

(66) 人口減少後社会への移行過程における 下水道事業経営と地域及び世代間負担

細井由彦^{1*}・灘 英樹²・増田貴則¹・赤尾聡史¹

¹鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻社会経営工学講座 (〒680-8552鳥取市湖山町南4)

²鳥取県境港市役所 (〒684-8501 境港市上道町3000)

* E-mail: hosoiy@sse.tottori-u.ac.jp

人口減少が顕著に進み、現在整備中の下水道施設が耐用年数をむかえる頃には、汚水処理システムの見直しが必要となる可能性のある、小規模自治体における下水道事業について検討した。事業を継続しながら人口減少後の社会システムに円滑に移行するために、現システムの供用期間内で財政を完結させる方策をとることを提案した。そのもとで、下水道の段階的整備にともなう地域間、世代間の負担について検討した。地域間の負担格差を定量化し、一般行政サービスによりその解消を図ることを提案するとともに、世代間の負担格差を縮小することの難しさを指摘した。

Key Words : *burden sharing among generations, population decrease,, sewerage works, transition process to small population society*

1. はじめに

平成22年8月の農林水産省、国土交通省、環境省の3省による報道発表資料によれば、我が国において平成21年度末における、下水道、集落排水処理施設、合併処理浄化槽、コミュニティプラントなど汚水処理施設による汚水処理の人口は1億890万人で、総人口の85.7%になっている¹⁾。大都市と中小市町村との間には格差があり、人口100万人以上の都市部においては99.4%の普及率であるのに対し、人口が5万人未満の市町村では71.0%にとどまっている。したがって、都市部においては、現在の事業を維持しつつ老朽化した施設の更新を進めていくことが課題である。それに対して中小の自治体においては、今後とも下水道あるいは合併浄化槽等による整備を進めるとともに、老朽化が始まる施設にも対応していくことが求められる。

2005年に1億2777万人である我が国の人口は2030年には1億1522万人に、2046年には9938万人と1億人を下回り、2055年には8993万人になると予想されている。2035年に2005年に比べて人口が4割以上減少する自治体は17%、これも含めて2割以上減少する自治体は64%になると予想されている²⁾。

中小規模自治体においては、今後も汚水処理施設整備を進める必要がある一方で、著しい人口減少に直面しているという例も多い。将来において人口の減少が著しい場合には、新しい人口状況に向けて社会基盤施設を再構築することを考える必要がある。また長期間にわたる施設整備にかかる費用の負担についても、人口減少を考慮する必要性があると考えられる。

これまで著者らは、人口の減少を考慮した下水道事業について、その費用効率化^{3,4)}、一般会計との関係を考えた持続的経営^{5,6)}、世代別の住民負担を考慮した検討⁷⁾などを行ってきた。それらを通して、顕著な人口減少が予想される中で建設計画が終了しておらず、下水道の整備を進める必要がある中小自治体の課題について検討を行ってきた。これらの研究においては、人口が減少するなかで将来の下水道事業への影響に関することを中心に議論を進め、人口減少後の社会に向けた考慮はなされていなかった。

本研究においては、人口の減少により社会構造が大きく変化し、公共政策において大幅な考え方の転換が必要になると予想される、人口減少後の社会を念頭に置いて、そこに至る過程における下水道整備事業の進め方についての検討を行う。その一環として、ここではとくに、下

水道の整備と維持管理にかかる費用の負担の面からの考察を試みる。

2. サステナブルソフトランディングに向けた完結型下水道事業

我が国における社会基盤施設の経営は、人口減少にともなって利用者数や利用者層の構成が変化する中で、未整備地域における整備を進めながら老朽化した施設の更新も考える必要があり、これまでの人口増の時代の拡張や維持管理とは異なった対応が求められている。人口減少が顕著に進みつつある地方小規模自治体においては、数十年先にはその利用環境が大幅に変わることが予想され、社会基盤施設の運営に関する基本的な考え方の整理が早急に求められる。

社会基盤施設は建設と利用が長期にわたり、かつ、日々の住民の安全で快適な生活を守るためのものであることから、利用者の受益と負担に配慮するという持続性を維持しつつ（サステナブル）、新しい将来の形に移行していく（ソフトランディング）という、サステナブルソフトランディングを目指したマネジメントの方法を、いろいろな視点から広範囲に開発していくことが重要であると考えられる。

本研究では、人口減少が進む中で、未整備地区の整備が残る、小規模自治体の下水道事業を取り上げる。整備終了後の供用中も人口減少が進み、次期の大規模更新が必要となる頃には、利用環境の変化が著しく、そのあり方に大幅な再検討が必要になることが予想される。このように、将来においては状況の大きな変化も予想されるが、不確定要素も多く、その新しいかたちを明確にしない場合においては、現在の計画事業をその供用期間内で完結させる、すなわち次期間に事業の影響が残らないようにする、方策をとりつつ、将来に備えて状況を見守ることが一つの有効な戦略であると考えられる。

ここではそのような視点のもとでの財政運営と、事業期間中の整備地区と未整備地区との間及び世代間の負担の公平性について検討を行う。下水道事業は世代を超えた負担を基本として、起債を行って事業を進めてきた。長期間利用するので負担も長期に割り振ることは合理的ではあるが、将来の人口減少が顕著な場合には、1人当たりの負担が将来になるほど増大することが予想され、年度ごとの負担割り当てについて十分考慮することも必要になると考えられる。

長期にわたる政策による財政をシミュレーションし、世代別の生涯の受益と負担の関係を検討するものとして、Auerbach, Kotlikoff and Leibritz⁹⁾により開発された世代会計

が用いられている。麻生・吉田¹⁰⁾は税の直間比率や社会保障支出を変化させた場合の世代別の受益と負担について、吉田¹⁰⁾は人口減少と高齢化が地方財政に及ぼす影響について検討を行っている。さらに吉田は今後の高齢化による政府債務と世代間の不均衡についての推計を行っている¹¹⁾。増島・島澤・村上¹²⁾は社会保障制度の変化の影響について検討を行っている。社会資本の整備についての世代間の公平性については、世代重複モデルを用いて、小池・岩上・上田¹³⁾、橋本・石倉¹⁴⁾などにより検討が行われている。本研究においても長期にわたる下水道事業財政と、世代別の生涯の受益と負担を扱うために、世代会計の考え方をもとに、下水道整備事業の世代間の問題について検討する。

3. 完結型下水道事業モデル

(1) 整備供用期間中の下水道事業費

国庫補助部分を除く自治体が負担する建設費について考える。年度 k における建設に関する費用を F_k とする。基準年を t_0 、割引率を r とすると、基準年価格で表した総建設費の割引価格 F_0 は次式となる。

$$F_0 = \sum_k F_k (1+r)^{-(k-t_0)} \quad (1)$$

下水道使用料を1人当たりで考えることにし、年度 k における1人当たり料金を x_k 、利用人口を SP_k とする。年度における一般会計からの基準内繰り入れ額を Y_k 、基準外繰り入れ額を Z_k とする。基準外繰り入れ額は下水道の利用の有無にかかわらず、一般会計からの出費を通して自治体住民全員の負担となっているので、これを1人当たり z_k とし、自治体の総人口を P_k とする。維持管理費を M_k とする。基準外繰り入れ、各年の下水道会計収支はそれぞれつぎのように表される。

$$Z_k = P_k z_k \quad (2)$$

$$F_k + M_k = SP_k x_k + Y_k + Z_k \quad (3)$$

完結型モデルとして検討期間において支出総額と収入総額が等しくなるものとし、次式を成り立たせるものとする。

$$F_0 + M_0 = \sum_{k=t_0}^{t_0+T} (SP_k x_k + Y_k + Z_k) (1+r)^{-(k-t_0)} \quad (4)$$

ただし M_0 は維持管理費の t_0 における割引総額でつぎのように表される。

$$M_0 = \sum_{k=t_0}^{t_0+T} M_k(1+r)^{-(k-t_0)} \quad (5)$$

すなわち式(4)は検討期間内で事業の財政を完結することにしており、すべての費用は期間内の延べ人数で負担することを意味している。

(2) 個人の受益と負担

下水道の整備が行われている場合には、下水道の使用料を支払いながらその便益を受けている。一方、基準外繰り入れ分の負担は、下水道の整備の有無にかかわらずかかっている。したがって、 s 年生まれ個人の生涯負担額の s 年における割引価格を N_s とすると、つぎのように表すことができる。

$$N_s = \sum_{k=\max(s, t_0)}^{\min(s+D, t_0+T)} (x_k - b_k)(1+r)^{-(k-s)} + \sum_{k=\max(s, t_0)}^{\min(s+D, t_0+T)} z_k(1+r)^{-(k-s)} \quad (6)$$

ここで t_0 は居住地区において下水道を使用し始めた年、 D は寿命、 T は事業実施期間（検討期間）である。 b_k は k 年度に下水道を使用することにより得られる便益である。基準年 t_0 を当該事業における下水道の供用開始年としている。

式(6)の右辺の1行目の項は下水道を利用する場合の負担と便益を、2行目の項は下水道の利用に関わりなく発生する負担を示している。すなわち式(4)で要求される検討期間内の収支の総額を満たしつつ、式(3)における各年のバランスを保つように、建設費の負担 F_k 、1人当たり料金 x_k と1人当たり基準外繰り出し z_k をいかに各年度に振り分けるかにより、個人の生涯の負担と便益が決まる。建設費を長期にわたって負担するほど各年の F_k は小さくなり、 x_k や z_k は小さくできるが、その発生する期間が長くなる。

4. 事例による検討

(1) 事例研究に用いた事業

鳥取県境港市の下水道事業を検討のモデルとして取り上げる。ただしあくまで検討のためのモデル事業として利用するために、過去にさかのぼったり、一部現実とは異なったものとなっている。

当市は平成21年度(2009年度)末の人口が3万6千人の都市である。下水道事業は1983年より始まり、1990年から一部地区で供用を開始し、全域の整備を2027年に完成す

ることを目指している。平成21年度末の普及率は49.5%である。図1に人口と下水道整備人口の推移を示す。

3で述べた完結型モデルを適用するにあたって、検討する事業期間は2065年までとした。その理由は、2065年には人口が供用開始した1990年の半分以下の約4割になると予想されており、新たな事業の再検討及び再構築が必要となると考えられること、同年は最初の施設の供用開始から75年であり、延命化すれば何とか事業実施が可能と考えられること、最後の施設完成後約40年経過しており更新の検討に入る必要があることなどである。

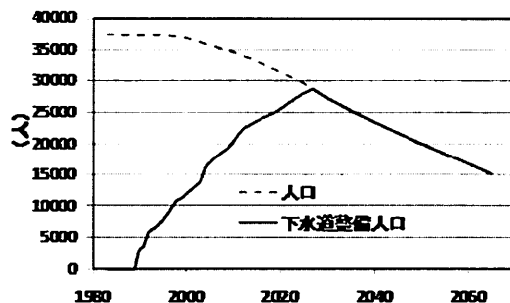


図1 モデル自治体の人口と下水道整備人口の推移

(2) モデルの適用

本下水道整備計画では、市内の最下流に終末処理場を建設し、徐々に幹線を建設しつつ面整備を行って、供用範囲を広げていくこととしている。当初は、4,000 m^3 /日の処理能力を有する系列を2系列建設して処理能力8,000 m^3 /日で供用を始め、整備区域が拡大し日最大汚水量が8,000 m^3 /日を超える2010年に向けて2007年より1系列の増設を行い、さらに12,000 m^3 /日を超える2023年に1系列を増設することとしている。

まず本モデルの趣旨にしたがい、2065年までの全期間を一つの完結期間と考えて、地域間、世代間の負担と下水道料金の関係を考察する。これを「1期モデル」と呼ぶことにする。この場合、検討期間があまりに長く、寿命を80年とし、20年間利用する人を対象とするとしても、1930年生まれから、2045年生まれまで100年以上にわたる世代で、同じ事業を利用し負担を分担することになる。

そこでつぎに、処理系列の増設に合わせて3期間に区分して考えることにする。第1期施設は2006年までに建設されている処理場及び管路である。第2期施設は2007年から建設され2010年から供用を始める増設された1系列と、その期間中に建設された管路である。第3期施設は、さらに増設される1系列と2023年以降に建設される管路とする。これを「3期モデル」と名付ける。

検討期間の第1期は2009年まで、第2期は2010年から2022年まで、第3期は2023年以降である。第1期施設は第1期から第3期までの全期間にわたって利用されるので、建設費に関しては全期間の間に下水道を使用した延べ人数で負担するのが適切である。なおここでは下水道が整備された地域の住民はただちに下水道を使用する（水洗化率100%）ものとする。第2期施設は第2期と第3期の下水道使用者が使用し、第3期施設は第3期の下水道使用者が使用すると考える。すなわち図2に示すように、それぞれの期間で増設分を加えた異なったシステムを運用していると考ええる。

それぞれの施設の建設費を、期間を超えてそれを利用する全員で負担するのが理想的である。各施設の修繕費等も含めて維持管理費は、それぞれの発生する期間において負担するものとする。

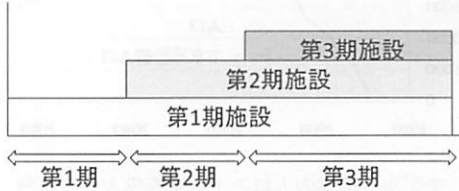


図2 各期間の利用施設

第n期に属する年度kの建設費を F_k^n 、総建設費を負担期間内で平滑化した額を $\bar{F}^n$ とすると、つぎのように書ける。

$$\sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} F_k^n (1+r)^{-(k-t_0)} = \sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} \bar{F}^n (1+r)^{-(k-t_0)} \quad (7)$$

ここで $t_{n,s}$ は第n期の最初の年度、 $t_{n,e}$ は最後の年度を示している。左辺で表される第n期の建設費の合計を、右辺で示されるように第n期から最終期までで負担することを示している。維持管理費についても期間内で平滑化したものを $\bar{M}^n$ とすると、つぎのように表される。

$$\sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} M_k^n (1+r)^{-(k-t_0)} = \sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} \bar{M}^n (1+r)^{-(k-t_0)} \quad (8)$$

各年の収支は次のようになる。ここで一般会計から基準内として繰り入れられる額については、すでに負担する費用から差し引いており、式(3)とは異なり基準外繰入のみを含む式となっている。

$$\bar{F}^n + \bar{M}^n = SP_k x_k + P_k z_k \quad (9)$$

上式の左辺は一定値なので、右辺を見ると、利用人口 SP_k が減少すれば使用料を増やすか、右辺第2項の基準外繰入を増やすことが必要になることが分かる。左辺のような長期にわたる費用の平滑化が、人口減少社会においては、必ずしも世代を超えた応分の負担を求めるという趣旨にはかなわないことを示している。

本来は基準外繰入は行わずに、全てを使用料でまかなうことが理想である。第n期で発生する費用を第n期の使用者全員で公平に負担する理想料金を $\bar{x}^n$ とすると、第n期においては次式を満たすことが求められる。

$$\begin{aligned} \sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} (\bar{F}^n + \bar{M}^n) (1+r)^{-(k-t_0)} \\ = \sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} SP_k \bar{x}^n (1+r)^{-(k-t_0)} \end{aligned} \quad (10)$$

これより $\bar{x}^n$ はつぎのようになる。

$$\bar{x}^n = \frac{(\bar{F}^n + \bar{M}^n) \sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} (1+r)^{-(k-t_0)}}{\sum_{k=t_{n,s}}^{t_{n,e}} SP_k (1+r)^{-(k-t_0)}} \quad (11)$$

年度kの実際の料金が x_k の場合、負担不足額は $\bar{x}^n - x_k$ となる。これは本来するべき負担を回避している額である。この不足は基準外繰入として全住民が負担するので、次式が成り立つ。

$$SP_k (\bar{x}^n - x_k) = P_k z_k \quad (12)$$

式(6)の右辺第1項にある $x_k - b_k$ の符号を逆にした $b_k - x_k$ は下水道使用者が得る便益から支払う費用を差し引いた純便益であるが、本事例研究においては、純便益は考えず、回避している負担額 $\bar{x}^n - x_k$ が下水道使用者の効用と考え、これを以降「受益」とよぶことにし、基準外繰入の負担分を「負担」とよぶことにする。下水道を使用している場合は $\bar{x}^n - x_k$ の受益と z_k の負担をしており、下水道を使用していない場合には z_k の負担のみ負っていることになる。なお下水道未整備地区においても、し尿処理あるいは浄化槽汚泥処理の費用についてなにがしかの行政サービスを受けていると考えられるが、浄化槽利用の有無など処理方式による差などもありここでは省略している。

式(6)をもとに、s年生まれの人々の生涯負担を、基準年 t_0 以前に生まれた人に関しては基準年で、その後に生まれた人には生年における割引価値で表すとつぎのようになる。

$$N_s = \sum_{k=\max(t_0,s)}^{t_{c-1}} z_k (1+r)^{-(k-\max(t_0,s))}$$

$$+ \sum_{k=t_c}^{\max(s+D, t_3, e)} \{z_k - (\bar{x}^{n_k} - x_k)\} (1+r)^{-(k-\max(t_0, s))} \quad (s < t_c) \quad (13a)$$

$$N_s = \sum_{k=s}^{\max(s+D, t_3, e)} \{z_k - (\bar{x}^{n_k} - x_k)\} (1+r)^{-(k-\max(t_0, s))} \quad (s \geq t_c) \quad (13b)$$

ここで $\bar{x}^{n_k}$ は年度 k が属する第 n_k 期における理想料金を示している。

(3) 利用データ

境港市のこれまでの実績及び今後の建設計画、さらに施設や設備の耐用年数をもとに、今後必要となる修繕費等を割り出した⁶⁾。建設費については、国庫補助をのぞき、起債対象額の6割は公費負担分として基準内繰入れとして一般会計から繰入れられるので、その4割と受益者負担分を、下水道事業体が負担する額とした。下水道事業費の経年変化を図3に示す。図中には各年に発生する建設費と、それを利率2%で5年元金据え置き、その後25年で元金均等償還を行う下水道債を利用した場合の費用も合わせて示している。維持管理費には修理や設備更新の費用も含めている。

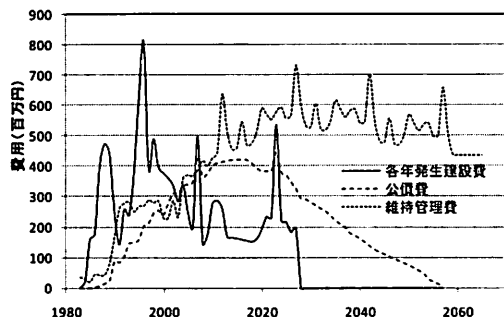


図3 下水道事業費

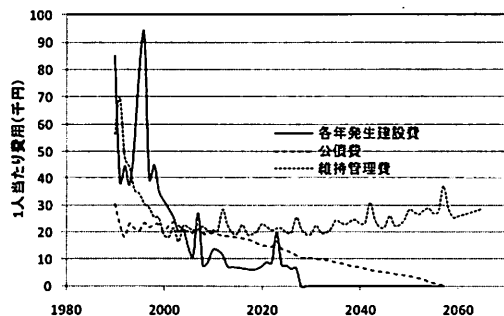


図4 利用者1人当たりで示した下水道費

図3で示した事業費を供用開始した1990年以降について、利用者1人当たりで示すと図4のようになる。建設費については最初の方の利用者が高く、下水道債を利用して平滑化してもその傾向が見られる。一方、維持管理費は整備終了後に人口減少と更新費の影響を受けて漸増していく。

(4) 全期間を1期間とした場合の検討 (1期モデル)

a) 理想料金と生涯負担額

2065年までにかかる全費用を、式(7)、(8)により、供用開始の1990年の割引価値で平滑化された年あたりの費用を求めた。この場合は n は1期間のみである。さらに式(11)により、計算期間中の延べ利用者数で割った理想使用料を計算した。その結果を表1に示す。全期間では、建設費よりも修理や設備更新を含めた維持管理費の方が1.7倍と高くなることが分かった。

現状の下水道料金を参考に、1人当たりの料金を年間12,000円として考察を進める。表1に示されるように、本来37,398円を使用料として支払わなければならないので、この場合下水道利用者の年間受益額は25,398円となる。これは一般会計から補填され、住民全員が負担することになる。この関係を図5に示す。下水道の整備が進み利用者が増えるにしたがって受益の総額が増加するので、住民1人当たりの負担も増加する。整備が終了する2027年以降は受益と負担は等しくなる。すなわち住民全員が下水道を利用しており、使用料金の不足分も住民全員で負担している。この状況においては、下水道料金をいくらに設定しても、受益と負担の差引はゼロとなる。下水道使用料として支払うか、一般行政サービスとして負担を負うかの違いのみとなる。したがって2026年までにつき受益や負担について考えればよい。

表1 1期モデルにおける費用及び使用料

年あたり費用(千円/年)			理想使用料
建設費	維持管理費	合計	(円)
248,348	430,466	678,815	37,398

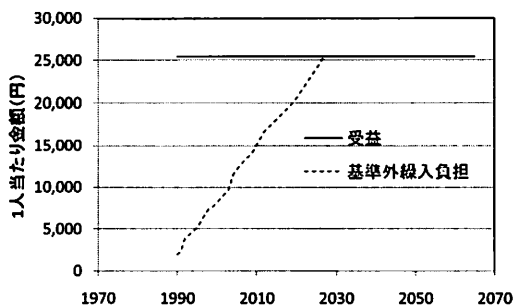


図5 1人当たり受益と負担額 (1期モデル)

式(13)を用いて生涯便益の計算を行った。ここでは個人の生涯を80年として計算している。各種の経済計算では、個人が経済に参入してくる年齢を20歳とするものもあるが、ここでは下水道の及び一般行政サービスの利用は生まれてから80年とした。

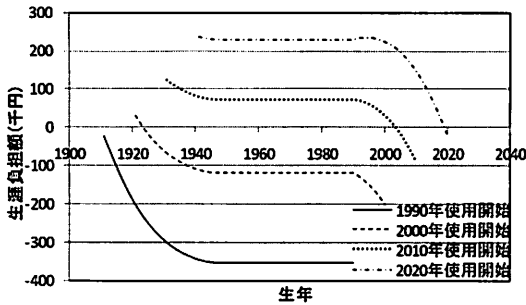


図6 使用開始時期別の生涯負担額 (1期モデル)

図6には下水道使用開始時期(整備完了地区)別に、生年と生涯負担の関係を示している。1990年から使用開始、すなわち最初に整備が行われて供用開始する地区の人は、いずれの世代においても生涯負担が負、すなわち受益が負担を上回っている。これは1990年から受益も負担も始まるためである。生年が後になるほど純受益(受益と負担の差)が多くなるのは、生涯に下水道を利用する期間が長くなり、受益を受ける期間が長くなるためである。1947年生まれ以降は純受益が一定となっているが、これは1947年生まれ以降は2026年までは下水道を使用して純受益が発生し、2027年以降は使用しても、図5においても述べたように普及率が100%となり、純受益(純負担)がゼロとなるためである。

使用開始年が遅くなるほど、下水道を利用していないにもかかわらず、一般会計からの繰り出しの負担を負う期間が長くなるために、生涯負担額は多くなる。1991年より後に生まれた世代は、生年から2026年までの負担を負うことになるので、同じ時期から使用を始めるすなわち受益が同じ集団の中では、生年が遅くなるほど負担が減少するため、純負担(負担から受益を差し引いたもの)が減少している。

図7は世代別に使用開始時期と生涯負担との関係を示したものである。図6を視点を変えてみたものであるが、2005年世代は1990年から2026年までの負担を負う時期が1935年世代や1970年世代より短いために、使用開始年が同じ場合には生涯負担が少なくなっている。また1970年世代は1935年世代よりも、純受益の得られる2026年までの利用期間が長くなるために、生涯負担が小さくなっている。

使用料金を2.4万円とした場合を図8に示す。図6と同様の傾向を示すが、本来負担すべき料金に近づいているので、使用開始時期や世代による生涯負担の格差は縮小している。

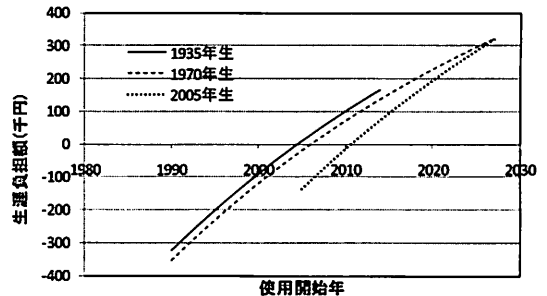


図7 世代別の使用開始年と生涯負担の関係 (1期モデル)

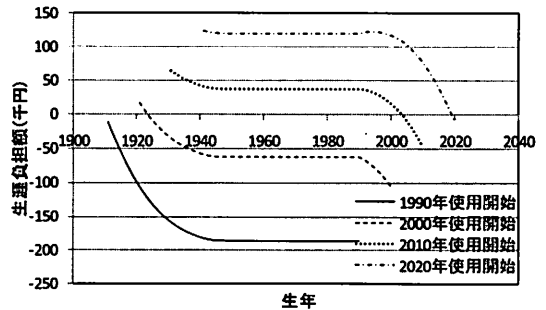


図8 使用料金を変化させた場合の生涯負担額 (1期モデル、使用料24,000円/年・人)

b) 整備時期の異なる地域間や世代間の負担格差対策

図6で示されたように、1947年世代から1990年世代までは生涯負担額は使用開始時期により異なるのみで、世代間では等しくなる。これを使用開始年別に生涯受益額で示したものが図9である。いずれも1990年から2026年までの負担は等しく負っているため、受益の差が生涯負担の差になる。この世代に対しては、本図の使用開始時期による受益額の差、すなわち整備時期の異なる地域間の格差を、何らかの他の行政サービスで補償することで公平性を保つことを目指すことが考えられる。

汚水処理の範囲内では、先に述べたように、ここでは未整備地区におけるし尿処理や浄化槽汚泥処理にかかる行政負担部分を無視しているが、これらの費用も考慮に入れつつ、くみ取り料金、浄化槽清掃料金に対する地域別の設定を工夫することが考えられる。

さらに事業分野を超えて、地域の道路や公園の優先的整備など、行政サービスで補償することで公平性に配慮することも考えられる。これまでは役所内の縦割り行政

の中では、各分野の事業の実施順位に事業分野を超える発想はわきにくかったと思われるが、一括交付金となりその使用に地方自治体の裁量が大きくなったことから、新しい事業の実施方法として検討の価値があると考えられる。

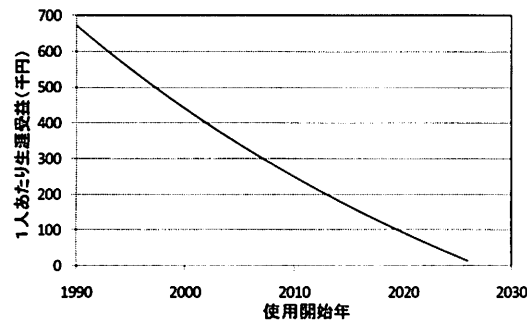


図9 1990年世代の生涯受益額（1期モデル）

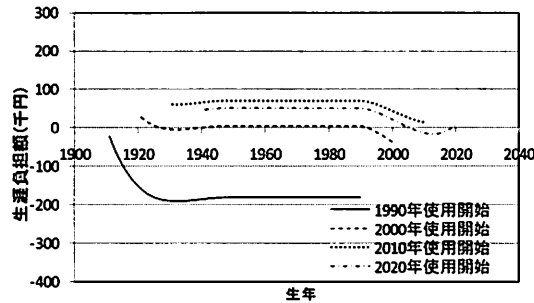


図10 2027年に55000円になるように毎年値上げをした場合の生涯負担額

世代間の格差に対しては、世代別に行政サービスの供給を変えることも難しい。料金で対応することを考えると、最初から理想料金を設定すれば格差は発生しない。料金を12,000円に設定したことによる格差を縮小するために、モデル的に1990年に12000円から2027年に向けて毎年値上げをすることを考えてみる。図8を図6と比べれば分かるように、料金を値上げすることで、使用開始時期及び生年による格差は小さくなる。図10は現実的にはあり得ないが、2027年に55,000円になるように、毎年定額の料金値上げをした場合の結果である。1991年以降の世代の生涯負担額も、1990年世代にかなり近づいている。この場合には2012年から下水道使用者は理想料金より高い料金を払っており、下水道使用者が料金以外に使用税のようなものを支払っていることになる。すなわち、下水道を使用していない地区では下水道料金の余剰分の転用により一般行政サービスの向上という便益を得る。その結果図6で見られたように、同じ時期に使用を始める場合には、生年の遅い方、すなわち人生の中で若いうち

に使用を始めた方が生涯負担が少なくなる傾向が緩和されている。2020年から使用を始める場合、2012年生まれ以降の人は使用しない方が便益が出る期間を生きてるので、生涯負担が負になる世代が現れている。

世代間の格差は、料金設定によりある程度の緩和は出来るかも知れないが、現実的には難しいと考えられる。

(5) 3期間で区分した場合（3期モデル）

式(7)及び式(8)を用いて計算した、各期の平滑化された負担額を示したものを図11と表2に示す。第1期の建設費は処理場の全体と処理施設2系列及び管渠建設の割合も大きいので、総額は最も多く、3期間で平滑化しても年当たり費用は大きくなっている。第3期は処理系列を1系列増設するが、管渠の建設は5年間だけであるので、総額は最小で、年当たりも少ない。

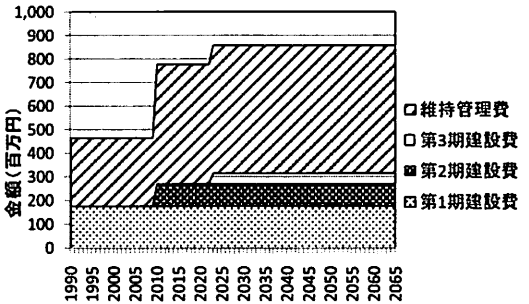


図11 各期の分担費用（3期モデル）

表2 3期モデルにおける費用及び使用料

期間	年あたり費用(千円/年)			理想使用料 (円)
	建設費	維持管理費	合計	
第1期 1990-2009	177,068	288,722	465,791	41,993
第2期 2010-2022	270,355	509,497	779,853	32,934
第3期 2023-2065	315,245	545,429	860,673	37,321

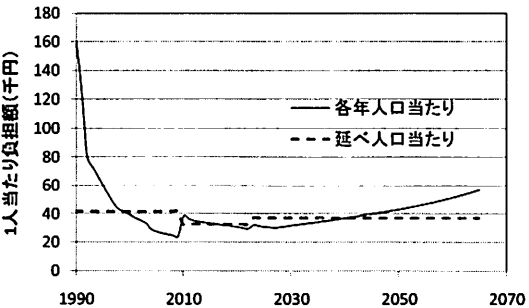


図12 1人当たりの各年の費用（3期モデル）

それぞれの期間で平滑化された費用を、各年の整備人口に割り振るとした場合の1人当たりの負担額を図12に実線で示す。整備人口は図1に示すように、2027年までは整備が進められているので増加するが、整備が終了後は人口減少のために減少する。第1期、第2期は整備の進捗にともない1人当たり負担は減少していくが、第3期は整備が終了後は人口減少の影響で1人当たりの負担は増加していく。人口変化によるこのような1人当たりの負担の不均衡を防ぐために、それぞれの期間の延べ使用人口で負担を均等にした理想使用料を同図中に破線で示した。年当たり負担は第1期より第2期の方が多いが、1人当たり負担にすると、第2期の方が利用者が増えるので少なくなっている。

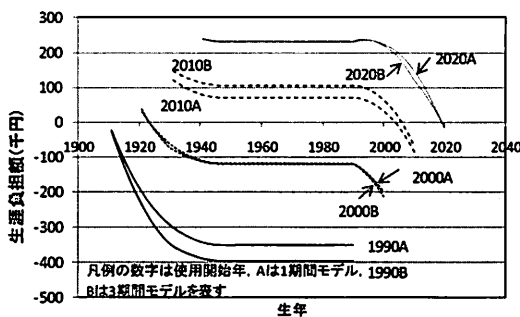


図13 使用開始年別の生涯負担額

先と同様に、1人当たりの下水道料金を1年間12,000円とした場合の世代別と下水道使用開始時期別の生涯負担額を図13に示す。図中には図6に示される1期間モデルの結果も比較のために示している。(4)で述べたことと同様の傾向が見られる。モデル間で比較すると、使用開始年が2000年と2020年の場合には両モデルでほとんど差が見られないが、1990年に使用開始をする場合、3期間モデルの方が生涯受益が大きく（負の負担が大きい）、2010年の開始では3期間モデルの方が生涯負担が大きいという結果になった。

表1、表2からわかるように、3期モデルでは第1期である1990年から2009年までの理想料金が1期モデルよりも高いために、同じ料金設定ではその間の利用者の受益が大きくなる。第2期では逆の状況にあるが、第1期の方が期間が長いこと、早いことにより、その効果が第2期を上回る。2000年に使用開始の場合には、第1期の受益と第2期の負担がほぼ釣り合っており、1期モデルとほぼ等しくなる。2010年の場合には、3期モデルの方が第2期の負担が1期モデルよりも大きい影響を受けて、生涯負担が大きくなっている。2020年から使用開始の場合には、理想料金が1期モデルとほぼ等しい第3期の影響で、両モデル

の生涯負担はほぼ等しくなっている。

5. あとがき

本研究においては、将来において著しい人口減少が予想される、小規模自治体の下水道の整備と運営における財政負担について検討した。現在整備中の下水道施設が寿命を迎える頃には、人口減少により污水处理システムそのものも見直す必要が生ずる可能性のある場合においては、現システムにおいて事業をひとまず完結させつつ次期に向けて動向を見守ることとし、現システムに係る費用をその供用期間中の延べ使用者で負担することを提案した。これをもとに、段階的に整備が進む地域間と世代間の受益と負担について検討した。その結果つぎのようなことが明らかになった。

整備の進捗状況により、供用開始から整備完了までの全期間にわたって生存する世代では、生涯の負担が等しくなることが示された。段階的に整備が進むため、地域間に発生する生涯負担格差を定量的に示し、これに見合う他の行政サービスを提供することで、地域内の世代間格差は残るものの、地域間の格差を解消することを提案した。整備の完了後には下水道料金をどのように設定しても、純負担（負担と受益の差）はゼロであり料金設定による生涯負担格差解消はできない。整備終了までの使用料金の段階的値上げにより世代間格差の縮小を図ろうとすれば、供用開始の前期部分において料金で十分に回収できていないために、後期部分で逆に利用者に利用税を課す必要が出てくる。

本研究においては下水道を使用することにより得られる純便益は考えなかった。すなわち本文内で「理想料金」とよんだ本来使用者が負担すべき額そのものを便益と考えた。また下水道未整備地区の住民に対するし尿くみ取り処理や浄化槽利用に関する行政からの負担は無視した。今後はこのような項目も検討するとともに、下水道整備が長期にわたることによる、地域間、世代間の負担格差是正のための施策のより具体的な手法と評価について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省都市整備局：報道発表資料「平成21年度末の污水处理人口普及状況について」、
http://www.mli.go.jp/report/press/city13_hh_000110.html
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の市区町村別将来推計人口（平成20年12月推計），2008。
- 3) 細井由彦・上地進：人口減少を考慮した污水处理施設整備

- 方法の検討, 環境工学研究論文集, 第 44 巻, pp.207-215, 2007.
- 4) 細井由彦・灘英樹・増田貴則: 人口減少高齢化地域における下水道整備後の家計の接続行動に関する研究, 環境システム研究論文集, 第 35 巻, pp.29-35, 2007.
- 5) 細井由彦・増田貴則・赤尾聡史・麻本裕也: 人口減少高齢化構造からみた一般行政サービスの受益と負担を考慮した汚水処理事業経営, 環境システム研究論文集, 第 37 巻, pp.145-152, 2009.
- 6) 細井由彦・灘英樹・増田貴則・赤尾聡史: 公共財の供給を含む一般会計を考慮した人口減少高齢化社会における下水道事業経営, 環境工学研究論文集, 第 46 巻, pp.165-174, 2009.
- 7) 灘英樹・細井由彦・増田貴則・赤尾聡史: 財政と住民便益から見た人口減少下における下水道整備の検討, 下水道協会誌, 第 47 巻, No.573, pp.135-144, 2010.
- 8) Auerbach, Alan J., Jagadeesh Gokhale and Laurence J. Kotlikoff : Generational Accounts : A Meaningful Alternative to Deficit Accounting. " In Bradford, David, ed. Tax Policy and the Economy, Vol.5 pp.5-110, MIT Press, 1991.
- 9) 麻生良文・吉田浩: 世代会計からみた世代別の受益と負担, フィナンシャルレビュー, March-1966, 大蔵省財政金融研究所, 1996.
- 10) 吉田浩: 世代会計の地方財政への応用, フィナンシャルレビュー, March-1966, 大蔵省財政金融研究所, 1996.
- 11) 吉田浩: 世代会計による高齢化と世代間不均衡に関する研究, 一橋大学経済研究所世代間問題研究機構ディスカッションペーパー, No.287, 2006.
- 12) 増島稔・島澤諭・村上貴昭: 世代別の受益と負担～社会保障制度を反映した世代会計モデルによる分析～, ESRI Discussion Paper Series No.217, 内閣府経済社会総合研究所, 2009.
- 13) 小池淳司・岩上一騎・上田孝行: 社会資本整備の世代間厚生分析―世代重複応用一般均衡モデルの開発と応用―, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.1, 2003.
- 14) 橋本政晶・石倉智樹: 社会資本整備の長期費用負担に関する動学的分析, 土木計画学会春大会, 2010.

(2011.5.30 受付)

Sewerage Works Management and Burden Sharing among Districts and Generations in the Transition Process to Population Decreased Society

Yoshihiko HOSOI¹, Hideki NADA², Takanori MASUDA¹ and Satoshi AKAO¹

¹Dept. of Management of Social Systems and Civil Engineering, Tottori University

²Sakaiminato City Office

The management of sewerage works whose system should be reconsidered when its lifetime is over due to significant population decrease was examined. In order to smoothly transit to the new system adapted to population decreased situation, sustainable softlanding management was proposed. It means that the finance of present sewerage works is completed in its lifetime. The financial burden sharing among districts under sewerage system developing and generations was examined under the proposed management system. The burden difference among districts due to the difference of sewerage system developed time was evaluated and measures to narrow it by public works services was suggested. The difficulty to narrow the burden difference among generations was pointed out.