

りとさせ、健全な危機意識のもとでの人材発掘と自立的な集落の防災活動を促進していくことが不可欠である。

【参考文献】

- 1) 松見吉晴、雁津佳英 (2009)：高潮災害を対象としたソフト防災に関する考察、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、Vol. B2-65、No. 1、pp. 1366-1370
- 2) 松見吉晴、蘆田哲也 (2008)：沿岸過疎地域の浸水災害を対象とした避難シミュレーション開発、海岸工学論文集、第 55 巻、pp. 1376-1380
- 3) 藤井俊久、雁津佳英、松見吉晴 (2010)：避難シミュレーションを用いた避難誘導世帯数と配置に関する検討、安全問題研究論文集、Vol. 5、pp. 217-222

## 1.6 人口減少が進む小規模自治体における生活排水処理事業の方向性

細井由彦

### 1 | 生活排水処理事業の人口減少社会における課題

地域の衛生環境を守るためには、生活や生産活動により排出される汚水や雨水の速やかな排除が必要である。それを担っている施設が下水道である。下水道は大都市を中心に整備が進められ、図 1 に示されるように、東京、大阪を始め人口が 100 万人を超えるような都市ではほぼ 100% の普及率に達している。その一方で人口 5 万人未満の市町村の普及率は下水道以外の生活排水処理施設を合わせても 72% にとどまっている。大きな都市では、都市化による人口集中により著しく増加した生活排水量を排除するとともに、河川へ

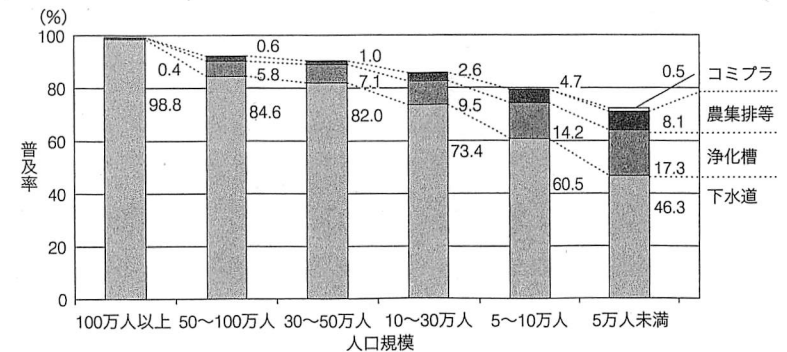


図 1 わが国の汚水処理人口普及率 (2010 年度末)  
(出典:国土交通省ホームページ)

(解説)

コミプラ：コミュニティプラントの略。住宅団地などに設置される小規模の下水処理装置  
 農集排等：ここでは農業集落排水処理施設、漁業集落排水処理施設、林業集落排水処理施設をまとめている。農業集落、漁業集落、林業集落のし尿および雑排水等を処理する集合処理施設。

の排水の流入によって引き起こされる水質汚濁を防止するために、下水道の普及が急がれてきた。また、都市では人口密度が高いために、管を埋設して排水を1カ所に集め処理を行う下水道システムのような方式が、効率的で投資効果が高かったということも、整備が早かった理由と言える。

生活環境の改善と河川環境の保全という社会的な要請は今後も重要性が減ることはなく、これからも生活排水処理施設が未整備である中小市町村において施設整備を進めていくことが求められている。また早くから建設された市町村においては施設の老朽化が進み、その更新を考える必要に迫られている。しかしながら、わが国は人口減少の時代に入り、今後急速な人口減少が進むと予想されている。このため、従来と同様の整備方針がそのまま有効とは限らない。

何の政策も講じなければ、人口減少は人口密度の低下を伴う。とりわけ、これから生活排水処理施設の整備を進めなければならない小さな市町村ほど人口の低密化が進んでいる。また、更新が迫られる既整備地区においても、下水道を建設した当初の人口と比べて将来の人口は少ないところが多い。人口減少社会をむかえ、生活排水処理施設事業をいかに持続させていくか、右肩上がり都市が成長していった時代とは異なった新たな課題がもちあがっている。

## 2 | 生活排水処理の方法——集合処理と個別処理

生活排水処理の方法には集合処理と個別処理がある。集合処理とは、下水道のような処理方法をいう。すなわち、下水道管路を建設し、各家庭や事業場から出た排水を処理場に集め、きれいな水に処理をして放流する。この方式では、多量の排水を1カ所に集めて処理を行うため、処理水量が多い場合には費用の面からも処理機能の面からも効率がよい。管路の建設には多くの時間と費用を要するが、管路の延長あたりに接続している主体が多ければ多いほど、費用効率がよい。したがって集合処理は、人口密度が高い都市のような地域にとって有効な処理方法である。

個別処理とは、各家庭や施設ごとに浄化槽のような処理施設を設置し、排水の発生した現場でそれぞれ個別に処理する方法である。この方法では、集合処理のように管路を布設する必要がない。しかし、家庭や施設の数だけ処理施設を設置する必要がある。したがって設置箇所が多い場合には非効率となる。

集合処理では、処理水量が増加するほど水量当たりの建設・維持管理費は小さくなるという「規模の経済」が働く。一方、個別処理では、施設ごとに建設・維持管理費がかかるため、その費用は施設数にほぼ比例する。以上の関係は図2のように表すことができる。個別処理の費用は世帯数に比例するような性質にある。これに対して集合処理は、世帯数が増えるほど規模の経済が働き、世帯あたりの費用の増加が少なくなる。両者の費用線が交わるA点より世帯数が多いB点のような人口規模では集合処理が、A点より世帯の少ないC点のような人口規模では個別処理が有利になる。すなわち人口が多い場合には集合処理が、少ない場合には個別処理が選択される。

また、「人口減少」という変化が進んでいく場合、いったん集合処理の施設を建設すると、人口が減少して処理水量が少なくなっても、人口に比べて過大となった施設の使用を続けざるを得ないが、個別処理の場合には、不要になった施設の使用を停止することにより費用はかからなくなる。このように、個別処理には人口の変化に柔軟に対応できるという長所もある。

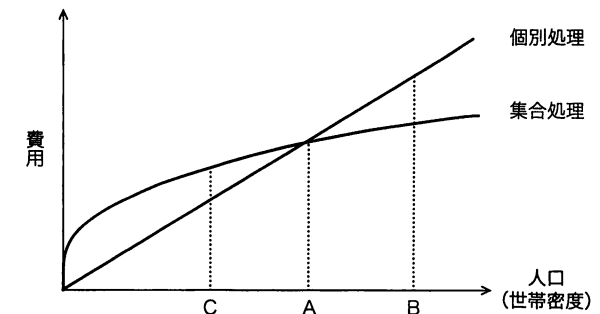


図2 整備地区人口と集合処理、個別処理の費用の関係

### 3 | 人口減少を考慮した処理方法の選択

従来の整備においては、ある特定の人口を設定し、そのうえでそれぞれの処理方法について費用を比較していた。しかし、人口が減少する場合には、現在では図2におけるB点であっても、施設を使用中にC点に移ることも考えられる。では、人口の減少を考えた場合とそうでない場合とでそれぞれの処理方式の費用にどのような違いが出てくるのであろうか。また、具体的にどのような場合にどちらの方式が有利となるのであろうか。ここでは、農業集落排水処理施設（農業地域に建設される下水道と同じ集合処理施設）を対象に試算した結果を図3に示そう<sup>2)</sup>。

対象地区の現在の人口は、最小はE地区の240人から最大はJ地区の680人といずれも人口が少ない地区である。図中の各地区につき2本の棒グラフのうち左が現在の人口を設定した場合、右が人口減少を考慮した場合である。人口減少を考慮すると、どの地区についても個別処理費用に対する集合処理費用の比率が高くなり、個別処理の有効性が高まる。人口減少を考慮すると、E、G、H地区では集合処理と個別処理の費用の比が1を超えており、現在の

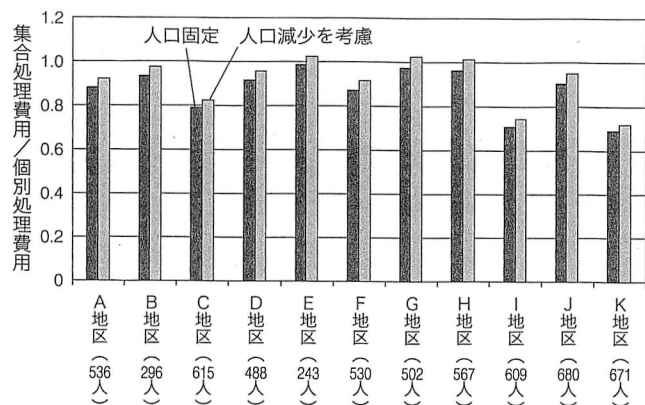


図3 人口減少を考慮した費用の試算例  
※地区名の( )内の数字は現在人口を示す

人口を設定した場合とは異なり、個別処理が安価になるという結果になった。

このように、過疎地域のような今後人口減少が顕著に進むと予想される地域で新たに生活排水処理施設を整備する場合には、人口減少を考慮して処理方式を検討することが適切であり、また、人口減少が顕著であれば個別処理が有利となる方向性に留意をする必要がある。

### 4 | 既設の生活排水処理施設の持続的維持

#### (1) 既整備の集合処理に関する人口減少対策

過疎化が進む地域に整備されている主な生活排水処理施設は、農業集落排水処理施設が中心である。その施設を所管する農林水産省によると、2008年度末で全国5,000地区365万人に普及している。すでに施設の老朽化が進んでおり、更新需要は2011年の20億円から年々増加し、2015年からは毎年100億～140億円程度になると農林水産省は予測している。

施設の更新においては、新たな技術を取り入れた新しい処理方式に切り替えて改築することにより、処理機能の向上とライフサイクルコストの低減を図ることが薦められている。しかし、人口減少の一層の進行が予想される場合には、現在の集合処理をそのまま維持するのではなく、施設の構成の変更も含めた検討も必要になるであろう。その際、処理地区の統合による広域化や、集合処理から個別処理への切り替えなどの方策が有効であると考えられる。

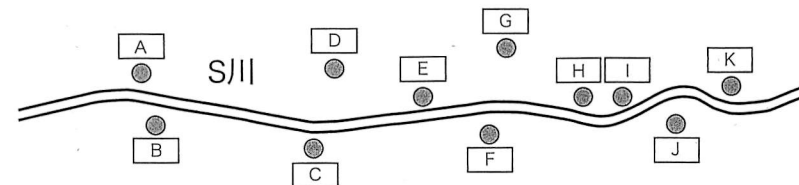


図4 農業排水処理施設の更新施策に関する検討対象地区

そこで、これらの方策の有効性を検証するために、図4に示されるような1本の河川に沿って上流のA地区から下流のK地区までに点在する農業集落排水処理11地区をモデルに検討した<sup>3)</sup>。現在もっとも人口が多いのはE地区の533人であり、35年後には156人になると予想されている。もっとも人口が少ないのはA地区の73人であり、35年後は23人と予想されている。

表1 統合化の代替案

CASE	内容
CASE-1	現在のまま11地区の処理施設を更新して継続
CASE-2	A、B、C地区を一つに、その他の地区を一つに統合し、処理施設をC、K地区におく
CASE-3	全地区を統合し、処理施設をK地区におく

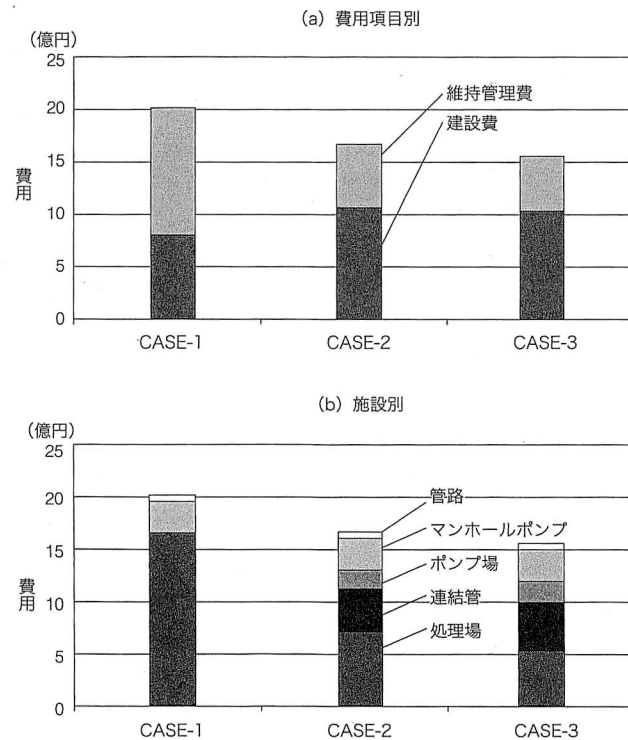


図5 統合による代替案の費用比較

## (2) 処理地区の統合化政策

これらの地区に関して、表1に示す三つの代替案を取り上げた。

CASE-1は現在の施設構成のまま更新を行う方法であり、CASE-2とCASE-3はいくつかの処理地区を統合する案である。統合とは、具体的には、処理施設間に新たに連結管を建設し、廃止する処理施設はポンプ施設に改築して、統合した処理施設へと下水を送水することを想定する。統合された処理施設は、現在の施設の更新とともに、処理人口の増加に合わせて増築する。

施設を35年間使用するものとして、各代替案の総費用を求めた結果を図5に示す。(a)に示すように、統合する場合、施設の改築更新費(図中における「建設費」)は現在の施設のままで進めるよりも高いが、維持管理費については処理施設数が少なく、かつ各処理施設に規模の経済が働いたため安価になっている。また、(b)に示すように、統合には連結管やポンプ場などの新たな費用が発生するが、処理場にかかる費用が削減される。以上より、11地区を1カ所に統合する方法がもっとも経済的に有利であるという結果になった。

## (3) 個別処理の導入

人口減少を見据えて、浄化槽による個別処理を導入するケースについて検討しよう。ここでの代替案は表2に示す二つを取り上げた。

費用の計算結果を図6に示す。全区域を個別処理とするCASE-4は、先に示したCASE-2やCASE-3に比べて、建設費は少ないが維持管理費が高くなる。ただし、維持管理費は利用する浄化槽の数に比例すると考えることができるため、人口減少の割合が予想よりもさらに大きい場合には費用が下がる。すなわち、2項の最後でも述べたが、集合処理の場合には人口が減少しても一部を停止するということはできないが、個別処理の場合には不要な施設を停

表2 個別処理を取り入れる代替案

CASE	内容
CASE-4	全地区を合併処理浄化槽による個別処理に切り替える
CASE-5	集合処理と個別処理を組み合わせる

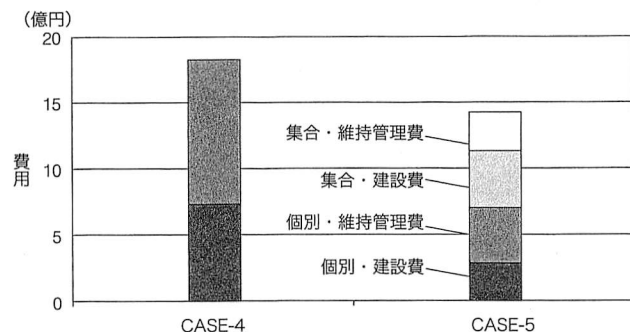


図6 個別処理利用による更新案の費用計算結果

止できるため、人口減少が予想以上に著しく進む場合に備えて、個別処理の費用が若干高く見積もられても、その処理方法を採用しておく政策もありうる。

過疎化が顕著であるにもかかわらず、CASE-2やCASE-3のような集合処理が経済的となった理由として、すでに布設されている管路を利用できること、処理建屋をそのまま利用してポンプ施設に改築できること、統合処理施設もこれまでの施設を利用しつつ更新増築を行えばよいことなどがあげられる。

次いで、集合処理と個別処理を組み合わせる場合を検討した。人口がもっとも多いE地区とそれに続くC地区を中心として、その周辺を順次統合して集合処理の対象地区に、残りを個別処理とする場合について計算した。その中でもっとも費用が安価であったのが、B、C、D、E地区を統合して集合処理とする場合であった。これをCASE-5として図6に示す。これまで費用が最小であったCASE-3よりもさらに費用を低減できており、それぞれの地区の人口特性に合わせて、集合処理と個別処理の優位性をうまく組み合わせた代替案であることが分かる。

このように、施設の状況と地域の特性を把握したうえで、集合と個別処理の双方の利点を活用することで、人口減少に対応しつつ持続的な処理事業を探ることができる。

## 5 | 持続的な生活排水処理事業の経営に向けて

中小規模の自治体においては、人口減少が顕著でかつ財政状況の厳しいところが多い。このような自治体が生活排水処理事業を持続的に経営していく際には、集合処理の継続を前提にした現在の施設に関するライフサイクルコストのみに着目した大都市型の考え方を適用することは適切ではない。長期の人口変化をもとにして、それぞれの状況に合わせて集合処理と個別処理を組み合わせ、整備方法や現在の処理方法の変更を考慮した対策が必要である。

個別処理を行う場合、現在は浄化槽の汚泥は収集してし尿処理施設において処理するのが一般的であるが、し尿処理施設の老朽化も進んでいる。節水意識の高まりや人口の減少等により、下水処理施設において処理能力に余裕ができてきており、浄化槽汚泥を下水処理施設が受け入れていくという「目的外使用」も進めていく必要がある。現在の制度を設計した時点においては、人口減少社会は考慮に入れられていなかったと思われる。その時点における前提とは異なった社会に直面している現在においては、過去の計画にとられない柔軟な対応で持続的経営を進めることが求められる。

### 【参考文献】

- 1) 国土交通省ホームページ  
([http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd\\_sewerage\\_tk\\_000135.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000135.html))
- 2) 細井由彦、上地進 (2007)：人口減少を考慮した汚水処理施設整備方法の検討、環境工学研究論文集 44, pp. 207-215
- 3) 細井由彦 (2012)：人口減少とインフラ老朽化時代における生活排水処理システムの持続的マネジメント戦略、平成 23 年度環境研究総合推進費補助金研究報告書