

1 はじめに

日本は「少子化」「高齢化社会」といわれている。人口推計の手法についてまとめ、同じ手法で実際に国の機関で推計されたものをもとに検討してみることにする。

2 全国人口の将来推計について

全国人口の将来推計は、行政および民間機関の将来計画策定の資料として基本的なものであり、厚生労働省人口問題研究所をはじめ、いくつかの機関で行われている。それも人口の大きさ、また人口が増加するのか減少するのかだけでなく、人口の年齢構造が違えば諸計画も当然変ることから、最近ではほとんどの将来人口推計は男女、年齢別に行われている。

その方法として、もっともよく利用されるのがコーホート要因法である。そこで、以下はコーホート要因法による将来人口推計の方法を述べる。

2.1 コーホート要因法

コーホート要因法は、ある基準年次の男女、年齢別人口を出発点とし、これに仮定された女子の年齢別出生率、男女、年齢別生存率（あるいは死亡率）および男女、年齢別人口移動率を適用して将来人口を計算する方法である。すでに生まれている人口については、基準人口（男女、年齢別）から出発して将来年次の男女、年齢別生存率および移動率を求め、将来の人口を計算する。また、新たに生まれる人口については、将来の男女別出生数を算出して、その生存数および移動数を求め、将来の人口を計算するという方法である。総人口は男女、年齢別人口を合計することによって得られる。この方法は男女、年齢別人口構成を考慮する点で理論的に優れている。

2.2 人口推計の準備

コーホート要因法での人口推計の前に、次の章で生命表について説明をしてから、実際の計算の人口推計の方法を述べたいと思う。

3 生命表

生命表（life table）は人口分析における極めて重要な分析用具である。第一にそれは死亡秩序を簡潔に表現する方法である。例えば生命表関数の一つである出生時平均余命（ e_x ）は一国の死亡率の水準を表す指標として用いられ、死亡率の国際比較などに利用される。第二に生命表は一つの人口モデルである。それは年々一定数の出生を受け入れ、一定の年齢別死亡率に従って死亡する人口の年齢構成を表現するモデルである。それは静止人口モデルであるが、これを基礎にして増加率がゼロではない一般的な安定人口を計算する出発点となる。第三に生命表は人口推計の計算に利用される。

生命表には全国人口の生命表のほか、地域別生命表、労働力生命表、職業別生命表など部分人口についての生命表があり、また結婚の生命表のような特殊な生命表もある。

生命表は年齢各歳別に計算される完全生命表（complete life table）と5歳階級別に計算される簡易生命表

(abridged life table) がある。

3.1 生命表の構造

3.1.1 生命表の仮定

生命表は以下に述べるいくつかの仮定の上になんて計算されるので、あらかじめそれらの仮定について知っておくが必要である。

1. 封鎖人口・・・出生と死亡だけが変動をもたらす要因であり、移動による増減はない。
2. 年々の出生数は一定である。生命表における出生数は、「基数」(radix)といわれ、基数の値は普通 10 万人と仮定される
3. 年齢別死亡率はあらかじめ与えられ、かつ不変。
4. 生命表は、普通、男女別に作成される。ただし、男女計の生命表を作成することもある。前者を単性生命表、後者を没性生命表という。
5. 生命表死亡率 q は現実死亡率 h_x から後で述べるように求められる
6. 生命表の作成にあたり与えられているデータは l_0 と上の 6 で求められた死亡率 q_x である

3.1.2 生命表の関数

生命表はいくつかの関数によって構成されるが、それらはすべて年齢の関数である。

生命表には次の 2 種類のものがある。

(1) 同時出生集団の x 歳の誕生日 (exact age x) における状態を示す関数: l_x, T_x, \hat{e}_x はそれである。

(2) exact age x と $x+n$ の間の期間に関する関数: ${}_nq_x, {}_np_x, {}_nL_x, {}_nd_x$ などそれである。 n は、普通、1 年あるいは 5 年である。

生命表の関数は、死亡率 q_x または ${}_nq_x$ が基礎となって、それから次々に導き出される。以下その順序に従って説明する。

注) ここでは、 ${}_nq_x \neq nq_x$ 、 ${}_np_x \neq np_x$ など、前の添え字 n は n 倍を示すものではないとする

q_x または ${}_nq_x$ (x 歳の死亡率)

生命表は一連の仮定に基づいて計算されたモデル人口であるが、生命表はその死亡率 q_x において現実の死亡率とつながっている。それゆえに生命表は現実の人口の死亡水準を表す手段として利用されるのである。

q_x は、出生時点から測って正確に x 年後の時点すなわち正確な年齢 x 歳から $x+1$ 歳までの 1 年間に、 x 歳の人口 l_x が死亡する確率を意味している。それゆえ、この 1 年間の死亡数を d_x とすると、

$$l_x \times q_x = d_x$$

である。

期間を 1 年ではなく n 年 (多くの場合は 5 年) とした場合死亡率は ${}_nq_x$ と表され、その場合、

$$l_x \times {}_nq_x = {}_nd_x$$

である。

p_x または ${}_n p_x$ (x 歳の生存率)

p_x は、 x 歳の人口 l_x が $x + 1$ 歳までの 1 年間に生存する確率を意味する。

$$1 - q_x = p_x$$

であり、また

$$l_{x+1}/l_x = p_x$$

である。

期間を n 年とした場合は、

$$1 - {}_n p_x = {}_n q_x$$

$$l_{x+n}/l_x = {}_n p_x$$

である。

l_x (x 歳の生存数、または x 歳の人口)

出生数 (0 歳の生存数) l_0 は基数であり、普通 100,000 と仮定される。

$$l_0 = 100,000$$

$$l_x - l_{x+1} = d_x \quad (l_x - l_{x+n} = {}_n d_x)$$

$$l_x \times p_x = l_{x+1} \quad (l_x \times {}_n p_x = l_{x+n})$$

の関係が成り立つ。

L_x または ${}_n L_x$ (x 歳の生存年数)

L_x は、 x 歳の人口 l_x が $x + 1$ 歳までの 1 年間に生存した延べ年数を意味する。かりにこの 1 年間に 1 人も死亡しないとすれば、 $l_x = l_{x+1}$ であり、 $1 \times l_x = L_x$ となる。しかし、普通はこの間に若干の人が死亡するから、 $l_x > l_{x+1}$ であり、 L_x は別に計算する必要がある。

この 1 年間に発生する死亡が期間中均等に発生するとすれば

$$\frac{1}{2}(l_x + l_{x+1}) = L_x$$

と計算する事ができる。

5 歳以上の人口で、死亡が比較的安定しているところでは、期間中の死亡の分布が均等であるという仮定がほぼあてはまるので、上式で L_x を求めてもよい、しかし 5 歳未満の低年齢ではこの仮定はあてはまらない場合が多く、1 年間月別にわけた月間死亡率から計算するか、あるいは次のような近似式を用いて計算する。

$$0.3l_0 + 0.7l_1 = L_0$$

$$0.4l_1 + 0.6l_2 = L_1$$

$$0.5l_2 + 0.5l_3 = L_2$$

$$0.5l_3 + 0.5l_4 = L_3$$

この近似式は、低年齢ではより年齢の低い時期に、より多くの死亡が発生するということを考慮にいれたものである。

${}_n L_x$ は、 x 歳の人口 l_x が $x + n$ に達するまでの n 年間に生存した延べ年数を意味する。この場合も、5 歳未満の人口については 1 歳間隔で L_x が計算されるのが普通である。

5 歳以上については、

$$\frac{n}{2}(l_x + l_{x+n}) = {}_nL_x$$

という近似式で計算しても大過がない。もちろん、 ${}_5L_x = L_x + L_{x+1} + L_{x+2} + L_{x+3} + L_{x+4}$ として計算する事もできる。

T_x (x 歳以降の生存延べ年数)

T_x は、 x 歳の人口 l_x がその年齢以降、すべてのひとが死に絶えるまでの間に全体で何年生存したかを計算したものである。つまり、

$$\sum_x^{\infty} L_x = T_x$$

であり、また

$$L_x + T_{x+1} = T_x$$

である。

\hat{e}_x (x 歳の平均余命)

\hat{e}_x は、 x 歳の人口 l_x がその年齢以降平均して何年生存するかという平均余命を意味する。その平均余命は、

$$\frac{T_x}{l_x} = \hat{e}_x$$

と計算される。

とくに、 \hat{e}_0 は出生時平均余命であり、

$$\frac{T_0}{l_0} = \hat{e}_0$$

あるいは、

$$\frac{T_0}{100,000} = \hat{e}_0$$

である。

出生時平均余命は (life expectancy at birth) は平均寿命とも言われる。

以上が生命表を構成する主要な関数であるが、その他、満 x 歳人口の生存率

$${}_n\bar{p}_x = \frac{{}_nL_{n+x}}{{}_nL_x}$$

および、満 x 歳人口の死亡率

$${}_n\bar{q}_x = \frac{{}_nL_x - {}_nL_{x+n}}{{}_nL_x}$$

がある。

これらは人口推計のさいに重要な役割を果たす関数である。現実人口を扱う場合、 l_x にあたるデータを得ることは困難で、普通我々が年齢別人口というのは L_x または ${}_nL_x$ にあたるデータであるからである。

3.2 生命表の計算

3.2.1 現実死亡率と生命表死亡率

生命表が現実人口とつながりを持つ接点は死亡率 q_x である。生命表死亡率は

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}$$

であった。

現実人口について、かりに x 歳 (exact age x) のコーホートの大きさ E_x のデータが得られたとし、このコーホートが $x + 1$ 歳に達するまでの死亡数 D_x のデータも得られたとすれば、

$$q_x = \frac{D_x}{E_x}$$

を計算する事ができるはずである。

「コーホート」とはある期間に出生、婚姻など何らかの事象が発生した人を集団としてとらえたものをいう。

ところが国勢調査あるいはその他の人口調査によって得られる x 歳人口 P_x というのは満 x 歳人口であり、死亡数 D_x が期間中均等に分布しているものと仮定した場合、 E_x と D_x から

$$P_x = E_x - \frac{1}{2}D_x$$

として求められる人口である。この式を変形して

$$E_x = P_x + \frac{1}{2}D_x$$

であり、これを上式の q_x の式に代入すると、

$$\begin{aligned} q_x &= \frac{D_x}{P_x + \frac{1}{2}D_x} \\ &= \frac{\frac{D_x}{P_x}}{1 + \frac{1}{2}\frac{D_x}{P_x}} \end{aligned}$$

人口動態統計から計算される年齢別死亡率 h_x は、

$$h_x = \frac{D_x}{P_x}$$

であるから、

$$q_x = \frac{h_x}{1 + \frac{1}{2}h_x}$$

となる。

この最後の式が、現実死亡率 h_x から生命表死亡率 q_x を計算するのに用いられる式である。しかし、これも一つの近似式であり、計算結果に誤差が介入する事に注意しなければならない。

生命表の計算にあたっては、こうして求められた q_x を補正した後使用することになっている。

3.2.2 生命表の作成

生命表の関数を使い、実際に生命表 (表 1 参照) を作ってみる。

生命表の約束にしたがい、 l_0 を 100,000 と置く。

人口動態統計によって前述の方法で計算された q_x の値を記入する。

$l_0 \times q_0 = d_0$ を計算する。いま男の場合をみると、 $100,000 \times 0.00366 = 366$ が得られる。この結果が d_0 に書き込まれる。

$l_0 - d_0 = l_1$ を計算する。男の場合をみると、 $100,000 - 366 = 99,634$ が得られる。

以下、各年齢について同じ計算を繰り返し、4歳までの l_x と d_x が計算される。

0~4歳についても計算の仕方は同じで、まず $l_0 \times {}_5q_0 = {}_5d_0$ が計算される。すなわち、 $100,000 \times 0.00512 = 512$ である。

$l_0 - {}_5d_0 = l_5$ が計算される。すなわち、 $100,000 - 512 = 99,488$ であり、これが l_5 である。

次に l_x から L_x (静止人口)を計算する。この場合、まず年齢各歳別の l_x を計算し、1歳未満の静止人口は月歳別生存数により次の式より計算する。

$$L_0 = \frac{1}{24}(l_0 + l_{4w}) + \frac{1}{24}(l_{4w} + l_{2m}) + \frac{1}{24}(l_{2m} + l_{3m}) + \frac{1}{8}(l_{3m} + l_{6m}) + \frac{1}{4}(l_{6m} + l_1)$$

注) l_{4w} :生後4週間の月別生存数、 l_{2m} :生後2ヶ月の月別生存数、 l_{3m} :生後3ヶ月の月別生存数、 l_{6m} :生後6ヶ月の月別生存数である。これらは以前のデータから用いられる

1歳以上の静止人口は年齢別の生存数と死亡数により次の式で計算する。

$$L_x = \frac{1}{2}(l_x + l_{x+1}) + \frac{1}{24}(d_{x+1} - d_{x-1})$$

${}_5L_x$ の欄の最下段から始めて順次累積値を計算し T_x に記入する。男の場合をみると、 $L_{100+} = 1,171$ が T_{100} に記入される。つぎに ${}_5L_{95} + T_{100} = 10,303 + 1,171 = 11,474$ が T_{95} に記入される。この計算を続け、最後に ${}_5L_0 + T_5 = 497,884 + 7,212,247 = 7,710,131$ が T_0 に記入される。なお、 T_4 は ${}_1L_4 + T_5$ で求められる。 T_3, T_2, T_1, T_0 も同様である。

最後に、 $\frac{T_x}{l_x} = \hat{e}_x$ として \hat{e}_x が計算される。たとえば、男の場合の \hat{e}_0 は、

$$\hat{e}_0 = \frac{7,710,131}{100,000} = 77.10$$

であり、 \hat{e}_{10} は

$$\hat{e}_{10} = \frac{6,715,007}{99,412} = 67.55$$

である。

4 コーホート要因法

4.1 コーホート要因法に必要なデータ

コーホート要因法に必要なデータは、男女、年齢別基準人口、女子の年齢別出生率(必ずしも年齢別にある必要はない)の仮定値、男女、年齢別生存率(あるいは死亡率)の仮定値、男女、年齢別人口移動率の仮定値、出生性比の仮定値である。

男女、年齢別基準人口は、将来の男女、年齢別人口を計算する基準となる人口であるから、信頼性の高い人口を選ばなければならない。わが国の国勢調査の結果は完全性と正確性において非常に優れているので、一般的に最新の国勢調査の結果が使用される。なお、年齢別人口に不詳がある場合には、不詳分を既知の年齢別人口の割合で案分するなどの補正が必要となる。また、出生性比は比較的安定しているため、最近の出生性比を利用することができる。そして、残りの人口を変動させる要因である女子の年齢別出生率、男女、年齢別生存率(生残率ということもある)および男女、年齢別人口移動率は将来の仮定値の設定が必要となる。

まず、将来人口推計はその計算の基礎となる出生、死亡および人口移動の仮定値の推計から始まる。人口推計結果は、たとえば「出生率が回復したら」、「死亡率が低下したら」、「人口移動が減少したら」というような

さまざまな仮定にもとづいて描かれる将来人口の姿を示したものであり、将来の推計人口はこれらの仮定値の設定によって、結果がまったく変わってくる。したがって、より現実の可能性の高い推計を行うためには、出生、死亡および人口移動の過去の動向や現状を十分分析したうえで、将来の仮定値を設定する必要がある。

4.2 コーホート要因法による推計手順

基本的なフローチャートを1985年10月1日現在人口を基準人口として、毎年の男女、年齢別人口を推計する場合を例にとって示すと図1のようになる。手順は、

最初に1985年10月1日男女、年齢別基準人口に1985年10月から1986年9月に至る男女、年齢別生存率および人口移動率を掛けることによって、翌1986年10月1日の1歳以上の男女、年齢別人口を推計する。

15～49歳の年齢別女子人口の中央人口を作成するために、1985年基準人口と推計された1986年人口の平均値を計算する。注) 中央人口:特定期間の中央の時刻における人口。特にその期間が1年であれば年央人口といい、それは7月1日に相当する。

15～49歳の年齢別女子人口の平均値に、1985年10月から1986年9月の女子の年齢別出生率を掛けて、1985年10月から1986年9月までの1年間の総出生数を推計する。

推計された1年間の総出生数に出生性比を掛けて、1985年10月から1986年9月までの男女別出生数を推計する。

推計された1985年10月から1986年9月までの男女別出生数が0歳になるまでの男女別生存率および人口移動率を掛けることによって、翌1986年10月1日の男女別0歳人口を推計する。

で推計された1歳以上人口と、 で推計された0歳人口をあわせて、1986年10月1日男女、年齢別人口とする。

男女、年齢別人口を合計する事によって、総人口が得られる。

から を必要な年次分くりかえす。

4.3 人口推計の計算方法

コーホート要因法による男女、年齢別人口を推測する計算式を示すと、つぎのようである

$$M_{x,t} = t \text{ 年における } x \text{ 歳の男子人口}$$

$$F_{x,t} = t \text{ 年における } x \text{ 歳の女子人口}$$

ただし、 $M_{90,t}$ および $F_{90,t}$ は90歳以上の人口である。

$$B_t = t \text{ 年から } t+1 \text{ 年の間における出生児数}$$

$$B_t^M = t \text{ 年から } t+1 \text{ 年の間における男子出生児数}$$

$$B_t^F = t \text{ 年から } t+1 \text{ 年の間における女子出生児数}$$

$$\bar{p}_{x,t}^M = t \text{ 年 } x-1 \text{ 歳の男子人口が } t+1 \text{ 年 } x \text{ 歳になるまでの生存率}$$

$$\bar{p}_{x,t}^F = t \text{ 年 } x-1 \text{ 歳の女子人口が } t+1 \text{ 年 } x \text{ 歳になるまでの生存率}$$

ただし、 $\bar{p}_{0,t}^M$ および $\bar{p}_{0,t}^F$ は t 年から $t+1$ 年の間における出生児が $t+1$ 年に0歳になるまでの生存率であり、 $\bar{p}_{90,t}^M$ および $\bar{p}_{90,t}^F$ は t 年における89歳以上の人口が $t+1$ 年に90歳以上になるまでの生存率である。

$b_{x,t} = t$ 年から $t + 1$ 年の間の x 歳の女子の年齢別出生率

$m^M_{x,t} = t$ 年の $x - 1$ 歳の男子人口が $t + 1$ 年 x 歳になるまでの純移動率

$m^F_{x,t} = t$ 年の $x - 1$ 歳の女子人口が $t + 1$ 年 x 歳になるまでの純移動率

ただし、 $m^M_{0,t}$ および $m^F_{0,t}$ は t 年から $t + 1$ 年の間における出生児が $t + 1$ 年に 0 歳になるまでの純移動率であり、 $m^M_{90,t}$ および $m^F_{90,t}$ は t 年における 89 歳以上の人口が $t + 1$ 年に 90 歳以上になるまでの純移動率である。

以上の定義のもとで、 $t + 1$ 年における年齢別人口は t 年の人口から、以下の式で計算される。

$$M_{x,t+1} = (\bar{p}^M_{x,t} + m^M_{x,t})M_{x-1,t}, 1 \leq x \leq 89,$$

$$F_{x,t+1} = (\bar{p}^F_{x,t} + m^F_{x,t})F_{x-1,t}, 1 \leq x \leq 89,$$

$$B_t = \sum_{x=15}^{49} (F_{x,t} + F_{x,t+1})b_{x,t}/2,$$

$$B^M_t = \frac{106}{206} \times B_t, B^F_t = \frac{100}{206} \times B_t,$$

$$M_{0,t+1} = (\bar{p}^M_{0,t} + m^M_{0,t})B^M_t,$$

$$F_{0,t+1} = (\bar{p}^F_{0,t} + m^F_{0,t})B^F_t,$$

$$M_{90,t+1} = (\bar{p}^M_{90,t+1} + m^M_{90,t})(M_{89,t} + M_{90,t})$$

$$F_{90,t+1} = (\bar{p}^F_{90,t+1} + m^F_{90,t})(F_{89,t} + F_{90,t})$$

である。

以下、手順に従って具体的に計算例を説明していく。

4.4 1 歳以上の男女、年齢（各歳）別人口の推計

年齢別人口の推計を行うには年齢別の生存率が必要であるが、これは生命表を作成し、その静止人口 L_x を使用して、1 歳以上の男女、年齢別人口を推計する。

参考のために生命表を表 3 に掲載する。仮に将来の生存率の仮定値をこの生命表によって設定したことにする。生命表によると L_0 は 99,611、 L_1 は 99,489 である。したがって、0 歳人口が翌年 1 歳人口になるまでの生存率は、 $99,489/99,611=0.99878$ となる。1985 年の 0 歳人口は 698,246 人であるから 1986 年 1 歳人口は、 $698,246 \times 0.99878=697,391$ 人となる。また、 L_2 は 99,436 であるから、1 歳人口が翌年 2 歳人口になる生存率は $99,436/99,489=0.99947$ となり、2 歳人口は $726,583 \times 0.99947=726,196$ 人となる。

x 歳以上の静止人口が $x + 1$ 歳以上になるまでの生存率は、

$$\sum_{x+1}^{\infty} L_{x+1} / \sum_x^{\infty} L_x$$

である。

たとえば、89歳以上人口が90歳以上になるまでの生存率は、

$$\sum_{x=90}^{\infty} L_x / \sum_{x=89}^{\infty} L_x \text{である。}$$

表3の生命表によると、 L_{89} は26,372、 L_{90} は104,166である。したがって、89歳以上人口が翌年90歳以上人口になるまでの生存率は、 $104,166 / (26,372 + 104,166) = 0.79797$ となる。したがって、1986年90歳以上人口の推計は、1985年89歳以上人口にこの生存率を掛ければよいわけで、 $178,267 \times 0.79797 = 142,253$ 人となる。これは人口移動を考慮しない封鎖人口の推計例である。

つぎに、人口移動を計算しなければならない。移動人口は基準人口に仮定設定された純移動率を掛ける事によって求められる。たとえば、1歳の人口移動は、基準となる0歳人口に純移動率を掛ければよい。数値の例をあげると、0歳人口を698,246とし、純移動率 -0.00053 をかけると $698,246 \times -0.00053 = -370$ となる。この場合、純移動率はマイナスと仮定設定してあるので370人の転出超過となる。

推計人口は、封鎖人口に移動人口を加えることによって求められる。

4.5 出生数の推計

最初に中央人口を作成するために、1985年10月1日基準人口の15~49歳年齢別女子人口と前もって推計された1986年の15~49歳年齢別女子人口との年齢別平均人口を作成する。つぎに、仮定設定された1985年10月から1986年9月の女子の年齢別出生率を年齢別平均人口(中央人口)に掛けて、年齢別出生数を計算する。表4で具体的に説明すると、15歳女子の1985年10月1日人口は93万6198人であり、推計された1986年10月1日人口は96万5955人であるから、その平均人口は95万1076.5人となる。これに仮定設定された15歳の出生率0.00013を掛けて1985年10月から翌年9月までの1年間の出生数124を計算する。これを49歳まで計算し合計したものの143万5250が10月から翌年9月までの1年間の推計総出生数となる。

つぎに、推計された総出生数を出生性比によって、男女別出生数に分ける。出生性比は1985年付近では、女100に対して男106であるので、ここでは、推計総出生数を100対106の割合で分けることにする。

男子は $1,435,250 \times 106 / 206 = 738,527$ 、女子は $1,435,250 \times 100 / 206 = 696,723$ となる。

4.6 0歳人口の推計

0歳人口の推計は、10月から翌年9月までの推計数と生命表の関数を利用して行う。生命表の0歳の静止人口 L_0 は10万人出生したと仮定したときの0歳人口である。したがって、出生数が0歳人口になる生存率は

$$\frac{L_0}{100,000}$$

である。表3の生命表によれば、女子の L_0 は99,611である。したがって、女子の0歳人口は推計された女子の出生数に $99,611 / 100,000$ 、すなわち 0.99611 を掛ければよいわけで、 $696,723 \times 0.99611 = 694,013$ 人となる。男子も同じようにして推計すればよい。

4.7 仮定値の推計法

コーホート要因法は、仮定値が設定された後の計算は機械的で簡単である。その前の女子の年齢別出生率、男女、年齢別生存率および男女、年齢別人口移動率の仮定値をどう設定するかが重要な課題である。その仮定

設定が将来人口推計ではもっとも時間の要する作業であり、将来人口推計は仮定設定に全てがかかっていると
言ってもいいほどである。

4.8 女子の年齢別出生率

出生率については普通出生率（人口 1,000 にあたりの年間出生数）あるいは総出生率（15～49 歳女子人口
1,000 人あたりの出生数）の仮定値が設定された場合もあるが、出生力指標としては優れている女子の年齢別
出生力とその合計である合計特殊出生率を使用するのが 1 番良い。その仮定値の推計方法としては、コー
ホート出生率によって推計する方法と 期間出生率によって推計する方法とがある。

(1) コーホート出生率によって推計する方法

コーホート出生率によって推計する方法は、女子の年齢別出生率をコーホートごとに観察し、コーホートご
との合計特殊出生率（生涯出生児数）と年齢別出生率の仮定値を推計する方法である。

表 5 は期間で見たわが国の女子の年齢別出生率の一部である。コーホートごとに出生率を観察するというこ
とは、たとえば 1947 年 15 歳であった人は 1948 年には 16 歳、1949 年には 17 歳であり、また 1948 年 15 歳
であった人は 1949 年には 16 歳、1950 年には 17 歳である。したがって、表 5 の年齢別出生率を斜めに観察
していくことになる。図によって示すと（図 2 参照） は期間によって観察することであり、 はコーホ
ートによって観察する事である。

1947 年 15 歳コーホートからコーホートごとに並べ変えた女子の年齢別出生率とその累積値の一部が表 6
である。わが国の場合、1947 年に 15 歳であったコーホートは 1981 年に 49 歳である。したがって、この
コーホートはほぼ産み終えたことになる。そして、その合計特殊出生率は 2.04 である。また、1948 年 15 歳
コーホートから 1954 年 15 歳コーホートまでもほぼ産み終えたことになり、その合計特殊出生率はそれぞれ、
2.05、2.02、2.01、2.03、2.02、2.09、2.05 である。この結果から年齢別出生率を推計する方法であるが、1988
年時点で出生過程を終えたコーホートは 1954 年 15 歳コーホートまでであり、その後のコーホートはコーホ
ートによって出生率が分かっている年齢がことなる。当然、最近のコーホートほど、分かっている年齢別出生率
が少ない。また、これから出生過程にはいる 1989 年 15 歳コーホートからはまったくわかっていないことにな
る。したがって、推計しなくてはならない部分を図に示すと図 3 の未知とした部分となる。

未知の部分の推計する方法としては、コーホートごとに年齢別出生率を直接推計する方法と、最初にコー
ホートごとの合計特殊出生率（生涯出生児数）の仮定を設定し、つぎに年齢別出生数を推計する方法がある。後
者の方法を取り、詳細に述べてみる。

まず、合計特殊出生率をコーホート出生力の分析結果、あるいは意識調査による希望子ども数や予定子ども
数を参考にして行うことになる。つぎに、49 歳までにどのような過程で出生するのかを決めなければならな
い。途中までわかっているコーホートについては、既知の累積出生率から設定された合計特殊出生率になるま
で、それをどのような過程で産み終えるかを定めることになる。1955 年 15 歳コーホートは 49 歳、1956 年
コーホートは 48 歳と 49 歳、1968 年コーホートは 36 歳以上、1980 年コーホートは 24 歳以上を推計するこ
とになる。

まったくわかっていないコーホートについては、15 歳からの年齢別出生率の仮定を設定することになる。
期間の年齢別出生率を組み替えることにより作成でき、それを合計したものが期間の合計特殊出生率となる。

一つの例として、1968 年 15 歳コーホートの 1989 年以降の年齢別出生率を推計する場合を示すことにする。
仮に合計特殊出生率（生涯出生児数）を置換水準 2.08、それから 2.00、そして 1.95 と三つの仮定を設定する。
表 6 でわかるように、このコーホートは 1988 年に 35 歳になるまでに 1.931 人出生しているが、49 歳までに

2.08 人出生するためには、あと、 $2.08-1.931=0.149$ 人出生することになる。また、2.00 人出生するためには、あと、 $2.00-1.931=0.069$ 人、1.95 人出生するためには $1.95-1.931=0.019$ 人出生することになる。それをどのような過程で産み終えるかを定めることになる。ここでは未知の部分の年齢別出生率を最近の 3 ヶ月の年齢別出生率の合計に対する割合を使用して求めた。その結果が表 7 である。

仮に 2.08 を設定した場合、結果を 35 歳までと比較してみると、このコーホートが 2.08 人出生するには 35 歳までの出生率が低いために 36 歳以上の出生率を高くしなければならないことになり、36 歳の出生率のほうが 34 歳と 35 歳より高くなるという矛盾が生じてしまう。

同じ方法によって 1968 年コーホート以外の年齢別出生率を推計し、これを期間出生率に変換し、1989 年以降の期間出生率がどうなるかをみると、それまでの低水準の反動で急激に上昇することになる。つまり、合計特殊出生率の動向に山が生ずることになる。たとえば、各コーホートの合計特殊出生率（生涯出生児数）を 2.00 と仮定した場合の期間の合計特殊出生率の計算結果は、1989 年は 2.30、1990 年は 2.23、1991 年は 2.17、1992 年は 2.12・・・、2000 年には 2.00 といずれ仮定した合計特殊出生率となるが、1 時かなり高い合計特殊出生率となる。仮定値を置換水準の 2.08 とすれば、さらに山は大きくなり、2 よりも小さくすれば山は小さくなる。したがって、未知の年齢別出生率の設定には工夫を要することになる。

(2) 期間出生率によって推計する方法

期間出生率によって仮定値を推計する方法は、現在までの期間出生率の動向に基づいて、将来の出生率を決める方法である。これには A:女子の年齢別出生率を直接推計する方法と、B:女子の年齢別出生率を直接推計せずに、合計特殊出生率と女子の年齢別出生率の合計に対する厚生割合を別々に推計し、推計された合計特殊出生率と年齢別厚生割合を掛けることによって、女子の年齢別出生率を推計する方法とがある。

A:女子の年齢別出生率を直接推計する方法は、各年齢別出生率の動向に直接数学式（修正指数曲線など）をあてはめ将来に補外する方法、年齢別出生率と経済・社会的変数との関係から推計する方法がある。また、わが国および先進諸国の年齢別出生率の動向を考慮して、将来の特定年次の年齢別出生率をまず設定し、現在から特定年次までの年齢別出生率の仮定値は直線補間によって設定する方法などがある。合計特殊出生率は年齢別出生率の合計として計算される。

B:合計特殊出生率をまず推計し、つぎに各年齢別の出生率を配分する方法も、女子の年齢別出生率の推計方法と同じである。合計特殊出生率に直接数学式をあてはめ将来に補外し、各年齢別の出生率に配分する方法と合計特殊出生率と経済・社会的変数との関係から推計する方法がある。また出生力の動向を考慮して、将来の特定年次の合計特殊出生率およびその年齢別構成割合をまず設定し、現在から特定年次までの合計特殊出生率およびその年齢別構成割合は直線補間によって設定する方法などがある。女子の年齢別出生率は合計特殊出生率に年齢別出生率を掛けることによって計算される。たとえば、現在の合計特殊出生率が 2.00 と設定され、25～29 歳女子の年齢別出生率の合計に対する割合の仮定値が 50 % と設定されたとすると、25～29 歳女子の年齢別出生率は、 $2.00 \times 0.5 = 0.2000$ となる。

4.9 男女、年齢別生存率

年齢別人口の将来推計を行う場合、各歳別であるにせよ、5 歳階級別であるにせよ、年齢別の生存率の仮定が必要になってくる。その仮定値の推計方法には、目標値を定める方法と、過去の動向に数学式をあてはめ、将来に補外する方法とがある。死亡率は出生率同様人口の年齢構成に大きく左右される。したがって、データとしては年齢別構造の影響が除かれた生命表の諸指標が利用される。

目標値を定める方法の場合、目標値として何を利用するかということになる。それには、A:実際にある年

年齢別死亡率を目標とする方法と、B:医学、公衆衛生学などの今後の発展を見通したうえで、年齢別死亡率の目標値を定める方法とがある。

A:実際にある年齢別死亡率の目標としては、(a) 諸外国の生命表の年齢別死亡率のうち、最低値を示す年齢別死亡率をつなぎ合わせて生命表を作成して、その年齢別生存率を将来の特定年次の目標値として利用する方法である。たとえば、これを2050年の目標値とする方法である。人口問題研究所では以前はこの方法によって、将来の男女、年齢別生存率を設定し推計を行っていたが、現在ではわが国の平均寿命は世界でも最高水準に達しているため、諸外国の年齢別死亡率はほとんど参考にできない。また、かりに参考にできたとしても、欧米諸国と日本の年齢別死亡率パターンとは異なり、それを目標とした場合、現在の日本の年齢別死亡率パターンがそのように変化する可能性についても問題となる。

(b) 既存の生命表ということでは、都道府県別生命表の年齢別死亡率のうち、最低値を示す年齢別死亡率をつなぎ合わせて生命表を作成し、その年齢別生存率を目標として利用する方法がある。

(c) モデル生命表を利用する。モデル生命表としては、国連、コール・デメインなどがある。将来の特定年次の庭訓寿命の目標値を決め、モデル生命表から目標とした平均寿命にあたる年次の年齢別死亡率を適用し、将来推計に利用する。ただし、国連モデル生命表の年齢別死亡率もコール・デメインのモデル生命表の年齢別死亡率も、あまりに日本の年齢別死亡率とは異なる。

B:医学、公衆衛生学など今後の発展状況を見通したうえで、年齢別死亡率の目標値を定める方法は、たとえば50年後にガンが半減、あるいは3分の1に減少すると仮定し、死亡率を設定する方法である。しかし、この方法は不確定な要素が多すぎる。たとえば、結核死亡率を著しく低下させた結核治療、予防剤の出現、また脳血管疾患死亡率を低下させた降圧剤の出現など、結果としたわかったことであり、予測はきわめて難しい。また、今度もっとも問題となる死因の一つである悪性新生物にしても、悪性新生物の予防、治療薬が何年頃発明され、何年に悪性新生物が半分になると推定することができればよいが、まだ原因もはっきりせず、治療方法も確たるものがない現在、予測は困難である。さらに、脳血管疾患、心疾患については、食生活、生活様式などが大きく影響しているといわれていて、そうなると更に推計は困難となる。

過去の動向を数学式にあてはめて、将来に補外する方法には、A:平均寿命に数学式をあてはめ、平均寿命を推計した後に年齢別死亡率を作成する方法と、B:年齢別死亡率に直接数学式をあてはめる方法とがある。数学式としては、修正指数曲線、ロジスチック曲線、ゴンパーツ曲線などがよく利用される。いずれも適用する年次によって結果が異なる。A:平均寿命に数学式をあてはめる方法は、平均寿命を推計した後の年齢別死亡率の作成が大変面倒である。方法はいくつかあるが、一つの例は、最近の年齢別死亡率のパターンを標準の年齢別死亡率として設定し、推計された将来の平均寿命になるように、標準とした年齢別死亡率を一律に低下させるなどにより修正する方法である。また、B:年齢別死亡率に数学式をあてはめる方法は、計算は簡単であるがいくつかの問題点がある。第1点は、あてはめられた曲線はあくまでも過去の年次変化に適合した曲線であり、将来も同じように変化するという保証はないということである。第2点は、年齢によって死亡率の低下速度がちがうため、補外すると年齢別死亡率が凸凹するなど年齢間のバランスが崩れることである。これは、補外する期間が長ければなおのことであり、長期間の予測には向かない。また、現在の死亡率曲線のパターンが急激に変化することは考えられない。したがって、推計された年齢別死亡率を上下の年齢との矛盾点、各年の傾向から検討、補整しなければならない。グレブルの補整式などで補整する事になる。なお、死亡率に直接数学式をあてはめて補外する以外に、死亡率と経済・社会的変数との関係から推計することもできる。

年齢別死亡の動向に占める死因別死亡の影響は大きく、死因別死亡を考慮して推計することも大変意義のあることである。ただし、死因を考慮するとして、総死亡率でなく、年齢別死亡率でないとならぬと実際の推計にはしよれないので、全死因について年齢別死亡率を推計するとなると大変な計算量になる。また、年齢別死亡率

で行った場合と同じ矛盾点が生じ、それが各死因について生じるので、それを補整することは大変な作業であるし、結果の評価も難しい。

以上が年齢別生存率の仮定値のおもな推計方法であるが、将来の年齢別生存率の推計方法は使用できるデータおよび死亡水準によって選択することになる。

5 全国人口の将来推計

以上の方法によって、厚生労働省は全国の人口推計を行っている。それについて結果を以下に書くことにする。

5.1 総人口の推移

人口推計のスタート時点である平成 12 (2000) 年の日本の総人口は同年の国勢調査によれば 1 億 2,693 万人であった。中位推計の結果に基づけば、この総人口は今後も緩やかに増加し、平成 18 (2006) 年に 1 億 2,774 万人でピークに達した後、以後長期の減少過程に入る。平成 25 (2013) 年にはほぼ現在の人口規模に戻り、平成 62 年 (2050) 年にはおよそ 1 億 60 万人になるものと予想される (表 8、図 4)

高位推計によれば、総人口は、中位推計よりやや遅れて、平成 21 (2009) 年に 1 億 2,815 万人でピークに達する。そして、それ以降は減少に転じ平成 62 (2050) 年には 1 億 825 万人に達するものと見込まれる (表 9、図 4)。

一方、低位推計では平成 16 (2004) 年に 1 億 2,748 万人でピークに達し、以後減少して平成 62 年 (2050) 年には 9,203 万人に達する (表 10、図 4)。

このように日本の人口はまもなく人口減少時代に突入り、右肩上がりの人口増加の傾向は終焉する。日本の出生率が 1970 年代半ばから人口を一定の規模で保持する水準 (人口置換水準、合計特殊出生率で 2.08 前後の水準) を大きく割り込んでいるため、このような過去四半世紀続いた低出生率水準と今後の見通しは今世紀初頭始まる人口減少をほぼ避けることのできない現象としている。

5.2 年齢 3 区分別人口の推移

(1) 年少 (0~14 歳) 人口の推移

出生数は昭和 48 年 (1973) 年の 209 万人から平成 12 (2000) 年の 119 万人まで減少してきた。その結果、年少 (0~14 歳) 人口も 1980 年代初めの 2,700 万人規模から平成 12 (2000) 年国勢調査の 1,851 万人まで減少してきた。

中位推計の結果によると年少人口は、2003 年に 1,700 万人台に減少する (表 8、図 5)。その後も低い出生率のもとで減少が続き、平成 28 (2016) 年には 1,600 万人を割り込み、緩やかな長期減少過程に入る。そして推計の最終年次の 2050 年には 1,084 万人の規模になるものと予測される。

高位ならびに低位推計によって、今後の出生率仮定の違いによる年少人口の傾向を見ると、高位推計においても、長期的な低出生率のもとで減少傾向に向かい、平成 62 (2050) 年にはおよそ 1,400 万人に達する (表 9) 低位推計では、超低出生率のもとで、急速な年少人口減少が予測される。現在の年少人口およそ 1,800 万人規模から、平成 26 (2014) 年には 1,500 万人を割り込み、今世紀半ばにはおよそ 750 万人に達すると予測される (表 10)。

(2) 生産年齢 (15~64 歳) 人口の推移

生産年齢人口 (15~64 歳) は戦後一貫して増加を続け、平成 7 (1995) 年の国勢調査では 8,717 万人に達したが、その後減少局面に入り、平成 12 (2000) 年国勢調査によると 8,638 万人を記録した。

中位推計の結果によれば、生産年齢人口は平成 7 (1995) 年をピークに以後一転して減少過程に入り、平成 42 (2030) 年には 7,000 万人を割り込み、平成 62 (2050) 年には 5,389 万人に達する (表 8、図 5)。

高位ならびに低位推計によって、今後の出生率仮定の違いによる傾向を見ると、高位推計では、出生率が高く推移するぶん生産年齢人口の減少の勢いはやや遅く、平成 45(2033)年に 7,000 万人を割り込むと予測される。そしてその後も生産年齢人口の減少が続き、平成 62(2050)年に 5,838 万人に達する(表 9)。低位推計の生産年齢人口は平成 40(2028)年に 7,000 万人を割り込むものと予測される。さらに平成 61(2049)年に、5,000 万人を割り込み、平成 62(2050)年には 4,868 万人へと縮小するものとみられる(表 10)。

(3) 老年(65 歳以上)人口の推移

中位推計結果によれば年少人口の減少に続いて、今後生産年齢人口の減少が始まる一方で、老年(65 歳以上)人口はおよそ現在の 2,200 万人から平成 25(2013)年に 3,000 万人を突破し、平成 30(2018)年の 3,417 万人へと急速な増加を続ける(表 8、図 5)。すなわち、団塊の世代(昭和 22~24 年出生世代)が 65 歳以上の年齢層に入りきるまで急速な老年人口の増加を生じることになる。その後、戦後の出生規模の縮小世代が老年人口に参入するため、増加の勢いは弱まり、緩やかな増加期となるが、第二次ベビーブーム世代が老年人口となる平成 55(2043)年に老年人口はピークに達し、その後緩やかな減少に転じ、平成 62(2050)年に 3,586 万人となる。なお、高位と低位推計では、将来の生残率や国際移動の仮定が同じであるため、中位推計と同じ結果である(表 9、表 10)。

5.3 人口動態率と人口動態数の推移

中位推計結果によると、普通死亡率(人口千人あたりの死亡数)は平成 13(2001)年の 7.7%から一貫して上昇を続け、平成 32(2020)年には 16.2%に達する(表 11)。平均寿命が伸び続けると仮定しているにもかかわらず、普通死亡率が上昇を続けるのは、日本の人口が今後急速に高齢化し死亡率の高い老年人口の割合が増えていくためである。

普通出生率(人口千人あたりの出生数)は平成 13(2001)年の 9.4%から低下を続け、平成 25(2013)年には 8.0%に達する。その後も普通出生率は低下を続け、平成 47(2035)年に 7.0%となり、平成 62(2050)年に 6.7%となる。

普通出生率と普通死亡率の差である自然増加率は、平成 12(2001)年の 1.7%からしばらくプラスを保つが、平成 18(2006)年からはマイナスとなり平成 62(2050)年には -9.5%となる。中位推計によると、年間の出生数は平成 12(2001)年の 119 万人から減少を続け、平成 20(2008)年には 110 万人を切り、平成 26 年(2014)年には 100 万人の大台を割り込む。そして出生数の規模は減少を続け、平成 62(2050)年の 67 万人に達するものと見込まれている(表 11)。

一方、死亡数は平成 12(2001)年の 98 万人から一貫して増加を続け、平成 33(2021)年の 151 万人を経て、平成 50(2038)年にはピークの 170 万人に達する。その後、やや減少して平成 62(2050)年には 162 万人となる。

注)「中位推計」とは 1 番実現性が高いと位置付ける推計、「高位推計」とは少子化の見通しがより楽観的なことをとる推計、「低位推計」とは少子化の見通しが悲観的な推計である

6 感想と反省

今回の研究で人口推計というものに初めて触れた。ただ増える減るの問題と置いていたが、実際に人口推計の手法を見ると様々な数学的な手法と、社会情勢を見て推計を行っていると思った。今回はその数学的な部分を解くことができなかったが、今後なんらかの形で触れていきたい。

現在は当たり前すぎて、聞かなくなった「少子化」という言葉がある。しかし、実際に研究を通して人口の推移を知り、将来の人口推移を見るとかなり絶望的なものがあった。単に老年人口が増え、年少人口が減るという事ではない。老年人口が増えるという事は、養うための費用が増えることにつながり、年少人口が減るという事は将来の生産年齢人口が減り、国の稼ぎ頭が減る事に直接つながってくる。給与が減っているのに出費が増えるようなものである。さらに、日本の企業は海外生産を進めてしまっている現代では景気回復どころでないのではないだろうか。この推計通りにいっては、まさに未来はない。この推計を覆すような日本の政策、技術の出現に期待したい。

参考文献

- 山口 喜一、伊東 達也 『人口分析入門』 古今書院、1989 . 6
山口 喜一 『人口推計入門』 古今書院、1990 . 12

謝辞

本研究をするにあたり参考文献の選択から相談にのって頂き、また遅れ気味であった研究にも温かい目で見守ってくださった、田口善弘先生に心より感謝いたします。