

日本古代人口変動シミュレーションの技術的検討

今 津 勝 紀

はじめに

ここでは大宝二年（七〇二）の御野国加毛郡半布里戸籍を素材とする人口変動の時系列シミュレーションの技術的内容について報告する。⁽²⁾

半布里戸籍には合計で一一一九人のセンサスデータを収める。戸籍には、戸を単位として個人が登録され、男女奴婢の性別、年齢、課税区分、身体的特徴などさまざまな情報が記載される。こうした戸籍、さらには計帳など籍帳の史料的人格については、長らく議論が重ねられてきたところで、戦後古代史研究の実証的検証が深まる中で、その史料性に疑問が投げかけられてもきた。とりわけ籍帳をもとにした家族史研究は大きな影響を蒙ることとなり、籍帳から古代の家族を考えることは避けられるに至るのだが、これはある意味、文献史料中心の分析方法の到達点であるとともに限界を示すものでもあった。

こうした限界を突破する可能性を最初に示していたのが、W・W・ファリスの人口統計学的分析である。⁽³⁾ ファリスの研究の要点は、続柄などの情報に拘ることなく、性と年齢に着目して統計学的分析を行うことにあるが、残念ながら、ファリスの研究が発表された一九八〇年代は、

日本の歴史学の世界では、人口統計学といった研究方法を受け入れる素地が全くなかった。そのため、こうした研究への理解は広がらなかったが、汎用性の高い計算機が普及し、技術も広まった二一世紀でもある。そろそろ次の段階を目指してもいいのではないだろうか。⁽⁴⁾

そこで、半布里戸籍のデータをもとに計算機上に人工的に社会を構築し、それがどのように変化するかを観察することで、当時の推定される出生率を具体的に数値として示すとともに、婚姻を通じた血縁関係の連鎖がどのように変化するか、推定される死亡率を変化させることで自然的環境要件が社会にどのように作用するのかなど、シミュレーションを行うこととした。その技術的内容を示し、諸賢のご批判を仰ぎたいと思う。

一、基礎データの取得

まずシミュレーションの前提となる古代社会の特徴について、以下に要点を記す。大宝二年の御野国加毛郡半布里戸籍の人口構成は典型的な多産多死型の社会を示しており、生存条件は厳しく、三〇代のヲ

トコ・ヲミナに到達できる可能性は低いものであった。この年代は、生命の再生産を中心的に担う世代でもあり、いわゆる破片的な家族も多く発生していたと考えられる。半布里戸籍において、妻を同籍している「某」と「某妻」の年齢差を集計してみると、夫を基準にみた場合、低い年齢層では夫婦間の年齢差に大きな開きはないが、高年齢層になるとその開きが大きくなることがうかがえる。これは齢をとともに重ねることができず、配偶者が組み変わることで生ずる現象である。

ちなみに非戸主層と比較すると、この現象は戸主層において特に顕著であり、半布里の場合、戸主に限定して検証してみると、五四人の戸主のうち、一五件から二五件が再婚であった。正確な数は把握しえないが、かなり高い再婚率が見込まれることは確実である。配偶者との死別、それに伴う対偶関係の組み換えが頻発していたと考えられる。

天平十一年（七三九）の出雲国大税賑給歴名帳で配偶者のいない鰥と寡の記載が完存している里について男女比を調べてみると、寡が鰥を圧倒している⁽⁵⁾。半布里の年齢構成では、この年代の男女比に大きな差はないので、この現象は、生き延びた高齢の男性が妻帯しているのに対し、女性には夫がいないことを意味する。つまり、ある一定の年齢になった女性が再婚の対象から外れること、生き延びた男性、なかでも戸主層を軸として世帯が再構成されていたことを示している。婚姻の構造は戸主層に父系原理が明確で、非戸主層でそれが不明確な二重構造になっていた⁽⁶⁾。

これらの特徴を条件として計算機の中に人工社会を作り、変化を観察するのだが、そのための基礎データは次のように取得した。

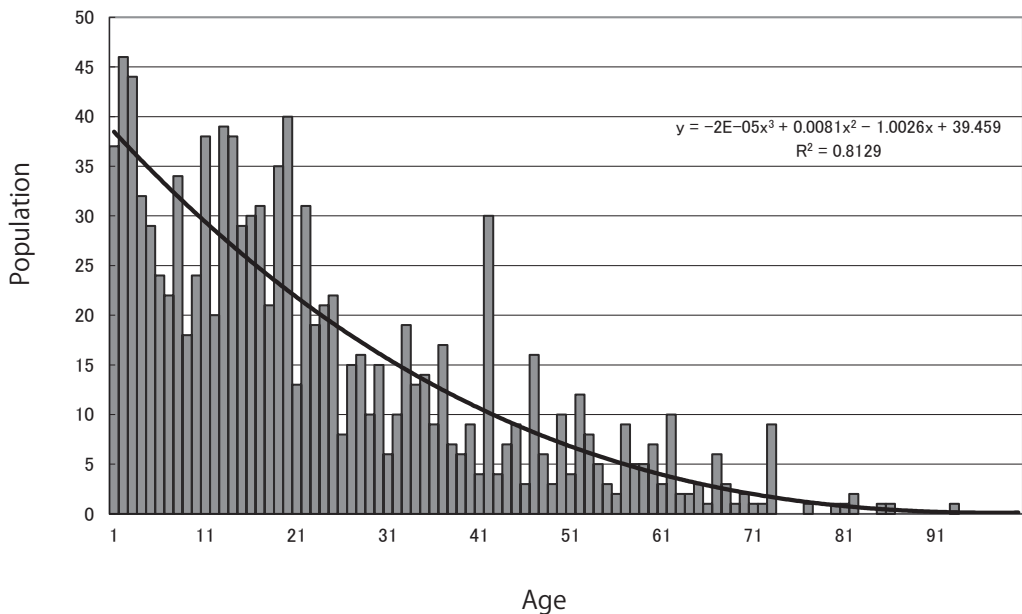


Fig.1 半布里戸籍から作る人口曲線

まず、半布里の全データから、年齢別の人口曲線を作成する。半布里戸籍の人口構成は大きくいってピラミッド型をしており、低年齢層では人口が多く、徐々に人口が減衰する構造になっている。年齢別の人数は当然のことだが年毎にバラツキがあり、そのままでは計算に耐えないので、実データを補正して、年を経るごとに人口が減少する人口曲線を作成した。作成方法は、最小二乗法による近似式の当てはめである。近似式より求められる曲線は、データの傾向や方向性を視覚的に表現したもので、実データの存在する範囲で、予測値と実測値の誤差の二乗の総和Sを最小にする定数を求める。その曲線からは、複数のデータ要素に当てはまるR二乗値が得られるが、この値が1に近接するほど、近似の度合いが高いことになる。

ちなみに、近似式は、対数や各次数の多項式から作ることが可能であり、対数による近似式は $x \parallel 0$ の時のy切片の数値が大きくなるのが特徴である。古代の戸籍は、現在のように○歳児をカウントしておらず、また戸令の規定によれば、六月に計帳手実を納めることになっており、それ以降に生まれた新生児が登録されていないという難点があり、乳幼児のデータを正確に得ることが不可能である。恐らく、乳幼児死亡率が相当に高いであろうことを考えると、対数による近似式の方が曲線の形状としては近くなるはずであるが、対数による近似曲線の場合、曲線の信頼度を示すR二乗値が低くなり、計算上の信頼度が低下する。すなわち、推測に頼る部分が大きくなるわけで、ここではより実データに近くなる三次の多項近似式を採用した。三次の近似曲線の場合、予測値と実測値の誤差の二乗の総和Sを最小にする定数、

$a \cdot b \cdot c \cdot d$ を求めることになる (Fig.1)。

以上が、近似式の求め方であるが、実際にこれを求める場合、留意する点がある。というのは、半布里戸籍のデータでは、男女の間に信頼度の相違が存在し、男女別にこれを計算する場合、どうしても女性のデータの信頼度が低くならざるをえないことである。こうした男女間の信頼度の差が何に由来するのかは興味深い問題であるが、これは男性の把握が先行し、女性の把握が遅れ、いわば丸めたデータが登載されたことによると考えられる。律令公民制の形成に関わる興味深い問題なのだが、ここではおくこととしよう。この信頼度の低さが、シミュレーションにも影響を与える可能性があるが、さしあたり死亡確率を算出するための生命曲線は、男女を問わず男女総計のデータを利用して作成することにした。

このようにして作成された人口曲線を示す式は以下のとおりである。

$$y = -2E-05x^3 + 0.0081x^2 - 1.0026x + 39.459$$

これが数式により表現した半布里戸籍の人口曲線だが、人口曲線を求めることができれば、付随して出生時の平均余命が導き出せる。この人口曲線をもとに、年齢別の人口を求め、簡易生命表を作成する。年齢別の人口を人口一〇万人の単位に換算し、死亡と生存の数と率を計算することで、定常人口が導かれる。定常人口を生存数で除したものが平均余命だが、この場合の平均余命は二八・四八歳であった。

次に出生率の算出だが、出産については、半布里戸籍に登録されている母子の年齢差から母の出産年齢を算出し、先の人口曲線と同様に近似式を作成した。ただし、すでに述べたように、再婚が頻発してお

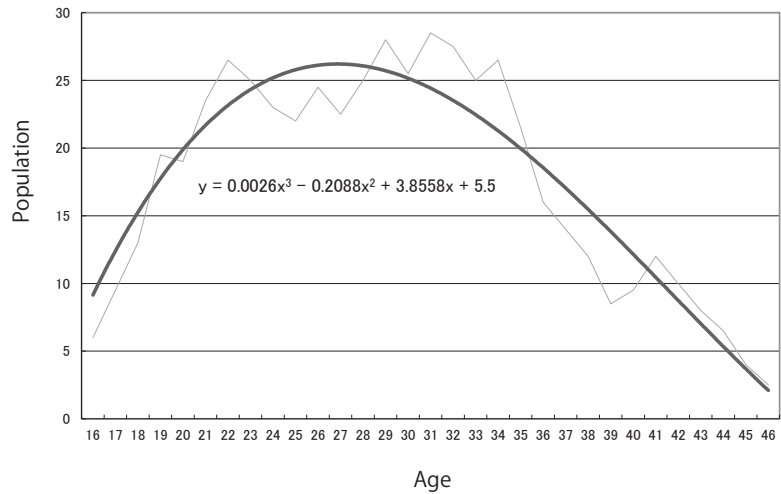


Fig.2 母子の年齢差による出産曲線

り、半布里戸籍にみえる親子関係が実際のものである保証はない。なかでも母子の年齢差が極端に小さいもの、また大きいものは除外して考える必要がある。そこで、出産時の母の年齢が一〇歳以下と四五歳以上になる事例は排除し、近似曲線は出産時の母の年齢が一五歳から四五歳になる範囲のデータを採用して作成

この年齢別の出生率を合計したものが合計特殊出生率(TFR)であり、この数値は人口の再生産動向を示す指標として利用されている。

ただし、すでに述べたように女性のデータは歪みが多く含まれ、データそのものの信頼度が低い。女性の人口曲線を対数で

作成する場合と多項式により作成する場合とは、曲線の形が相違しており、必然的に、そこから導かれる出生率は異なることとなる。このような制約のもとでの推定とならざるをえず、厳密に一つの値を導くことは困難なのだが、念のため、女性の人口曲線と出生曲線を用いて合計特殊出生率(TFR)を求めると、女性の人口曲線を対数で作成した場合が六・五人程度、同じく三次の多項近似式で作成した場合が四・五人程度である。おそらく、これらの数値の間に歴史の実態があるの

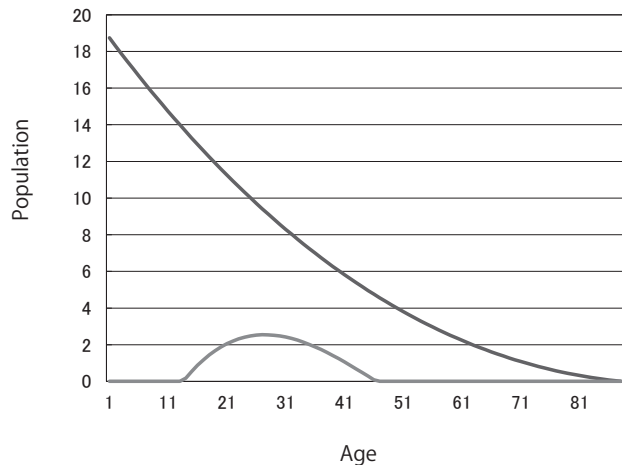


Fig.3 女性の人口曲線と出生曲線

した (Fig.2)。こうして求められる母の出産例はのべ数なのだが、この曲線を維持して一年間の出生数(人口曲線のy切片=39.459)に直すと、出生曲線を作ることが可能になる。そして、その出生曲線と女性の人口曲線を組み合わせれば、年齢別の出生率を算出することが可能である (Fig.3)。

なお、y切片＝39,459を出生数として人口総数で除すならば、粗出生率（CBR）が求められる。ちなみに、

出生数 39,459 人 ÷ 人口 1119 人 ＝ 粗出生率 35.2‰
である。

二 シミュレーションプログラム

シミュレーションのプログラムは、Perl（パール）で作成した。Perlは、比較的容易に習得できるプログラミング言語で、ウェブ・アプリケーションやテキスト処理などのプログラムを書くのに広く用いられている。日本語をはじめとする文字列処理も得意だが、ここで扱うのはすべて数値化したデータである。プログラムを実行するにあたって、計算機が実行可能な機械語へのコンパイルが不要なインタプリタ型の言語であるため、コンパイルしたプログラムに比して速度は劣るが、この程度の分量の処理であれば何ら不自由はない。

計算のフローを示したのがFig.4である。最初に基礎データの人別データベース、先ほど取得方法を示した基礎条件となる年齢別生存確率・年齢別出産可能性リスト・環境係数を計算機の記憶領域に格納する。その上で、毎年、各人毎に婚姻・死亡・出産などのイベントを乱数で生成して評価した。

まず人別データベースであるが、半布里戸籍に記載された人すべてにつき、一意の識別番号を与え、性別・年齢・配偶者・父・母を属性データとして持たせたデータベースを作成した。例えば、正倉院文書続修

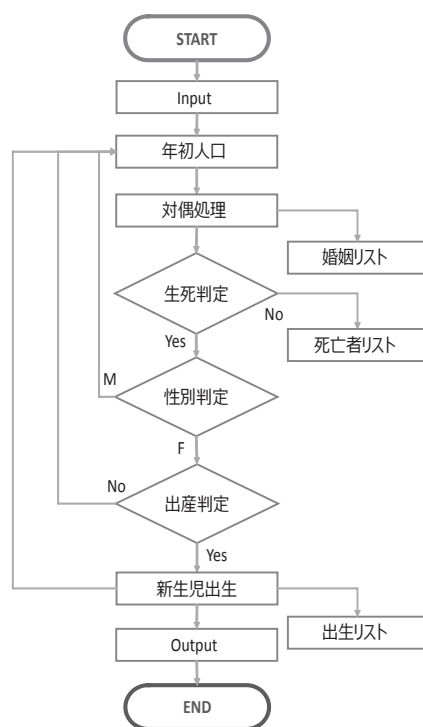


Fig.4 プログラムフロー

二に収められた半布里戸籍の冒頭は、四戸分が欠損しているが、下政戸石部三田戸からの記載が残存している。

下政戸石部三田戸口十七（略）

下々戸主三田年五十

嫡子伊加太年廿

次小人年廿

次人麻呂年八

次与麻呂年三

次弟麻呂年二

戸主甥石部商人年十六

寄人牟下津部安倍年四十六

嫡子多麻呂年二

戸主妻敢臣族岸臣都女年四十五

児刀良売年十四

次志多布売年十六

次乎志多布売年十四

戸主妹昨売年七

安倍妻石部小都売年三

児根都売年十三

次古売年三

石部三田が最初に記載されているので、彼に一意の識別番号1を与え、そこから半布里戸籍に記載された最後の1119番までの識別番号をふる。この識別番号により個人が管理されることになる。生益の場合

表1 年齢別生存確率および出産確率

年齢	生存確率	出産確率	年齢	生存確率	出産確率
1	0.9747	0.0000	51	0.9514	0.0000
2	0.9744	0.0000	52	0.9505	0.0000
3	0.9742	0.0000	53	0.9495	0.0000
4	0.9739	0.0000	54	0.9485	0.0000
5	0.9737	0.0000	55	0.9475	0.0000
6	0.9734	0.0000	56	0.9464	0.0000
7	0.9732	0.0000	57	0.9453	0.0000
8	0.9729	0.0000	58	0.9441	0.0000
9	0.9726	0.0000	59	0.9429	0.0000
10	0.9723	0.0000	60	0.9416	0.0000
11	0.9721	0.0000	61	0.9402	0.0000
12	0.9718	0.0000	62	0.9388	0.0000
13	0.9715	0.0000	63	0.9373	0.0000
14	0.9711	0.0355	64	0.9358	0.0000
15	0.9708	0.1400	65	0.9341	0.0000
16	0.9705	0.2392	66	0.9324	0.0000
17	0.9702	0.3331	67	0.9306	0.0000
18	0.9698	0.4215	68	0.9287	0.0000
19	0.9695	0.5042	69	0.9268	0.0000
20	0.9691	0.5812	70	0.9247	0.0000
21	0.9688	0.6521	71	0.9225	0.0000
22	0.9684	0.7170	72	0.9202	0.0000
23	0.9680	0.7755	73	0.9177	0.0000
24	0.9676	0.8277	74	0.9152	0.0000
25	0.9672	0.8732	75	0.9125	0.0000
26	0.9668	0.9120	76	0.9097	0.0000
27	0.9663	0.9440	77	0.9068	0.0000
28	0.9659	0.9689	78	0.9037	0.0000
29	0.9654	0.9866	79	0.9006	0.0000
30	0.9650	0.9970	80	0.8974	0.0000
31	0.9645	1.0000	81	0.8941	0.0000
32	0.9640	0.9955	82	0.8909	0.0000
33	0.9635	0.9833	83	0.8878	0.0000
34	0.9629	0.9633	84	0.8850	0.0000
35	0.9624	0.9356	85	0.8826	0.0000
36	0.9618	0.9001	86	0.8809	0.0000
37	0.9612	0.8567	87	0.8803	0.0000
38	0.9606	0.8054	88	0.8803	0.0000
39	0.9600	0.7464	89	0.8803	0.0000
40	0.9594	0.6797	90	0.8803	0.0000
41	0.9587	0.6055	91	0.8803	0.0000
42	0.9580	0.5239	92	0.8803	0.0000
43	0.9572	0.4354	93	0.8803	0.0000
44	0.9565	0.3402	94	0.8803	0.0000
45	0.9557	0.2389	95	0.8803	0.0000
46	0.9549	0.1321	96	0.8803	0.0000
47	0.9540	0.0204	97	0.8803	0.0000
48	0.9531	0.0000	98	0.8803	0.0000
49	0.9522	0.0000	99	0.8803	0.0000
50	0.9512	0.0000	100	0.8803	0.0000

は二〇番以降が順次付与される。

石部三田の戸は半布里戸籍の現存冒頭の戸でもあるので、戸番を1とし、戸を単位として同様に54までの番号をふった。さらに石部三田については、その戸内の冒頭に記載されているので戸内の記載順位1も記録した。そして、三田は男性であるとともに、年齢が五十歳との記載があるので、性と年齢も同様にデータ化する。男性は0、女性は1で性別を表現する。その上で、三田には妻敢臣族岸臣都女が冒頭から10番目に記載されているので、この配偶者情報も採用した。それぞれ

れ数値で表現されたデータは「1」で結び、一行で表現する。石部三田は「1-1-50-0-0-10」として表現されることになる。「1」はどのような文字列でも構わないし、タブなどの制御記号でもよい。石部三田の嫡子伊加太なら一意の識別番号2番、第一の戸の2番目に記載され、二十歳の男性であり、父が石部三田（1）、母が敢臣族岸臣都女（10）、配偶者が見当たらないので、「2-1-20-0-1-10」となる。ちなみに石部三田の妻である敢臣族岸臣都女の場合は、一意の識別番号は10番、戸番1の10人目の四五歳の女性1で父と母の記載なし、配偶者が1番と

こういって「10-1-1045-10-0-1」となる。こうして半布里戸籍に記載された人をすべて数値化した人別データベース (nanbyulist) を作成し、計算機に一行ずつ記憶領域に読み込ませた。

次に、同じく記憶領域に読み込ませる年齢別の生存確率は、前項で示した近似曲線から年齢別の死亡数にもとづき作成した。年齢が一つ上がるに際して、どの程度の人口の減衰があるかを確率に変換したものである (survivist)。なお近似曲線の特性上、減少の後に増加に転じることがあるが、八〇代の高齢者の人口が増加することはあり得ないので、ボトムを示した年齢の数値を以後も利用することとした。

出産確率も前項で述べた手順により、女性の人口曲線と出生曲線を組み合わせることで年齢別の出産確率を導くことができる。その確率を総計すると合計特殊出生率となるが、今回のプログラムではこの合計特殊出生率を変化させて人口の増減を観察するため、出生曲線のピークを一〇〇%に直した曲線を作り、プログラム開始時に与える引数を乗じて、実行時の確率を変化させるようにした (birthlist)。表1は年齢別の生存確率・出生確率の一覧だが、それぞれの列のデータで作成したリストを記憶領域に格納する。さらに、特定の年にイベントを発生させ、死亡率を変化させる環境変数のリストを作成し読み込ませるのだが (envlist)、この点は後述する。

以上のデータを基礎データとして、プログラムを実行する。プログラムの開始にあたって、何年間、何回繰り返すか、合計特殊出生率 (TFR) をどの程度に設定するかなどの条件はコマンドラインから引数で与える。また環境係数を用いる場合もどの程度の強度にするかを引数

で指定した。計算の要所、要所は乱数により評価するため、一回のシミュレーションでは傾向をつかむことができないので、複数回実施することとし、基本的に五〇回繰り返しした。

プログラムの中心は、一年ごとのループであり、それぞれの死亡・出産・婚姻を判定するものだが、まずその年の生存者リスト (初年なら半布里戸籍に記載されている人のリスト) を読み込み、その年の初期人数を数え上げる。単年度のループはその年の人数分繰り返しことになる。計算機には一行に一人の情報を記載した人数分×行数のデータを毎回格納し、クリアする作業を繰り返す。各人については、一行のリストの個別のデータを結合する記号で分割し、個別の要素をそれぞれのデータとして格納して、その年の評価に利用する。

ループ開始時の初期人数を確認した後、各人についてまず婚姻判定を行う。配偶者の生死を確認し、配偶者が不在の場合には婚姻判定への分岐を行い、婚姻の条件に従って乱数により評価する。結果をループの外のテンポラリファイルに書き出す。

その後に、各人の死亡判定へと移る。これも乱数を発生させ、年齢に応じた死亡率で判定した。死亡の判定が出た場合には、ループの外に死亡者として書き出した。生存と判定された場合は、男性の場合は次年度の生存者リストに書き出し、女性の場合には、さらに出産の判定へと移る。これも乱数を発生させて行い、出産する場合には、女性とその子を次年度の生存者リストに書き加える。新生児の性別も乱数で決定し、新たな一意の識別番号を付与する。出産についてもループの外に母と子、配偶者がいる場合には配偶者を新生児リストに書き出

Fig.5-1

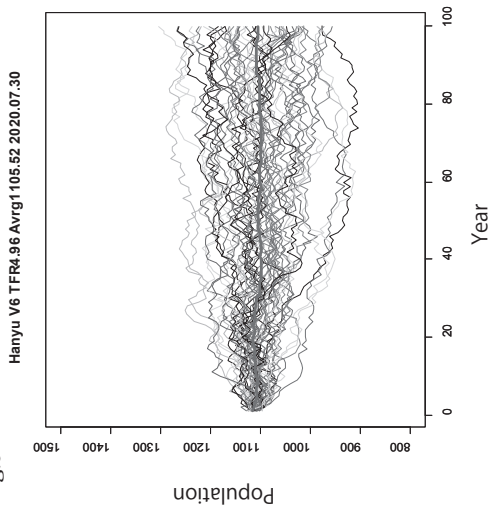


Fig.5-2

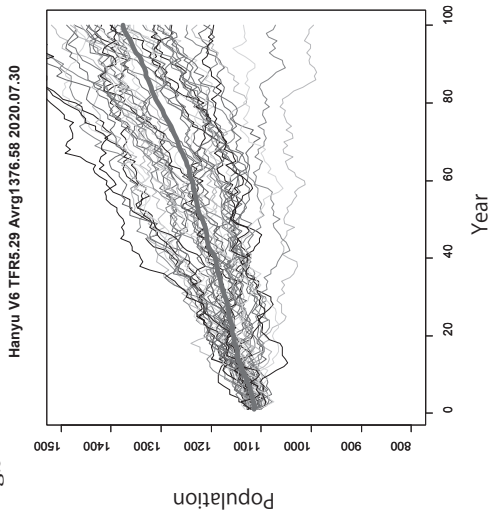


Fig.5-3

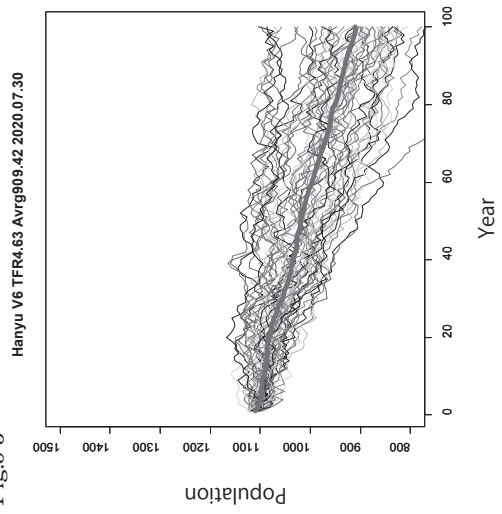
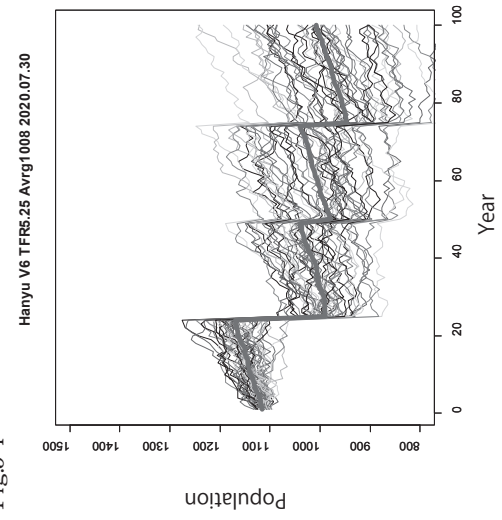


Fig.5-4



※太い実線は50回の平均を示す

した。

こうしたループを引数で与えた回数繰り返し返し、その年毎の人口を書き出して、最後の終了処理では男女の婚姻回数、出産回数などの集計を行った。以上がシミュレーションの概略であるが、このシミュレーションを実施することでどのようなことがみえてきたか、次に述べることにしたい。

三 観察される諸現象

(1) 出生率の推定

まず出生率についてだが、半布里戸籍の当初の人口構成を維持すると仮定し、一〇〇年間のシミュレーションを五〇回繰り返し返した一〇〇年目の平均人口がスタート時の一一九人前後になるように試みた。この場合、最も多く出産する年齢の女性が一〇〇〇人いたならば、二二五人が出産することになる出生率二二五%、合計特殊出生率(TFR)に換算すると四・九六人となった(Fig.5)。半布里戸籍を出発点として、人口の増減なく、この人口構成を維持とした場合、この程度の出生率が必要になることを意味する。

これに対して、例えば、同様に出生率のピークを二四〇%、合計特殊出生率(TFR)換算で五・二九人とする場合、シミュレーションを五〇回繰り返し返した一〇〇年目の平均人口は一四〇〇人弱となり、明らかに人口が増加する(Fig.6)。また同様に出生率のピークを二一〇%とした場合、合計特殊出生率(TFR)換算では四・六三人となるが、こ

の条件でシミュレーションを五〇回繰り返し返した一〇〇年目の平均人口は九〇〇人程度となり、明らかに人口は減少する(Fig.7)。ほんのわずかな違いのようにみえるが、このように社会は微妙なバランスの上に成り立つものであり、出生率の微妙な変化により人口は如実に増減することがうかがえる。

ちなみに、鎌田元一によると、日本古代の人口、すなわち律令国家の版図にある支配人口は、延暦年間で約五四〇万〜五九〇万人であり、奈良時代の前半で大体、四四〇〜四五〇万(安全なところではもう少し幅がある)と推定されている⁸⁾。つまり、奈良時代のはじめから平安時代にかけて一〇〇万人、年平均人口増加率にして〇・二%程度の人口増加が見込まれるのだが、ファリスが指摘するように、古代には疫病が頻発しており、こうした疫病は人口増加を相殺する作用を果たす。仮に、一〇〇年間で一〇〇万人近くの人口増加を想定するならば、出生率に換算して、ピークで二三〇%(FTR換算で五・七人)から二四〇%(TFR換算で五・二九人)程度の出生を見込む必要があるだろう。もちろん、こうした数値は正確には知りえないのであるが、古代の女性が強いられた出産負荷が相当なものであったことだけは想像に難くない。現在に比較して、かなり高い出生率であることは事実であり、多産多死型の社会であることは間違いないだろう。

(2) 婚姻の連鎖と出産の推定

婚姻については、配偶者との死別が頻発すること、一定年齢の女性が再婚の対象から除外されること、男性と女性の年齢差の開きについ

表2 婚姻回数

回数	Male	Female
6	2	1
5	4	1
4	26	15
3	89	77
2	280	287
1	781	868

表3 出産回数

回数	人数
11	3
10	2
9	17
8	35
7	62
6	89
5	138
4	184
3	198
2	202
1	247

ては史料から導くことができるが、婚姻そのものをシミュレートすることはできない。毎年、年初人口の読み込みのち、各人について配偶者の生死をスキャンし、配偶者がいない場合には、以上の条件の範囲内で配偶者を選ぶのだが、婚姻が成立する成婚率を推測する根拠が何もないので、便宜的に三分の一に設定し乱数を生成して評価した。これらは、いずれもプログラム内の設定により左右されるのであり、学術的根拠は乏しいのだが、おおよそその特徴は再現できているように思う。そこで、シミュレーションの結果を示そう。

婚姻と出産については、プログラムの途中で書き出される中間リストを集計する。このデータはプログラムを一回実行するたびに、上書きされる仕様であるため、五〇回の実行ならば五〇回目に排出されたデータを名寄せして集計したものである。

表2と表3は婚姻と出産についての集計結果の一例である。婚姻の回数についてだが、男性の場合、平均余命の短さに示されるように、短命であることに規定され、婚姻の回数は一回から二回が大部分であ

る。あくまでも何回、婚姻するかというのは、プログラム上の設定の問題でもあるのだが、長命であった場合に多数回の婚姻を繰り返すこととなる。六回婚姻した事例が出力されたが、こうした事例はごく稀であろう。女性の場合も同様で、ごく稀に長命であった場合に多数回の婚姻の事例が出力されたが、男性と同様に、これも稀な事例であり、大部分は一回から二回である。これも生存年齢に規定されたためだが、一定年齢の女性が再婚の対象とならないため、男性の再婚回数よりも若干低くなっている。女性の出産についても同様で、計算上十一人の子を産んだ女性も見受けられたが、こうした例は長命の場合に限られる。齢を重ねるにしたがって人口が漸減するのと同様に、出生数も減少することになる。

こうして出力された生き延びた男性・女性の一生をトレースしたが、次の「男」と「女」である。あくまでも仮定の計算上のことだが、再婚を繰り返した男性である県主族長安と女性の県造大古売の死亡時の対偶関係と子の連鎖を示している。それぞれの内容自体は、学術的に意味がないので述べることはしないが、男性・女性それぞれ婚姻を重ね、子をなすにしても、配偶者との死別、出生した子の早世などが頻発し、家族構成はかなり流動的である。

プログラム実行時には半布里には五四戸が存在したが、一〇〇年のシミュレーションで当初の戸番が消滅するものもみられた。史料で確認できる現象として、配偶者との死別による再婚が多く発生していたことは事実であるが、戸籍・計帳に記載される戸は、このように流動する構成の断面を切り取ったものであったろう。戸籍・計帳を編成す

県主族長安

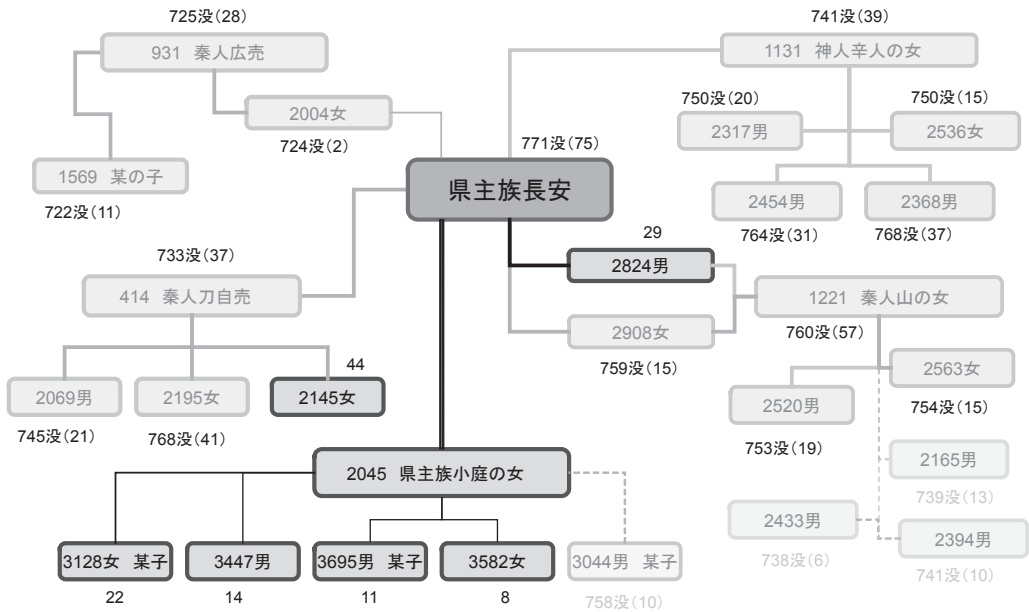


Fig.6 県主族長安の婚姻連鎖 グレーダウンは死没者 括弧内は死亡時の年齢 点線で結ばれたものは婚姻時既没

県造大古売

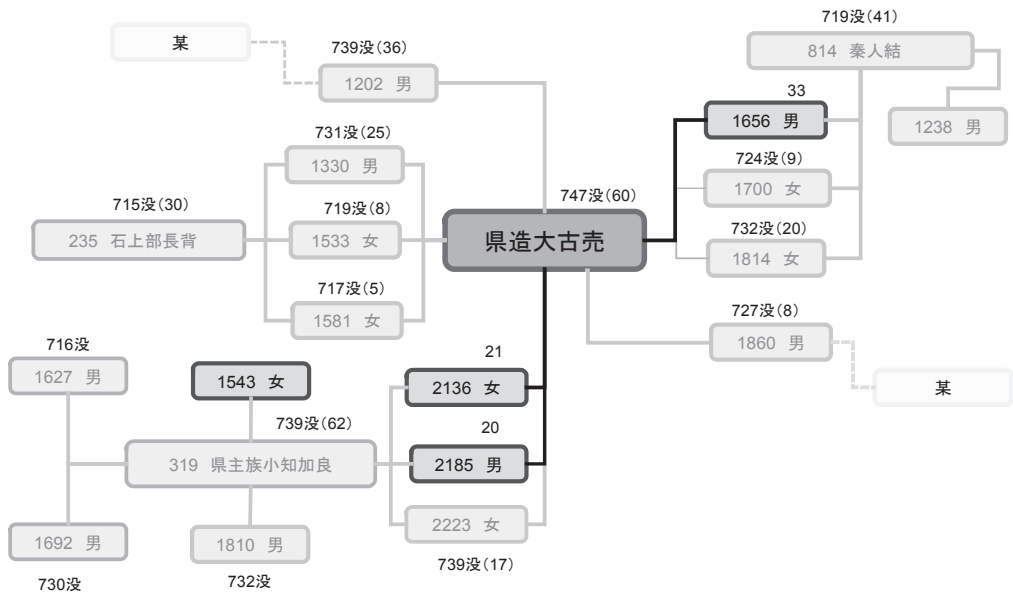


Fig.7 県造大古売の婚姻連鎖と出産 グレーダウンは死没者 括弧内は死亡時の年齢

るに際しては、重層的に形成されたさまざまな繋がりが反映されざるをえないのであり、戸主を軸とする累積的な繋がりを纏める場合、戸主との血縁関係を表現しようのないものも多く含まれるのはむしろ当然のことであつた。

戸籍には戸主との続き柄が不明な寄口・寄人が記載されるが、こうした人たちが発生するのは、むしろ必然である。これまで南部昇は、寄口を女系親族とする門脇禎二⁽⁹⁾以来の説を批判し、寄口の隷属性を強調するが、杉本一樹が指摘するように、戸口は戸主との父系の血縁関係を通じてその地位が表現されるのが原則であり、父系原理で編成されたものを通じて女系原理を証明することが不可能なだけであつて、寄口が女系親族を含む可能性を否定できない。このように婚姻の連鎖を前提とするならば、以前から論じられているように、戸主と女系で連なる縁者と考える説が最も説得的であらう。⁽¹²⁾

(3) 環境係数

環境係数 (envlist) は、あくまでも試行実験にすぎないが、特定の年に死亡率を変動させるイベントを発生させるための設定値のリストであり、実行する年数に応じて、任意の年に任意の数値を記載する。この係数が記載された実行年、すなわちプログラム実行時の何年目かにイベントを発生させ、死亡率を上下に変動させるものである。環境係数の効かせ方は、プログラムの年数ループが設定した年を迎えた際に、その年の死亡を評価するために初期設定であたえた年齢別死亡率を変化させるもので、この効き具合、つまり数%死亡率を上下させるかは

引数で与えている。この係数の効き方に学術的な根拠があるわけではない。

エージェント単位のシミュレーションであるため性と年齢を条件に、こうした係数が機能するように設定することはもちろん可能である。若年層だけ死亡率が上昇する、女性だけ死亡率が上昇するなどの環境係数の効かせ方は簡単に設定できるが、現状でそれを裏付ける学術的根拠があるわけではない。女性の妊娠出産が頻回に及ぶことは、女性の生命の危機に直結しているところであり、古代女性のライフサイクルをシミュレートする場合には明らかにしなければならない事柄なのだが、残念ながら今後の課題である。

また現在、高解像度の気候復元も行われており、年単位の酸素同位体比の解析により、その年の夏がどの程度湿潤であつたか、または乾燥していたかが復元されるようになっていくが、こうしたデータが直接その年の死亡率とどのように関連するかは明らかでない。本来であれば、早魃が続いた際に、どれだけの被害が発生し、それが死亡率としてどのように数値化できるかなどを考えねばならないのだが、現状でその段階にはない。同様に、古代では飢饉が発生すれば疫病の被害も発生するが、こうした人間の家族・地域社会・国家に及ぼす自然的环境要件との応答関係を数値化して表現することは困難である。

もとより、このような精密・微細なシミュレートは無理なのだが、死亡率を大きく変化させれば人口が一時的に減少するなどの変動があるのであり、そうしたイベントが発生した際に影響を受けた人口がどの程度回復しうるかを知ることができるであらう。このような限定的

な試行実験であることを断っておきたい。

「EHS」は二五年目・五〇年目・七五年目に死亡率が大きく変化するように設定したものである。環境係数の効き具合は以上に述べたように、任意なのでその点を差し引いて理解していただきたいが、例えば、出生率を最も多く出産する年齢の女性が一〇〇〇人いたならば、二三八人が出産することになる出生率二三八%（EHS換算で五・一八人）のような、人口の推移が上昇トレンドにある場合には、これらのイベントで被害が生じた場合にそれを吸収することも可能であるが、大きな被害が生じた場合には容易に回復しない場合もあることを示すであろう。むしろ当時の緩慢な人口増加率を考えるならば、大きな被害が地域を限定して局地的に発生したならば、その地域は壊滅的被害を蒙ったはずである。

おわりに

最後にシミュレーションを実施する上で胆に銘じておくべきことにふれておきたい。というのもシミュレーションと捏造とは紙一重の関係にあり、そこに強度な緊張関係が要請されるからである。当然のことではあるが、計算機はプログラムの命令にしたがって、処理を行うだけであり計算機が主体的に何かを操作することはない。要はプログラムに潜む問題であり、それを書く主体そのものの問題なのだが、プログラム次第ではどのような計算結果を導くことも可能である。

今回の人口動態シミュレーションでは婚姻判定の部分がブラック

ボックスとなっており、便宜的に設定した条件で処理を行っているが、こうした部分の匙加減一つで出力されるものが大きく変わることもある。この時系列シミュレーションだけでなく、地理情報システムでの空間シミュレーションでも同じである。如何様にも結果を導くことができるのだが、はたしてそれが意味をもつのか、与えた条件に実証的根拠はどの程度あるのか、史料と現実の緊張感と同様のものが、例えばサイバーなものであったとしてもあるわけで、この点は十分に注意しておきたい。

こうした限界を抱えてはいるが、史料により確実に押さえられるところをもとにして、シミュレーションによりモデルを構築し、これを歴史の解釈に援用することは有効だと考える。これにより歴史学の可能性も大きく広がるはずだが、畏れとともに追求してゆきたいと思う。

注

- (1) 『大日本古文書』一・五七～九六。
- (2) 本稿は、今津勝紀「古代家族の復原シミュレーションに関する覚書」（『国立歴史民俗博物館研究報告』一九二、国立歴史民俗博物館、二〇一四年）で行ったシミュレーションの前提となった技術的内容について報告するものである。
- (3) W.W.Farris, *Population, Disease, and Land in Early Japan, 645-900*, Cambridge, Harvard University Press, 1985.
- (4) 関連するものをあげておく。今津勝紀「古代地域史研究におけるGIS・シミュレーションの可能性」（『シミュレーションによる人口変動と集落形成過程の研究』（萌芽研究 研究代表者 岡山大学文学部教授・新納泉、二〇〇五年）、今津勝紀「歴史学とシミュレーション」（『日本科学者会議『日本の科学者』四〇―一、二〇〇五年）、今津勝紀「日本古代史研究とGIS」平成一七年度岡山大学学長裁量経費・教育研究プロジェクト研究成果報告書『空間情報科学を用いた

歴史学・考古学をはじめとする人文科学研究の推進』（新納泉編 岡山大学
二〇〇六年）。

(5) 『大日本古文書』二二二〇一～二四七。

(6) 今津勝紀『日本古代の税制と社会』（塙書房、二〇一二年）、今津勝紀『古代の家族と女性』（『岩波講座 日本歴史4』古代4、岩波書店、二〇一五年）、今津勝紀『戸籍が語る古代の家族』（吉川弘文館、二〇一九年）。

(7) 先行するファリスの試算によると、半布里の場合、出生時の平均余命は男性で三二・五歳、女性で二八・七五歳であり、大部分は四〇代で死亡し、五歳以下の乳幼児死亡率はほぼ五〇%をこえ、一〇〇〇人あたりの出生率は約五〇人、死亡率は約四〇人、成長率が一〇人程度とされている。古代においては飢饉や疫病に際して若年層で大量の死亡者がでいたことは疑いないが、奈良時代の出生時の平均余命を三〇前後に求めるこれらの試算は大きくは外れていないだろう。

(8) 鎌田元一『日本古代の人口』（『律令公民制の研究』（塙書房、二〇〇一年、初出一九八四年）。

(9) 門脇禎二『日本古代共同体の研究』（東京大学出版会、一九六〇年）。

(10) 南部 昇『日本古代戸籍の研究』（吉川弘文館、一九九二年）。

(11) 杉本一樹『編戸制再検討のための覚書』（『日本古代文書の研究』（吉川弘文館、二〇〇一年、初出一九八四年）。

(12) 寄口をめぐっては、明石一紀『寄口の便宜的性格について』（『続日本紀研究』二六七、一九九〇年）、井上亘『寄人』からみた戸』（『新川登亀男・早川万年編『美濃国戸籍の総合的研究』東京堂出版、二〇〇三年）を参照のこと。近年では、荒井秀規『古代戸籍研究と大嶋郷戸籍』（葛飾区郷土と天文の博物館編『東京低地と古代大嶋郷—古代戸籍・考古学の成果から—』名著出版、二〇一二年）、本庄総子『大宝二年戸籍と寄口…造籍原理とその転換』（『史林』九八・六、二〇一五年）の研究があり、各戸籍の個性となる編成方針をふまえた寄口のあり方などが明らかにされている。

(13) 中塚 武『酸素同位体比年輪年代法がもたらす新しい考古学研究の可能性』（『考古学研究』六二・二、二〇一五年）。

本研究は、二〇一八年度～二〇二〇年度「時空間情報科学を利用した日本古代人口動態史の研究」（基盤研究（C）研究代表者 岡山大学・社会文化科学研究科・教授・今津勝紀 課題番号 18K00928）の成果である。