

# 高知県人口推移に対する生態学的モデルの適用

坪 田 誠

(農学部機械工学研究室)

## Application of Ecological Model to Population Dynamics of Kochi Prefecture

Makoto TSUBOTA

*Laboratory of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture*

**Abstract** : We discussed future change in the population of Kochi prefecture. The ecological model used is a discret one with age distribution, which has parameters such as birth rates, death rates and the number of persons leaving Kochi prefecture. First, in order to verify the effectiveness of the model, we calculated the change in the population from 1965 to 1985 by it; the result agrees well with the census. Next, we calculated the change coming over 100 years. The results are as follows.

- (1) The population decreases to about 540,000 in 2085. In particular, the decrease in working population is notable.
- (2) The ratio of the old-age population to the total increases, so that we have the advanced-age prefecture.

### 緒 言

現在、高知県の人口問題はきわめて重大な事態に直面している。県の総人口は、昭和35年の88万2,683人をピークに、高度経済成長の進行とともに減少の一途をたどり、45年には78万6,872人にまで落ち込んだ。その後、46年ごろから、いわゆるUターン、Jターン現象がみられ、62年4月1日現在、83万5,904人にまで回復した。しかし郡部は依然として減少傾向にあり、高知市とその周辺地域への集中が人口漸増傾向の要因となっている。また老年層の全人口に占める割合も高く、人口構成の高齢化が進行している。

県の経済・教育・福祉行政にとって、将来の人口推移を正確に予見しておくことは必要不可欠である。しかし、それには、医療技術の進歩にともなう死亡率の変化、地元経済の活性と共に変動する人口流入など、種々の複雑な要因が絡み、正確な予測は必ずしも容易ではない。他方、解析する側から言えば、可能な限り簡単なモデルで、可能な限り正確な予測ができるに越したことはない。以上の事情を踏まえて、本論文では、生態学 (Ecology) で使用される、年齢分布をもつ離散的モデル<sup>1)</sup>によって、県の将来の人口推移の解析を行う。

### 解 析

まずモデルについて述べる。時間  $t$  における各年齢集団を5歳毎に区切り、

$N_1(t)$  = 5歳未満の人口

$N_2(t)$  = 5歳以上10歳未満の人口

$N_3(t)$  = 10歳以上15歳未満の人口

$N_m(t) = 5(m-1)$  歳以上  $5m$  歳以下の人口  
 とする。年齢集団  $\{N_i(t)\}$  の  $\Delta t$  後の値は、次のような離散方程式によって記述される。

$$N_1(t + \Delta t) = \sum_i b_i N_i(t) + \frac{1}{5}(1 - d_1) N_1(t) - A_1(t) \quad (1. 1)$$

$$N_2(t + \Delta t) = \frac{1}{5}(1 - d_1) N_1(t) + \frac{1}{5}(1 - d_2) N_2(t) - A_2(t) \quad (1. 2)$$

$$N_m(t + \Delta t) = \frac{1}{5}(1 - d_{m-1}) N_{m-1}(t) + \frac{1}{5}(1 - d_m) N_m(t) - A_m(t) \quad (1. m)$$

ここで  $b_i, d_i$  は、それぞれ、年齢集団  $\{N_i(t)\}$  が時間  $t$  から  $t + \Delta t$  までの間に子供を生む出生率、死亡する死亡率である。また  $A_i(t)$  は年齢集団  $N_i$  の中から、時間  $t$  から  $t + \Delta t$  までの間に、県外に転出する人数 (= 転出人数 - 転入人数) である。

このモデルの特徴は、各年齢集団の時間変化に、その出生率、死亡率、移動という詳細な情報を盛り込むことができる点にある。巨視的な個体群の変動を解析するにはこのモデルで充分である。

まずこのモデルの妥当性を確認するため、昭和40年の値を初期値とし、後20年の人口推移を式(1)により求め、5年毎に行われる国勢調査の結果と比較する。ここで各年、各年齢集団の出生率・死亡率は5年毎に調査で求められた値を直線で内挿して用いる。また移動(これは各年の総転出人数がわかっている)は若年・老年者層よりは主に青年・壮年者層に起こるであろうから、15歳以上65歳未満の年齢層に均等に起こるとする。以上によって求めた計算値と、調査の結果の比較を Fig. 1 に示す。移動の取り方に不確実性があることを考慮すれば、定量的によい一致が得られたと言え、このモデルの正当性が裏付けられる。

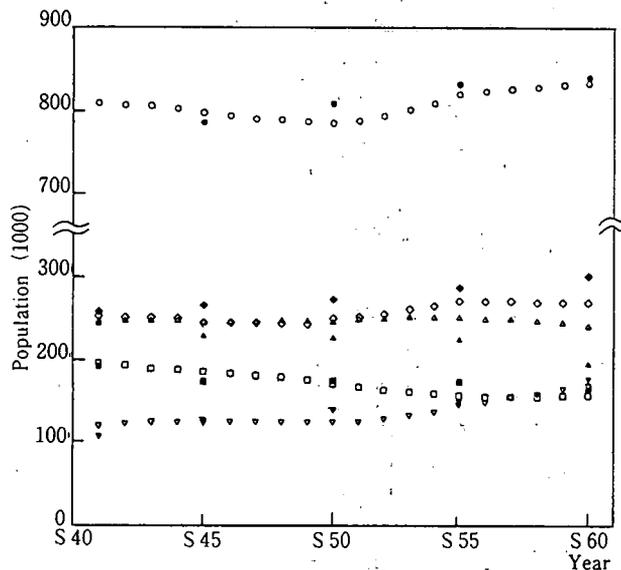


Fig. 1. Change in the population from the 40 th year of Showa to the 60 th computed by the discret model. The symbols  $\circ, \square, \triangle, \diamond$  and  $\nabla$  represent the total population, the age of 0 - 14, 15 - 34, 35 - 59 and above 60, respectively. The symbols  $\bullet, \blacksquare, \blacktriangle, \blacklozenge$  and  $\blacktriangledown$  corresponding to the above-mentioned age represent the result of the census.

次に、このモデルを用いて、昭和60年（1985年）以後100年間の人口推移を求める。この場合、出生率、死亡率、移動の取り方が問題となる。まず、出生率は、調査資料によれば、昭和40年から60年までの20年間を見る限りほぼ一定値の回りで振動している。今後、一家族当りの子供の数は減少していくと思われるが、その事情を定量的に評価してこのモデルに取り入れることは不可能である。そこで、昭和60年の年齢集団別平均出生率（Table 1）を60年以後の計算に用いることにする。次に、死亡率は、昭和40年から60年までおおよそ減少傾向を示している。今後医学の発達と共にますますその傾向は顕著になると思われるが、これも定量的評価は不可能である。そこで、昭和60年の年齢集団別死亡率（Table 1）をそれ以後も用いることにする。移動に関しても事情は同じである。昭和60年における移動人数（転出人数）の総人口に対する割合は、 $2.713 \times 10^{-4}$ であるが、60年以降も総人口に対し同じ比率の人数が転出するものとし、これを15歳以上65歳未満の年齢層に均等に振り分けるとする。以上の仮定のもとで計算した、60年以降の人口推移を Fig. 2 に示す。

Table 1. Birth rate and death rate of each age in the 60 th year of Showa.

Age	Birth Rate ( $\times 10^{-2}$ )	Death Rate ( $\times 10^{-4}$ )
0-4	0	19.5
5-9	0	4.32
10-14	0	1.40
15-19	0.263	4.56
20-24	4.65	7.13
25-29	9.09	8.28
30-34	4.36	10.2
35-39	0.884	14.7
40-44	0.123	24.8
45-49	0.00187	31.2
50-54	0	48.3
55-59	0	71.5
60-64	0	98.0
65-69	0	149.0
70-74	0	252.0
75-79	0	480.0
80-84	0	779.0
85-89	0	1286
90-94	0	1934
95-99	0	3342
100-104	0	3429

## 考 察

計算結果と Fig. 2 より以下の特徴が明らかとなる。

1. 総人口は減少の一途をたどり、西暦2085年には約54万人にまで落ち込む。
2. 各世代の人口も漸減傾向にある。特に35歳以上59歳未満の労働人口の減少が著しい。

3. 西暦2085年には総人口に対する60歳以上の人口の割合は25.2%に達し、典型的な高齢化社会となる。

現状に対しなんら適当な対策が講じられなければ、将来このような人口推移をたどることは必至であり、これは県にとって憂慮すべき事態である。Fig. 2 に示される減少傾向の最大の原因は、県外への人口流出である。経済・教育等全面において、郡部も含めた県全体の活性化を計らねば、この減少傾向を抑止することは困難であろう。

尚、昭和40年、45年、50年、55年、60年の年齢集団別平均出生率を求め、この値を60年以後に適用する計算も行ったが、得られた結果は Fig. 2 とほぼ同じであった。

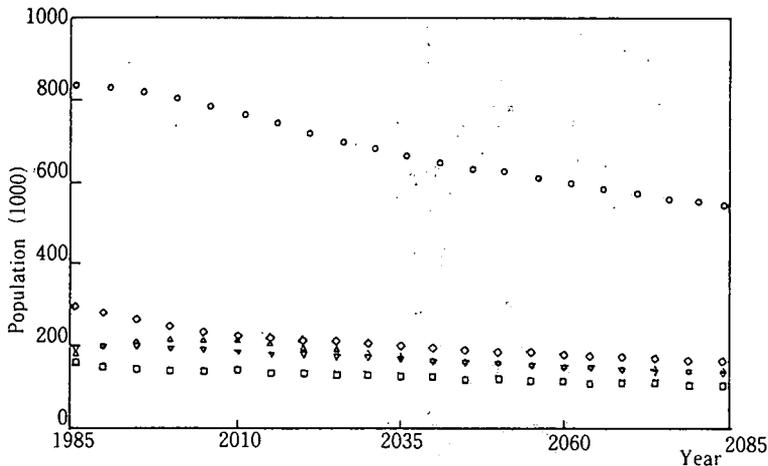


Fig. 2. Change in the population from 1985 to 2085 computed by the discret model. The symbols correspond to those in Fig. 1.

## 結 言

年齢分布をもつ離散モデルによって、高知県の将来の人口推移の解析を行った。まず、モデルの妥当性を確認するため、昭和40年を初期値とし60年までの人口推移を求め、その結果を国勢調査と比較し、よい一致を見た。次に、昭和60年から後100年にわたる人口推移を計算した。それによれば、県の総人口は減少の一途をたどり、特に労働者人口の減少が著しく、高齢化社会への道を歩むことになる。

尚、本研究で用いた数値資料は全て高知県庁資料室で収集したものである。

最後に本研究に当たり、資料収集・数値計算を手伝ってくれた、勝田昭彦、山田栄一両君に謝意を表します。

## 文 献

- 1) R. ハーバーマン (竹之内脩監修, 稲垣宣生訳) : 個体群成長の数学的モデル, 現代数学社, 京都 (1981).

(昭和63年 9 月 22 日 受理)

(昭和63年 12 月 27 日 発行)