

京都大学工学部 学生員 ○神崎 幸康

京都大学大学院

学生員 渡辺 仁志

京都大学防災研究所

正会員

萩原 良巳

1. はじめに

本研究では、高齢社会に着目し、高齢者と非高齢者のアメニティに対する選好が異なることにより、地域構造が変化すると考える。このことより、都市環境政策として地域のアメニティを変化させることを考え、それと地域構造変化との関連を分析することを目的とする。まず、アメニティと世帯属性に着目した地域構造のモデル化を行う。次に、世帯属性別のアメニティ増加に対する満足度に着目し環境政策のモデル化を行う。それらより、地域環境政策を最適制御モデルとして提示し、最大原理を用いて分析する。そして分析結果より、環境政策について考察を行う。その際、高齢者と非高齢者に対する政策の重みに着目する。また、属性別世帯数変化に対応した最適なアメニティの配分方法についての考察を行う。

2. 地域構造モデル

都心($s=1$)と郊外($s=2$)の2地域からなる都市圏を想定し、地域のアメニティを構成する要素 $a_k^s(t)$ として利便性($k=1$)と快適性($k=2$)の2つを考える。また、地域 s の属性 i の世帯数を $x_i^s(t)$ で表し、世帯属性を高齢社会に着目するためライフサイクルにおけるライフステージにより、高齢世帯($i=1$)、非高齢世帯($i=2$)の2つに分類した。また、その時の属性別世帯数変化は図1のように考えた。なお、 $\alpha_{ii}^s(t)$ を世帯属性変化係数と呼ぶ。さらに、各ライフステージごとにアメニティに対する選好の違いにより、利便性の高い地域を選択する世帯($j=1$)、快適性の高い地域を選択する世帯($j=2$)、及び環境の質によらず従来からの居住地域に住み続ける世帯($j=3$)の3種類に分類し、その割合をそれぞれ、 $\gamma_{i1}^s(t)$ 、 $\gamma_{i2}^s(t)$ 、 $\gamma_{i3}^s(t)$ で表す。

次に、外部との移住はなく、移住が行われるのはライフステージ変化による世帯属性変化が起こるときのみであると仮定する。また、移住は、利便性と快適性のどちらか一方により決定され、その選好は世帯属性により異なるとする。さらに、移住の有無は地域間のアメニティ要素の相対的な差のみによって決定されると考える。すなわち、その差が閾値 h_{ik} を超える場合、移住が起こると仮定し、移住の有無を移住係数 $\beta_{ik}^s(t)$ ($0 \text{ or } 1$)で表す。

また、アメニティ要素 $a_k^s(t)$ の変化について、投資による増加と投資を行わないことによる劣化を考え、増加項 $\theta_k^s(t)$ ($\theta_k^s(t) \geq 0$)と、減衰係数 $\varphi(t)$ を導入する。なお、劣化はアメニティ要素の値に比例すると考えた。また、投資によるアメニティの総増加量には上限がある(制約条件)と仮定する。以上の仮定のもとで地域構造モデル、アメニティ変化を定式化すれば以下ようになる。

(1) 地域構造モデル

$$\begin{aligned}\dot{x}_1^1 &= \{\gamma_{11}^1(1-\beta_{11}^1) + \gamma_{12}^1(1-\beta_{12}^1) + \gamma_{13}^1\}\alpha_{11}x_1^1 + (\gamma_{11}^2\beta_{11}^2 + \gamma_{12}^2\beta_{12}^2)\alpha_{11}x_1^1 - \alpha_{12}x_1^1 \\ \dot{x}_2^1 &= \{\gamma_{21}^1(1-\beta_{21}^1) + \gamma_{22}^1(1-\beta_{22}^1) + \gamma_{23}^1\}\alpha_{12}x_1^1 + (\gamma_{21}^2\beta_{21}^2 + \gamma_{22}^2\beta_{22}^2)\alpha_{12}x_1^1 - \alpha_{22}x_2^1 \\ \dot{x}_1^2 &= \{\gamma_{11}^2(1-\beta_{11}^2) + \gamma_{12}^2(1-\beta_{12}^2) + \gamma_{13}^2\}\alpha_{11}x_1^2 + (\gamma_{11}^1\beta_{11}^1 + \gamma_{12}^1\beta_{12}^1)\alpha_{11}x_1^1 - \alpha_{12}x_1^2 \\ \dot{x}_2^2 &= \{\gamma_{21}^2(1-\beta_{21}^2) + \gamma_{22}^2(1-\beta_{22}^2) + \gamma_{23}^2\}\alpha_{12}x_1^2 + (\gamma_{21}^1\beta_{21}^1 + \gamma_{22}^1\beta_{22}^1)\alpha_{12}x_1^1 - \alpha_{22}x_2^2\end{aligned}$$

ただし、 $\gamma_{i1}^s(t) + \gamma_{i2}^s(t) + \gamma_{i3}^s(t) = 1$ ($s=1,2, k=1,2$)

(2) アメニティ変化

$$\dot{a}_k^s(t) = \theta_k^s(t) - \varphi(t)a_k^s(t) \quad (s=1,2, k=1,2)$$

なお、地域構造は地域構造モデルの安定性とその均衡解により 衰退型、社会的安定型、高齢型、不安定型の4タイプに分類される。

また、分析を行う際、(1)、(2)を合わせたものが状態方程式となり、 $\theta_k^s(t)$ が制御変数となる。

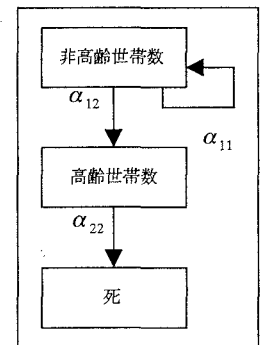


図1 属性別世帯数変化

3. 評価モデルと制約条件

ここでは、ひとまず、非高齢世帯の満足度は利便性の増加により、高齢世帯の満足度は快適性の増加によるものであると仮定し、政策期間全体での満足度の最大化を考える。さらに、非高齢世帯、高齢世帯に対する政策の重みを政策パラメータ w_i ($i = 1, 2$)で表し、評価モデルと制約条件を以下のように定式化した。

(1) 評価モデル

$$J = w_1 \int_0^T (\theta_1^1(t)x_1^1(t) + \theta_1^2(t)x_1^2(t))dt + w_2 \int_0^T (\theta_2^1(t)x_2^1(t) + \theta_2^2(t)x_2^2(t))dt \rightarrow \max$$

(2) 制約条件 $w_1 + w_2 = 1$, $\sum_{s=1}^2 \sum_{k=1}^2 \theta_k^s(t) \leq C(t)$, $\theta_k^s(t) \geq 0$

4. 分析結果とその考察

以上で定式化したモデルより、地域環境政策を最適制御モデルとして提示し、最大原理を用いて、以下の条件のもとで分析を行った。まず、地域の初期状態において、全ての世帯属性には移住が起こり、なおかつ、都心、郊外の地域構造がともに社会的安定型である場合を想定する。また、都心と郊外の総世帯数の大小関係、非高齢世帯数と高齢世帯数の大小関係により初期条件を分類し、それぞれについて、政策パラメータを変化させて分析を行った。以上の分析結果の一部を表1に示す。表1は、非高齢世帯数が高齢世帯数より多い場合に、都心と郊外の総世帯数の大小関係と政策パラメータに対する地域構造の変化パターン、また、そのとき、どのアメニティ要素を増加させれば良いかについてまとめたものである。

分析結果から次のことが言える。環境政策を行うに当たって目標とする将来の地域構造を設定したとき、その地域の初期状態によって高齢世帯と非高齢世帯に対する政策パラメータの与え方、さらにその目的を満たすに当たっての最適なアメニティの配分方法が明らかになった。

表1 分析結果の一部

政策パラメータ 初期条件 w_2		1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
$x_1 > x_2$	$x^1 > x^2$	(安定、安定) β		安定、 安定 β		(安定、衰退) α						
	$x^1 = x^2$	(衰退、安定) δ		安定、 安定 β		(安定、衰退) α						
	$x^1 < x^2$	(衰退、安定) δ		衰退、 安定 δ		(衰退、安定) γ						

注：「安定」とは「社会的安定型」、「衰退」とは「衰退型」の地域構造のことである。
 x_1 ：非高齢世帯数 x_2 ：高齢世帯数 x^1 ：都心の総世帯数 x^2 ：郊外の総世帯数
 α ：都心の利便性が増加 β ：都心の快適性が増加 γ ：郊外の利便性が増加 δ ：郊外の快適性が増加

5. おわりに

本研究では、今後の高齢社会を想定したとき都市構造をどのように変化させれば良いのかという問題の基本的情報を得る方法の方向性を提示することができた。今後の課題として、実際の都市にモデルを適用することを考えねばならない。しかし、そのためにはモデル化と、分析のために置いた仮定を減らし、モデルをより一般的なものにすることが必要である。また、アメニティ要素、移住に関する閾値などの定量化の方法についての検討が重要であると考えられる。さらに、本研究のモデル分析では都市の初期状態を都心、郊外ともに社会的安定型のときのみを考えて分析したが、今後、たとえば都心もしくは郊外が衰退型であるような場合の政策実験が必要である。