

1. 人口流出と少子化・高齢化の関係

Consideration of the Relationship between Out-migration, Decreasing Child Population, and Aging of Society; Design of a System Dynamics Model for Problems in a Remote, Depopulated Rural Community: Part I

Abstract

This paper focuses on the relationship between out-migration, decreasing child population and aging of society in a remote, depopulated rural community, as a demographic part of a study to design a theoretical model for socio-cultural-economic problems observed in the depopulation process. Using the system dynamics approach and its new software (Stella II 3.05 Authoring Version), the population sector of the model was developed to simulate the effects of out-migration, fertility decline and reducing mortality in the elderly population, on (a) the number of total population and (b) the age distribution, in different scenarios. The important findings are:

1. Out-migration itself can cause age distribution changes, such as decreasing proportion of children in the total population and aging of society, only in the case where the aged people are left alone in community. The influence on the decreasing number of births by the out-migration during the childbearing years is otherwise compensated for by the decreasing number of the total population.
2. Fertility decline itself has only a limited negative impact on total population in comparison with out-migration effects. Fertility decline reduces the proportion of children in the total population, but at same time increases the distribution of childbearing years across the total population. The influence on the proportion of aged people in the total population remains small.
3. Reducing mortality in elderly population itself has only a limited positive impact on total population. However, it can cause the age distribution change, such as decreasing proportion of children in the total population, and aging of society. This effect is strengthening when accompanied by the fertility decline across time.
4. The typical drastic population change in a remote, depopulated rural community can be observed only in the instance where out-migration which leaves behind only

aged people, fertility decline, and a decrease in elderly mortality occur simultaneously.

人口流出と少子化・高齢化の関係についての考察 - 過疎化のシステム・ダイナミクス・モデルの構築 その 1 -

はじめに

我が国全体の少子化・高齢化が進行し、21世紀初頭には総人口自体が減少に転じると予想されている⁽¹⁾が、個々の地域社会においては、この変化は、都市への人口流出による過疎化を通じ、時間的にも早く、さらに極端な形で現象化している。実際、近代社会は、戦争などの一時的な状況を除き、人口の絶対数が減少したり、年少人口が総人口の中で極端に少数化するとか、あるいは、老年人口比率が4分の1を越えるといった事態をこれまで経験したことはなく、この意味において、地域の過疎化現象を研究することは、我々の社会の将来を展望することにもつながると思われる。

しかし、過疎化現象の研究は、個々の市町村を単位とする多岐にわたる時系列データを扱わねばならず、我が国における市町村統計の整備状況の問題もあり、データの入手が極めてむずかしい。また、幸いにしてデータを収集できたとしても、人口規模自体が小さいため、偶然によるばらつきや地域の特殊事情など、個々のケースを一般化しにくく、全国や都道府県レベルの研究にはない困難さをともなう⁽²⁾。このため、過疎問題については、フィールド調査を中心に多くの研究がなされているが、現在までのところ、その全体像を提示するような包括的な理論モデルは作られていないといえよう。

たとえば、我が国の過疎化の進行は、一般的に、高度成長期に農村部の余剰人口が都市周辺に労働力として流出したことに始まるといわれている⁽³⁾が、この余剰人口の流出が農業生産性の上昇によるものか、都市との所得格差によるものか、あるいは、また、都市との生活環境格差によるものかは明らかではない。さらに、現在のように過疎化がかなりの程度進行してしまった段階では、過疎化自体が労働力不足を生み、農業生産性の上昇を一層不可欠なものとしたり、経済力を低下させさらに所得格差を拡大したり、あるいは生活の利便性を奪うといった悪循環を発生させているとも考えられる。また、若年人口の流出も、単に直接的な経済的事情のみではなく、高学歴化を反映した進学・就職流出のウエイトが高まっており、これが地元の高等教育機関の定員割れやレベルの低下を引き起こし、若者の流出を一層加速するといった新しい傾向も見られる。

このような例からもわかるように、過疎問題を地域全体の問題として捉え、その原因や対策を考えるには、人口は元より、地域の経済、教育、福祉、生活基盤などの様々な分野の関係を組み込んだ包括的な理論モデルの構築が必要とされている。また、過疎化は地域に悪影響しかもたらさないのか、あるいは、条件さえ満たされれば、我が国の過密社会の適疎化に貢献しうるのではないかといった、過疎化の負の側面ばかりでなく正の側面を考える上でも、全体の複雑な因果連鎖を解明することが不可欠なのではないか

と思われる。

この種の包括的なモデルの構築には様々な手法があるが、本研究では、その一つとして、D・メドウらが地球環境全体の問題を扱ったワールドモデル⁽⁴⁾を参考に、過疎地域のシステム・ダイナミクス・モデルを作ること考えた。システム・ダイナミクスの手法は、J・W・フォレストアが考案したもので、複数のセクタからなり、変数同士が相互に複雑なフィードバックループを持つ、時系列に沿って変化するシステムの論理的な記述に優れており、統計的なデータを入手しにくい問題を扱いやすい性質を持っている⁽⁵⁾。また、システム・ダイナミクス・モデルを作る上で、かつてはDYNAMOというシミュレーション言語が用いられてきたが、近年は、さらに進化したSTELLA II⁽⁶⁾が利用可能となり、パーソナルコンピュータ上で操作パネルを用い自由な試行錯誤を繰り返しながら、各セクタごとにモデルの構築を行ない、これを連結することができるようになったという利点もある。

本稿は、以上のような過疎化の包括的な理論モデルを構築する一連の研究の一部をなすものである。

ここでは、まず、過疎問題の中核をなす人口セクタの理論モデルをシステム・ダイナミクスの手法により構築するとともに、この理論モデルのシミュレーションを通じ過疎化の状況を再現し、人口流出と少子化・高齢化の関係について考察を行なう。

1. 人口セクタモデルの構築

1.1 記述すべき問題状況

過疎地域における人口問題の本質的な要素として、人口流失、高齢化、少子化の三つを挙げることができるが、これらの因果関係は複雑である。⁽⁷⁾

まず、何らかの理由により、生産年齢を中心とした人口流出が起き、総人口が減少すると同時に、これが人口の年齢構成を歪め、相対的に高齢化の指標となる老年人口比率を押し上げたり、少子化の指標となる年少人口比率を低下させるという形式人口学的な関係が考えられる。

次に単なる比率の問題ではなく、生産年齢人口が減少することにより、子供を再生産する人口が不足し、この結果、地域の出生数が減少し、年少人口の絶対数に影響を与える関係が考えられる。この年少人口の減少は、人口ピラミッドの底辺を小さくし、長期的に、人口全体の減少を引き起こすことになる。さらに、このプロセスは我が国全体の出生力低下という別の要因によっても加速されており、どちらの要素がどの程度の効果を持つかが問題となる。

また、老年人口も、人口流出による相対的な比率の上昇に加え、やはり、我が国全体の長寿化現象（高齢者の死亡率低下とこれにともなう平均寿命の伸び）という別の要因によっても加速されていると考えられる。

従って、過疎化における人口問題を記述するには、このような因果ループをモデル化することが必要となる。また、逆に表現すれば、このような因果ループを含み、人口流失、高齢化、少子化という本質的な指標の変化を再現できれば、理論モデルとしては十分であると考えられる。⁽⁸⁾

1.2 モデルの構造

そこで基本モデルでは、0-14 歳の年少人口 (pop 0 to 14 : 以下括弧内は変数名表記)、15-64 歳までの生産年齢人口 (pop 15 to 64)、65 歳以上の老年人口 (pop 65 plus) の、各年齢人口を表す三つのレベル変数⁽⁹⁾のみを設定した (図 1)。

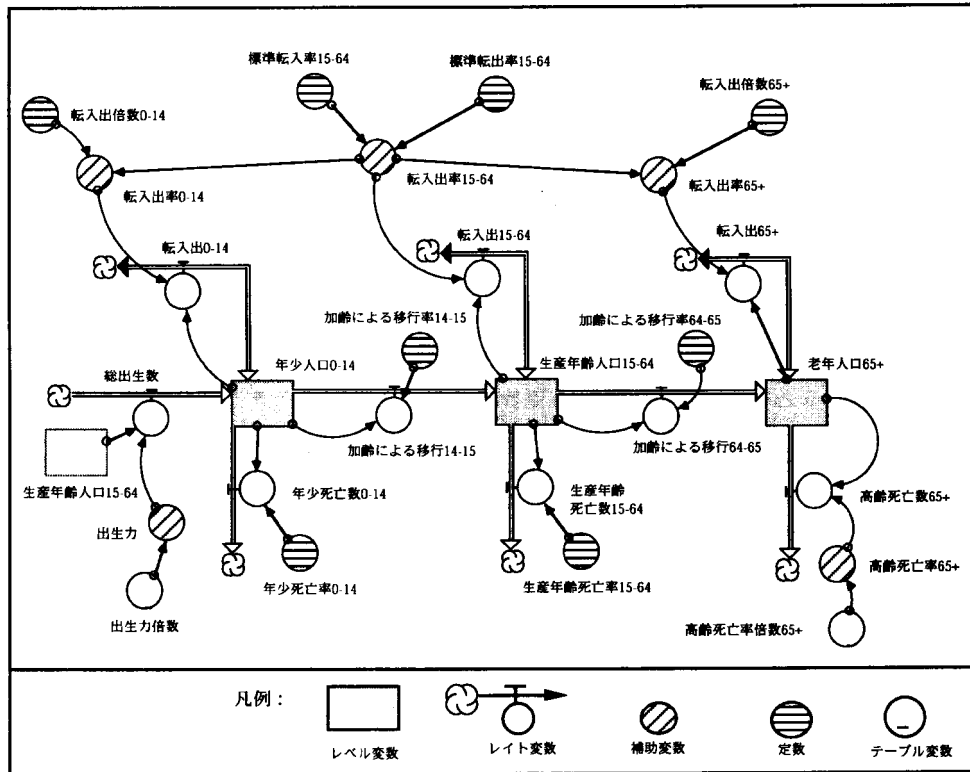


図 1 : 人口セクターの構造

年少人口のレベル変数は、総出生児数 (total births) という流入変数、年少死亡数 (deaths 0 to 14) と、年少人口から生産年齢人口への加齢による移行 (matur 14 to 15) という二つの流出変数、それから、年少人口移動 (migration 0 to 14) という流出入変数から構成される。また、生産年齢人口は、総出生児数のかわりに、年少人口から生産年齢人口への加齢による移行が流入変数となっている点で、また、老年人口は、加齢による移行という流出変数がないという点で違いがあるが、基本的な構成は年少人口と同じになっている。

総人口 (total pop) と総人口に占める各年齢人口の比率 (pop 0 to 14 R, pop 15 to 64 R, pop 65 plus R) は補助変数の形で計算され、これにより、人口総数の変化や相対比率の変化が記述できるようになっている。

また、総出生児数は、生産年齢人口に出生力 (fertility) を掛け合わせるにより計算されるが、生産年齢人口の増減と同時に、出生力低下の影響を操作できるよう、出生動向 (fertility mult) をテ - ブル関数⁽¹⁰⁾を利用した補助変数として加えた。

同時に高齢化に影響を与える高齢死亡率 (mortal 65 plus) を操作できるよう、高齢死

亡率動向 (mortal 65 puls mult) を、テ - ブル関数を利用した補助変数として加えた。なお、その他の年齢人口の死亡率 (mortal 0 to 14, mortal 15 to 64) については大きな変動はないものとして定数とした。⁽¹¹⁾

移動率については、生産年齢人口の流出が中心となるという考えから、生産年齢人口の移動率 (migration R 15 to 64) を設定し、年少人口と老年人口の移動率 (migration R 0 to 14, migration R 65 plus) は、この値に対する各々の比率 (migration R 0 to 14 mult, migration R 65 plus mult) を操作する形を取った。従って、年少人口と老齢人口の流出は、この値の設定によって、生産年齢人口の流出に連動する仕組みになっている。

なお、その他に総死亡数 (total deaths) や総移動数 (total migration) を集計する補助変数も加えた。

1.3 モデルの制約

このように、このモデルは記述すべき問題状況に合わせて著しく単純化されており、従って制約も多いが、大きなものとしては次の二つが挙げられる。

一つは、カテゴリ - 上、年少人口、生産年齢人口、老年人口の三つの年齢人口しかなく、生産年齢人口の流出において、しばしば異なる移動率を示す男女の相違を示すことができない。この結果、当然、出生力に大きな影響を持つ女子の再生産年齢人口の動きを分離できない。また、生産年齢人口には、15歳から64歳までの幅広い年齢層が含まれてしまい、若年層の進学・就職による移動などの重要な要因も扱えないという問題がある。これについては、モデルの他のセクションを構築する段階で、必要とされる問題状況の記述に合わせて改善してゆく考えである。というのも、レベル変数を増やせば増やすほど、シミュレ - ション条件の組み合わせは膨大なものとなり、現実には近づくものの結果の分析が困難になるからである。

いま一つは、技術的な問題として、加齢による移行が、レベル変数を年齢区間で等分に分割したものとなるため、たとえば、総出生数が急増すると、本来あるべき15年のタイムラグを無視して、その変化の一部が即ちに生産年齢人口に伝わってしまうという点があげられる。これも、レベル変数の数を各歳別まで増やせば解決する問題であるが、あくまで近似的に年齢構造の時系列変化を表現すれば良いという大雑把な考えに立っている。⁽¹²⁾

いずれにせよ、シミュレ - ション結果の解釈にあっては、これらのモデル上の制約に配慮する必要がある。

2. シミュレ - ションとその結果

2.1 条件設定

シミュレ - ションを行なうにあっては、何らかの初期値の設定が必要である。この場合、理論モデルした。⁽¹³⁾

まずルであるという点から、各種の変数操作による結果を解釈しやすい静止人口を想定することに、総人口の規模としては、各歳ごとの男女別人口が100を切らないことを目安に、コ - ホ - トの標準サイズを200人とし、生産年齢人口の年齢区間を50年と

して1万人の生産年齢人口を設定したまた、死亡率については、高齢者死亡率を0.08人/年、年少死亡率を0.001人/年、生産年齢死亡率を0.001人/年とし、この死亡秩序の元で、静止人口となる年少人口3,150人と高齢人口2,500人、生産年齢人口の出生力0.021315を求めた。⁽¹⁴⁾

この結果、初期値設定では、総人口が15,650人、年少人口比率が20.13%、生産年齢人口比率が63.90%、老人人口比率が15.97%となった。過疎化の問題状況を記述するというシミュレーションの狙いから言えば、初期条件としては、過疎化が始まる前の状況を再現することが必要で、この場合、人口規模1万5、6千人というのは、概ね妥当と思われる。また、年齢構成についてみると、我が国の安定人口構造化係数は1960年の時点で、年少人口比率が18.81%、生産年齢人口比率が64.63%、老年人口比率が16.57%となっており、これらの数値より年齢構造はやや若いのが、1965年時点の年少人口比率20.23%、生産年齢人口比率63.72%、老年人口比率16.05%にはかなり近似しており、過疎化が始まった頃の静止人口条件として十分妥当であると思われる。⁽¹⁵⁾

シミュレーションの期間としては、過疎化が始まった1960年代から90年代までの時間を考慮して30年間を設定した。また、過疎法の定義から10年間で人口が20%以上減少するような状況を再現するため、生産年齢人口の移動率を年3%とした。

その他の条件については、各シミュレーションごとに、コントロールパネル(図2)のレバ - を用い、生産年齢人口の移動率(migration R 15 to 64)や、年少人口と老年人口の移動率(migration R 0 to 14, migration R 65 plus)を操作し人口流出パターンを、また、テ - ブル関数グラフィックを用いて、出生動向(fertility mult)や高齢死亡率動向(mortal 65 plus)を設定し少産化や長寿化のパターンを与えた。

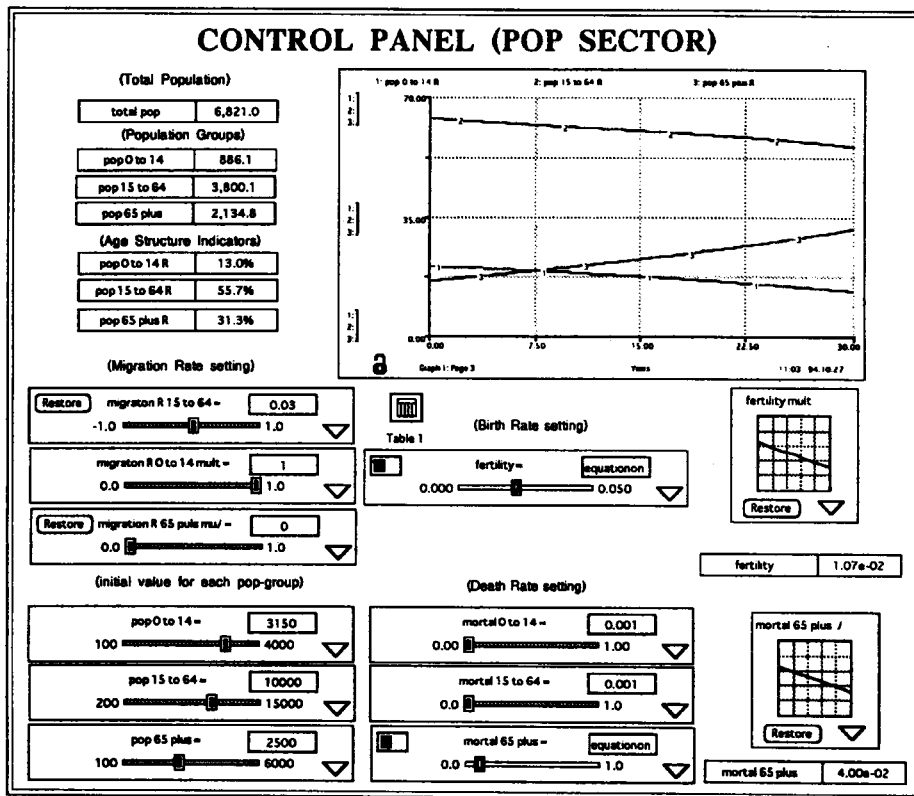


図 2 : コントロールパネル

註：図は、仮説 7 のシミュレーションを行なった時の例。数値、グラフは最終値。

2.2 シミュレーションの結果

(1) 人口流出の影響について

まず、出生力低下や高齢死亡率の低下といった要因を加えず、人口流出のみが起きた場合をシミュレーションした(表 1)。

表1：シミュレーション結果のまとめ

条件設定	人 口				初期人口に 対する減少	人 口 比 率		
	総人口	年少人口	生産年齢人口	老年人口		年少人口	生産年齢人口	老年人口
静止人口	15,650	3,150	10,000	2,500	0.0%	20.13%	63.90%	15.97%
仮定 1	6,341	1,276	4,052	1,013	-59.5%	20.13%	63.90%	15.97%
仮定 2	8,478	2,099	4,779	1,600	-45.8%	24.76%	56.37%	18.88%
仮定 3	6,816	1,276	4,052	1,488	-56.4%	18.73%	59.45%	21.83%
仮定 4	16,603	3,150	10,000	3,453	6.1%	18.97%	60.23%	20.80%
仮定 5	14,011	2,191	9,386	2,434	-10.5%	15.64%	66.99%	17.37%
仮定 6	14,953	2,191	9,386	3,376	- 4.5%	14.65%	62.77%	22.58%
仮定 7	6,821	886	3,800	2,135	-56.4%	12.99%	55.71%	31.30%

註：いずれも30年後のシミュレーション結果。

各シミュレーションの条件は以下の通り。

- 仮定 1：すべての年齢人口で流出（年率3%）
- 仮定 2：生産年齢人口のみが流出（年率3%）
- 仮定 3：生産年齢人口と年少人口のみが流出（年率3%）
- 仮定 4：高齢死亡率（30年で半減）
- 仮定 5：出生力低下（30年で半減）
- 仮定 6：仮定4 + 仮定5
- 仮定 7：仮定3 + 仮定6

仮定1として、人口流出がすべての年齢人口で同じ比率で均等に起きたとした場合には、30年後の総人口は6,300人程度、60%近い減少となるが、年齢構成は変化せず、少子化も高齢化も進行しない。というのも、生産年齢人口の減少を反映し、総出生数は初期の年間213.15人から30年後の86.37人へと大幅に低下するが、この減少は生産年齢人口の流出に比例して起きるため、年少人口比率を特に変化させるものではないからである。

すべての年齢人口で同じ比率で均等に起きるこのような人口流出は、実際には、江戸時代の村を挙げての逃散か、災害による緊急避難のような場合以外は考えにくい。

そこで仮定2として人口流出が生産年齢人口のみで起こる場合をシミュレートしたところ、総人口は8,500人程度となり、45%程度の人口減少に留まる。また、生産年齢人口の減少にともない、仮定1と同じように総出生数が減り、年少人口も減少するが、その減少は、生産年齢人口の流出による総人口の減少よりも相対的にゆるやかであるため、結果的に年少人口比率は24.8%と高まり、見かけ上、少子化とは逆の現象が起きる。これに対し、生産年齢人口の縮小から加齢による老年人口への移行が少なくなり、老年人口も、ゆるやかに減少するが、総人口の減少の方が相対的に急なため老年人口比率は18.9%と逆に高まり、見かけ上の高齢化が進行する。年少人口比率と老年人口比率の両方が高まるこのパターンは、生産年齢人口のうちでも、まだ、家族形成に入っていない独身者のみが流出する場合に相当し、農家の次三男を中心とした過疎化の初期段階の人口流出に対応すると思われる。

しかし、生産年齢人口の流出が独身者のみでなく、有配偶者も含む場合には、家族ぐるみの流出も考えられる。そこで、生産年齢人口の流出率の半分程度の割合で年少人口と老年人口が流出する場合も計算したが、総人口が7,250人、55%の減少、年少人口比

率が 22.3%、老年人口比率は 17.4%となり、仮定 2 ほどではないが、やはり、両比率がともに高まることがわかった。

このように家族ぐるみも含め生産年齢を中心にした人口流出だけでは、年少人口比率の低下は起きないし、高齢化の進行もそれほど極端には進行しない。そこで、人口流出が子供を含む核家族を中心に、高齢者を置き去りにする形で起きる場合を考え、仮定 3 では、生産年齢人口と年少人口の移動率のみを年率 3%とし、高齢者は 0%と設定した。この場合、総人口は 6,816 人、56%程度の減少となり、総人口の減少率自体は仮定 2 の変形に近いが、年少人口比率は 18.7%、老年人口比率は 21.8%となり、人口流出による人口構造の少子化、高齢化が同時に発生することとなった。

このように、人口流出による人口構造の少子化、高齢化の進行は、生産年齢人口のみではなく年少人口も同じように流出すると同時に、高齢者が取り残されることによって生じることがわかった。

(2) 長寿化と出生力低下の影響

次に長寿化による影響を見るため、仮定 4 として人口流出や出生力低下はなく、高齢死亡率のみが 30 年間で半減する場合を想定してみた。この場合には、総人口は 16,603 人となり、高齢者死亡数が減少する分だけ人口は 6%程度増加するが、一方、年少人口比率は 19.0%に低下、老年人口比率も 20.8%と上昇し、仮定 3 とほぼ同じように、人口構造の少子化、高齢化が同時進行することがわかった。

また、同じように出生力低下の影響のみを見るために、仮定 5 として出生力だけが 30 年間で半減する場合をシミュレートしてみた。

この場合には総人口は 10%程度減少し 14,011 人となる。また、出生数が減り、年少人口が減少する結果、当然、年少人口比率も低下し 15.6%となり、人口構造の少子化が進むが、その一方、生産年齢人口比率は 67.0%に増加する。また、老年人口比率は 17.4%と、それほど大きな上昇はなく、高齢化への影響は少ない。これは、出生力の減退が出生数の減少を通じ、直ちに年少人口を減らすのに対し、他の年齢層への波及には、加齢による移行という時間差をとめない、相対的に人口規模が大きい生産年齢人口の比率を高めるためであると考えられる。⁽¹⁶⁾

さらに我が国の場合には、長寿化と出生力低下が同時に進行しており、このような状況を仮定 6 としてシミュレートしてみると、総人口は 14,953 人とわずかに 4.5%程度の減少に留まるが、年齢構造の方は、年少人口比率が 14.7%へと低下し、老年人口比率も 22.6%まで上昇し、少子化と高齢化が同時に大きく進行することがわかる。

整理すれば、長寿化の進行は単独でも、不均衡な人口流失の場合と同じ程度の人口構造の少子化、高齢化を同時にもたらしうるが、出生力低下単独では、少子化しか起きない。また長寿化と出生力低下が同時に進行した場合には、人口構造の少子化、高齢化は、単独の場合より、さらに激しいものとなることがわかる。一方、長寿化と出生力低下が総人口の増減に与える影響は、いずれにせよ、人口流出の場合に比べはるかに小さい。

(3) 人口流出、長寿化、出生力低下が同時進行した場合

先にも述べたように、我が国の多くの過疎地域においては、人口流出、長寿化、出生

力低下が同時進行していることが知られている。そのようなケースを想定し、仮定 3 と仮定 6 の条件を組み合わせたシミュレーションを仮定 7 として行なってみると、総人口は 30 年間で 56.4% と半減し、6,821 人となった。また、年少人口比率は 13.0% まで低下し人口構造の少子化が極端に進むとともに、老年人口比率は 31.30% となり、大幅な人口高齢化が起こることがわかった。

3. まとめ

3.1 人口流出と少子化・高齢化の関係についての考察

シミュレーションの結果から、我が国の過疎地域で典型的に見られる、人口が半減してしまうような激しい人口減少や、年少人口が年齢構成上、少数派となってしまうような極端な少子化、また人口の 4 分の 1 以上にのぼる高い老年人口比率の出現などの高齢化現象は、人口流出と出生力低下、長寿化がすべて同時進行する場合に発生することがわかった。つまり、過疎化現象は、人口流出による人口構造の不均衡化が、我が国全体で進行している低出生力化・長寿化傾向によってさらに増幅されることによって起こっていると言えよう。

しかし、見方を変えると、人口流出、出生力低下、長寿化のいずれの要因も単独では、典型的な過疎状況を発生させることはなく、この事実注目すれば、極端な過疎化の進行を食い止める条件もまたおのずと明らかになってくると思われる。

たとえば、人口流出については、仮定 1 と 2 でわかるように、人口全体が均等に流出するケースや、生産年齢人口のみが流出する場合には、総人口は減少するものの、年少人口比率の低下と老年人口比率の上昇が同時に発生し、地域の活力を一気に奪うような過疎化は起きない。むしろ、そのような現象は人口流出それ自体が問題なのではなく、仮定 3 のように、移動能力の高い独身者や家族形成期にある核家族のみが流出し、結果的に高齢者が地域に取り残される点にあることがわかる。従って人口流出に歯止めを掛けれるとすれば、取り残される高齢者の方ではなく、独身者や家族形成期にある核家族に目標を定めた住宅環境整備などを進め、この年齢層の定住化をはかることが重要である。また、そのような施策の実施が困難な場合には、高齢者が核家族とともに転出できるような助成をはかることにより、人口規模は小さくとも、年齢構成上バランスの取れた活力ある地域社会を実現することができると思われる。

長寿化については仮定 3 と仮定 4 を比較すればわかるように、不均衡な人口流出とほぼ同様な効果を持つといえよう。ただし、長寿化それ自体は総人口の増加を促進する作用があり、人口減少に歯止めをかけるという点ではむしろプラスの効果を期待でき、不均衡な人口流出や出生力低下が同時進行しないかぎり、地域のお年寄りが健康で長生きすることは、人口増を通じ、地域の活性化につながるといえる。

これに対し、出生力の低下は、長期的にすべての年齢層に波及し総人口を減少させる。しかし、この出生力低下による総人口減少効果は仮定 5 の結果が示すように 30 年間で 10% 程度であり、単独では、不均衡流出（仮定 3）のケースより、はるかに小さい。しかも、我が国のように出生力低下と長寿化が同時進行する場合には、仮定 6 に見られるように、それぞれの効果が相殺され人口減少は小さなものに留まる。しかし、人口構成に対する影響については、単独でも年少人口比率を大きく下げ、これに長寿化の影響が

加わると、人口高齢化も大幅に加速されることがわかる。従って、都市などに比べ対応が遅れている保育園や児童館など、働く女性が安心して子供を産み育てる環境を整備するなど、地域の出生力を維持することが、過疎化の進行を食い止める上で極めて重要であるといえよう。

3.2 今後の研究課題

本稿では、過疎化の理論モデルを構築し、そのメカニズムや影響などを包括的に捉える試みの第一歩として、人口セクターの基本モデルを作成し、人口流出と少子化、高齢化の関係についての考察を行なった。この結果、過疎化に典型的に見られる激しい人口減少と少子化、高齢化が同時に発生する過程を再現することができた。

次のステップとしては、人口セクターのシミュレーションで過疎化に強い影響を持つことが明らかとなった、移動能力の高い独身者や家族形成期にある核家族を中心とした不均衡な人口流出が、どのように起こるかを明らかにする必要がある。この種の不均衡流出の要因としては、主要産業の構造変化による就業人口の流出や、高学歴化の影響による進学・就職流出、都市との生活利便性ギャップなど様々な背景が考えられるが、次稿では、そのうち、もっとも影響が大きいと思われる主要産業の構造変化を取り上げ、産業セクターのモデル化を試みる予定である。具体的には、地域産業の生産物に対する需要、生産性の上昇、生産物価格の変化が、地域の労働力需要や都市との賃金格差に影響を与え、これが生産年齢人口の流出を引き起こすメカニズムを解明してゆく。

J・W・フォレストが考案・開発したシステム・ダイナミックスの手法は、ステップ・バイ・ステップで、各セクターのモデルを作成し、その性質を解明しながら接続してゆかなければならず、モデル全体の完成には多くの試行錯誤と根気を要する。とりわけ、部分モデルの段階では、常識的な成果しか得られないことも多いが、既知のトリビアルな知見を積み重ねる作業を通じ、過疎化という複雑な現象をより明確に理解し、最終的には、施策的なオプションによる操作も含めた包括的な理論モデルとして、コンピュータ上で再現したいと考えている。

註

- (1) 21世紀へ向けての我が国全体の人口構造の変化については、廣嶋(1993)にまとめられている。
- (2) 市町村レベルの人口を分析する上での困難さについては、原(1994)参照。また、市町村別の国勢調査データを利用した地域人口移動パターンの分析事例としては、岡崎(1982)がある。
- (3) この点についての過疎化の人口論的考察としては、皆川(1989)がある。
- (4) メドウズ(1992)参照。ただし、ワールドモデルでは、地球人口を一つとして捉えているため、人口移動の要素は無視されている。この点ではForrester(1969)の方が参考になるが、都市における人口移動モデルである

ため、過疎化ではなく、過密化を扱っている。

- (5) 本稿では、紙幅の都合上、システム・ダイナミックスの手法についての詳細は扱わない。グッドマン(1981)、宮川・小林(1988)を参照。
- (6) 本研究では、メドウズ(1992)の World3 で使用された Stella II の最新バージョンである 3.05 Authoring Version を使用している。Stella II のこのバージョンについては、High Performance System Inc.(1994)を参照。
- (7) これらの関係については、嵯峨座(1993)の議論が参考になる。
- (8) シミュレーション研究においては、扱う変数の数が増えれば増えるほど、条件設定の組み合わせや、モデルの信頼性などに問題が生じやすい。従って、モデルの構築にあたっては可能な限りの単純化をはかる必要がある。この種の問題についてはカ・プラス(1993)の議論が参考になる。
- (9) システム・ダイナミックス・モデルでは、システムの記述は、レベル変数、レイト変数(流入変数、流出変数、流出入変数)、補助変数の3つを用いて行なわれる。レベル変数は、システムのある時点(t)での状態を表す。これに対し、レイト変数は、ある時点(t)から次の時点(t+1)までの間にレベル変数に影響を与える流出入量の大きさを表す。また、補助変数は、レイト変数に影響を与える変数をいい、多くは定数か、あるいは、各種の指標の計算に用いられる。フロチャートでは、各々長方形、ハンドルの付いた円、ただの円で表示され、矢印が変数間の関係と影響力の方向を表す。詳しくはグッドマン(1981)参照。
- (10) テ・ブル関数は、2変数間の論理的な増減関係(この場合には、時間が進むにつれて出生力が減退するという関係)を倍率(Multiplier)としてグラフ上に曲線で近似的に表現するもので、フロチャートでは、丸の中に波型の記号で表示される。Stella II 3.05 Authoring Version では、コントロールパネルを作成(図2参照)し、そこでテ・ブル関数の曲線を自由に描くことができる。この方法には2変数間の関係について、厳密な統計的データをを用いず、大まかな論理的関係を与えることができるという利点がある。
- (11) 平均寿命の伸びは高齢死亡率の低下のみではなく、他の年齢層の死亡率の低下によっても影響される。とりわけ、乳児死亡率や年少死亡率の低下の影響が大きいことが知られているが、我が国の1960年代以降の平均寿命の伸びについては、高齢死亡率の低下の影響が決定的であるため、ここでは、他の死亡率を一定とした。
- (12) 厳密には、総出生数の増減分から死亡と移動による変化を除いたものの15分の1が伝わることになる。また、65歳以上については、さらにその50分の1以下となる。従って、多くの場合、この効果は殆ど無視できる。
- (13) システム・ダイナミックス・モデルでは、初期値の設定は、初期値間に論理的な矛盾がない限り、厳密な統計的データに基づく必要はない。また、初期値間に論理的な矛盾がある場合には、モデルを走らせた段階で、非現実的な結果が現われるので、とりあえず、初期値には、解釈がし易く、

数値計算上の振動が起きにくい、整数値を用いることが多い。また、初期値は、何も条件操作を行わない場合に、レベル変数の値が変化しない定常状態 (Steady State) となるものを設定した方が解釈しやすい。このような理由もあり、このモデルでは静止人口を想定した。

- (14) 詳しくは、次のように求めた。まず、コ - ホ - トの標準サイズ 200 人という想定から、各年齢区間に応じ、年少人口を約 3,000 人 (15 年 × 200 人)、生産年齢人口を 10,000 人 (50 年 × 200 人) とした。老年人口は、年少人口より少ないことを考え、2,500 人とした。コ - ホ - トサイズから年間出生数は約 200 人、静止人口となるためには、年間死亡数も約 200 人でこれとほぼ釣り合う必要がある。そこで、まず、年間死亡数の大部分は高齢死亡であるとし、高齢死亡率を 0.08 人/年 (200 人 ÷ 2,500 人) とした。生産年齢死亡率と年少人口死亡率は 0 に近いほどシミュレーション結果に及ぼす影響は小さいが、0 では非現実的であるため、どちらも 0.001 人/年とした。生産年齢人口が定常状態を保つためには、生産年齢人口の各コ - ホ - トの死亡確率の合計である 0.05 (0.001 人/年 × 50 年) を 1 に加えた分だけ、年少人口は大きくなければならない。そこで、年少人口を 3,150 人 (3,000 人 × 1.05) に補正した。このように算定した年令別人口の規模と死亡率を掛け合わせ、改めて年間死亡数を計算すると 201.315 人となり、これと釣り合う出生数 201.315 人/年を生産年齢人口で除し、出生力を 0.021315 人/年 (201.315 人 ÷ 10000 人) とした。
- (15) 厚生省人口問題研究所監修、1990) p.45、参照。
- (16) 技術的な制約上、このモデルでは出生数の減少の影響が現実より早く生産年齢人口や老年人口に伝わるようになっており、実際にはこのシミュレーション結果より、年少人口比率の低下はさらに大きいと考えられる。なお、同じ理由から、老年人口比率の上昇はさらに低いはずである。