による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	941.0	840.8	723.2	458.9
	輸送による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	34.3	13.8	11.5	11.5
	施工による排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	772.6	512.6	438.6	438.6
	総排出量	kg-CO <sub>2</sub> /基	1,748.4	1,367.9	1,173.4	909.1

## 10. 高齢化社会における下水道整備後の住民の水洗化実施行動 (総合報告書第8章)

下水道法によれば公共下水道が整備された場合、処理開始の日から3年以内に接続が義務づけられている。現実の接続率は人口が1万人未満のところでは70%を下回る状況にある。人口減少や高齢化は小規模な自治体で先行しており、財政状況も脆弱であるところに、下水道使用料が予定通り集まらないことは、さらなる財政への負担をもたらす。

くみ取り式トイレ使用世帯では、下水道に接続して水洗化することにより快適な環境が得られるが、その工事費用が接続に二の足を踏ませていると考えられる。すでに浄化槽を設置して水洗化されている世帯においては、接続費用がかかるのみで家庭内の生活は変わらず、インセンティブは働きにくいと想像される。接続率を向上させるために、どのような施策が有効であるのか、合理的な検討が必要である。

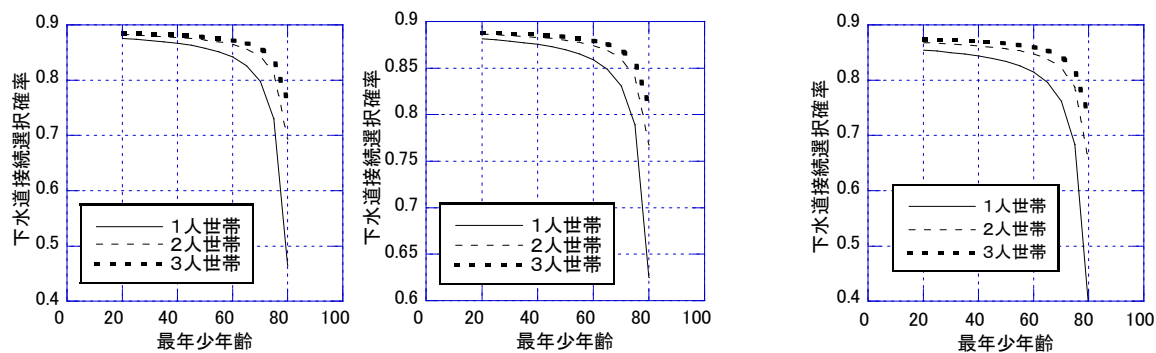
そこで、下水道の整備が完了した地域で、そこにある家計が下水道への接続をどのようにして選択するのかを説明するモデルを考えた。家計は下水道使用が義務であることを知り接続を考えるが、その際の工事費と、その後の下水道使用料金について考える。費用を負担することにより、法律に定められた接続義務を果たすことによる満足感と、水洗トイレを使用することによる快適性を得ることができる。収入の少ない高齢者のみの世帯の場合、水洗化をした後の利用期間と、水洗化にかかる費用を勘案して、水洗化を取りやめる場合も考えられる。

開発したモデルを用いた計算事例として、世帯構成員の最年少者の年齢と下水道接続を選択する確率を求めたものを図6、図7に示す。高齢者の世帯になると、世帯の存続年数が短くなることから、下水道接続選択確率は急激に小さくなっている。

下水道の整備後の接続状況を調査するとしても、毎年少しずつ整備人口が増えていく場合には、整備後の経過年数が異なる住民が混在しているために、ある時点の整備率が整備して何年後の状況を示しているのかが明確ではない。さらに人口の減少の影響も下水道使用者数に影響を及ぼす。そこで整備率が徐々に向上していきかつ人口下減少する自治体の下水道使用人口データをもとに、下水道整備後の住民の接続意思の高さを示す指標を提案して検討を行った。

導出方法の詳細は省略するが、下水道接続意思の高さを示すk値を提案し、1990年～2000年の間に供用が始まった全国の下水道事業におけるk値の分布を求めたものが図8、k値によって下水道整備後

の経過年数で接続率がどのように変化するかを示したものが図9である。これによると最も多いと思われる $k=0.3$ の場合、3年後の接続率は59%、5年後で78%と推定された。



(a)世帯所得200万円

(b)世帯所得1000万円

世帯所得200万円

図6 くみ取り世帯の下水道接続選択確率

図7 浄化槽使用世帯の下水道接続選択確率

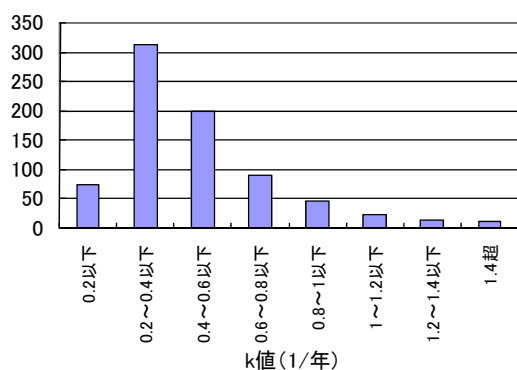


図8 k値の分布

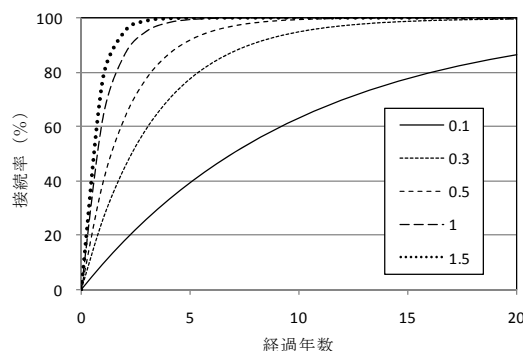


図9 k値ごとの接続率の変化

### 1 1. 財政と住民便益から見た人口減少下の生活排水処理施設整備 (総合報告書第9章)

下水道整備途上にある地方小都市をフィールドに取り上げ、今後の下水道の整備の進行による下水道財政の状況をシミュレーションにより予測した。整備が長期にわたることから、一部の地区において浄化槽を取り入れた整備も検討した。生活排水施設の利用可能期間の差異による、世代別、地区別の住民の便益を評価し、公平性についても検討を行った。

研究に取り上げた自治体は人口が36,500人で現在の下水道普及率は46%である。2027年の完成を目指して下水道が整備中である。しかし人口の減少が予想されるとともに、すでに供用が始まって20年近く経つ地区もあり施設の維持管理や更新費用も必要になってくる。施設建設と維持管理、更新にかかる今後の費用を予測し財政シミュレーションを行った。さらに下水道の整備がもっとも遅くなる地区(全体の人口の約1/4をしめる)に合併浄化槽で整備を行った場合についての比較検討を行った。

今後の下水道の整備と維持管理、更新に伴う、建設費、維持管理費、公債費などの歳出と、補助金、起債、利用料金などの収入、歳出に対する歳入の不足額、下水道の公共性から基準に従って一般会計から繰り入れを行ってもなお不足する基準外繰り入れ必要額の予測結果が図10である。下水道の整備に伴い処理場の処理系列の増設が必要になるために、2回の歳出とそれに対する補助金や起債による歳入のピークが現れる。浄化槽を併用する場合には処理場の増設が1回ですむためにピークは1つになっている。総費用では、建設費は全域下水道の方が高く、維持管理費は浄化槽を併用する場合の方が高くなる。本事例では総額は全域を下水道で整備する方がやや少なくなった。

下水道事業会計の赤字に対して一般会計からの繰入金が生じる。一般会計は本来、行政サービスに充てる財源であり、下水道会計への繰り入れによりそちらのサービスが低下する。下水道事業を開始した年度から、一般会計から資金が繰り入れられることにより、一般行政サービスの便益の低下は全市民に発生する。一方、下水道整備がなされ、住民が下水道を使用した場合は下水道事業による便益が発生する。

これら行政サービス逸失便益と下水道便益を生涯において合計したものの生涯便益とする。

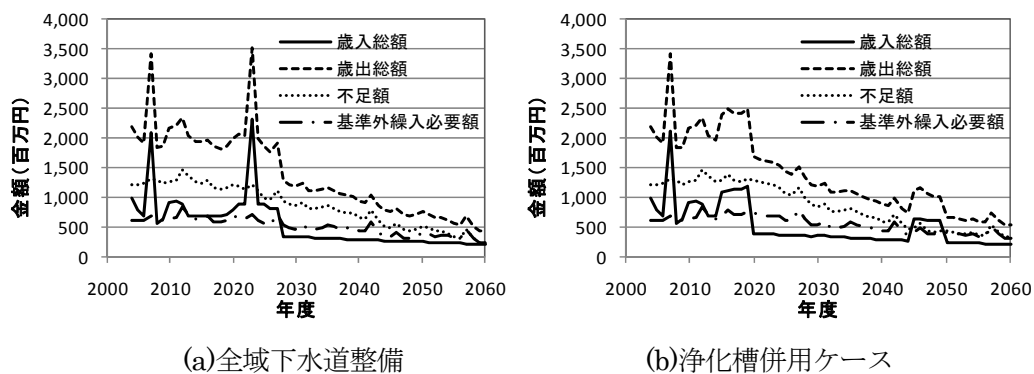


図 10 歳入総額と歳出総額の推移

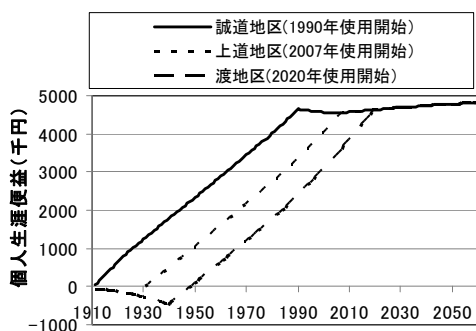


図 11 地区別世代別生涯便益

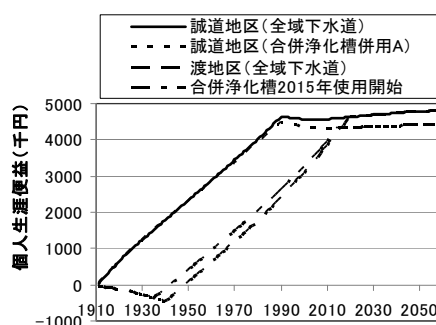


図 12 合併浄化槽併用との個人生涯便益の比較

下水道の使用開始が異なる地区の住民の世代別の個人生涯便益を図 11 に示す。横軸は世代を生年で示し生涯を 80 年としている。最も早く下水道の使用が始まる誠道地区の住民はいずれの世代も生涯便益がプラスであり、あとの世代になるほど生涯における下水道利用期間が長くなるために便益は増加する。上道地区の住民は、1990 年より一般会計の繰り出しによる損失を受け始めるために、この期間を長く経験する世代ほど、個人生涯便益はマイナス側に増加していく。

下水道整備が遅れるところに対して、合併浄化槽を建設する場合の個人生涯便益が図 12 である。2015 年から合併浄化槽を使用する住民は、全域下水道の場合に比べて、生涯便益がマイナスの世代が減少するとともに、便益の最小値が大きく（ゼロに近く）なっている。その一方で、便益が安定する 2015 年以降の世代の便益は、全域下水道の場合に比較して少なくなっている。すなわち合併浄化槽の導入により、地域間、世代間の不公平がやや改善されている。

## 1 2. 人口減少高齢化構造からみた一般行政サービスの供給を考慮した汚水処理事業（総合報告書第 10 章）

全国下水道における、維持管理費と起債元利償還費を含めた汚水に関する下水道管理費に対する使用料収入による負担率は、57%にしか過ぎず（平成17年度）、一般会計からの繰入金に頼っているのが現状である。人口減少や高齢化が顕著に進むと考えられる小規模自治体においては、税収等の歳入減と社会保障費を中心とする歳出増により、一般会計が厳しくなることが予想される。そこで人口減少・高齢化が進む自治体における汚水処理事業の持続策を検討した。その際に、汚水処理事業会計のみならず、そこへの繰り入れ財源である一般会計の状況も考慮した。

地方自治体における一般会計と特別会計からの給付と負担の関係を図13に示す。各特別会計への繰り出し金と一般会計の将来の出費額と収入額を予測する。各特別会計については、その制度に従って収入、支出額を予測し一般会計からの繰り出し必要額を予測する。まず基準年度の歳出決算データ、人口データをもとに、各年齢層の住民1人当たりの受益額を求める。その結果を用いて、将来の年齢構成が変化した場合にも基準年度と同じレベルの行政サービスを維持するために必要な額を求める。



事例として鳥取県日南町を取り上げる。日南町では急速な人口減少と高齢化が進んでいる。人口の4割が農業集落排水処理施設で整備され、残りは市町村整備型の合併処理浄化槽による整備が行われている。

一般会計と特別会計の将来推移を予測した。結果の例として、図14に汚水処理事業の歳入不足額を埋めるために一般会計から必要となる額と、国民健康保険会計の赤字額、それを合わせた一般会計からの繰り出し必要額、及び一般会計の黒字額を示した。2020年以降は一般会計からの繰り出し必要額及び一般会計の黒字額の差は縮小し、一般会計からの繰り出しで両特別会計の収支をほぼ合わせることが可能になる。最も大きくなる2015年の汚水処理事業会計への繰り入れ不足を、料金値上げで対応する場合は、利用料金を現在から76%引き上げが必要となる。あるいは特別会計への義務的繰り出しを除いた一般会計による事業額を1%削減することが求められる。

### 1.3. 計画支援ソフトの開発（総合報告書第11章）

生活排水処理施設整備計画策定財政支援ソフトとPFI導入効果判定ソフトを開発した。財政支援ソフトでは、将来の人口減少も考慮しながら、生活排水処理施設の整備を集合処理で行う場合と合併浄化槽で行う場合の費用の比較を行える。財政計画を策定する対象地区の諸条件をPC画面上の表示にしたがって順序どおり入力することにより、集合処理と浄化槽（個別処理）のそれぞれで実施した場合の事業費を算出し、対象地区において経済的に有利な整備手法を判定するためのシステムとして構築した。そのフローを図15に示す。

将来の人口推移も事業費に影響を及ぼすことから、人口問題研究所が公表している当該対象地区の2008年度市町村別将来人口推計値と2005年度都道府県別将来世帯数推計値から2010～2035年度の年度別推計値を入力することで人口・世帯減少率を算出する。これより最大70年間における5年ごとの集合処理と個別処理の事業費が表示され、有利な整備手法を判定するための経済的評価を行う。

その結果、合併浄化槽による整備が有利であると判定された場合には、PFIによる事業が実施可能かどうかを、PFI導入効果判定ソフトにより検討する。ソフトの内容は図3の手順に従っている。このソフトでは、将来の人口減少、事業計画地域の高齢化を加味した上で、PFI事業によってVFMが得られるかどうか計算できる。整備対象を10人槽以下の浄化槽とし、事業開始から40年間の市町村負担金（総事業費用）を計算して比較を行っている。

これらのソフトはCDとして総合報告書に添付し、実務者に配布して利用してもらえるようにしている。

### 1.4. 生活排水処理施設に関する事例集（総合報告書第12章及び別冊「生活排水処理事業事例集」）

本研究で行ったアンケート調査やその他本研究で得た情報をもとに、実務上有用であると考えられる42の項目について解説を加えた「生活排水処理事業事例集」を作成した。1ページに1テーマとし、図表等も使用してわかりやすく読めるようにしている。本事例集は報告書にも含まれているが、別冊版として配布して実務への活用ができるようにしている。図16にページの例を示している。

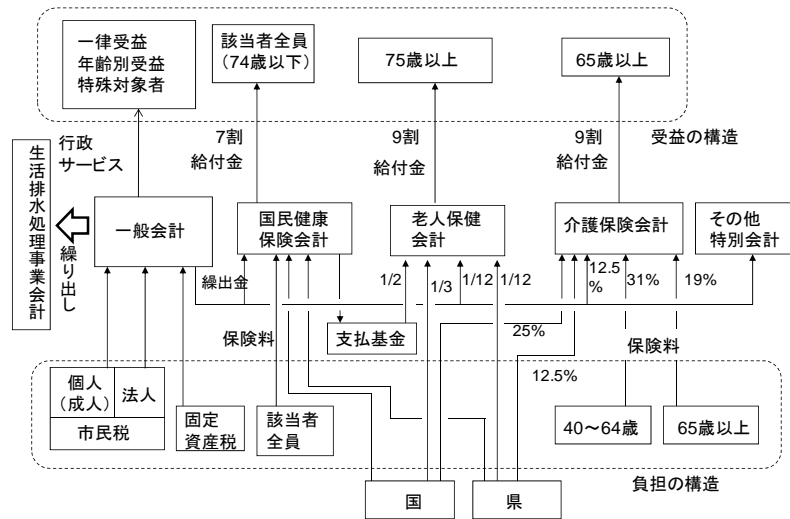


図13 市町村における一般会計と特別会計（平成20年度以降、老人保健は後期高齢者医療保険に移行）

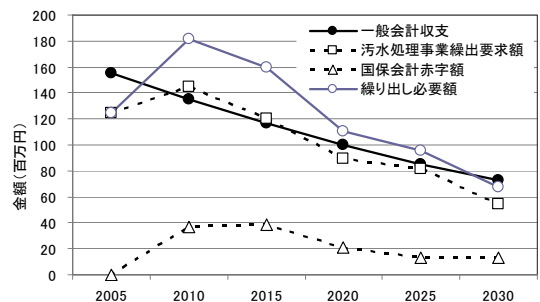


図14 一般会計と汚水処理への繰り出し

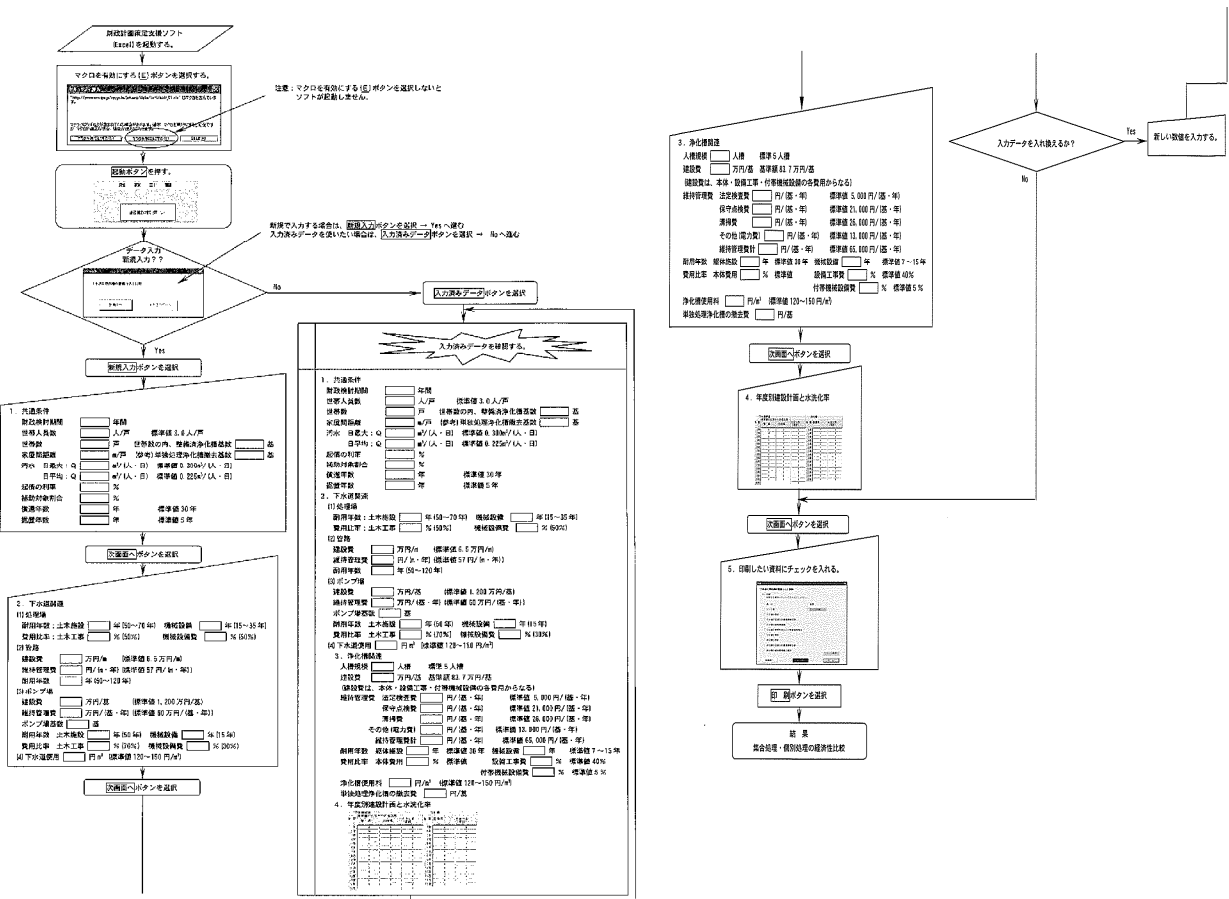


図 15 生活排水処理施設整備計画策定のための集合処理・個別処理比較用ソフトのダイアグラム

### 1. 生活排水処理計画の見直し

下水道の整備には長い期間と費用を要する。また人口の減少や高齢化が進む地域では当初の下水道計画が実態にそぐわなくなっているところもある。汚水処理人口普及率を効率的かつ早急に上昇させるために生活排水処理計画を見直すことが行われている。

人口の減少により集合処理の効率が悪くなった場合や、整備が長期にわたる場合に、浄化槽を利用した個別処理を導入する例も増えている。

(アンケートによる結果)

アンケートによれば、市町村合併を契機とするものや、汚水処理人口普及率の進捗促進を目的として見直された事例が多い。

理由	回数
a) 市町村合併を契機に	97
b) 削減補助、交付金制度ができたため	30
c) 汚水処理人口普及率の進捗促進のために	94
d) 自治体財政の逼迫	69
e) 人口減少や高齢化の進展	67
f) その他	97

図 1 生活排水処理計画の見直し理由

年度	事業体数
1997以前	0
1998	0
1999	5
2000	9
2001	8
2002	18
2003	14
2004	57
2005	64
2006	67
2007	35
2008	0

図 2 生活排水処理計画の見直し年度

### 3. 生活排水処理計画の見直し事例②

生活排水処理計画を見直し、集合処理計画の縮小が行われている。

(アンケートより)

【集合処理から個別処理への見直し】

- ・人口減少・高齢化等により地域社会構造が汚水処理施設の整備を取り巻く環境が大きく変化している。あわせて自治体の財政難等から効率的な整備が求められた。見直しの全貌は、下水道全体計画区域の縮小、浄化槽整備区域の拡大である。浄化槽整備区域を拡大したことにより市内全域における水酸化のスピードアップを図る。(MG 県 A 市)
- ・公共下水道、農業集落排水事業等の集合処理では、生活排水処理対策がなかなか進まないことから、市内の一部地域を個別処理方式に転換する等の方針変更をした。(YG 県 O 市)
- ・下水道認可区域を除く市全域を検討対象の範囲として 81 ブロックに分割し、個別・集合処理の処理方式に関し、汚水量、ブロック内人口、浄化槽数をもとに経済比較を実施した。また集合処理に関して公共下水道事業と農業集落排水事業について経済比較を実施した。その結果として、公共下水道事業、農業集落排水事業を既構想より縮小し、合併処理浄化槽設置整備事業を拡大するという内容になった。(ST 県 H 市)
- ・生活排水の処理については、すべて下水道で整備する予定であったが、市町村設置型の浄化槽整備計画を策定し、下水道区域と浄化槽区域に分けた。(TK 県 H 市)
- ・集合処理で面整備（管路整備）を計画していた複数の箇所については下水道の整備方針を進めるべく、アンケートを実施した。それは、事業にも接続にも賛成な住民の割合を調べて、面整備で実施するのか、方針変更をし、浄化槽で整備するのかを決めた。高齢世帯が多く、高齢者人口の占める割合が多かったため、タイマーでしかも廉価で整備可能な浄化槽事業にシフトした。浄化槽事業の場合は後年度費用の増大が課題だが、財政状況が芳しくない当町では初期投資の割合が多い集合処理は困難なので、概ね、浄化槽事業で今は下水道事業を展開している。(I 県 N 町)
- ・2005 年に旧市と旧町が合併し新市が発足した。将来的に市の財政が逼迫することが想定されたので 2 点について見直しをした。①旧市内の汚水処理計画では、住民の 95% を各種集合処理施設で整備する予定であったが、公共下水道区域以外の汚水処理施設は事業着手済みの計画を除きすべて市町村設置型浄化槽で整備する。②これまで個人設置型浄化槽での整備予定区域も市町村設置型浄化槽で整備する。(AM 県 T 市)

図 16 事例集の内容例

## Evaluation System of Sewage Treatment Method in Population Decreasing Areas

Yoshihiko Hosoi (Tottori University)

Yoshinobu Kido (Disaster Prevention Research Institute, Kyoto university)

Takahiro Sekikawa (Institute of Environmental Science, Shizuoka Prefectural University)

Hiroshi Ogawa (Japanese Education Center of Environmental Sanitation)

Yasuji Yamamoto (Osaka Prefectural Institute of Public Health)

Sayoko Okumura (Osaka Prefectural Institute of Public Health)

### Abstract

Domestic wastewater is treated by sewer system or individual sewage treatment tanks. Domestic wastewater treatment system in population decrease areas was evaluated from the view point of public finance and residents' utility. The special account of domestic wastewater treatment is generally dependent on general account which encounters increase in social welfare cost and decrease in tax income due to population decrease and aging. Therefore, the system was also examined in relation to local government service supplied by general account.

As the investigation from the environmental point of view, life cycle assessment was carried out for domestic wastewater treatment system. Through this study the methodology of life cycle CO<sub>2</sub> assessment for individual sewage treatment systems was developed. Sludge treatment which has often ignored in individual sewage systems was taken into consideration.

Computer software which is used by planners of municipal offices to decide the economic treatment system is developed. Feasibility of PFI for individual sewage systems is also evaluated by the developed software. On the basis of results of questionnaire survey and hearings carried last year and studies, a data book on domestic wastewater treatment was made and distributed to domestic wastewater treatment sections of local governments.

Keywords : Cost benefit, Domestic wastewater treatment system, LCA, PFI, Population decrease