

日本の人口減少の数学的構造

－地域間移動と出生力差が示す人口動態への定量的影響－

Mathematical Structure of Population Declining in Japan : Quantitative Effect of Internal Migration and of Difference in Fertility among Prefectures

大泉 嶺(国立社会保障・人口問題研究所)

Ryo Oizumi (National Institute of Population and Social Security Research)

ooizumi-ryou@ipss.go.jp

稲葉寿(東京大学)

Hisashi Inaba (The University of Tokyo)

inaba@ms.u-tokyo.ac.jp

高田壯則(北海道大学)

Takenori Takada (Hokkaido University)

takada@ees.hokudai.ac.jp

日本は期間合計特殊出生率が人口置換水準を下回ってから45年以上経ち、少子高齢化とともに人口も減少局面に転じている。人口減少に陥った要因は、現代社会の生活スタイルに移行していく過程で生じた多岐にわたるもので、一つを特定することは難しいと考えられている。例を挙げれば、女性の就学や社会進出、非正規雇用の拡大などこれらが晩婚化・未婚化や晩産化の増加に一定の影響を及ぼした事などだ。しかし、こうした要因を外科的な手段で取り除くことは現代の時代精神に反するだけでなく、現在の経済構造の中でも、実現不可能であることは言うまでもない。2014年以降政府は、「働き方改革」や「待機児童ゼロ」といった出産・育児の負担軽減や、「地方創生」といったスローガンの下に、出生率の低い都心への人口一極集中の是正に向けて取り組んでいる。こうした政策は基本的に、女性の働きやすさや過疎化の進む自治体の憂慮など、少子高齢化社会の背景に潜む社会心理を中心とした分析を根拠としている。

一方で、人口を人の数のダイナミクスと考えた場合、それを構成する要素は単純である。年齢、出生、死亡、そして地域間の移動である。社会的背景は別として、少子高齢化は出生が減り、死亡も減った結果と考える場合、現代の人口減少に影響を及ぼしている年齢別の出生、死亡、移動の行動を定量的に評価できれば、精密な分析や年齢や世代に合わせた政策立案が出来るだろう。

こうした定量評価を考えるのにあたって、本講演では感度分析と呼ばれる数理的手法を

紹介する。感度分析とは、行列の固有値に対してその行列の要素の微小変化量に対する応答を評価す手法である。具体的に言えば、行列の固有値に対する、各要素の偏微分係数を数値的に求める事に使われる。安定人口モデルの基本的なモデルとして知られるレスリー行列を例に挙げれば、各年齢の生存率と出生率で内的自然増加率を偏微分した係数を導くわけである。実際そうした解析は (H.Caswell 1978) によって導入された。この場合、その偏微分係数は繁殖価と安定年齢分布の直積と内積を用いて表すことが出来る。これを感度と呼ぶ。感度の値が大きいということは、それだけその生存率や出生率の変化が内的自然増加率に及ぼす影響が大きい事を意味している。つまり、高い感度を持つこれらのパラメータを重点的に分析すれば、今後の政策にも役に立つ可能性がある。

移動の効果も加味した感度を考えるには、一般化レスリー行列を考える必要がある。一般化レスリー行列は、年齢構造の中に別の状態遷移を含む数理モデルの事を指す。本講演では各都道府県間の移動率を仮定したモデルを紹介する。このモデルは各時刻に居住地域の出生率と生存率を含む他地域への移住率を要素に持つ。このモデルの最大の特徴は、母親の出産時の居住地が娘の初期居住地を決定する点である。これは、年齢構造のみのモデルと違い、世代間移動の影響が人口ダイナミクスに影響を及ぼす点である。

年齢構造モデルでは親の人口が子の世代の人口に影響を及ぼしても、世代間の状態遷移は独立のものとして扱えた。しかし、移動の効果を持つ安定人口モデルはどこの地域で出産するかが重要になる。当然、基本再生産数あるいは純再生産率といった概念も、移動を考慮した指標を考えなければならない。

本講演では、基本再生産数を次世代行列のスペクトル半径とし、これが、基本再生産数の全国値とほとんど一致する事を示し、タイプ再生産数と呼ばれる。もう一つの基本再生産数と同値の概念も紹介する。タイプ再生産数は一人の女性の子孫(あるいは先祖)が初めて同地域で出生する人数の期待値を表しており、この人数が1を割ると人口減少、1を超えると人口増加になるという点で基本再生産数と同値である。

最後に、このモデルにおける各地域の出生力と死亡を含む移動率の感度を、国勢調査および生命表、人口動態統計のデータを用いて計算結果を紹介する。数値解析の結果、20代までは、都市部から出生率の高い地域への移動の感度が高く、30代以降は都市部の出生力の方が移動よりも感度が高くなること等を、数理科学的に紹介したい。