

# 人口減少地域における汚水処理方式の選択に関する研究

公共システム研究室 野口彩

## 1. はじめに

人口減少に直面する自治体が汚水処理施設の供給計画を策定する場合、下水道整備に加え、それ以外の代替的な処理方式との比較検討が不可欠となる。代替的な処理方式の中でどの選択肢が有効かを判断するには、計画時点から将来までの長期的な費用を比べ、より安価な方法を見出す必要がある。そこで本研究では、下水道整備と合併浄化槽の選択を行う場面を想定し、人口減少リスクのもとでの汚水処理方式の選択手法をリアルオプションアプローチに基づいて検討する。

## 2. 基本的考え方

本研究では、人口が減少する地域を対象とする。地域はいくつかの地区から構成されており、どの地区も今後世帯数が増える可能性はない。どの地区においても現時点では下水道が整備されておらず、合併浄化槽によって汚水が処理されているとする。当該地区における下水道は、そこに隣接する下流の地区に下水道整備がなされていないと整備できないものとする。

今期において合併浄化槽で汚水処理を継続することを選択した場合、将来永久に合併浄化槽で汚水処理することを意味しない。すなわち、状況に応じて下水道の整備を行って汚水処理を行うというオプションがある。一方で、下水道整備を行った場合は合併浄化槽に戻すことはできないが、隣接する上流の地区に下水道を接続するオプションを与える。以上の状況のもとでの意志決定者の選択問題を動的計画問題により定式化し、汚水処理方式を導出するためのモデルを構築する。

## 3. 汚水処理方式の選択モデルの構築

現在における地区  $i$  の世帯数を  $z_i$  で表し、それを地区ごとに並べたベクトルを  $Z=(z_1, z_2, \dots, z_n)$  で表す。このとき、地区  $i$  が下水道を整備するか合併浄化槽にするかの選択に直面している場合の今期から将来無限遠までに生じる割引費用  $V_i(Z)$  は次式で表される。

$$V_i(Z) = \sum_{j=1}^{i-1} M_j + \sum_{j=i+1}^n m_j z_j + \min \left[ C_i + \beta \sum_{W} P(W|Z) V_{i+1}(W), m_i z_i + \beta \sum_{W} P(W|Z) V_i(W) \right] \quad (1)$$

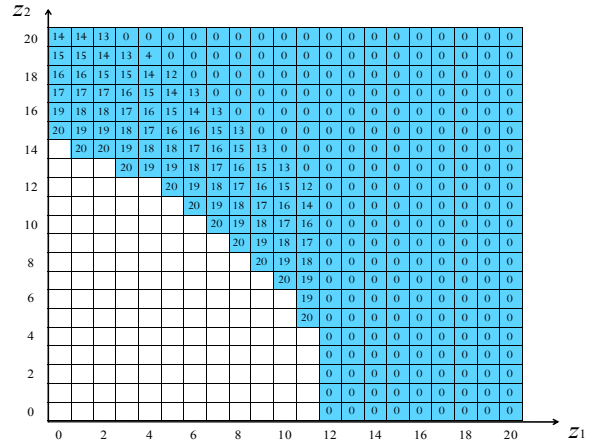


図 地区 1 における汚水処理方式の選択結果

ここに、 $M_i$  は地区  $i$  における下水道の維持管理費用、 $m$  は一世帯当たりの合併浄化槽の維持管理費用、 $C_i$  は下水道の建設費用、 $\beta$  は割引因子、 $P$  は世帯数の推移確率を表す。なお、下流側から順に地区の番号が付けられている。

## 4. 数値分析

ある想定のもとで数値計算を行った。その結果を図に示す。図の座標平面上の一点は任意の  $z_1, z_2$  に対応しており、どの  $z_1, z_2 (<=20)$  において地区 1 が下水道もしくは合併浄化槽を選択すべきかを表している。色塗りがなされている場合は下水道整備を、なされていない場合は合併浄化槽を選択することを表している。座標平面上の数値は  $z_3$  であり、その数値よりも大きな世帯数の場合に下水道整備が選択されることを示している。

図より、 $z_1$  が大きいと下水道整備が選択されることが分かる。また、上流に位置する地区 2, 3 の世帯数  $z_2, z_3$  が大きいと下流側の地区 1 の選択が下水道である場合がより多いことがわかる。これは、地区 1 における下水道の整備は上流側の地区に下水道整備のオプションを与えるためである。

## 5. おわりに

今後は、具体的な地域を想定して実証分析を行うとともに、地区の地理的な配置パターンの違いが計算結果に及ぼす影響について検討したい。