

産業社會의 人口移動推定을 위한 數理模型의 適用*

특히 1975년도 Census人口에 立脚한 將來人口推計

具滋興 任昌求
全炳文 鄭官熹**

§1. 序 論

現代社會가 當面하고 있는 人口問題를 大別하면 人口의 自然增加(natural increase)에 基因되는 過剩人口問題(problem of over-population)와 都市地域에 있어서의 社會的增加(Social increase)에 따른 農村人口의 都市化問題(Problem of urbanization of rural population)등으로 크게 가를 수 있다.

本研究는 有限마야코프 連鎖(finite Markov chain)에 관한 Kabak의 “Wild life management”를 위한 模型을 改造하고 一般化해서 作成한 模型 (I)과 模型 (II)를 人口現象에 適用하여 將來人口의 推計(豫測), 人口의 移動傾向 및 人口의 地域別分布를 推定하고 分析함으로써 앞으로의 人口政策 및 이에 따르는 諸般計劃樹立에 基礎資料를 提供하고자 하는데 그 目的이 있다. [1]

한편 本研究에 利用된 人口推計方式은 人口靜態統計(census data)와 人口動態統計(出產率·死亡率)등을 土臺로하여 人口增減要因에 의한 推計 즉 要因別推計法(component method)에 의하였다. 그러므로 人口豫測의 경우 利用된 模型들의 制約性을 考慮하여 各年度別 人口推計의 경우 最長 20年間 (1979년도부터 A.D.2000년까지)를 對象으로 하였고, 終局人口分布(不變分希)를 推定하는 경우에 限하여 例外로 하였다($n \rightarrow \infty$).

§2. 人口推計를 위한 數理模型

(i) 人口變動要因과 人口學의 方程式, 人口現象들 중에서 그 크기를 決定하는 要因은 出

* 本研究는 1978년도 仁荷大學校 附設 産業科學技術研究所 研究費에 의하여 이루어진 것임.

** 筆者들은 各各 仁荷大學校教授 및 仁荷大附設電子計算所 SA임.

生(birth), 死亡(death), 流入(immigration)과 流出(emigration) 뿐이다.

즉 어떤 n 年間의 人口增加의 크기를 $p(t, t+n)$ 라 할 때, 이 增加人口는 다음과같이 人口學的方程式(demographic equation)으로 表現된다.

$$P(t, t+n) = B(t, t+n) - D(t, t+n) + I(t, t+n) - E(t, t+n) \dots \dots \dots (1)$$

(여기서, B, D, I, E 등은 要因들의 略字이다)

<定義 1> 出生數의 死亡數에 대한 超過數, 즉

$$G(t, t+n) = B(t, t+n) - D(t, t+n) \dots \dots \dots (2)$$

를 自然增加(natural increase)라 한다.

<定義 2> 流入數의 流出數에 대한 超過數, 즉

$$S(t, t+n) = I(t, t+n) - E(t, t+n) \dots \dots \dots (3)$$

를 社會的增加(social increase)라 한다.

결국 人口增加量은 自然增加量과 社會增加量の 合計이며, 社會增加는 人口의 本質的인 成長法則에 대한 所謂, 混亂要因(disturbing factor)이다. 따라서 人口成長의 法則에 對한 混亂要因인 人口流出入現象을 究明하는 것, 즉 人口의 社會增加法則을 求하는 것이 正確한 人口推定을 위한 方法 임을 指摘해 둔다.

(ii) 人口推計 數理模型, 全國 π 의 n 個所의 行政區域을 π 의 汗 分割, $\Delta_n = (D_1, D_2, \dots, D_n)$ 이라 하자.

<定義 3> 分割 Δ_n 上의 特定時刻(t_0)의 人口分布를 나타내는 벡터를 $P_0 = (P_0^1, P_0^2, \dots, P_0^n)$ 라 할 때, 벡터

$$S_i = (S_i^0, S_i^1, \dots, S_i^n)$$

(여기서, $S_0^0 = 0$; $S_0^j = P_0^j$ 이다)

를 第 i 期人口 벡터 (The i -th Vector of population)라 하자.¹⁾

<定義 4> 分割 Δ_n 上에서의 人口의 推移確率(transition probability) P_{ij} 로 이루어진 $n \times n$ 確率行列(stochastic matrix)

$$P = (p_{ij}) \dots \dots \dots (5)$$

(여기서 $\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1$; $i=1, 2, \dots, n$ 이다)

를 人口推移行列이라 하자.¹⁾

<定義 5> π 의 汗 分割 Δ_n 上의 死亡率에 관한 列 벡터와 再生産行列을 各各

$$D = (d_{10}, d_{20}, \dots, d_{n0})^t \dots \dots \dots (6)$$

$$G = (g_{ij}) \dots \dots \dots (7)$$

여기서 $g_{ij} = \delta_{ij}(1 + f_{ij})$

1) $P_{ij} = D_i$ 지역 거주자가 다음 期에 D_j 地域으로 옮겨갈 확률
2) S_i^0, S_i^j 는 각각 第 i 期까지의 死亡數累計 및 D_j 지역의 居住者數

f_{ij} = 出產率

이러 두고, 行列 Q, M, R 를 다음과 같이 정의한다.

$$Q = \begin{pmatrix} \delta_{0i} & \mathbf{0} \\ \mathbf{D} & \mathbf{P}' \end{pmatrix} \quad (8)$$

여기서 $\mathbf{P}' = (p'_{ij})$

$$p'_{ij} = p_{ij} - d_{i0}p_{ij}$$

$$d_{i0} + \sum_j p'_{ij} = 1$$

δ_{0i} = kronecker's delta

$\mathbf{0} = 1 \times n$ 零行 벡터

$$M = \begin{pmatrix} \delta_{0i} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0}' & \mathbf{G}' \end{pmatrix} \quad (9)$$

여기서 $\mathbf{G}' = (g'_{ij})$

$$g'_{ij} = \delta_{ij}g_{ij} - d_{i0}$$

$$R = \begin{pmatrix} \delta_{0i} & \mathbf{0} \\ \mathbf{D} & \mathbf{G}' \end{pmatrix} \quad (10)$$

이때 Q 를 廣意의 推移行列, M 와 R 를 成長行列이라 命名하자.

<模型 (I)> 벡터 S_i 推移行列 Q , 成長行列 M 사이에는 다음 關係式이 成立한다.

$$S_i = S_{i-1}QM = S_0(QM)^i \quad (22)$$

특히 π 의 한 分割을 $\Delta_2 = (D_j, D_j^c)$ 라 할때, Kabak의 模型이 얻어진다[1].³⁾

(iii) 社會的增加人口를 위한 數理模型, 現代 產業社會의 가장 심각한 人口問題中 하나인 農村人口의 都市化傾向을 計量的인 側面에서 究明하기 위하여 다음과 같은 定義와 模型을 構想하였다.

<定義 6> 人口의 都市化量은 人口의 都市에의 流入의 流出에 對한 超過量으로 한다.

즉 社會的增加에 基因된 人口增加量을 말한다.

都市化人口 = 第 i 期の j -都市人口

— 第 i 期の 自然增加만에 의한 j -都市의 假想人口

<模型 (II)> π 의 한 分割 $\Delta_2 = (D_j, D_j^c)$ 上에서 벡터 S_i 의 增分 벡터를 ΔS_{ij} 라 할 때, 다음 關係式이 成立된다.

$$\Delta S_{ij} = S_{i-1}QM - S_{i-1}R \quad (12)$$

이때 增分 벡터(差 벡터) ΔS_{ij} 의 第 2 成分이 D_j 地域(都市)의 人口의 都市化量이다[2].

3) $D_j^c = \sum_{k \neq j} D_k, (k=1, 2, \dots, n)$

(iv) 人口分布(人口比率分布)를 위한 數理模型. π 의 한 分割 $\Delta_n=(D_1, D_2, \dots, D_n)$ 에서의 人口比率分布를 나타내는 行 벡터 $R_i=(R_i^1, R_i^2, \dots, R_i^n)$, 人口推移行列 P 사이에는 다음 定理가 成立한다.

〈定理〉 P 와 R_i 를 각각 Δ_n 上的 人口推移行列 및 第 i 期の 人口分布 벡터라 할 때, 다음 各項이 成立한다.

a) $R_i=R_{i-1}P=R_0P^i$ (여기서, R_0 =初期人口分布 벡터)

b) $R_0P^n \rightarrow \alpha$ ($n \rightarrow \infty$)

c) 벡터 α 는 方程式 $tP=t$ 를 滿足한다. 즉 α 는 P 의 不動 벡터이다.

〈證明〉 R 는 確率 벡터이고, P 는 正規推移行列(regular transition matrix)이므로 a), b) 및 c)가 成立됨은 分明하다[4].

〈模型 III〉 人口分布의 경우 윗 不動 벡터 α 를 π 의 分割 Δ_n 에서의 終局人口分布로 한다.

그러면 윗 定理의 c) 項으로 주어진 聯立方程式에 關하여 不動 벡터 (non-trivial solution vector)가 존재하는 것과 그 解法에 關하여 간단히 言及하기로 하자.

c) 項의 聯立方程式은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$tp-t=(p-E)t, t'=\mathbf{0} \quad (13)$$

여기서, $E=n \times n$ 單位行列

$\mathbf{0}$ =零列벡터이다.

그런데, 윗 同次聯立方程式(13)은 그 係數行列式的 값이 零이므로 그 成分이 모두는 零이 아닌 解 벡터 α 를 갖는다. 더우기 b) 項에 의하면 α 는 確率 벡터임이 分明하므로 (13)식의 任意의 한 方程式을 $\sum_{i=1}^n t_i=1, (i=1, 2, \dots, n)$ 로 代置하고 풀면 解 벡터 α 를 求할 수 있다.

§ 3. 模型의 適用

韓國全地域을 π , π 의 現行政區域을 그 分割로 하자. 즉, $\Delta_{11}=(D_1, D_2, \dots, D_{11})$, R_0 는 1975년도 10月 1日 現在 Δ_n 上的 人口比率分布 벡터, P 는 11×11 -行列로 1976년도 1年間의 Δ_{11} 上的 各地域間의 人口移動에서 얻어진 推移行列(transition matrix)등으로 채택하였다⁴⁾[5].

(i) 韓國人口의 終局分布

4) 地域記號 $D_j, (j=1, 2, \dots, 11)$ 는 서울, 부산, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남 및 제주의 順序이다.

1976年度 住民登錄簿에 의한 移動統計에서 구한 推移行列은 다음과 같다[5].

지역	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}
D_1	.9340	.0034	.0294	.0038	.0026	.0060	.0043	.0067	.0059	.0033	.0005
D_2	.0177	.9319	.0044	.0018	.0010	.0017	.0015	.0047	.0112	.0234	.0007
D_3	.0358	.0028	.9380	.0039	.0022	.0053	.0021	.0036	.0037	.0024	.0003
D_4	.0283	.0045	.0133	.9315	.0052	.0025	.0010	.0022	.0083	.0031	.0002
$P = D_5$	.0331	.0045	.0118	.0053	.9244	.0093	.0012	.0018	.0058	.0026	.0001
D_6	.0277	.0031	.0115	.0015	.0039	.9426	.0024	.0017	.0031	.0019	.0002
D_7	.0339	.0048	.0081	.0013	.0008	.0046	.9351	.0066	.0023	.0022	.0002
D_8	.0237	.0059	.0068	.0010	.0005	.0018	.0031	.9527	.0017	.0020	.0008
D_9	.0181	.0102	.0045	.0030	.0016	.0016	.0006	.0012	.9520	.0070	.0002
D_{10}	.0197	.0344	.0043	.0013	.0007	.0013	.0008	.0022	.0155	.9236	.0003
D_{11}	.0240	.0067	.0033	.0007	.0005	.0012	.0010	.0063	.0028	.0021	.9541

〈표 1〉 人口推移行列(밑줄표는 숫자=정치인구비율)

다음 人口推移行列 P 에 의하여 地域別人口比率分布의 終局分布(不動 벡터)를 求하였더니 다음과 같다.⁵⁾

$$\alpha = (.287, .088, .195, .041, .027, .067, .037, .081, .106, .063, .008) \dots\dots(15)$$

(ii) 都市域別의 社會的增加

模型(II)를 適用하여 市·道間의 人口超過流入傾向을 推定하였더니 다음과 같았다.

出生率(crude birth rate)과 死亡率(crude death rate)를 각각 $f=0.024$, 0.027 ; $d=0.007$, 0.009 로 두고 계산하였더니 光州市(1994년까지), 釜山直制市(1993년까지) 서울特別市와 仁川市(1990년까지), 大邱市(1989년까지) 大田市(1981년까지) 인구의 社會的增加가 豫想되며 全州市의 경우 例外傾向을 보였다. (부록 〈표 4〉참고).

(iii) 總人口의 推計.

模型(I)을 利用하여 1976년 부터 紀元 2000년까지 韓國의 總人口를 推計하여 보았다. 即 死亡率과 出生率을 各各 다음과 같이

- a) $D=0.007$; $f=0.0024$
- b) $D=0.009$; $f=0.0024$
- c) $D=0.009$; $f=0.0027$
- d) $D=0.007$; $f=0.0027$

로 固定(想定)하고 紀元 2000년의 總인구를 推定하였더니 最低人口(the lowest pop. estimate) 50,052,000名, 中間值人口(medium pop. estimate) 53,850,000名 最高人口(the highest pop. estimate) 56,634,000名이 豫想된다.

追加: 1) 總인구추계에서 서울의 경우 b)에의 한 推계치는 1978년 10月 1日 상주인구

5) 終局分布 α 와 R_0 와의 相關係數 $\rho_{R\alpha}=0.88$

조사 결과치 7,823,019名에 아주 근사한 값인 7,822,229名이 얻어졌고, 社會增加의 경우 170,000名으로 實査值인 179,224名에 근사한 값이 얻어졌다.

2) 模型(I)에 의하여 총인구는 물론, 7大都市 및 地域別人口가 年度別로 推計된다. (附錄 表·3, 表·6, 表·7 참조)

§ 4. 結果分析

推移行列 P 를 1971년도의 移動傾向과 比較하였더니 各 地域別 靜止人口의 경우 현저하게 減小되고 있는 傾向을 나타냈다. 즉, 人口의 地域間移動이 漸增하고 있음을 알 수 있다.

한편, 1971년도 와 1976년도 1年間의 各 地域別人口移動에 따른 人口推移行列 P 의 同質性을 測定하기 위하여 各 地域別 靜止人口比率(P 의 對稱線上의 比率) 사이의 順位相關係數(Spearman's coefficient of rank correlation)을 求하였더니 $\rho_s=0.90$ 의 강한 相關關係가 認定되었다. 다른 한편 各 地域의 人口流入比率 사이의 順位相關 係數도 역시 $0.76 \leq \rho_s \leq 1.00$ 의 강한 相關關係를 認定할 수 있었다. (附錄 <표·5>참조)

人口의 終局分布 α 에 따르면 將次 韓國人口가 安靜狀態에 이르면 京畿地區에 48%의 人口가 集中되며 人口의 中心은 亦是 서울이 되고, 忠淸地區에 약 10%의 人口가 分布하게 되며 그 中心은 忠南이 되고, 湖南地區의 경우 약 12%의 人口가 分布하게 되며 그 中心은 全南이 되고, 嶺南地區에 약 17%의 人口가 分布하게 되며 그 中心은 慶北이 될 것으로 豫想된다.

人口推計의 경우 首都圈人口는 빠르면 1983年 늦어도 1987年內에 1千萬名을 突破하게 되고, 총인구의 경우 A.D.2000년에 最適推定人口(optimum population estimate)로 53,850,000名이 豫想된다.

參 考 文 獻

- [1] Kabak, I. W., "Wild Life Management: An Application of Finite Markov Chain, *The American Statistician*, December 1970.
- [2] Koo, J.H., "A Study on Population Estimation by Use of Markov Chain Model, *The Journal of Japan Statistical Society*, Vol. 4, No. 1, (1973).
- [3] Kemeny, J. G. and Snell, J. L., *Finite Markov Chain*, New York, 1960.
- [4] Economic Planning Board, *Yearbook of Migration Statistics*, Seoul: Republic of Korea Government, 1976.

(표 1) 인구이동 현황 (1976.1~12)

전출지	전입지	서울	부산	경기	강원	충북	충남
서울	울	6,425,253	23,732	202,276	25,927	18,029	41,447
부산	산	43,416	2,283,983	10,705	4,485	2,348	4,149
경기	기	144,524	11,179	3,785,169	15,641	8,721	21,553
강원	원	52,651	8,290	24,750	1,733,736	9,661	4,577
충북	북	50,313	6,885	18,001	8,027	1,406,287	14,174
충남	남	81,692	9,145	33,809	4,411	11,550	2,778,066
전북	북	83,263	11,784	19,878	3,221	1,903	11,401
전남	남	94,332	23,475	26,918	3,883	1,933	7,080
경북	북	87,716	49,645	21,839	14,349	7,633	7,908
경남	남	64,652	112,811	14,139	4,201	2,267	4,281
제주	주	9,900	2,776	1,351	295	205	493

전출지	전입지	전북	전남	경북	경남	제주	지역별인구 (1975.10.1)
서울	울	29,835	46,251	40,376	22,400	3,623	6,879,149
부산	산	3,756	11,509	27,465	57,329	1,832	2,450,977
경기	기	8,506	14,495	14,853	9,742	1,096	4,035,479
강원	원	1,952	4,009	15,512	5,811	376	1,861,325
충북	북	1,837	2,784	8,872	3,964	162	1,521,306
충남	남	8,058	5,090	9,160	5,674	459	2,947,114
전북	북	2,295,934	16,195	5,627	5,450	503	2,455,159
전남	남	12,494	3,795,210	6,849	8,048	3,234	3,983,456
경북	북	3,122	5,927	4,623,124	33,984	849	4,856,141
경남	남	2,508	7,152	37,658	3,028,249	848	3,278,766
제주	주	392	2,608	1,141	863	391,748	411,772

(표 2) 11개 행정구역별 전출입표 (1976.1~12)

도시명	道市地域(인구)	餘他地域(인구)	轉入人口	轉出口口	轉入率	轉出率
서울	6,879,149	27,801,495	714,786	453,896	0.02571	0.06598
부산	2,450,977	32,229,667	262,493	166,994	0.00814	0.06813
경기	4,035,479	30,645,165	347,404	260,310	0.01134	0.06203
강원	2,861,325	32,819,319	85,707	127,589	0.00261	0.06855
충북	2,521,306	33,159,333	66,016	115,019	0.00199	0.07561
충남	2,947,114	31,733,530	117,067	169,048	0.00369	0.05736
전북	2,455,159	32,225,485	72,462	159,225	0.00225	0.06485
전남	3,983,456	30,697,188	117,158	188,246	0.00382	0.04726
경북	4,856,141	29,824,503	174,486	233,017	0.00585	0.04798
경남	3,278,766	31,401,878	155,392	250,517	0.00495	0.07641
제주	411,772	34,268,872	12,982	20,024	0.00038	0.04863

(표 3) 인구추계 (중인구 및 수도권 인구)

연도별	출생(f) 및 사망물(d)	수도권인구	총인구	비고
1980	$d_{i0}=0.009$	8,523,337	37,871,076	

1985	$f_{ij}=0,027$	10,002,357	41,355,010	(1985)
1990		11,400,018	45,159,448	
1995		12,776,895	49,313,873	
2000		14,177,707	53,850,483	
1980	$d_{i0}=0.009$	8,399,573	37,321,166	
1985	$f_{ij}=0.024$	9,713,987	40,162,734	(1987)
1990		10,910,590	43,220,653	
1995		12,050,758	46,511,596	
2000		13,177,828	50,052,691	
1980	$d_{i0}=0.007$	8,665,443	37,699,291	
1985	$f_{ij}=0.024$	10,214,961	40,980,684	(1984)
1990		11,636,663	44,547,694	
1995		13,006,193	48,425,181	
2000		14,377,118	52,640,170	
1980	$d_{i0}=0.007$	8,793,124	38,254,772	
1985	$f_{ij}=0.027$	10,518,204	42,197,243	(1983)
1990		12,158,661	46,546,018	
1995		13,789,862	51,342,971	
2000		15,467,995	56,634,289	

(표 4) 7大都市의 年度別 社會增加.

(표 4-a) $D=0.009; f=0.027$, 單位: 1000名

$ZM=1.018$

도시별	년도별	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
서울		202	177	153	132	112	94	77	62	48	35	23	12	2	—	—	—	—	—	—	—
부산		74	66	59	52	46	40	35	29	24	20	16	12	8	4	1	—	—	—	—	—
인천		24	20	18	15	12	10	8	6	5	3	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—
대전		2	1	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
전주		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
광주		34	30	26	23	20	17	15	13	11	9	7	4	5	3	2	1	0	—	—	—
대구		28	24	21	18	15	12	10	7	5	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(표 4-b) $D=0.007; f=0.027$, 單位: 1000名

$ZM=1.020$

도시별	년도별	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
서울		214	192	170	159	131	114	97	83	69	56	44	33	23	13	5	—	—	—	—	—
부산		79	72	65	59	53	47	42	37	32	28	24	20	16	13	9	6	3	1	—	—
인천		25	22	20	17	15	13	11	9	7	6	4	3	2	1	0	—	—	—	—	—
대전		3	2	2	1	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
전주		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
광주		35	31	27	24	21	19	16	14	12	10	9	7	6	5	4	3	2	1	0	—
대구		31	27	24	21	18	16	13	11	9	7	5	4	2	1	—	—	—	—	—	—

(표 4-c) $D=0.007; f=0.024$, 單位 ; 1000名

ZM=1,017

년도별 도시별		76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
		서울	216	191	169	148	129	112	95	81	57	54	43	32	22	13	4	—	—	—	—
부산	79	72	65	58	52	46	41	36	31	27	23	19	16	12	9	6	3	1	—	—	—
인천	25	22	19	17	14	12	10	9	7	5	4	3	2	1	0	—	—	—	—	—	—
대전	3	2	2	1	1	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
전주	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
광주	35	31	27	24	21	18	16	14	12	10	8	7	6	5	3	3	2	1	0	—	—
대구	30	27	24	21	18	15	13	11	9	7	5	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—

(표 4-d) $D=0.009; f=0.024$, 單位 ; 1000名

ZM=1.015

년도별 도시별		76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
		서울	201	176	152	130	110	92	76	60	47	34	22	11	2	—	—	—	—	—	—
부산	74	66	59	52	45	39	34	29	24	19	15	11	8	4	1	—	—	—	—	—	—
인천	24	20	17	15	12	10	8	6	5	3	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
대전	2	1	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
전주	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
광주	34	30	26	23	20	18	14	12	10	9	7	5	4	3	2	1	0	—	—	—	—
대구	28	24	21	18	15	12	10	7	5	3	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(표 5) 지역별 인구 분포 순위표

지역별	수	좌변수=1971년도 분포순위 ; 우변수=1976년도 분포순위 ; ()=정지인구 분포순위											
		서울	부산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	비고
서울	(8,7) 1 1	9 9	2 2	4 4	4 4	3 3	2 2	3 2	8 5	4 4	4 4	정지인구 순위상관계수 ↓	
부산	(5,8) 8 11	1 1	8 9	7 6	7 7	7 8	6 6	5 5	4 3	3 3	2 3		
경기	(6,5) 2 2	10 11	1 1	3 3	5 5	5 4	5 5	6 6	6 7	5 7	6 5		
강원	(9,9) 6 5	7 7	3 3	1 1	2 2	6 6	7 8	7 7	3 4	6 5	7 7		
충북	(11,10) 3 4	8 8	4 4	2 2	1 1	2 2	8 7	9 9	5 6	11 6	8 11		
충남	(4,4) 5 6	11 10	5 5	6 7	3 3	1 1	4 4	10 10	7 8	9 11	9 8		
전북	(7,6) 4 3	5 6	6 6	8 8	8 8	4 5	1 1	2 3	10 10	10 8	5 9		
전남	(3,1) 7 8	6 5	7 7	10 9	10 10	9 7	3 3	1 1	11 11	8 9	3 2		
경북	(2,2) 9 9	4 3	10 8	5 5	6 6	8 9	11 11	11 11	1 1	2 2	10 10		
경남	(10,11) 10 11	2 2	9 10	9 10	9 9	10 10	10 10	8 8	2 2	1 1	11 6		
제주	(1,3) 11 7	3 4	11 11	11 11	11 11	11 11	9 9	4 4	9 9	7 10	1 1		
ρ_s		0.864	0.973	0.973	0.982	1.00	0.964	0.991	0.991	0.940	0.78		0.755	0.90

(표 6) 7대 도시 인구 추계

(단위 : 천명)

	서울	부산	인천	대전	전주	광주	대구
$d=0.009 \quad f=0.024$							
1980	8,580	3,081	995	576	300	490	1,590
1985	10,013	3,636	1,160	640	305	625	1,835
1990	11,292	4,144	1,305	703	319	733	2,060
1995	12,494	4,626	1,441	765	338	825	2,275
2000	13,672	5,098	1,574	829	361	910	2,489
$d=0.007 \quad f=0.024$							
1980	8,665	3,112	1,005	582	304	495	1,605
1985	10,214	3,709	1,183	653	311	638	1,872
1990	1,163	4,270	1,345	724	328	755	2,123
1995	13,006	4,815	1,500	797	352	858	2,368
2000	14,377	5,360	1,656	872	379	956	2,617
$d=0.007 \quad f=0.027$							
1980	8,793	3,157	1,020	590	308	502	1,629
1985	10,518	3,819	1,218	673	321	657	1,927
1990	12,158	4,461	1,405	757	343	789	2,218
1995	13,789	5,105	1,591	845	373	910	2,511
2000	15,467	5,767	1,781	938	408	1,029	2,816
$d=0.009 \quad f=0.027$							
1980	8,706	3,126	1,010	584	305	497	1,613
1985	10,310	3,744	1,194	659	314	644	1,889
1990	11,799	4,329	1,364	734	333	765	2,152
1995	13,247	4,904	1,528	811	358	874	2,412
2000	14,709	5,485	1,694	892	388	979	2,678

(표 7) 11개 행정구역별 인구 추계

(단위 : 천명)

	서울	부산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
$d=0.009 \quad f=0.024$											
1980	8,399	2,805	4,550	1,510	1,112	2,641	1,942	3,672	4,693	2,825	348
1985	9,713	3,143	5,052	1,252	814	2,418	1,549	3,433	4,607	2,536	294
1990	10,910	3,473	5,553	1,065	595	2,263	1,247	3,257	4,590	2,368	249
1995	12,050	3,805	6,063	932	435	2,164	1,018	3,136	4,633	2,289	210
2000	13,177	4,144	6,590	840	318	2,111	844	3,064	4,732	2,278	178
$d=0.007 \quad f=0.027$											
1980	8,793	3,157	4,917	2,270	1,445	2,995	2,287	4,048	5,064	3,168	418
1985	10,518	3,819	5,773	2,690	1,422	3,099	2,196	4,152	5,343	3,172	431
1990	12,158	4,461	6,631	3,127	1,443	3,254	2,168	4,325	5,690	3,267	450

具滋興外：人口移動推定

141

1995	13,789	5,105	7,513	3,585	1,500	3,457	2,193	4,555	6,107	3,436	474
2000	15,467	5,767	8,435	4,071	1,578	3,707	2,266	4,841	6,595	3,670	504
<i>d=0.009 f=0.027</i>											
1980	8,523	2,846	4,617	1,532	1,129	2,680	1,971	3,726	4,762	2,866	353
1985	10,002	3,236	5,202	1,289	838	2,490	1,595	3,535	4,744	2,611	303
1990	14,400	3,629	5,802	1,112	622	2,364	1,303	3,403	4,796	2,474	260
1995	12,776	4,034	6,428	988	462	2,294	1,079	3,325	4,913	2,427	223
2000	14,177	4,459	7,090	904	343	2,272	908	3,297	5,091	2,451	191
<i>d=0.007 f=0.024</i>											
1980	8,665	3,112	4,845	2,237	1,424	2,952	2,254	3,939	4,991	3,122	412
1985	10,214	3,709	5,607	2,613	1,381	3,010	2,132	4,033	5,189	3,080	419
1990	11,636	4,270	6,347	2,992	1,381	3,114	2,074	4,139	5,446	3,126	431
1995	13,006	4,815	7,086	3,381	1,415	3,260	2,069	4,296	5,760	3,241	447
2000	14,377	5,360	7,840	3,784	1,475	3,446	2,106	4,500	6,130	3,411	469

<ABSTRACT>

On Two Mathematical Models and Their Applications for the Estimation of Population

Based Census Data of Oct. 1st, 1975

J. H. Koo, C. K. Im,
B. M. Jun, K.W. Jong*

This study aims to find out a suitable mathematical models for the estimation of population size and improve it for the estimation of social increase of population at urban areas.

This study shows that Model (I) is obtained by the generalization of Kabak's Wild Life Management Model together with some other useful results as follows:

- a) By the transition matrix P , it is known that the interregional migrations have shown greater rise than those of five years ago.
- b) The invariant population vector $\bar{\alpha}$ predicts that the Kyonggi area will have a share of 48%, the Choongcheong area of 10%, the Honam area of 12%, and the Youngnam area of 17% of the total population of Korea.
- c) The estimated population of the Special City of Seoul (Metropolitan) will be above ten million in 1983.
- d) The estimated optimum population of Korea will be 53,850,000 in 2000 A.D.

* Faculty members of mathematics and statistics at Inha University.