

지역간 인구이동의 예측을 통한 우리나라 시도별 장래 인구 추계: 다지역 코호트-요인법의 적용

이상일* · 조대현**

Subnational Population Projections of Korea Based on Interregional Migration Forecasting: A Multiregional Cohort-Component Method

Sang-II Lee* · Daeheon Cho**

요약 : 본 연구의 주된 목적은 다지역 코호트-요인법을 적용하여 우리나라의 시도별 장래 인구 추계를 실행하는 것이다. 마르코프 연쇄 모델과 Rogers의 다지역 인구 추계 모델에 대한 검토를 바탕으로 실행 가능한 다지역 코호트-요인법의 프레임워크를 설정하였다. 이 프레임워크를 우리나라 데이터에 적용하여 2005~2030년에 대한 5년 단위의 시도별 인구 추계를 실행하였으며, 그 결과에 대한 타당성을 검토하였다. 중요한 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 추계치를 기존 통계청의 추계치 및 경험 데이터와 비교해 본 결과 제안된 추계 기법의 방법론적 타당성이 매우 높은 것으로 드러났다. 둘째, 본 연구의 방법론은 미래의 지역간 인구이동 매트릭스를 산출한다는 측면에서 추계 결과의 유용성이 매우 높은 것으로 판단되었다. 미래의 지역간 인구이동에 대한 정보는 지역별 인구변동을 이해하고 실질적인 정책 대안을 제시하는데 핵심적인 역할을 할 수 있다. 본 연구는 국가 전체의 인구변동 보다는 인구 이동을 통해 상호 연결되어 있는 하위 지역 인구들의 진화 과정을 더욱 강조하는 다지역 관점의 중요성을 예증하고 있다.

주요어 : 다지역 코호트-요인법, 인구이동, 인구 추계, 다지역 관점, 다지역 인구학, 공간인구학

Abstract : The main objective of this study is to conduct subnational population projections of Korea based on a multiregional cohort-component method. This objective is accomplished by: (i) establishing a viable framework to implement the multiregional cohort-component method with reference to the Markov chain model and Rogers' multiregional population projection model; (ii) applying the established framework to subnational population projections of Korea, 2005~2030. The main results are twofold. First, the proposed method turns out to be highly valid in a methodological sense, which is seen from a high level of coincidence between the estimated and the observed. Second, the projection results turn out to be highly useful in the sense that interregional migration flow matrices are resulted for projection periods. The projected migration flows are expected to provide invaluable information for an understanding of future population change and for a formulation of policy alternatives. This study is strongly inspired by the multiregional perspective emphasizing the evolution of multiple regional populations interconnected by interregional migration flows rather than the overall national change.

Key Words : multiregional cohort-component method, migration, population projection, multiregional perspective, multiregional demography, spatial demography

* 서울대학교 지리교육과 부교수(Associate Professor, Department of Geography Education, Seoul National University), si_lee@snu.ac.kr

** 서울대학교 지리교육과 시간강사(Lecturer, Department of Geography Education, Seoul National University), dhcho@gmail.com

1. 서론

한 국가나 지역의 인구 변동은 소위 ‘인구학적 균형 방정식(demographic balancing equation)’의 세 요소인 사망력, 출산력, 인구이동에 의해 결정된다. 여기서 인구이동에 의한 사회적 증가는 인구 수의 변동에 직접적인 영향을 끼칠 뿐만 아니라, 인구이동의 선별성으로 인해 전입지와 전출지의 인구 구성에도 영향을 끼치게 되어 결국 사망력과 출산력의 변화에 중요한 인자로 작용하게 된다. 그러므로 총 변동에서 사회적 증가가 차지하는 비중이 높은 국가나 지역의 경우, 인구이동은 그 국가나 지역의 인구학적 상황을 이해하는 데 핵심적인 요소가 된다.

한 국가나 지역의 미래 인구 추계에서도 인구학적 균형 방정식의 세 요소가 적절하게 고려되어야 함은 당연한 것이다. 이런 측면에서 각 요소들에 대한 개별적 추계를 가능하게 해주는 코호트-요인법(cohort-component method)이 인구 추계의 지배적인 방법론으로 자리잡게 된 것은 쉽게 이해될 수 있다(Smith *et al.*, 2001). 그런데 인구 추계 방법론의 발전 과정에서 보면, 인구이동 컴포넌트는 사망력과 출산력 컴포넌트에 비해 상대적으로 적은 관심을 받아왔으며, 방법론적 진보도 비교적 최근에 와서 이루어지고 있다(Wilson and Rees, 2005).

코호트-요인법에서 인구이동 컴포넌트를 다루는 접근 방법은 크게 두 가지로 구분된다. 하나는 인구이동의 하위 요소인 전입과 전출을 통합하여 고려하는 방식이고, 다른 하나는 그 두 가지를 개별적으로 고려하는 방식이다. 전자는 한 국가나 지역의 특정 코호트에 대해 추계 기간 동안의 순이동자수만을 추계하는 것이고, 후자는 추계 기간 동안의 전출자수와 전입자수 각각을 개별적으로 추계하는 것이다. Smith *et al.* (2001)은 전자를 ‘순이동(net migration)’ 코호트-요인법, 후자를 ‘총이동(gross migration)’ 코호트-요인법이라고 부른 바 있다.

순이동 코호트-요인법의 문제점은 1990년대 초반 이미 지적된 바 있으며(Rogers, 1990; Isserman, 1993; Plane, 1993), 이후의 연구들도 총이동 코

트-요인법이 순이동 코호트-요인법보다 우위에 있음을 밝힌 바 있다(Wilson and Bell, 2004). 이 우위성은 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 순이동 코호트-요인법은 비합리적인 이동을 개념에 근거하고 있다. 일단 전출자와 전입자는 실체가 있는 것이지만 ‘순이동자(net migrant)’는 실체가 없는 것이다. 이와 연관해 보다 더 중요한 사실은 전출률과 전입률은 분모에 해당하는 ‘위험 인구(population at risk)’가 존재하고 따라서 확률론적 의미를 가지지만, 순이동자의 경우는 위험 인구가 존재하지 않으며 따라서 확률론적 의미를 갖지 않는다(Smith *et al.*, 2001, 103-104). 둘째, 총이동 코호트-요인법은 인구이동을 지역간 현상으로 다루지만, 순이동 코호트-요인법은 지역별 현상으로 다룬다. 다시 말해 전자를 통해서는 지역간 인구이동 매트릭스가 추정될 수 있지만, 후자를 통해서는 인구이동을 통한 각 지역별 인구 증감의 규모만이 추정될 뿐이다. 셋째, 순이동 코호트-요인법은 총이동 코호트-요인법에 비해 비현실적인 인구 예측의 가능성이 훨씬 더 높다(Smith *et al.*, 2001; Wilson and Bell, 2004). 순이동 코호트-요인법에 의거할 경우 전출 초과 지역은 과도하게 빠른 인구 감소를, 전입 초과 지역은 과도하게 빠른 인구 증가를 보이게 되어 결론적으로 비현실적인 인구 추계에 이르게 된다는 점은 이미 논증되었다(Isserman, 1993; Cho and Lee, 2011). 결론적으로 총이동 코호트-요인법은 순이동 코호트-요인법에 비해 개념적으로 보다 더 정합적이고, 실질적으로 보다 더 신뢰성 있는 추계치를 산출한다.

그런데 국가 내 하위 지역에 대한 인구 추계에서 총이동 코호트-요인법의 원리가 적용되는 방식은 다양할 수 있다. 총이동 코호트-요인법의 원리를 둘 이상의 지역이 개입되는 상황에 적용한 것을 ‘다지역(multiregional)’ 코호트-요인법이라고 부를 수 있다. 다지역 코호트-요인법은 일반적인 코호트-요인법과 마찬가지로 사망력, 출산력, 인구이동에 근거해 인구 추계를 실행하는데, 인구이동 컴포넌트의 경우 지역간 인구이동 매트릭스의 도출을 목적으로 한다. 국가 내 여러 하위 지역 중 오로지 한 지역에 초점을 맞추어 인구 추계를 실행할 경우, 국가 전체를 해

당 하위 지역과 그 외 지역으로 이분한 뒤 총이동 코호트-요인법의 원리를 적용할 수 있다. 이를 ‘이지역(biregional)’ 코호트-요인법이라 부르며(Isserman, 1993), 우리나라의 경우 부산광역시의 인구 추계에 적용된 바 있다(Cho and Lee, 2011).

우리나라 공식 인구 추계 기관인 통계청은 인구총조사 시행되고 나면 우리나라 전체와 함께 각 시도별 장래 인구 추계를 실행하고 그 결과를 발표하고 있다. 우리나라 전체에 대한 인구 추계에서는 기본적인 코호트-요인법이 사용되는데(Statistics Korea, 2006; Vital Statistics Division of Statistics Korea, 2011), 인구이동 요소인 국제 이동은 부수적으로 다루어진다. 시도별 인구 추계에는 앞에서 언급한 순이동 코호트-요인법의 원리가 적용된다(Statistics Korea, 2007). 또한 전국 인구 추계를 바탕으로 지역별로 인구 추계를 할당하는 ‘하향식(top-down)’ 접근법이 사용되고 있다. 그런데 앞에서 지적한 것처럼 우리나라의 시도별 인구 추계를 위해 다지역 코호트-요인법을 사용하는 것이 개념적으로나 실질적으로나 보다 더 타당하다. 그런데 기존 연구를 살펴보면, 통계청의 추계 원리를 답습하는 연구나(Kim *et al.*, 2006), 그것의 변형으로 이해되는 해밀튼-페리(Hamilton-Perry) 기법의 사용을 제안하는 연구(Lee and Cho, 2005) 등으로 한정되어 있으며, 지역간 인구이동을 전면적으로 수용한 다지역 코호트-요인법이 제안되거나 적용된 적은 없다.

따라서 본 연구의 주된 목적은 다지역 코호트-요인법을 적용하여 우리나라 시도별 장래 인구 추계를 실행하는 것이다. 이를 위해 우선적으로 지역간 인구이동의 예측과 다지역 인구 추계 모델에 대한 기존 연구를 검토하며, 이를 바탕으로 실행 가능한 다지역 코호트-요인법의 프레임워크를 설정한다. 다음으로 이 프레임워크를 우리나라 데이터에 적용하여 2005~2030년에 대한 5년 단위의 시도별 인구 추계를 실행하며, 그 결과에 대한 타당성을 검토한다.

2. 지역간 인구이동을 고려한

다지역 코호트-요인법의 정립

실행 가능한 다지역 코호트-요인법을 정립하기 위해 기존 연구 중 두 가지 모델에 초점을 맞추고자 한다. 하나는 가장 기본적인 인구이동 예측 모델로 널리 사용되고 있는 ‘마르코프 연쇄 모델(Markov chain model)’이고, 또 다른 하나는 Rogers(1985; 1995)의 ‘다지역 인구 추계 모델(multiregional population projection model)’이다. 이 두 가지 모델로부터의 함의를 바탕으로 실행 프레임워크가 설정된다.

1) 마르코프 연쇄 모델

인구이동의 예측은 ‘인구이동 모델링(migration modeling)’이라고 하는 보다 넓은 맥락에서 살펴볼 필요가 있다. 인구이동 모델은 크게 매크로 모델과 마이크로 모델로 나뉘는데, 전자는 공간적으로 집계된 데이터를 대상으로 하는 경우이고, 후자는 개별 인구를 대상으로 하는 경우이다(Champion *et al.*, 1998). 이 매크로 모델은 다시 횡단(cross-sectional) 모델과 시계열(time-series) 모델로 나뉜다. 횡단 모델은 특정 시점의 지역간 인구이동량을 추정하는 것을 목적으로 하는데, 다양한 공간적 상호작용 모델(spatial interaction models)이 이에 해당한다. 이에 비해 시계열 모델은 미래 시점의 지역간 인구이동량을 예측하는 것을 목적으로 하며, 다양한 경향 외삽(trend extrapolation) 기법이 사용된다.

이러한 분류법에 의거하면, 본 연구는 매크로-시계열 모델에 해당한다. 물론 매크로-횡단 모델에서 주로 사용되는 공간적 상호작용 모델의 경우 일반선형모델(generalized linear models)과 같은 회귀분석의 프레임워크 속에서 실행될 경우 매크로-시계열 모델을 위한 경향 외삽 기법으로 사용될 수도 있다(Willekens and Baydar, 1986). 그러나 매크로-시계열 모델을 위한 경향 외삽 기법 중 가장 기본적이고 널리 사용되는 것은 마르코프 연쇄 모델이며(Rogers, 1971; Collins, 1975), 우리나라에서도 인구이동 예측

과 관련하여 이 모델이 적용된 바 있다(Kim and Jang, 2003; Kim, 2004; Ahn, 2008; Kim *et al.*, 2009).

마르코프 연쇄 모델은 출생과 사망을 고려하지 않은 상태에서 오로지 인구이동의 연쇄 작용을 통해 인구의 재분포가 어떻게 이루어지는지를 검토할 수 있게 해주는 프레임워크이다. 우선적으로 고려되어야 하는 것은 인구이동 매트릭스로부터 인구이동 확률 매트릭스를 도출해 내는 것이다. 특정 기간 동안 발생한 지역간 인구 이동량을 매트릭스 형태로 정리하면 인구이동 매트릭스가 도출된다. 이 인구이동 매트릭스를 행-표준화(row-standardization)하면, 다시 말해 매트릭스의 모든 요소를 그 요소가 포함되어 있는 행의 합으로 나누면, 아래와 같은 각 지역에서 다른 지역으로의 '전이확률 매트릭스(transition probability matrix)'를 구할 수 있다(Plane and Rogerson, 1994, 173).

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \cdots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 P_{ij} 는 i 지역에서 j 지역으로의 이동 확률을 의미하고, P_{ii} 는 이주하지 않을 확률을 의미한다.

특정 지역의 추계 목표 시점의 인구는 추계 기간 동안 그 지역에 머무른 인구에 다른 지역으로부터 그 지역으로 이주한 인구를 합산함으로써 얻어지는데, 그것을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$P_{i,t} = \sum_{j=1}^n P_{j,t} P_{ji} \quad (2)$$

여기서 $P_{i,t}$ 는 추계 목표 시점의 i 지역 인구수, $P_{j,t}$ 은 추계 시작 시점의 j 지역의 인구수(여기에는 i 지역도 포함됨), P_{ji} 는 j 지역에서 i 지역으로의 이동 확률이 다.

마르코프 연쇄 모델의 가장 궁극적인 가정은 지역간 인구이동 확률이 시간이 지나도 변화하지 않는다는 것이다(Plane and Rogerson, 1994, 171). 이러한 이

유로 마르코프 연쇄 모델을 포함한 매크로-시계열 모델에 의한 예측은 단기 예측일수록, 사회경제적 변화가 적을수록, 공간 단위가 클수록, 행정 경계의 변동이 적을수록 우수하다(Champion *et al.*, 1998). 이러한 고정 확률 모델은 현실성이 결여된 것이어서 시간이 지남에 따라 전이확률 매트릭스가 변화하는 일종의 변화 확률 모델이 시도되었다. 예를 들어 다양한 유형의 인과 매트릭스 모델(causative matrix models)(Rogerson and Plane, 1984; Plane and Rogerson, 1986; 1994)과 도착지 인구 가중 모델(destination population weighted models)(Feeney, 1973; Plane, 1982; 1993) 등이 제안되었다.

인구이동 추계에서 마르코프 연쇄 모델을 고려하기 위해서는 두 가지 선택을 해야 한다. 첫째, 추계 시작 시점의 전이확률 매트릭스를 구축하는 것이다. 이를 위해 통상적으로 고정 확률 모델에서 쓰는 방식을 원용할 수 있다. 즉, 최근 수년간의 인구이동 매트릭스를 통해 평균적인 전이확률을 구하고 그것을 초기 시점의 기본 값으로 활용하는 것이다. 둘째, 보다 중요한 것은 미래 시점의 전이확률 매트릭스를 구축하는 것이다. 여기에는 두 가지 선택 가능성이 있다. 하나는 구조적 모델(structural models) 방식으로 다양한 변수들을 이용해 전이확률을 결정하는 것이고(Champion *et al.*, 2002; Rees *et al.*, 2003; Fotheringham *et al.*, 2004), 또 다른 하나는 과거 데이터에 경향 외삽 기법을 적용하는 것이다. 후자의 방식은 특정 지역에서 특정 지역으로의 이동률에 대한 과거 데이터에 특정한 방식의 회귀분석을 실시하여 미래의 이동률을 추정하는 것이다. 대표적인 예가 미국의 주(州)간 인구이동에 대한 추계 연구로(Campbell, 1996), 풍부한 과거 데이터를 적극적으로 사용한다는 측면에서 가장 적절한 대안인 것으로 판단된다. 본 연구에서는 최근 수년간의 평균적인 경향으로부터 추계 시작 시점의 전이확률 매트릭스를 구축하고, 보다 장기간의 과거 데이터에 대한 경향 외삽을 통해 미래 시점의 전이확률을 산출하는 과정을 통해 마르코프 연쇄 모델을 적용하고자 한다.

2) 다지역 인구 추계 모델

Rogers(1985, 1995)는 ‘지역적 인구 추계 모델(regional population projection models)’ 혹은 ‘다지역 인구 추계 모델(multiregional population projection models)’을 제안했는데, 이는 ‘다지역 인구학(multiregional demography)’이라고 하는 보다 광범위한 영역의 한 부분으로 다루어 진다. 매트릭스 방식으로 제시되는 Rogers 모델의 기본식은 다음과 같다.

$$\mathbf{p}_t = \mathbf{G}\mathbf{p}_l \quad (3)$$

여기에서 벡터인 \mathbf{p}_t 와 \mathbf{p}_l 은 각각 추계 목표 시점(target year)의 인구와 추계 시작 시점(launch year)의 인구와 관련되어 있고, 매트릭스인 \mathbf{G} 는 인구 추계 메커니즘을 담고 있는 인구성장 매트릭스이다.

그런데 이 세 요소는 어떤 인구 추계 모델이 전제되느냐에 따라 다르게 정의된다. 인구이동이 전혀 고려되지 않은 폐쇄 모델, 인구이동이 고려되지만 순이동 코호트-요인법의 원리에 의거한 모델, 인구이동이 고려되면서 총이동 코호트-요인법의 원리에 의거한 모델 등 다양한 방식이 가능하다. 본 연구에서 추구하고 있는 완전한 다지역 인구 추계 모델이 적용될 경우, 식 (3)의 세 요소는 다음과 같이 정의된다.

$$\mathbf{p}_t = \begin{bmatrix} n\mathbf{P}_{0,t} \\ n\mathbf{P}_{5,t} \\ \vdots \\ n\mathbf{P}_{85+,t} \end{bmatrix} \quad \text{그리고} \quad \mathbf{p}_l = \begin{bmatrix} n\mathbf{P}_{0,l} \\ n\mathbf{P}_{5,l} \\ \vdots \\ n\mathbf{P}_{85+,l} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & n\mathbf{B}_{10} & \cdots & n\mathbf{B}_{45} & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ n\mathbf{S}_0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & n\mathbf{S}_5 & 0 & \cdots & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & n\mathbf{S}_{10} & \cdots & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & n\mathbf{S}_{45} & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & n\mathbf{S}_{50} & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & \cdots & n\mathbf{S}_{80} & n\mathbf{S}_{85+} \end{bmatrix} \quad (5)$$

추계 목표 시점의 인구 및 추계 시작 시점의 인구와 관련된 \mathbf{p}_t 와 \mathbf{p}_l 은 연령층별 하위 벡터들로 구성되어 있다. 한 연령층의 정보가 한 하위 벡터(지역의 수 \times 1의 열벡터)로 표현되는데, 여기에서 해당 연령층에 대한 각 지역별 인구수가 포함되어 있다. 예를 들어, 세 개의 지역(i, j, k)만 존재하는 경우를 가정하면 추계 시작 시점 인구 벡터의 첫 번째 하위 벡터에는 다음과 같이 0~4세(5세 간격의 경우) 인구가 지역별로 나열되어 있다.

$$n\mathbf{p}_{0,l} = \begin{bmatrix} nP_{0,i,l} \\ nP_{0,j,l} \\ nP_{0,k,l} \end{bmatrix} \quad (6)$$

\mathbf{G} 매트릭스는 통상적으로 ‘일반화된 레슬리 매트릭스(generalized Leslie matrix)’라고 불리는데(Rogers, 1995), 지역의 수 \times 지역의 수로 표현되는 여러 개의 하위 매트릭스들로 구성되어 있다. 하위 매트릭스는 생존율(survival rates)에 대한 정보를 담고 있는 \mathbf{S} 매트릭스와 출산력에 대한 정보를 담고 있는 \mathbf{B} 매트릭스로 구분되며, 그 외 나머지 공간은 매트릭스의 모든 요소가 0인 $\mathbf{0}$ 매트릭스들로 채워져 있다. 인구이동은 별도 매트릭스로 구분하지 않고 \mathbf{S} 매트릭스와 \mathbf{B} 매트릭스 내에 포함되어 있다. 결국 \mathbf{G} 매트릭스는 인구 추계를 위한 사망력 컴포넌트, 출산력 컴포넌트, 인구이동 컴포넌트를 모두 포괄하고 있는 것이다. 세 개의 지역만 존재하는 경우 각 하위 매트릭스는 다음과 같이 정의된다.

$$n\mathbf{S}_x = \begin{bmatrix} nS_{x,ii} & nS_{x,ji} & nS_{x,ki} \\ nS_{x,ij} & nS_{x,jj} & nS_{x,kj} \\ nS_{x,ik} & nS_{x,jk} & nS_{x,kk} \end{bmatrix}$$

$$n\mathbf{B}_x = \begin{bmatrix} nb_{x,ii} & nb_{x,ji} & nb_{x,ki} \\ nb_{x,ij} & nb_{x,jj} & nb_{x,kj} \\ nb_{x,ik} & nb_{x,jk} & nb_{x,kk} \end{bmatrix} \quad (7)$$

여기서 $nS_{x,ii}$ 는 추계 기간 내내 i 지역에 거주하고 있는 인구의 생존율을 의미하고, $nS_{x,ji}$ 는 추계 시작 시점

에 i 지역에 거주하다가 생존하여 추계 목표 시점에는 j 지역에 거주할 확률을 의미한다. 동일한 방식으로, ${}_n b_{x,i}$ 는 추계 기간 내내 i 지역에 거주하고 있는 가입연령층 여성 인구가 그 기간 동안 갖게 되는 평균 생존 출생아 수, 즉 연령층별 출산율을 의미하는데 반해, ${}_n b_{x,j}$ 는 추계 시작 시점에 i 지역에 거주하다가 생존하여 추계 목표 시점에는 j 지역에 거주할 가입연령층 여성의 평균 생존 출생아 수를 의미한다.

식 (7)에서 ${}_n \mathbf{S}_x$ 는 Rogers(1995)가 ‘다지역 생명표 (multiregional life table)’라고 부른 것으로 그의 다지역 인구 추계 모델에서 핵심적인 역할을 담당한다. 한 지역에서 추계 기간 동안 생존한 인구는 그 지역에서 계속 거주할 수도 있지만 일부는 다른 지역으로 이동하게 된다. 따라서 생존율은 생존하여 그 지역에 계속 거주할 확률과 생존하여 다른 지역으로 이주할 확률, 즉 전출률(out-migration rates)로 분해될 수 있다. 이 전출률을 이용하게 되면 i 지역에서 j 지역으로 이동한 인구에 대한 생명표를 작성할 수 있는데, 추계 시작 시점에 i 지역에 존재하다가 추계 기간 내에 생존하였으면서 동시에 추계 목표 시점에 j 지역에 거주하고 있는 사람들에 대한 연령층별 생존자수와 생존연수에 대한 정보를 표현할 수 있게 되는 것이다(보다 자세한 설명은 Rogers, 1995, 81-84 참조). 이러한 원리에 맞추어 식 (7)의 ${}_n \mathbf{S}_x$ 를 살펴보면, 대각선 상의 요소들은 각 지역에 계속 거주한 인구의 생존율을, 대각선 밖의 요소들은 전출률(혹은 전입률)을 의미함을 알 수 있다.

이와 같은 Rogers 모델이 함의하는 바는 다지역 모델에서는 각 지역별 사망률, 출산력, 인구이동이 고려되어야 하는데, 특히 다른 지역들과의 인구 이동이 대상 지역의 인구 변화에 크게 영향을 미치므로 이에 대한 적절한 고려가 필요하다는 것이다. 그러나 Rogers 모델이 내포하는 개념적 측면에 너무 초점을 두게 되면 인구 추계의 실질적인 실행에 있어 어려움이 발생할 것으로 판단된다. 즉, Rogers 모델 속에는 이동하지 않고 생존할 가능성, 다른 지역으로부터 전입하여 생존할 가능성, 다른 지역으로부터 전입하여 출산할 가능성 등이 개별적으로 포함되어야 하지만, 일반적인 인구 통계자료로부터 이를 직접적으로 산출하

기는 쉽지 않다. 일반적인 사망이나 출산 통계에는 이동하지 않은 사람과 이동해 온 사람이 구별되지 않고 함께 포함되며, 인구 이동 통계 역시 이동 후의 사망이나 출산 여부는 고려하지 않고 있다.

따라서 이를 적절히 고려하는 형태의 실행 방식이 필요한데, 본 연구에서는 전입 및 전출 후 생존할 가능성을 단순히 전입 및 전출할 가능성으로 대체(이들은 모두 생존인구로 가정됨)하되, 이동 인구와 관련된 사망 인구는 대상 지역의 생존율 적용시 이미 포함되어 계산되는 것으로 처리하였다. 출산율 역시 가입 여성 인구의 이동을 별도로 구분하여 적용하지 않고 대상 지역의 출산율을 따르도록 하되 가입 여성 인구의 규모 산정에서 일부 조정을 하였다. 이에 대해서는 출산력 컴포넌트에서 상술한다.

3) 다지역 코호트-요인법의 실행 프레임워크 설정

앞에서 두 모델을 살펴 보았는데, 마르코프 연쇄 모델의 전이확률 매트릭스가 Rogers의 다지역 인구 추계 모델의 일부분임을 알 수 있었다. 여기서는 이 두 논의를 바탕으로 실행가능한 다지역 코호트-요인법의 프레임워크를 정립하고자 한다. Rogers의 모델은 매트릭스 방식을 통해 제시되었지만 여기서는 기존의 코호트-요인법에서 주로 사용된 합산 방식(summation notation)을 통해 제시될 것이다. 이것은 다지역 모델의 차별성이 합산 방식에서 더 잘 드러날 수 있다고 판단하였기 때문이지만, 이 보다 더 중요한 이유는 매트릭스 방식을 고집할 경우 모델의 유연성이 훼손될 수 있기 때문이다. 예를 들어, 가입여성 연령층별 출산율의 산출과 출산력에 대한 위험 인구 산정에서의 다양한 옵션을 과도하게 제약할 수 있다(이와 관련하여서는 Smith *et al.*, (2001), Rowland(2003), 그리고 Cho and Lee(2011) 참고).

코호트-요인법에서 한 지역의 인구 추계는 주어진 기간 동안에 대상 지역에서 생존한 인구, 다른 지역들과의 인구이동에 의한 순이동 인구, 가입 연령층 여성에 의한 출생 인구를 합산하여 이루어진다. 우선 추계 시작 시점에 0세 이상인 특정 코호트에 대한 인구 추계는 아래 수식에 의거해 이루어진다.

$${}_n P_{x+z,i,t} = {}_n \text{SURVP}_{x+z,i,t} + {}_n \text{NMIG}_{x+z,i,l-t} \quad (8)$$

위 수식에서 ${}_n \text{SURVP}_{x+z,i,t}$ 는 대상 지역 i 의 시작 시점에 $x-x+n$ 세인 인구 중 z 기간 동안 살아남아 목표 시점 t 에 $x+z-x+z+n$ 세가 된 생존 인구수를 나타낸다. ${}_n \text{NMIG}_{x+z,i,l-t}$ 는 z 기간 동안 대상 지역을 제외한 나머지 모든 지역의 인구이동에 의해 목표 시점 t 에 $x+z-x+z+n$ 세가 된 순이동 인구수를 의미한다. 이 순이동 인구는 순이동 코호트-요인법에서와는 달리 전입 인구와 전출 인구에 대한 추정치 먼저 이루어진 후 그것의 차에 의해 결정된다. 실제 지역별 인구 추계에서 순이동 인구는 국내의 지역 간 이동에 의한 생존 순이동 인구와 국제적 순이동 인구를 모두 포함한다.

시작 시점에 0세 이상이었던 각 코호트에 대해 생존 인구수와 생존 순이동 인구수를 더한 결과를 모두 합산하면 출생아를 제외한 목표 시점의 전체 인구수를 구할 수 있다. 여기에 추계 기간 동안 태어나 살아남은 생존 출생 인구(${}_n P_{0,i,t}$), 즉 0~ n 세의 인구를 더하면 그 지역에 대한 목표 시점 t 의 전체 인구($P_{i,t}$)가 산출된다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$P_{i,t} = {}_n P_{0,i,t} + \sum {}_n P_{x+z,i,t} \quad (9)$$

(1) 사망력과 출산력 컴포넌트

사망력과 출산력 컴포넌트는 이 지역 코호트-요인법의 실행 방식과 대동소이하므로(자세한 사항은 Cho and Lee(2011) 참고) 여기서는 간략하게 살펴볼 것이다. 우선 사망력 컴포넌트는 추계 목표 시점의 생존자수를 산정하는 과정을 의미하는데, 각 코호트별 생존율 산출이 핵심적인 사항이다. 코호트별 생존율이 결정되면, 아래 수식에 의해 대상 지역 i 에서 추계 시작 시점의 인구 중 추계 목표 시점에 생존할 인구(${}_n \text{SURVP}_{x+z,i,t}$)를 추정할 수 있다.

$${}_n \text{SURVP}_{x+z,i,t} = {}_n P_{x,i,l} \times {}_n S_{x,i} \quad (10)$$

여기서 ${}_n P_{x,i,l}$ 은 추계 시작 시점의 $x-x+n$ 세 인구이고, ${}_n S_{x,i}$ 는 $x-x+n$ 인구의 생존율을 의미한다. 통상 생존율은 코호트의 연령 단위에 해당하는 기간을 대상으로

한다. 즉 단위 추계 기간 동안의 생존 가능성을 의미한다. 전술한 바와 같이 본 연구에서 이 생존율은 이동자의 사망까지 미리 고려한 생존 가능성을 의미한다. 이에 관련된 내용은 인구이동 컴포넌트에서 추가적으로 기술한다.

출산력 컴포넌트에서는 가임 여성 인구에 출산율과 출생 성비를 적용함으로써 성별 출생 인구를 산출하고, 여기에 다시 출생 인구의 생존율을 적용함으로써 생존 출생 인구를 산출한다. 따라서 생존 출생 인구를 결정하기 위해서는 연령층별 가임 여성 인구, 출산율 및 출생 성비, 출생 인구의 생존율에 대한 값이 주어져야 한다.

추계 기간 동안 i 지역의 총 출생아 수($B_{i,l-t}$)는 다음의 공식에 의거한다.

$$B_{i,l-t} = \sum {}_n B_{x,i,l-t} = \sum ({}_n \text{ASBR}_{x,i,l-t} \times {}_n \text{ATRISK}^F_{x,i,l-t} \times z) \quad (11)$$

이 수식에 따르면, 총 출생아수는 연령층별 출생아수(${}_n B_{x,i,l-t}$)를 합산한 것인데, 각 연령층에서의 출생 인구는 연간 연령층별 출산율(${}_n \text{ASBR}_{x,i,l-t}$)과 위험 여성 인구(${}_n \text{ATRISK}^F_{x,i,l-t}$)를 곱한 후, 여기에 추계 기간(z)을 곱해 산출한다.

여기서 가임 연령층 여성 인구가 추계 기간 중에 연령이 상승한다는 점과 일부 해당 여성이 사망한다는 점이 모델 속에 어떻게 포함되느냐를 고려할 필요가 있다. 기존 연구를 보면 일부 연구는 그것을 조정된 연령층별 출산율(ADJASBR ; adjusted age-specific birth rate)이라는 개념을 도입함으로써 해결하고(Rogers, 1985; 1995), 어떤 연구는 위험 인구 산정 과정에서 고려하며(Rowland, 2003), 또 다른 연구는 그 둘 다에서 고려한다(Smith *et al.*, 2001). 본 연구는 위험 인구의 산정 과정에서 고려하는 방식을 택하고자 한다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$${}_n \text{ATRISK}^F_{x,i,l-t} = \frac{1}{2} [{}_n P^F_{x,i,t} + ({}_n \text{SURVP}^F_{x,i,t} + {}_n \text{NMIG}^F_{x,i,t})] \quad (12)$$

즉, 본 연구에서 특정 가임 연령층의 위험 인구는 추

계 시작 시점의 특정 가입 연령층 인구(${}_n P_{x,i,t}^F$)와 추계 목표 시점의 동일 연령층 여성 인구의 평균을 사용하였는데, 후자는 해당 연령층의 생존 여성 인구(${}_n SURV_{x,i,t}^F$)와 순이동 여성 인구(${}_n NMIG_{x,i,t}^F$)를 합산함으로써 구해진다.

출생 인구가 산출되었다면 출생 성비와 출생아 생존율을 적용함으로써 추계 목표 연도의 0~4세 인구수를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} {}_n P_{0,i,t} &= {}_n P_{0,i,t}^M + {}_n P_{0,i,t}^F \\ &= B_{i,t-t} \times \left[\left(\frac{SR_{0,i,t-t}}{100 + SR_{0,i,t-t}} \times {}_n S_{B0,i}^M \right) \right. \\ &\quad \left. + \left(\frac{100}{100 + SR_{0,i,t-t}} \times {}_n S_{B0,i}^F \right) \right] \end{aligned} \quad (13)$$

여기서 ${}_n P_{0,i,t}^M$ 와 ${}_n P_{0,i,t}^F$ 는 각각 추계 기간 동안의 남아 총 출생 인구와 여아 총 출생 인구로, 추계 목표 시점에서의 남녀 0~4세 인구를 의미한다. $SR_{0,i,t-t}$ 는 추계 기간 동안 출생할 인구의 성비를 의미하는 것으로, 여아 인구 100명당 남아 인구수를 나타낸다. ${}_n S_{B0,i}^M$ 와 ${}_n S_{B0,i}^F$ 는 추계 기간 동안 출생한 남아 및 여아의 생존율이다.

(2) 인구가동 컴포넌트

인구가동 컴포넌트는 국제 이동과 국내 이동을 구분하여 다루어야 하는데, 여기서는 국내 이동에 초점을 맞추어 설명하고자 한다. 인구가동 컴포넌트에서는 인구가동을 경험할 잠재적 위험 인구에 이동률을 적용하여 이동자수를 산출하는데, 특히 적절한 위험 인구를 고려하여 전출률과 전입률을 계산하고 이를 통해 전출 인구와 전입 인구를 추계하는 것이 중요하다(Smith *et al.*, 2001, 144). 다지역 방식이 순이동 방식과 명백한 차이를 보이는 점이 바로 이동률의 계산에 사용되는 위험 인구(분모)를 고려하는 방식이다. 순이동 방식에서는 대상 지역(도착지)의 인구가 사용되는 반면 다지역 방식에서는 출발지의 인구가 위험 인구가 된다.

다지역 방식에서는 모든 지역 상호 간에 전입률과 전출률이 별도로 계산되어야 하는데, 각기 아래 수식

에 의거해 산출된다.

$${}_n IMR_{x,i-j} = ({}_n IM_{x,i-j}) / {}_n P_{x,j} \quad (14)$$

$${}_n OMR_{x,i-j} = ({}_n OM_{x,i-j}) / {}_n P_{x,i} \quad (15)$$

우선 j 지역으로부터 i 지역으로의 전입률(${}_n IMR_{x,i-j}$)의 경우는 j 지역으로부터 i 지역으로의 전입 인구(${}_n IM_{x,i-j}$)를 j 지역의 인구(연앙 인구)로 나누어 산출한다. 반면 i 지역에서 j 지역으로의 전출률(${}_n OMR_{x,i-j}$)은 i 지역에서 j 지역으로의 전출 인구(${}_n OM_{x,i-j}$)를 i 지역의 인구(연앙 인구)로 나누어 산출한다.

전입률과 전출률이 주어지면 한 지역과 나머지 모든 지역 간에 이루어지는 전입과 전출의 규모를 추계할 수 있다. 다른 모든 지역으로부터의 총 전입 인구로부터 다른 모든 지역으로의 총 전출 인구를 빼면 대상 지역의 순이동 인구를 산출할 수 있게 된다. 우선 추계 기간 z 동안 다른 모든 지역으로부터 대상 지역 i 로의 총 전입 인구(${}_n INMIG_{x+z,i,l-t}$)와 대상 지역 i 로부터의 총 전출 인구(${}_n OUTMIG_{x+z,i,l-t}$)는 아래 수식으로 산출된다.

$${}_n INMIG_{x+z,i,l-t} = \sum {}_n P_{x,j,l} \times {}_n IMR_{x,i-j} \times z \quad (16)$$

$${}_n OUTMIG_{x+z,i,l-t} = \sum {}_n P_{x,i,l} \times {}_n OMR_{x,i-j} \times z \quad (17)$$

전입 인구는 i 지역으로 이동하는 모든 각 출발지의 추계 시작 시점 인구(${}_n P_{x,j,l}$)에 전입률(연간 전입률)을 곱한 후 여기에 다시 추계 기간을 곱하여 산출한다. 마찬가지로 전출 인구는 각 도착지로의 전출률(연간 전출률)에 i 지역의 추계 시작 시점 인구(${}_n P_{x,i,l}$)를 곱하고 여기에 다시 추계 기간을 곱하여 산출한다. 이렇게 계산된 전입자로부터 전출자를 빼면 지역별 순이동 인구를 구할 수 있게 된다.

Cho and Lee(2011)는 다지역 코호트-요인법의 특수한 형태인 이지역 코호트-요인법의 프레임워크 속에서 인구 이동을 추계하는 방식을 정립한 바 있다. 여기서는 다지역 상황을 보다 정확히 묘사하기 위해 세 지역이 개입된 삼지역(triregional) 상황에서 인구 이동 추계가 어떻게 이루어지는지를 설명하고자 한다. Figure 1은 이러한 과정을 모식적으로 보여주고

있다.

우선 각 지역에 대해 다른 지역으로의 전출률과 다른 지역으로부터의 전입률이 계산되어야 한다. 그런데 식 (1)에 나타나 있는 전이확률 매트릭스의 각 요소는 사실상 특정 지역에서 다른 지역으로의 전출률을 보여주고 있는 것이다. 더 나아가 각 전출률은 전입지의 입장에서 보면 전입률이 되기 때문에 지역별 전출률과 전입률이 동시에 표현되어 있다고 보아야 한다. 즉, P_{ij} 는 i 지역 입장에서 보면 j 지역으로의 전출률이지만, j 지역의 입장에서 보면 i 지역으로부터의 전입률을 의미하게 된다. 따라서 Figure 1의 6개 인구이동 방향 각각은 서로 다른 전출률을 의미하고, 그 값에 출발지의 인구 수를 곱하면 인구이동량이 결정된다. 각 지역에 대해, 그 지역에서 다른 두 지역으로 유출된 인구이동을 합산하고 다른 두 지역에서 그

지역으로 유입된 인구이동을 합산하여 그 차이를 구하면 그 지역에서의 순이동 인구를 구할 수 있다.

그런데 중요한 것은 성별·연령별 인구이동 확률 매트릭스 혹은 전출률 매트릭스가 추계 시기마다 달라질 것이라는 점이다. 미래 경향을 추정하기 위해 몇 가지 방식이 동원될 수 있다(Smith *et al.*, 2001, 129–131). 가장 간단한 방법은 이동률이 변하지 않을 것이라고 가정하는 것인데, 주로 최근 수년간에 걸친 이동률의 평균값을 구하고 그것이 미래에도 유지될 것으로 가정한다(적용 사례로 Isserman(1993) 참고). 만일 시간이 지남에 따라 이동률이 변화한다고 가정한다면, 다음의 두 가지가 가능할 수 있다. 하나는 이동률이 특정한 이동률로 수렴할 것으로 가정하는 것인데, 예를 들어 각 지역의 전출률이 전 지역의 평균 값에 수렴하는 것으로 가정하는 것이다. 또 다른 하나는

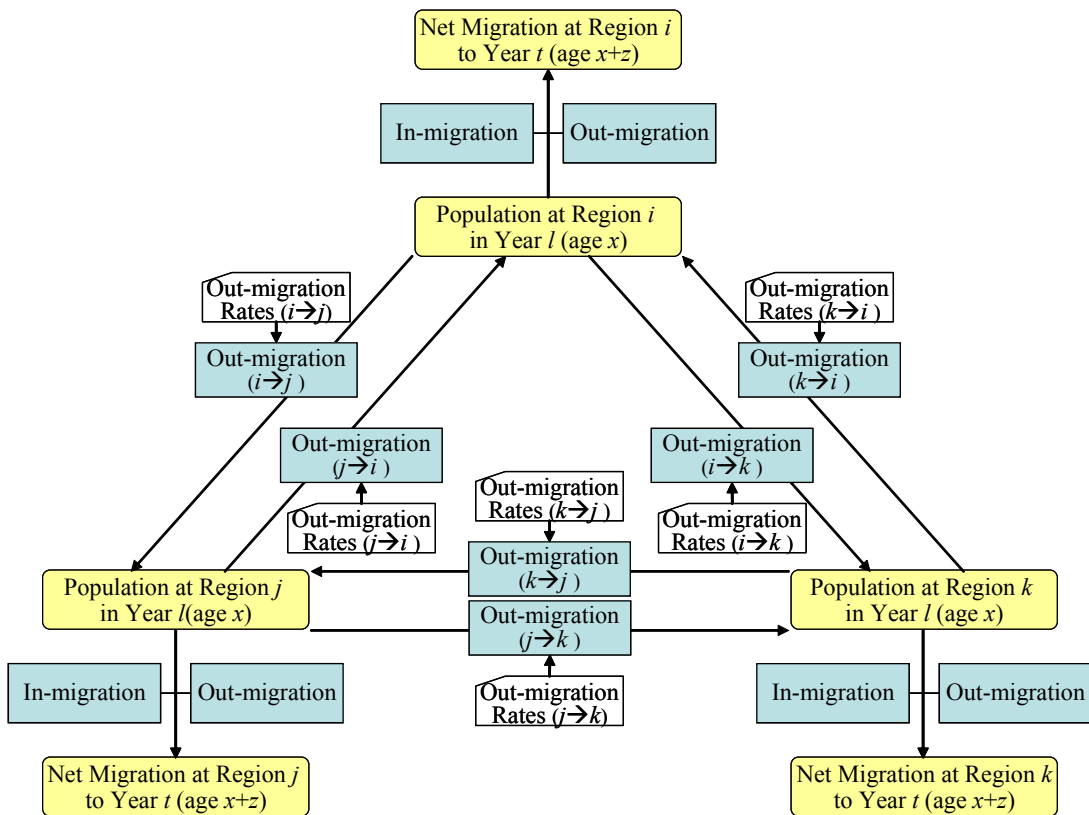


Figure 1. Projection of internal migration component in a multiregional cohort-component method.

다지역 코호트-요인법에서의 국내 인구이동 추계

과거에서 현재로 이어지는 경향성이 미래에도 이어질 것으로 가정하는 것으로, 주로 과거 데이터에 대해 경향 외삽 기법을 적용하여 예측 함수를 도출하는 경우이다. 본 연구는 경향 외삽 기법을 사용하고자 하는데, 축적된 과거 데이터가 존재하는 경우에는 근거가 부족한 ‘가정’에 의거하기 보다는 데이터가 보여주는 경향성을 신뢰하는 것이 보다 타당할 것이기 때문이다. 한편, 국제 인구 이동의 경우는 기존의 순이동 방식을 그대로 따랐는데, 이에 대해서는 뒤에서 상술한다.

3. 다지역 코호트-요인법에 의한 우리나라 시도별 인구 추계

1) 인구 추계의 실행

본 연구에서 이루어지는 인구 추계의 최초 시점은 2005년 7월 1일이며, 이 시점의 인구가 최초 기준 인구가 된다. 또한 추계의 최종 시점은 2030년이며 추계 간격은 5년이다. 따라서 하위 추계 기간은 2005~2010년, 2010~2015년, 2015~2020년, 2020~2025년, 2025~2030년의 모두 5개 기간이며, 2010년, 2015년, 2020년, 2025년, 2030년이 인구 추계의 목표 연도가 된다. 최초의 추계 기준 연도를 2010년으로 하지 않은 것은 복잡한 보정 작업이 요구되는 2010년 7월 1일의 추계 기준 인구가 아직 시도별로는 알려져 있지 않기 때문이고, 동시에 2010년에 대한 추정치를 2010년 인구총조사 결과와 비교함으로써 인구 추계의 타당성을 검토해 보기 위함이다. 본 연구는 5세 간격의 코호트를 사용하였고 최고령 연령 그룹을 85세 이상으로 설정하였으므로 총 18개의 연령층이 고려된다. 성과 연령 그룹을 결합하면 총 36개의 코호트가 생성되며 각 코호트에 대해 인구 추계가 이루어진다.

서론에서 언급된 것처럼, 통계청이 수행한 시도별 장래 인구 추계는 기본적으로 전국 장래 인구 추계 결과에 기반하여 작성된 것이다. 통계청은 전국의

인구 추계를 위해 사망, 출생, 인구이동(국제이동)의 각 컴포넌트에 대해 경험 데이터에 기초한 경향 외삽 기법을 사용하여 추계를 수행한다(Statistics Korea, 2006). 통계청의 시도별 인구 추계는 전국적 추세에 의한 총인구라는 총량을 미리 정해 두고 시도 추계의 결과에 기초하여 이를 배분하는 일종의 하향식 인구 추계 방식을 통해 이루어진다(Statistics Korea, 2007).

일반적으로 전국에 대한 추계가 각 시도에 대한 추계보다 불확실성의 감소로 보다 정확한 결과를 낼 수 있다고 가정되므로 각 시도의 상대적 차이는 유지한 채 미리 설정된 총인구를 충족하도록 추계하는 방식이 효과적일 수 있다. 하지만 그렇다고 해서 각 시도 수준에서 자체적인 인구 추계를 행하고 그 값을 합산하여 전국 인구를 산출하는 ‘상향식(bottom-up)’ 인구 추계 방식의 가능성을 미리 배제할 이유는 없다고 판단된다. 왜냐하면 시도별 추계를 합산하여 국가 전체의 총량을 구성한 이후에도 전체적인 조정은 여전히 가능하기 때문이다. 또한 인구 변화의 프로세스를 살펴보면 전국의 인구가 미리 결정되어 지역으로 배분되기 보다는 지역 수준에서의 변화로 전국의 인구가 ‘결정’된다고 보는 것이 논리적으로는 더 타당하다. 나아가 우리나라의 시도별 인구 추계에서 이러한 상향식 인구 추계가 아직 시도된 바가 없으므로 그 유효성에 대한 평가 또한 부재한 상황이다. 그러므로 본 연구는 시도별 추계를 우선적으로 행하고 그것을 합산하여 우리나라 전체 인구를 추정하는 완전한 형태의 상향식 인구 추계를 실행하고자 한다.

(1) 사망력과 출산력 컴포넌트의 실행

사망력과 출산력 컴포넌트에 대한 사항은 Cho and Lee(2011)에서 논의된 것과 대동소이하므로 간략하게만 제시하고자 한다. 우선 사망력의 경우, 통계청의 시도별 장래 인구 추계에서 발표된 각 시도별 5세 간격 생명표(Statistics Korea, 2007)를 그대로 수용하여 사용하였다. 통계청의 시도별 장래 인구 추계에는 2005~2010년, 2010~2015년, 2015~2020년, 2020~2025년, 2025~2030년까지 5년 간격에 대한 평균 생명표가 제시되어 있다. 따라서 각 기간에 해당

하는 생명표를 본 연구의 각 추계 기간에 그대로 적용하였다. 생명표에는 0세에서 95+세까지 5세 간격으로 사망확률, 생존자의 수, 정지인구, 기대여명 등이 수록되어 있는데 Cho and Lee(2011)가 제시한 방법론을 적용하여 각 코호트별 생존율을 산출하였다.

출산력에 대해서는 통계청의 시도별 장래 인구 추계(Statistics Korea, 2007)의 것을 수용하되 최근 경향을 반영하여 일부 조정하여 사용하였다. 통계청의 시도별 장래 인구 추계에서는 최근 15년(1990~2005)간의 경험 데이터를 바탕으로, 시도별 연령별 출산율과 전국 수준의 연령별 출산율의 상대적 비가 유지되는 것으로 가정하고 있다. 본 연구에서는 이 통계청의 출산율 시나리오를 조정하여 사용하였는데, 우선 2005~2010년에 대한 출산력 가정치를 최근 5년(2005~2009)간의 경험 데이터에 의한 평균 값으로 대체하였다. 이를 위해 각 시도별로 최근 5개 년도 각각에 대해 가임 여성 연령층별 출생아 수를 가임 여성 수로 나눈 후 평균치를 산출하였다. 이때 가임 여성의 수는 각 연도의 연앙 인구를 사용하였다. 출생 성비 또한 마찬가지로 방식으로 산출하여 사용하였다.

이렇게 최초 추계 기간에 사용될 기준 출산율을 최근의 경험 데이터로부터 도출한 후 그 이후 기간부터는 각 시도별로 연령층별 출산율의 변화율을 설정하여 적용하였다. 이 변화율은 통계청의 시도별 장래 인구 추계에 사용된 추계 기간별 출산율 가정치로부터 도출되었다. 예를 들어 통계청 시나리오의 2005~2010년 출산율 가정치와 2010~2015년 출산율 가정치를 비교하여 두 기간 간의 변화율을 계산할 수 있는데, 이 값을 본 연구의 출산율 변화율로 사용하는 것이다. 출생 성비에 대해서도 동일한 절차를 적용하였다.

(2) 인구이동 컴포넌트의 실행

본 연구에서는 국내 이동과 국제 이동을 분리하여 각기 다른 방식으로 추계한다. 국내 이동의 추계를 위해서는 모든 시도 쌍간의 전입률과 전출률이 설정되어야 하며, 국제 이동의 추계를 위해서는 각 시도별로 국제 순이동률이 설정되어야 한다.

먼저 국제 순이동율의 설정은 통계청의 전국 장래

인구 추계(Statistics Korea, 2006)의 기본 논리를 수용하되 최근 경향을 반영하였다. 2006년 발표된 통계청 전국 장래 인구 추계에서는 추계 당시 최근 5년간(2000~2005)의 성별·연령별 국제 순이동률 평균치가 향후에도 지속되는 것으로 가정하였다. 본 연구에서도 가용한 데이터를 기준으로 최근 5년간(2005~2009)의 성별·연령별 국제 순이동률 평균치가 지속되는 것으로 가정하였다. 통계청의 국제 인구 이동 통계는 각 성별·연령별 순이동 인구를 제공하고 있으므로 이를 5세 간격으로 묶어 최근 5년 간의 평균 순이동률을 산출하였는데, 위험 인구로는 주민등록인구 상의 연앙 인구를 사용하였다. 그런데 국제 이동에 관한 경험 데이터는 전국 수준으로만 공개되고 있어, 본 연구에서는 전국 수준의 데이터로 추정된 성별·연령별 국제 순이동률이 각 시도의 성 및 연령층에도 동일하게 적용되는 것으로 가정하였다. 즉, 국제 순이동 인구의 전체 규모가 각 시도의 성별·연령별 인구 구조에 비례하여 배분되도록 하였다.

국내의 지역 간 인구이동의 추계를 위한 전출률 및 전입률 설정 과정을 정리하면 다음과 같다. 통계청 시도 추계에서는 순이동 방식을 적용하였기 때문에 최근의 경험 데이터로부터 각 시도별로 기준이 될 성별·연령별 순이동률을 산출한 후, 이 값에 각 시도별 순이동률의 감소율을 적용하였다. 통계청은 순이동률의 감소율을 추정하기 위해 1985~2005년까지의 경험 데이터를 지수 함수식에 적합하여 지수 추세 분석을 실시하였다(Vital Statistics Division of Statistics Korea, 2007). 이렇게 도출된 시도별 순이동률 감소율은 각 시도 내에서는 모든 성 및 연령층에 동일하게 적용되어 향후 각 추계 기간에 대한 순이동률 가정치를 산출하는데 사용되었다.

본 연구에서는 순이동률 대신 전입률과 전출률을 사용하되 이 비율의 설정 과정은 통계청 시도별 장래 인구 추계의 것을 전용하였다. 다지역 방식으로 시도 간 인구이동을 추계하기 위해서는 모든 시도 쌍 간의 전입률과 전출률이 설정되어야 한다. 우선 최근의 인구이동 경향으로부터 기준이 될 추계 시점의 전입률과 전출률을 산출하고, 이 값에 장기 추세 분석의 결과로 산출된 전입률 및 전출률의 변화율을 적용하여

각 추계 기간의 시도간 전입률과 전출률을 설정하였다.

이 과정을 조금 더 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 우선 기준이 되는 전입률과 전출률은 최근 5년간의 시도간 인구이동(2005~2009)을 분석하여 도출하였으며, 이는 곧 최초 추계 기간을 위한 가정치가 된다. 전입률과 전출률은 모든 시도 쌍에 대해 산출되는데, 각 연도별로 성별·연령별 이동자를 각각의 위험 인수로 나누는 후 5년에 대한 평균치를 구하였다. 방법론에서 이미 설명한 바와 같이 전출률의 위험 인구는 대상 지역의 인구가 되지만 전입률의 위험 인구는 대상 지역으로 이동해오는 출발지의 인구가 된다. 각 연도별 위험 인구는 주민등록인구 상의 연앙 인구로 하였다.

위와 같이 도출된 시도간 기준 전입률 및 전출률에 5년간 변화율을 적용하면 2010년 이후부터의 각 추계 기간에 대한 전입률 및 전출률 가정치를 산정할 수 있다. 전입률 및 전출률의 변화율을 모든 시도 쌍에 대해서 동일하게 적용할 수도 있으나 각 시도 간의 인구 이동은 상이한 추세를 보일 수 있으므로 각 시도 쌍에 대한 추세 분석이 보다 타당할 것으로 판단된다. 이 변화율을 도출하기 위해 본 연구에서는 16개 시도간의 모든 쌍(240개 쌍)에 대한 인구이동 데이터가 공개되어 있는 1997년부터 2009년까지의 경험 데이터에 대한 지수 추세 분석을 실시하였다. 그 결과 모든 시도간에 5년 단위의 전입률 및 전출률의 변화율이 도출되었는데, 이 변화율 값은 최종 추계 기간까지 지속되는 것으로 가정하였다.

따라서 최초 추계 기간에 사용되는 기준 전입률 및 전출률에 5년 단위 변화율을 적용하여 다음 추계 기간의 전입률과 전출률 가정치를 산정하고, 이 값에 다시 동일한 변화율을 적용하여 그 다음 추계 기간의 전입률과 전출률 가정치를 설정하는 방식이 된다. 예를 들어 서울에서 충청남도로의 전출률의 변화율(남성의 경우)은 1.04124이고, 충청남도에서 서울로의 전출률의 변화율(남성의 경우)은 0.93202인 것으로 산출되었는데, 이는 서울에서 충청남도로의 전출률은 시간이 지남에 따라 지속적으로 상승하고, 반대로 충청남도에서 서울로의 전출률은 지속적으로 감소한다

는 것을 의미한다.

2) 인구 추계의 결과

Table 1은 시도별 인구 추계 결과를 요약하고 있다. 각 시도별·추계 기간별로 전체 인구수, 출생자수, 사망자수, 국내 전입자수, 국내 전출자수, 국제 순이동자수가 나타나 있다. 전체 인구수는 추계 시작 시점인 2005년 인구와 함께, 각 추계 기간의 목표 연도인 2010년, 2015년, 2020년, 2025년, 2030년의 추계 인구수를 의미하며, 각 추계 기간 5년 간의 인구증가율이 괄호 속에 병기되어 있다. 나머지 인구수는 각 추계 기간 중에 발생한 출생자수, 사망자수, 국내 전입자수, 국내 전출자수, 그리고 국제 순이동자수를 의미한다. Table 1에 나타난 결과를 몇 가지로 정리하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라 인구는 2010년 49,141,596명, 2015년 49,872,128명, 2020년 50,321,421명, 2025년 50,523,902명으로 점진적인 증가를 보이다 2025~6년을 정점으로 감소해 2030년에는 50,430,612명에 이를 것으로 추정되었다. 인구증가율도 2005~2010년에 2.08%에서 2010~2015년 1.49%, 2015~2020년 0.90%, 2020~2025년 0.40%로 지속적으로 감소하다, 2025~2030년에는 처음으로 인구 감소(-0.18%)를 기록할 것으로 추정되었다. 물론 이 수치들은 뒤에서 지적되었지만 인구총조사나 주민등록인구와는 개념적으로 다소 차이가 있음을 미리 밝혀 둔다.

둘째, 7대 특별·광역시 중에서는 대구, 부산, 광주가 전 기간(2005~2030)에 걸쳐 지속적으로 인구가 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 대구와 부산은 각각 20%를 상회하는 인구 감소가 발생할 것으로 추정되었다. 인천은 특별·광역시 중에서 국가 전체의 인구성장률을 상회하는 유일한 도시로 예측되었으며, 2030년에 이르면 부산과의 인구 격차가 10여만 명 수준으로 좁혀질 것으로 추정되었다. 도 지역에서는 경기도(41.45%), 충청남도(22.57%), 경상남도(10.89%)의 증가세와, 전라북도(-23.48%), 전라남도(-22.88%), 경상북도(-16.28%), 강원도(-13.50%)의 감소세가 두드러진다. 그 결과 2005년 인구수에서

경상북도, 충청남도, 전라남도, 전라북도, 충청북도 순이었던 것이 2030년에는 충청남도, 경상북도, 충청북도, 전라남도, 전라북도의 순서로 바뀔 것으로 추정되었다.

셋째, 부산과 대구는 전 기간에 걸쳐 20%를 상회하는 인구 감소가 발생할 것으로 예측된 도시들이지만, 그 성격에서는 대조적인 특성을 보인다. 부산은 대구에 비해 자연적 증가에서의 감소폭이 훨씬 더 크다. 부산과 대구는 전 기간에 걸쳐 사회적 증가 부문에서 각각 603,987명과 538,107명의 전출 초과를 기록했지만, 자연적 증가 부분에서는 부산이 -126,840명에 이른 반면, 대구는 -1,173명에 불과했다. 따라서 부산은 인구 감소가 사회적 증가뿐만 아니라 저출산과 인구고령화에 따른 자연적 증가 부분에서도 발생한 반면, 대구는 전자가 주된 원인이다. 이런 측면

에서 보면, 전라남도, 전라북도, 경상북도, 강원도 등의 인구감소 지역은 모두 부산과 유사한 경향을 보이며, 여타의 소규모 인구 감소지역은 대구와 유사한 경향을 보인다.

넷째, 인구증가가 현저한 지역 중 인천과 경기도는 또 다른 대조를 보인다. 인천의 경우 전 기간에 걸쳐 자연적 증가에 의해 157,464명이 증가했고, 사회적 증가에 의해 1,179명 감소하는 것으로 추정되었는데, 인구 증가가 오로지 자연적 증가에 의해서만 이루어진 특징을 보여주고 있다. 이해 반해 경기도는 자연적 증가에 의해 1,170,922명, 사회적 증가에 의해 3,227,542명이 증가해 두 부분 모두에서 증가가 이루어졌지만 비율적으로 보면 사회적 증가에 의한 부분이 거의 3배에 달한다. 인구 증가 경향을 보인 나머지 경상남도, 충청남도, 충청북도는 또 다른 경향을 보

Table 1. Population projections for subnational regions in Korea. 우리나라 시도별 인구 추계 결과

Region	Category	Initial population (2005)	Projection periods					Whole period (2005~2030)
			2005~2010	2015~2015	2015~2020	2020~2025	2025~2030	
Nation	Total population	48,138,077	49,141,596 (2.08)	49,872,128 (1.49)	50,321,421 (0.90)	50,523,902 (0.40)	50,430,612 (-0.18)	2,292,535 (4.76)
	Births		2,195,999	2,102,988	2,022,412	2,005,969	1,967,028	10,294,397
	Deaths		1,307,938	1,513,196	1,737,758	1,978,326	2,222,316	8,759,534
	Internal in-mig.		13,996,598	13,547,095	13,183,949	12,934,194	12,528,203	66,190,040
	Internal out-mig.		13,996,598	13,547,095	13,183,949	12,934,194	12,528,203	66,190,040
	Internat'l net mig.			115,459	140,740	164,638	174,837	161,998
Seoul	Total population	10,011,324	10,013,376 (0.02)	10,031,440 (0.18)	10,051,614 (0.20)	10,057,698 (0.06)	9,978,660 (-0.79)	-32,664 (-0.33)
	Births		466,225	467,659	450,522	445,503	438,778	2,268,686
	Deaths		206,411	243,016	284,042	328,436	373,415	1,435,320
	Internal in-mig.		2,992,452	2,861,557	2,741,203	2,627,102	2,459,373	13,681,687
	Internal out-mig.		3,282,628	3,100,786	2,921,508	2,772,796	2,635,738	14,713,457
	Internat'l net mig.			32,414	32,652	33,999	34,711	31,963

Region	Category	Initial population (2005)	Projection periods					Whole period (2005~2030)
			2005~2010	2015~2015	2015~2020	2020~2025	2025~2030	
Busan	Total population	3,586,087	3,429,140 (-4.38)	3,282,361 (-4.28)	3,142,171 (-4.27)	3,000,190 (-4.52)	2,855,261 (-4.83)	-730,826 (-20.38)
	Births		122,924	111,009	100,451	94,382	88,445	517,211
	Deaths		101,576	115,468	129,199	142,691	155,116	644,051
	Internal in-mig.		637,570	611,340	592,796	577,563	554,055	2,973,324
	Internal out-mig.		827,362	766,169	717,052	683,496	642,866	3,636,945
	Internat'l net mig.		11,497	12,508	12,814	12,262	10,553	59,634
Daegu	Total population	2,506,398	2,440,084 (-2.65)	2,355,949 (-3.45)	2,245,696 (-4.68)	2,112,940 (-5.91)	1,967,118 (-6.90)	-539,280 (-21.52)
	Births		97,632	84,693	75,872	70,923	65,543	394,664
	Deaths		61,641	71,076	80,018	88,171	94,930	395,837
	Internal in-mig.		502,296	463,157	426,955	397,627	365,869	2,155,904
	Internal out-mig.		610,993	568,585	541,949	522,080	490,021	2,733,628
	Internat'l net mig.		6,391	7,676	8,887	8,946	7,717	39,617
Incheon	Total population	2,578,356	2,699,686 (4.71)	2,769,307 (2.58)	2,793,527 (0.87)	2,780,767 (-0.46)	2,734,640 (-1.66)	156,284 (6.06)
	Births		120,544	118,831	115,273	113,436	109,527	577,611
	Deaths		59,275	71,562	83,899	96,571	108,840	420,147
	Internal in-mig.		852,769	819,716	788,557	762,244	730,279	3,953,565
	Internal out-mig.		798,359	805,180	805,073	801,711	786,113	3,996,437
	Internat'l net mig.		5,651	7,817	9,362	9,843	9,020	41,693
Gwangju	Total population	1,443,892	1,438,525 (-0.37)	1,428,344 (-0.71)	1,402,113 (-1.84)	1,357,703 (-3.17)	1,297,910 (-4.40)	-145,982 (-10.11)
	Births		67,077	60,144	56,199	54,922	52,298	290,641
	Deaths		31,677	37,535	43,214	48,728	53,646	214,801
	Internal in-mig.		431,382	399,638	371,287	347,633	319,535	1,869,476
	Internal out-mig.		475,361	436,145	415,157	403,361	382,612	2,112,635
	Internat'l net mig.		3,212	3,716	4,654	5,125	4,632	21,338

Region	Category	Initial population (2005)	Projection periods					Whole period (2005~2030)
			2005~2010	2015~2015	2015~2020	2020~2025	2025~2030	
Daejeon	Total population	1,468,317	1,491,342 (1.57)	1,481,974 (-0.63)	1,451,868 (-2.03)	1,405,764 (-3.18)	1,346,920 (-4.40)	-121,397 (-8.27)
	Births		70,983	65,824	60,635	57,753	54,571	309,765
	Deaths		31,650	37,698	43,265	48,667	53,591	214,872
	Internal in-mig.		431,382	399,638	371,287	347,633	319,535	1,869,476
	Internal out-mig.		475,361	436,145	415,157	403,361	382,612	2,112,635
	Internat'l net mig.		3,542	4,310	4,962	5,204	4,730	22,749
Ulsan	Total population	1,070,014	1,101,477 (2.94)	1,120,273 (1.71)	1,121,110 (0.07)	1,109,044 (-1.08)	1,085,404 (-2.13)	15,390 (1.44)
	Births		51,945	46,807	44,108	43,056	40,863	226,780
	Deaths		21,882	26,494	31,492	36,669	41,707	158,243
	Internal in-mig.		256,095	244,265	234,107	228,102	218,542	1,181,111
	Internal out-mig.		256,583	248,736	249,809	250,712	245,040	1,250,879
	Internat'l net mig.		1,888	2,953	3,922	4,156	3,702	16,622
Gyeonggi-do	Total population	10,612,455	11,647,385 (9.75)	12,603,978 (8.21)	13,469,530 (6.87)	14,277,261 (6.00)	15,010,919 (5.14)	4,398,464 (41.45)
	Births		576,827	586,132	597,461	625,174	644,657	3,030,251
	Deaths		231,672	292,493	362,251	442,327	530,584	1,859,329
	Internal in-mig.		3,782,319	3,735,662	3,689,432	3,676,622	3,634,099	18,518,133
	Internal out-mig.		3,111,243	3,100,859	3,096,431	3,094,810	3,057,272	15,460,615
	Internat'l net mig.		18,700	28,152	37,341	43,073	42,759	170,024
Gangwon-do	Total population	1,488,365	1,462,261 (-1.75)	1,427,131 (-2.40)	1,388,017 (-2.74)	1,340,173 (-3.45)	1,287,379 (-3.94)	-200,986 (-13.50)
	Births		56,880	49,612	45,201	42,419	39,012	233,124
	Deaths		55,289	61,176	67,388	73,599	79,235	336,687
	Internal in-mig.		425,098	410,072	398,411	388,237	372,367	1,994,184
	Internal out-mig.		456,282	438,013	420,340	410,049	389,522	2,114,205
	Internat'l net mig.		3,489	4,375	5,002	5,148	4,584	22,597

Region	Category	Initial population (2005)	Projection periods					Whole period (2005~2030)
			2005~2010	2015~2015	2015~2020	2020~2025	2025~2030	
Chung-cheong-buk-do	Total population	1,484,191	1,507,514 (1.57)	1,524,193 (1.11)	1,533,669 (0.62)	1,534,546 (0.06)	1,527,527 (-0.46)	43,336 (2.92)
	Births		65,091	60,287	56,794	55,324	53,153	290,648
	Deaths		51,781	57,849	64,859	72,339	79,759	326,587
	Internal in-mig.		410,313	404,765	401,168	399,751	393,024	2,009,021
	Internal out-mig.		403,688	394,801	388,710	387,299	378,497	1,952,995
	Internat'l net mig.		3,389	4,277	5,084	5,439	5,060	23,248
Chung-cheong-nam-do	Total population	1,918,481	2,003,590 (4.44)	2,092,799 (4.45)	2,183,883 (4.35)	2,271,928 (4.03)	2,351,453 (3.50)	432,972 (22.57)
	Births		88,016	85,942	84,274	85,192	84,720	428,145
	Deaths		73,212	82,061	93,271	106,229	120,605	475,377
	Internal in-mig.		730,290	771,303	817,321	870,086	912,329	4,101,328
	Internal out-mig.		664,360	691,250	723,543	768,099	803,850	3,651,103
	Internat'l net mig.		4,375	5,276	6,304	7,094	6,931	29,979
Jeolla-buk-do	Total population	1,816,566	1,755,448 (-3.36)	1,679,003 (-4.35)	1,590,423 (-5.28)	1,491,735 (-6.21)	1,390,035 (-6.28)	-426,531 (-23.48)
	Births		69,494	59,768	53,655	49,363	44,170	276,450
	Deaths		70,701	76,262	81,612	86,174	89,508	404,256
	Internal in-mig.		391,874	369,842	352,691	340,170	324,527	1,779,104
	Internal out-mig.		455,787	434,706	418,983	407,842	385,939	2,103,256
	Internat'l net mig.		4,002	4,913	5,668	5,795	5,049	25,427
Jeolla-nam-do	Total population	1,852,119	1,795,278 (-3.07)	1,715,741 (-4.43)	1,624,607 (-5.31)	1,526,699 (-6.03)	1,428,369 (-6.44)	-423,750 (-22.88)
	Births		69,281	60,318	54,168	50,001	44,993	278,761
	Deaths		86,148	91,090	96,000	100,172	102,945	476,355
	Internal in-mig.		547,255	479,063	425,671	381,994	337,307	2,171,291
	Internal out-mig.		590,787	532,570	480,615	435,524	382,710	2,422,206
	Internat'l net mig.		3,559	4,742	5,641	5,792	5,026	24,760

Region	Category	Initial population (2005)	Projection periods					Whole period (2005~2030)
			2005~2010	2015~2015	2015~2020	2020~2025	2025~2030	
Gyeong-sang-buk-do	Total population	2,651,653	2,605,128 (-1.75)	2,528,540 (-2.94)	2,439,140 (-3.54)	2,335,564 (-4.25)	2,220,035 (-4.95)	-431,618 (-16.28)
	Births		106,114	93,875	82,893	75,367	67,496	425,744
	Deaths		106,567	115,210	125,086	135,101	144,102	626,067
	Internal in-mig.		712,215	679,640	659,839	645,686	621,509	3,318,889
	Internal out-mig.		764,697	742,766	715,777	698,333	668,201	3,589,773
	Internat'l net mig.		6,411	7,873	8,731	8,805	7,769	39,589
Gyeong-sang-nam-do	Total population	3,108,192	3,206,466 (3.16)	3,288,842 (2.57)	3,350,192 (1.87)	3,401,856 (1.54)	3,446,751 (1.32)	338,559 (10.89)
	Births		140,600	128,436	122,509	121,160	117,927	630,632
	Deaths		102,392	115,990	131,718	149,660	169,424	669,185
	Internal in-mig.		770,381	787,804	814,078	853,249	883,458	4,108,969
	Internal out-mig.		716,372	726,141	754,121	784,680	797,913	3,779,226
	Internat'l net mig.		6,056	8,266	10,603	11,596	10,847	47,368
Jeju Special Self-Governing Province	Total population	541,667	544,897 (0.60)	542,254 (-0.48)	533,862 (-1.55)	520,034 (-2.59)	502,231 (-3.42)	-39,436 (-7.28)
	Births		26,366	23,651	22,397	21,995	20,875	115,285
	Deaths		16,063	18,215	20,443	22,792	24,909	102,422
	Internal in-mig.		93,968	89,129	85,075	81,596	77,268	427,035
	Internal out-mig.		101,926	98,442	97,087	96,475	92,693	486,623
	Internat'l net mig.		885	1,234	1,665	1,847	1,657	7,288

Note: Numbers in the total population row are the target year populations and the ones in parentheses are population growth rates for each of the projection periods

이는데, 자연적 증가는 음수이고 사회적 증가는 양수 인데, 절대값이 사회적 증가가 크기 때문에 전체적으로 인구 증가를 보인 경우이다.

본 연구에서 사용된 다지역 코호트-요인법의 가장 큰 특징은 추계 결과 인구이동 매트릭스가 산출되어

어느 지역에서 어느 지역으로 몇 명 이동할 것인지에 대한 추정이 가능하다는 것이다. Table 2는 인구이동에 대한 예측치를 요약하고 있다. 주요한 몇 가지 사항을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라의 시도간 이동률은 2005~2010년

에 5.8%에서 점차 감소해 2025~2030년에는 약 5.0%를 기록할 것으로 추정되었다. 이것은 전자의 시기에 약 1,400만명 정도가 이동하던 것이 후자에는 1,250만명 수준으로 약 150만명 정도가 감소한다는 것을 의미한다. 이것은 시간이 지남에 따라 이동률이 감소하는 일반적인 경향을 잘 반영하고 있다.

둘째, 가장 규모가 큰 인구이동의 흐름은 전 기간에 걸쳐 서울과 경기, 그리고 인천과 경기 사이에서 발생할 것으로 추정된다. 이것은 개입된 네 시도의 인구 규모와 시도간 거리를 고려할 때 당연한 것이지만, 흐름의 집중도가 전 기간에 걸쳐 거의 일정하게 유지될 것이라는 점은 시사하는 바가 크다. 즉, 서울→경기, 경기→서울, 인천→경기, 경기→인천의 네 흐름이 전체 인구이동 흐름에서 차지하는 비중이 대략

30~32% 정도로 일정하게 나타나는 것이다. 그러나 세부적으로 보면, 서울→경기나 경기→서울의 흐름이 차지하는 비중은 감소하는 반면, 인천→경기나 경기→인천의 흐름이 차지하는 비중은 증가할 것으로 추정되었다.

셋째, 부산→경남 흐름의 감소와 경기→충남 흐름의 증대가 주목할 만 한다. 부산→경남 흐름은 2005~2025년까지는 2% 초반대의 비중으로 5위의 흐름을 보여주었지만 마지막 추계 기간인 2025~2030년에는 5위권 밖으로 밀려날 것으로 예측되었다(실제로는 7위). 대신 경기→충남 흐름이 그 자리를 차지하는데, 이 흐름은 2010~2015년 처음으로 10위권 내로 진입한 이후(8위, 1.7%), 2015~2020년과 2020~2025년에 각각 1.9%와 2.1%를 기록하면

Table 2. Internal migration projections for subnational regions in Korea. 우리나라 시도간 인구이동 추계 결과

Projection periods	Total migrants (Migration rates, %)		Main flows (%)
	Five-year	Annual average	
2005~2010	13,996,598 (29.1)	2,799,320 (5.8)	Seoul → Gyeonggi-do (14.9) Gyeonggi-do → Seoul (11.4) Gyeonggi-do → Incheon (2.7) Incheon → Gyeonggi-do (2.6) Busan → Gyeongsangnam-do (2.4)
2010~2015	13,547,095 (27.6)	2,709,419 (5.5)	Seoul → Gyeonggi-do (14.5) Gyeonggi-do → Seoul (11.5) Incheon → Gyeonggi-do (2.8) Gyeonggi-do → Incheon (2.8) Busan → Gyeongsangnam-do (2.3)
2015~2020	13,183,949 (26.4)	2,636,790 (5.3)	Seoul → Gyeonggi-do (14.0) Gyeonggi-do → Seoul (11.4) Incheon → Gyeonggi-do (3.1) Gyeonggi-do → Incheon (2.8) Busan → Gyeongsangnam-do (2.3)
2020~2025	12,934,194 (25.7)	2,586,839 (5.1)	Seoul → Gyeonggi-do (13.4) Gyeonggi-do → Seoul (11.2) Incheon → Gyeonggi-do (3.2) Gyeonggi-do → Incheon (2.9) Busan → Gyeongsangnam-do (2.3)
2025~2030	12,528,203 (24.8)	2,505,641 (5.0)	Seoul → Gyeonggi-do (13.0) Gyeonggi-do → Seoul (11.1) Incheon → Gyeonggi-do (3.4) Gyeonggi-do → Incheon (3.0) Gyeonggi-do → Chungcheongnam-do (2.4)

서 6위로 올라선 후 마지막 시기에 5위권 내로 진입하였다. 반대 흐름인 충남→경기도 2015~2020년에 1.8%(8위), 2020~2025년에 2.0%(7위), 2025~2030년에 2.3%(6위)로 경기→충남의 바로 다음에 위치하고 있다. 이는 수도권이 충청 지역으로 확대해 나가는 프로세스가 심화될 것이라는 점을 함축하고 있다.

3) 인구 추계의 타당성 검토

본 연구에서 수행된 인구 추계의 타당성을 검토하기 위해 두 가지 분석을 수행하고자 한다. 하나는 2010년 총 인구에 대한 추계치가 2010년 통계청 인구총조사에 의한 실제 관측치와 얼마나 유사한지를 검토하는 것이다. 또 다른 하나는 2005~2010년의 인구동태 및 인구이동 관련 추정치(출생, 사망, 인구이동)를 동일 기간의 통계청의 실제 관측치와 비교하여 그 일치도를 검토하는 것이다.

통계청의 2010년 인구총조사 결과 우리나라 총 인구는 48,580,293명인 것으로 조사되었다. 그러나 이것은 2010년 11월 1일 기준의 인구로 인구 추계의 기준 일자인 7월 1일의 인구와는 다른 것이다. 또한 인구 추계의 기준 인구는 단순히 이러한 시점 상의 차이만을 고려하는 것을 넘어 복잡한 보정 과정을 거쳐 확정된다. 최근 통계청이 보도자료를 통해 발표한 2010년의 인구 추계 기준 인구는 49,410,366명인데(Vital Statistics Division of Statistics Korea, 2011), 이것은 인구총조사 결과보다 약 83만 명이 많은 것이다. 통계청의 2006년 인구 추계에서도 2005년의 인구총조사 인구가 47,278,951명, 추계 기준 인구가 48,138,077명으로 그 차이가 86만 명 정도였는데, 유사한 결과를 보여주고 있다.

2006년 통계청의 인구 추계가 제시한 2010년 인구는 48,874,539명이었고, 본 연구가 추산한 2010년 인구는 49,141,596명이다. 이것은 본 연구의 추계가 2006년 통계청의 추계에 비해 실제 관측치와 유사성이 더 높다는 것을 의미한다. 본 연구가 출산력과 국제 이동에서 최근 경향을 반영한 것이기 때문에 이 결과는 당연해 보일 수도 있다. 그러나 본 연구가 2007년 통계청 추계의 사망력 가정을 그대로 따랐고, 무

엇보다도 시도별 인구 추계를 합산하여 전체 인구를 구성하는 완전한 상향식 기법을 사용했다는 점을 감안한다면 본 연구의 방법론적 타당성은 매우 높은 것으로 판단된다. 이는 향후에 시도별로 2010년의 추계 기준 인구가 발표되었을 때 더욱 잘 드러날 것으로 생각된다.

더 나아가 통계청이 2010년 인구총조사를 바탕으로 새롭게 수행한 장래 인구 추계 결과를 보면, 우리나라의 인구는 2030년에 52,160,065명으로 최정점에 도달한 이후 인구 감소를 경험하게 된다(중위 시나리오의 경우)(Vital Statistics Division of Statistics Korea, 2011). 이 결과와 우리나라의 인구가 2025~6년에 약 5,050만 명 정도의 최정점에 도달해 이후 인구 감소를 경험한다는 본 연구의 추정은 다소 차이가 있어 보이나 최소한 2006년의 통계청 추계 보다는 그 유사성이 높다. 최근 높아진 생존율이 적용된다면 본 연구의 추계 결과의 타당성은 더 높아질 것으로 생각된다. 이는 시도간 인구이동을 실질적으로 고려한 완전한 상향식 접근이 인구 추계의 정확성 면에서 매우 정교하다는 사실을 논증하는 것이다.

두 번째로 인구 추계 결과의 타당성을 검토하는 방법은 인구 동태 측면을 실 관측치와 비교하는 것이다. 실 관측치는 통계청의 인구동태통계와 인구이동통계를 이용하였다. 통계청 통계의 기준 일자는 12월 31일이고 추계의 기준 일자는 7월 1일이기 때문에 약 6개월 정도의 시차가 있지만 비교에는 큰 무리는 없을 것으로 보인다. Table 3은 비교 결과를 보여주고 있는데, 우선적으로 출생과 사망 부분에서 다소간의 차이가 발견된다. 본 연구의 추계는 실 데이터에 비해 출생자수는 보다 적게, 사망자수는 보다 많게 추정하고 있다. 사망자의 과대 추정은 앞서서도 언급하였듯이 2006년 통계청의 인구 추계에서 사용된 생존율이 과소추정된 경향이 있었고 본 연구가 그것을 그대로 받아들였기 때문이다. 출생자수에 있어서의 과소추정 역시 최근 높아진 출산력이 제대로 반영되지 못한 결과이다. 그러나 출산과 사망을 동시에 고려한 자연 증가의 측면에서 보면 약 20만 명 정도의 과소추정만이 나타났을 뿐이다.

인구이동 부분에서는 매우 높은 일치도를 보여주

Table 3. A Comparison of observed statistics and projection results in births, deaths, and migration.
출생, 사망, 인구이동에서의 관측치와 추계치의 비교

Category	Observed vital and migration statistics (2006~2010)	Projected results (2005~2010)
Periods	2006. 1. 1.~2010. 12. 31.	2005. 7. 1.~2010. 6. 30.
Births	2,322,254	2,195,999
Deaths	1,235,598	1,307,938
Fiver-year total migrants (migration rates)	14,052,088 (29.2)	13,996,598 (29.1)
Annual average total migrants (migration rates)	2,810,418 (5.8)	2,799,320 (5.8)
Main migration flows (proportions)	Seoul → Gyeonggi-do (15.0) Gyeonggi-do → Seoul (11.5) Gyeonggi-do → Incheon (2.7) Incheon → Gyeonggi-do (2.6) Busan → Gyeongsangnam-do (2.4)	Seoul → Gyeonggi-do (14.9) Gyeonggi-do → Seoul (11.4) Gyeonggi-do → Incheon (2.7) Incheon → Gyeonggi-do (2.6) Busan → Gyeongsangnam-do (2.4)

Data: KOSIS (Korean Statistical Information Service), Vital Statistics (2006~2010) and Internal Migration Statistics (2006~2010)

었다. 이는 본 연구가 최근의 시도간 이동을 반영하였기 때문에 당연한 것으로 이해될 수도 있지만, 시도간 성별·연령별 이동을 모두 계산하고 그것을 바탕으로 완전한 상향식의 과정을 통해 합산된 인구이동량과 이동률의 결과가 실측치와 거의 일치한다는 사실은 본 연구에서 채택하고 있는 인구이동 방법론이 매우 정교함을 입증하는 것이다. 또한 경향 외삽 기법을 통해 미래의 이동을 예측하는 방식이 상당한 방법론적 타당성을 보유하고 있음을 시사하는 것이기도 하다.

4. 결론

본 연구는 실행가능한 다지역 코호트-요인법을 정립하고, 그것을 우리나라의 시도별 장래 인구 추계에 적용한 것이다. 실행가능한 다지역 코호트-요인법을 정립하기 위해 마르코프 연쇄 모델과 Rogers의 다지역 인구 추계 모델을 검토하였다. 이를 바탕으로 다지역 코호트-요인법의 실행 프레임워크가 도출되었는

데, 이것의 핵심은 한 국가의 하위 지역의 인구 추계를 위해 모든 지역간 성별·연령별 이동을 계산하고, 그것의 미래 변화를 경향 외삽 기법을 통해 추정하여 적용하는 것이었다. 이 프레임워크에 기초하여 2005년을 추계 시작 시점으로 하여 2005~2030년에 대한 5년 단위의 시도별 장래 인구 추계를 실시하였다.

방법론적인 측면에서 본 연구의 주된 결론은 두 가지로 요약된다. 첫째, 본 연구에서 제안된 추계 기법의 방법론적 타당성이 매우 높다. 이것은 본 연구에 의한 2010년 전국 인구 추계치가 2006년 통계청의 전국 장래 인구 추계에 의한 인구 추계치에 비해 통계청이 최근 발표한 2010년 추계 기준 인구와 더 높은 일치도를 보여주었다는 사실에 근거한다. 일치도에 있어서의 이러한 우위성은 부분적으로 본 연구가 출산력과 국제 이동에서의 최근 경향을 반영하였기 때문이지만, 통계청의 2006년 사망력 가정이 그대로 사용되었고 무엇보다도 시도별 인구 추계를 합산하여 전체 인구를 구성하는 완전한 상향식 기법이 사용되었다는 점이 감안된다면, 본 연구에서 제안된 방법론의 정교함이 검증되었다는 결론을 내리는 것이 합당할

것으로 보인다.

둘째, 추계 결과의 유용성이 매우 높다. 이것은 추계 결과로 미래의 지역간 인구이동 매트릭스가 산출된다는 점에 근거한다. 서론에서 언급된 것처럼, 인구이동은 한 지역의 인구 변동에 직접적인 영향을 주는 요소일 뿐만 아니라 인구이동의 성별·연령별 선별성으로 인해 해당 지역의 출산력과 사망력에도 영향을 주는 요소이다. 이러한 측면에서 미래의 특정 기간 동안 발생할 지역간 인구이동의 성별·연령별 구조에 대한 정보를 획득한다는 것은 미래의 지역별 인구변동을 이해하고 그것에 대한 실질적인 문제해결 방안을 제시하고 평가하는데 핵심적인 사안일 수 있다. 예를 들어 인구이동의 성별·연령별 구조에 대한 추계 정보는 대도시권의 진화 과정에 대한 미래 시나리오를 설정할 수 있게 해주고(Koo, 2007), 각 지역의 가구 구성상의 변화를 예측할 수 있게 해주어 지역별로 가구 및 주택 관련 정책을 수립하는데 결정적인 도움을 줄 수 있다(Lee *et al.*, 2011).

실질적인 인구 추계 결과에서 중요한 점을 몇 가지로 요약하면 다음과 같다. 첫째, 우리나라 전체 인구는 2025년 50,523,902명으로 점진적인 증가를 보이다 2025~6년을 정점으로 감소해 2030년에는 50,430,612명에 이를 것으로 추정된다. 둘째, 추계 전 기간에 걸쳐 대구와 부산의 급격하고도 지속적인 인구 감소와 경기도, 충청남도, 경상남도의 지속적인 인구 증가가 예상된다. 셋째, 동일한 인구 증가 혹은 인구 감소를 보이는 시도라 하더라도 자연적 증가와 사회적 증가가 작동하는 방식에서 서로 다른 특성을 보이는 유형들이 관찰되었다. 넷째, 시도간 이동률은 지속적으로 감소하여 2025~2030년의 경우 약 5%를 기록할 것으로 추정되었다. 다섯째, 서울과 경기, 인천과 경기 간에서 발생하는 흐름이 전 기간에 걸쳐 대략 30~32% 정도를 차지하면서 지배적인 인구이동 흐름을 보일 것으로 추정되었다. 여섯째, 부산-경남간 인구이동의 비중 약화와 경기-충남간 인구이동 비중의 강화가 추정되었다.

본 연구는 위에서 언급한 것과 같은 성과를 거두었음에도 불구하고 향후 연구를 위한 과제 역시 남기고 있다. 첫째, 방법론적인 측면에서 미래 시도간 이동

률의 예측에서 사용된 경향 외삽 기법을 정교화할 필요가 있다. 본 연구에서는 최근 자료에 회귀분석을 적용하여 지수 함수를 도출해 내고 그것을 미래의 이동을 추정에 그대로 사용하였다. 이 방법론의 가장 큰 단점은 이동률의 수렴을 포함하는 다양한 '질적' 가정들을 '양적' 방법론의 틀 속에 제대로 반영하지 못한다는 점이다. 둘째, 방법론의 타당성 검토 측면에서, 본 연구의 방법론을 최근의 사망력, 출산력, 인구이동 데이터에 적용하여 인구 추계를 실시하고 그것을 통계청이 2012년경에 발표할 것으로 예상되는 시도별 장래 인구 추계와 비교할 필요가 있다. 두 결과 간의 면밀한 비교 분석이 이루어진 다음에야 비로소 본 연구가 제안하고 있는 방법론의 타당성이 명백히 드러날 것으로 판단된다.

본 연구는 인구 분석의 한 하위 영역으로서의 인구 추계에서 지리학적 관점이 중요한 역할을 할 수 있다는 문제 의식에 그 토대를 두고 있다. Rogers(1985; 2008)가 지적한 것처럼, 지리학이 인구 연구에서 특별한 기여를 할 수 있다면 그것은 지리학이 다지역 관점을 견지하고 있기 때문이다. 이 다지역 관점의 핵심은 국가 전체의 인구는 기본적으로 공간적으로 분절되어 있으며, 따라서 인구 연구의 핵심은 국가 전체 인구의 변동 양상이 아니라 인구 이동을 통해 상호 연결되어 있는 다지역 인구들의 진화 과정이어야 한다는 것이다. 또한 이러한 관점은 '공간인구학(spatial demography)'(Woods and Rees, 1986; de Castro, 2007) 개념이나 인구학을 '공간적 사회 과학(spatial social science)'으로 규정하는 관점(Voss, 2007)과 맞닿아 있다. 따라서 본 연구는 이러한 관점에 의거한 실증 연구의 한 예로 간주될 수 있을 것이다.

참고문헌

- Ahn, Jong-Wook, 2006, *The prediction of changes in population distribution using Markov chain model in Seoul metropolitan area*, *Capital Region Studies*, 3, 1-18 (in Korean).
- Campbell, P., 1996, *Population Projections for States by*

- Age, Sex, Race, and Hispanic Origin: 1995 to 2050, Report PPL-47, U.S. Bureau of the Census, Washington, DC.
- Champion, T., Fotheringham, S., Rees, P., Boyle, P., and Stillwell, J., 1998, The determinants of migration flows in England: A review of existing data and evidence, Report prepared for the Department of the Environment, Transport and the Regions.
- Champion, T., Fotheringham, S., Rees, P., Bramley, G., et al., 2002, *Development of a Migration Model*, Office of the Deputy Prime Minister, London.
- Cho, Daeheon and Lee, Sang-Il, 2011, **Population projections for Busan using a biregional cohort-component method**, *Journal of the Korean Geographical Society*, 46(2), 212-232 (in Korean).
- Collins, L., 1975, *An Introduction to Markov Chain Analysis, Concepts and Techniques in Modern Geography*, GeoAbstracts, Norwich.
- de Castro, M. C., 2007, **Spatial demography: An opportunity to improve policy making at diverse decision levels**, *Population Research and Policy Review*, 26(5-6), 477-509.
- Feeney, G., 1973, **Two models for multiregional population dynamics**, *Environment and Planning A*, 5(1), 31-43.
- Fotheringham, A. S., Rees, P., Champion, T., Kalogirou, S., and Tremayne, A. R., 2004, The development of a migration model for England and Wales: Overview and modeling out-migration, *Environment and Planning A*, 36(9), 1633-1672.
- Isserman, A. M., 1993, The right people, the right rates: Making population estimates and forecasts with an interregional cohort-component model, *Journal of the American Planning Association*, 59(1), 45-64.
- Kim, Gyeong-Su., 2004, **Prediction of the change in population distribution using non-stationary Markov chain model in the Busan metropolitan area**, *The Journal of Korea Planners Association*, 39(4), 19-30 (in Korean).
- Kim, Gyeong-Su and Jang, Wook, 2003, Prediction of the change in population distribution using stationary Markov chain model in the Busan metropolitan area, *The Journal of Korea Planners Association*, 38(4), 33-46 (in Korean).
- Kim, Hong-Bae, Kim, Jae-Koo, and Lim, Byung-Chul, 2009, Model development for forecasting regional population: Using cohort-component model and Markov Chain model, *The Journal of Korea Planners Association*, 44(6), 139-146 (in Korean).
- Kim, Tai-Hun, Kim, Dong-Hoy, and Jung, Goo-Hyun, 2006, Population projections for small areas in Korea based on the cohort component method, *Journal of the Korean Official Statistics*, 11(2), 1-40 (in Korean).
- Koo, Donghoe., 2007, Spatial patterns of migration in the Busan Metropolitan Area, *Journal of the Korean Geographical Society*, 42(6), 930-939 (in Korean).
- Lee, Hee Yeon, Noh, Seung Chul, and Choi, Eun Young, 2011, Growth pattern and spatial distribution of one-person households by socio-economic demographic characteristics, *Journal of the Korean Geographical Society*, 46(4), 481-501 (in Korean).
- Lee, Sang-Lim and Cho, Young-Tae, 2005, Population projections for lower-level local governments in Korea: Based on Hamilton-Perry methods, *Korea Journal of Population Studies*, 28(1), 149-172 (in Korean).
- Plane, D. A., 1982, An information-theoretic approach to the estimation of migration flows, *Journal of Regional Science*, 22(4), 441-456.
- Plane, D. A., 1993, **Requiem for the fixed-transition-probability migrant**, *Geographical Analysis*, 25(3), 211-223.
- Plane, D. A. and Rogerson, P. A., 1986, Dynamic flow modeling with interregional dependency effects: An application to structural change in the U.S. migration system, *Demography*, 23(1), 91-104.
- Plane, D. A. and Rogerson, P. A., 1994, *The Geographical Analysis of Population with Applications to Planning and Business*, John Wiley Sons, New York.
- Rees, P., Fotheringham, A. S., and Champion, T., 2003, Modeling migration for policy analysis, in Stillwell, J. and Clarke, G., eds., *Applied GIS and Spa-*

- tial Analysis*, John Wiley & Sons, Chichester, 259-296.
- Rogers, A., 1971, *Matrix Methods in Urban and Regional Analysis*, Holden-day, San Francisco.
- Rogers, A., 1985, *Regional Population Projection Models*, Scientific Geography Series, **Vol.4, Sage Publications**, Beverly Hills.
- Rogers, A., 1990, Requiem for the net migrant, *Geographical Analysis*, 22(4), 283-300.
- Rogers, A., 1995, *Multiregional Demography: Principles, Methods and Extensions*, John Wiley & Sons, New York.
- Rogers, A., 2008, **Demographic modeling of the geography of migration and population: A multiregional perspective**, *Geographical Analysis*, 40(3), 276-296.
- Rogerson, P. A. and Plane, D. A., 1984, **Modeling temporal change in flow matrices**, *Papers of the Regional Science Association*, 54(1), 147-164.
- Rowland, D. T., 2003, *Demographic Methods and Concepts*, Oxford University Press, New York.
- Smith, S. K., Tayman, J., and Swanson, D. A., 2001, *State and Local Population Projections: Methodology and Analysis*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Statistics Korea, 2006, *Population Projections for Korea: 2005~2050* (in Korean).
- Statistics Korea, 2007, *Population Projections by Province: 2005~2030* (in Korean).
- Vital Statistics Division of Statistics Korea, 2007, **Guidelines for Population Projections by Province** (in Korean).
- Vital Statistics Division of Statistics Korea, 2011, **Population Projections of Korea: 2010~2060, Press Report** (in Korean).
- Voss, P. R., 2007, Demography as a spatial social science, *Population Research and Policy Review*, 26(5-6), 457-476.
- Willekens, F. and Baydar, N., 1986, Forecasting place-to-place migration with generalized linear models in Woods, R. and Rees, P., eds., *Population Structures and Models: Developments in Spatial Demography*, Allen & Unwin, London, 203-244.
- Wilson, T. and Bell, M., 2004, Comparative empirical evaluations of internal migration models in subnational population projections, *Journal of Population Research*, 21(2), 127-160.
- Wilson, T. and Rees, P., 2005, Recent developments in population projection methodology: A review, *Population, Space and Place*, 11(5), 337-360.
- Woods, R. and Rees, P., eds., 1986, *Population Structures and Models: Developments in Spatial Demography*, Allen & Unwin, London.
- 교신: 이상일, 151-748, 서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 사범대학 지리교육과(이메일: si_lee@snu.ac.kr, 전화: 02-880-9028)
- Correspondence: Sang-Il Lee, Department of Geography Education, **College of Education, Seoul National University**, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-748, Korea (e-mail: si_lee@snu.ac.kr, phone: +82-2-880-9028)

최초투고일 2012. 1. 26.

수정일 2012. 2. 17.

최종접수일 2012. 2. 21.