

# Scenario Analysis of Fertility in Korea using the Fertility Rate Prediction Model

Keewhan Kim<sup>a</sup> · Saebom Jeon<sup>a,1</sup>

<sup>a</sup>Department of Applied Statistics, Korea University

(Received June 29, 2015; Revised July 6, 2015; Accepted July 6, 2015)

---

## Abstract

The low fertility rate and the unprecedented rapid pace of population aging is a significant factor degrading the national competitiveness and the social security system of Korea. The government has implemented various maternity incentives to alleviate the low birth problem; however, the policy seems in effective to solve the problem of low fertility. This study proposes a conditional birth-order specific fertility rate and investigates the policy effects of fertility transition in Korea to provide a basis for more effective policy development. The use of a conditional birth-order specific fertility rate allows for an effective calculation of the change and the effect in total fertility rate than a birth-order specific fertility rate. We compare the effects of the total fertility rate according to various scenarios that enables us to calculate how the total fertility rate can achieve the current multi-child childbirth support policy of the government and estimate how the total fertility rate can be achieved when focusing on the first or second childbirth support policy. We also summarize the research results on policy development for a practical increase in the childbirth that considers the rapid decrease in women of childbearing age (15–49 years) due to continued low fertility and present the number of childbirths in accordance with the total fertility rate.

Keywords: fertility transition, total fertility rate, conditional birth-order specific fertility rate, fertility scenarios

---

## 1. 서론

최근 우리나라의 저출산·고령화 문제는 국가의 가장 중요한 아젠다로 인식될 정도로 심각한 상황이다. 특히 저출산은 생산인구 감소의 근본적인 원인이며, 나아가 국가경쟁력을 약화시키는 요인이 되므로 더 이상 개인의 문제가 아닌 국가적 이슈라 할 수 있다. 출산력은 장기적 관점에서 인구의 증가 및 변동을 결정하는 가장 중요한 요인이므로 국가의 존속을 위해서는 출산에 대한 깊은 이해가 필수적이다. 저출산 문제를 일찍 경험한 프랑스, 스웨덴 등 유럽 각국에서는 저출산을 극복하기 위한 정부 및 학계의 노력이 활발히 이루어져왔다. 특히 Lutz 등 (2006, 2007)은 저출산이 지속되는 현상을 저출산의 덩( low fertility trap) 또는 저출산의 악순환(downward spiral in fertility rates)으로 정의하였고,

---

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2013S1A5B8A01054750).

<sup>1</sup>Corresponding author: Department of Applied Statistics, Korea University, Sejong 339-770, Korea.

E-mail: [alwaysns@korea.ac.kr](mailto:alwaysns@korea.ac.kr)

Kohler 등 (2002, 2006)은 합계출산율이 1.3 미만의 매우 극심히 낮은 출산수준을 초저출산(lowest low fertility)으로 구분하여 논의하였다. 이러한 연구 및 강력한 출산장려정책으로 인해, 최근 상당수 유럽 국가들은 초저출산을 탈피하였으나 한국, 일본을 포함한 동아시아 국가들은 초저출산에서 벗어나지 못하고 있다 (Goldstein 등, 2009). 우리나라는 OECD 국가 중 최장 기간 동안 초저출산을 기록하고 있어 저출산 문제가 매우 심각한데 비해, 가족지원정책 지출예산이 국가예산의 0.3%로 OECD 국가 중 최하위 권을 차지하고 있다. 또한, 이렇게 한정된 자원마저도 여성노동시장 특성이나 사회문화적 배경 등을 고려한 효율적인 지원이 이루어지지 못하여 출산을 제고에 성공하지 못한 것으로 평가되고 있다 (Ministry of Health and Welfare, 2010). 이는 기존의 정부정책의 변화가 필요함을 의미하고, 이를 위해 정부차원 및 학계에서는 저출산을 극복한 각국의 사례 및 정책을 살피는 등 여러 학문적인 노력을 기울이고 있다. 그러나 효율적인 정책 마련을 위해서는, 저출산에 대한 정책적 논의에 앞서 출산현상에 대한 보다 근본적이며 정확한 이해가 필요하다.

출산수준 및 출산현상에 관한 학문적 연구는 크게 미시적 접근과 거시적 접근으로 구분할 수 있다. 우선, 미시적 접근은 주로 개인의 출산행위나 계획에 영향을 미치는 요인을 파악하고 이에 대한 인과관계를 통제 및 증진시킴으로써 예상되는 출산력을 연구한다 (Eun, 2001; Kim, 2007). 반면, 거시적 접근은 외부 정책 효과를 반영하기보다는 출산율의 시계열적 분석을 통해 출산력 변화추이를 파악하고 향후 출산력의 수준을 예측한다 (Choi, 2004; Kim 등, 2006; Park과 Chun, 2004). 출산율 예측을 일반화로그 감마(generalized log gamma; GLG) 모형, PK 모형 등을 이용하여 연령별 출산율 예측까지 확장한 연구 (Jun, 2006; Yoon과 Kim, 2011)도 있었으며 Eom과 Kim (2013)은 출산율에 영향을 미치는 혼인관계를 반영한 연령별 출산 예측 모형을 제안한 바 있다. 전술한 바와 같이 최근의 출산력에 관한 연구들을 주로 합계출산율 예측에 초점이 맞추어져 있다. 이는 장기간 지속된 초저출산 현상의 영향이며, 이런 현상이 얼마나 지속될지에 대한 합리적 근거를 찾기 위한 것으로 판단된다.

Alkema 등 (2011)의 연구에서는 우리나라를 포함한 전 세계적인 출산율 추이가 고출산에서 저출산으로 출산력 패러다임이 크게 변화하였으며 이러한 현상을 출산율 전이단계로 논의하고 있다. 이 연구에 의하면 우리나라는 단계적 전이과정 중 마지막 세 번째 단계에 와있으며 해외 선진국의 사례에서 알 수 있듯이 이를 벗어나기 위한 강력한 정부정책의 지원이 필요한 상황이다. 따라서 출산율 관련 연구는 예측 연구 보다는 현재의 출산수준을 벗어나기 위한 정책적 지원에 관한 연구나 이를 뒷받침할 수 있는 상세한 계량적 연구가 필요하다고 할 수 있다. 이런 관점에서 본 연구에서는 출산율에 대한 이해를 높일 수 있는 지표를 제안하고, 이를 활용하여 이미 초저출산 단계에 머무르고 있는 우리나라의 현재 출산력 상황에서, 한국의 초저출산을 탈피하는 여러 시나리오별 출산율을 예상함으로써 보다 효과적인 정책 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 즉, 본 연구는 초저출산 현상이 지속되고 있는 현 상황에서, 향후 출산율 제고를 위한 정책적 지원이 '누구'를 대상으로, '어느 정도'까지 시행되어야 할 것인지에 관한 내용을 다루었다. 이를 위해 순위별 조건부 출산율을 새로운 출산력 지표로 제안하고 '누구'를 대상으로 '어느 정도'까지 지원이 되어야 하는지를 알기 위하여 다양한 시나리오에 대한 결과를 제시하였다.

본 논문은 총 네 개의 장으로 구성되어 있다. 제2장에서는 조건부 순위별 합계출산율에 대하여 정의하고, 우리나라의 출산력을 다양한 출산율 지표를 통해 파악한다. 또한, 출산율에 대한 모수화모형인 일반화로그감마모형(Generalized Log Gamma model; GLG model)의 모수적합 결과를 통해 조건부 순위별 출산확률을 정의한다. 제 3장에서는 한국의 출산력 변동을 전이단계를 이용하여 설명하는 한편, 이를 반영한 출산 시나리오에 대하여 논의함으로써 다음 물음들에 대한 답을 찾고자 하였다. 총 네 가지 물음을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 저출산을 해소하기 위한 정책적 방향은 누구를 대상으로 할 것인가? 둘째, 순위별 조건부 출산율을 어느 정도 높여야, 합계출산율 증대에 기여할 수 있는가? 셋째, 적정 인구를 유지하거나 생산인구를 증대하기 위한 합계출산율 및 순위별 조건부 출산율 수준은 어느 정도인

가? 넷째, 보다 효과적인 출산정책은 무엇인가? 마지막으로 제 4장에서 결론 및 제언을 정리하였다.

## 2. 한국의 출산력

이 장에서는 한국의 출산력을 다양한 출산율 지표들을 이용하여 살펴보고자 하였다. 특히 출산순위 정보를 활용하여 출산장려정책의 개선방향 및 목표설정을 위한 기초자료로 도움을 줄 수 있도록 출산순위별 출산율 및 조건부 순위별 출산율을 정의하였다. 그런데 출산율에 대한 다양한 시나리오 분석을 위해서는, 출산연령 및 출산률에 대한 시나리오 뿐 아니라, 시나리오상의 출생아가 가입여성 연령에 도달할 때 출생아수를 가입여성인구로 편입시키는 등의 조정을 위하여 연령별 출산율을 기준으로 출산시나리오를 구성해야만 한다. 따라서 연령별 출산율을 모형화하는 GLG 모형의 적합모수를 이용하여 시나리오 분석을 수행하는 것이 적절할 것이다. 이에 따라 본 장에서는 조건부 순위별 출산율 정의와 순위별 출산확률 모수를 이용하여 조건부 순위별 출산확률을 정의하고 이를 토대로 한국의 출산력을 파악하고자 하였다.

### 2.1. 한국의 출산율

한 국가의 출산력을 논의할 때 대표적인 출산지표는 연령별출산율(age-specific fertility rate; ASFR)을 이용한 합계출산율(total fertility rate; TFR)이다. 특히, 시간에 따른 출산력 추이 및 변동을 살펴기 위해서는 코호트합계출산율(cohort total fertility rate)보다는 기간합계출산율(period total fertility rate; PTFR)이 주로 사용되며,  $t$ 년도 기간합계출산율은 해당년도의 연령별출산율을 이용하여 식 (2.1)로 정의된다.

$$PTFR_t = \int_{\alpha}^w ASFR_{x,t} dx = \int_{\alpha}^w \frac{B(x,t)}{N^F(x,t)} dx. \quad (2.1)$$

이때,  $N^F(x,t)$ 은  $t$ 년도  $x$ 세 여성의 수를 의미하며,  $B(x,t)$ 은  $t$ 년도  $x$ 세 여성들의 출생아수를 의미한다. 또한  $\alpha$ 와  $w$ 는 각각 가입기 여성의 최소, 최대 연령을 의미하며, 일반적으로 15세부터 49세를 가입기 여성으로 정의한다. 즉  $t$ 년도 기간합계출산율은  $t$ 년도 가입기 여성의 전체 출산율을 의미한다.

한편, 국가의 출산력을 보다 세부적으로 파악하기 위하여 순위별 출산율을 논의하여 이를 정책에 활용하기도 한다. 출산력을 순위별로 세부적으로 파악하는 것은, 출산순위별로 출산력의 추이나 출산에 미치는 요인이 다를 수 있다는 점에서, 한국의 출산력을 보다 심도 깊게 이해하는 데에 도움을 줄 수 있다. 한국 역시 출산지원금을 출산순위별로 차등지원하거나, 국민연금의 출산크레딧 같이 연금지급에까지 출산순위 정보를 활용하고 있다. 순위별 출산율은 전체 가입여성 중 번째 출산 여성에 대한 비율로, 가입기 여성의 연령별 순위별 출산율(age-order specific fertility rates; AOSFR)을 모든 연령에 대해 누적함으로써 구하기 때문에  $TOFR_i = \sum_{x=15}^{49} AOSFR_{x,n}$ 과 같이 TOFR(total order-specific fertility rate)로 표현되기도 하며, 쌍생아를 고려하지 않는다면 출산 순위가 곧 출생아의 순위이므로 출생의 관점에서 BSFR(birth-order specific fertility rate)라 표현하기도 한다. 본 연구에서는 궁극적으로 출산의 결과인 출생아 인구에 관심이 있으므로 총 순위별 출산율을 BSFR이라 표현하였으나, 이는 곧 TOFR과 동일개념이다. 따라서  $t$ 년도  $n$ 번째 출생아의 순위별 출산율(birth-order specific fertility rate; BSFR)은 연령별 순위별 출산율(AOSFR)을 이용하여 다음의 식 (2.2)와 같이 산출할 수 있다.

$$BSFR_{t,n} = \int_{\alpha}^w AOSFR_{x,t,n} dx = \int_{\alpha}^w \frac{B(x,t,n)}{N^F(x,t)} dx. \quad (2.2)$$

이때,  $B(x,t,n)$ 은  $t$ 년도  $x$ 세 여성으로부터의  $n$ 번째 출생아수를 의미하며,  $\alpha$ 와  $w$ 는 앞의 정의와 같다. 즉  $t$ 년도  $n$ 번째 순위별 출산율은  $t$ 년도 가입기 여성의  $n$ 번째 출산율을 의미한다.

그런데, 출산은 쌍생출산을 고려하지 않는다면, 일반적으로 초산을 경험한 이후에 두 번째 출산을 경험하는 식의 순차적으로 발생한다. 예를 들어, 두 번째 출산을 경험하는 여성은 초산을 경험하는 여성 중에서 발생하며, 즉 초산을 제외한 두 번째 이상의 출산은 실제로는 초산을 경험한 여성을 대상으로 한정된다. 따라서 순위별 출산율을 논의함에 있어서 전체 가임여성을 대상으로 하는 것이 아니라 이전 순위를 경험한 여성을 대상으로 하는 것이 실질적인 순위별 출산의 의미를 가질 것이다. 예를 들어, 가임기 여성의 초산을  $B_1$ 이라고 정의하고 두 번째 출산을  $B_2$ 라고 할 때,  $B_2 \subset B_1$ 이므로 초산을 경험한 여성 중 두 번째 출산을 경험하는 여성에 대한 조건부 확률은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$P(B_2|B_1) = \frac{P(B_2, B_1)}{P(B_1)} = \frac{P(B_2)}{P(B_1)}.$$

이러한 관점에서, 본 연구에서는 기존의 순위별 출산율(BSFR)을 이용하여 조건부 순위별 출산율(conditional birth-order specific fertility rate; CBSFR)을 식 (2.3)과 같이 정의하였다.

$$\text{CBSFR}_{t,n|n-1} = \frac{\text{BSFR}_{t,n}}{\text{BSFR}_{t,n-1}}. \quad (2.3)$$

즉  $t$ 년도  $n$ 번째 조건부 순위별 출산율은 해당년도  $n$ 번째 순위별 출산율과, 이전 순위인  $n-1$ 번째 순위별 출산율의 비율로 정의하였다. 예를 들어,  $\text{CBSFR}_{t,2|1}$ 은 첫째 아 출산 여성 중  $t$ 년도에 둘째 아를 출산하는 비율이 된다. 단,  $\text{BSFR}_{t,0} = 1$ 로 정의한다.

이러한 조건부 순위별 출산개념은, 기존의 출산력 연구에서 출산을 더 진행(progress)하는 여성의 비율을 나타내는 출산순위진행률(parity progression ratios; PPR)과 개념적으로 유사한 부분이 있다. PPR은 일반적으로 센서스 자료를 이용하여 이미 출산을 경험한 여성들이 추가적으로 출산할 가능성을 나타낸다 (Brass, 1985; Sloggett 등, 1994; Preston 등, 2001). 그러나 대부분의 PPR 관련 연구는 한 센서스 내의 연이은 연령 코호트를 비교함으로써 기출산 여성들의 추가출산 가능성을 나타내는 횡단면 연구(one census method)로, 출산력의 급격한 변화를 고려하지 않는다. 즉 PPR은 현재의 AOSFR이 유지될 것이라는 비현실적인 가정 하에서 현재의 AOSFR을 기반으로 추계 PPR을 계산함으로써 추가적인 출산가능성을 논한다. 따라서 기존의 PPR은 출산력이 현재수준으로 유지되는 경우에 도달하는 단순 추계(project) 결과이므로, 한국과 같이 급격한 출산 변동에 대하여 논의하기에는 무리가 있다. 이에 비해 본 연구에서 제시하는 조건부 순위별 출산율은 과거부터 현재까지 관측된 출산관련 기간데이터를 이용하여 직접 계산이 가능하므로 출산의 추이나 변동을 파악하기에 용이하다. 또한 조건부 순위별 출산율은 PPR에 비해 산출과정이 복잡하지 않고 직관적으로도 이해하기 쉽다. PPR은 출산순위가  $n$ 번째 이상인 여성 중 추가로  $n+1$ 번째 이상 출산을 진행하는 여성의 비율을 의미하며, 이는 누적 순위 출산율에 대한 비(ratio)이므로 직관적으로 이해하기에 어렵다. 이와 달리 조건부 순위별 출산율은 각 순위가 바로 다음 순위로 이어지는 출산에 대해 설명하므로 이를 이용하여 한국의 출산력을 살펴보는 것이 보다 명시적이며 현실적이라 할 수 있을 것이다.

앞에서 정의한 출산율들을 이용하여 한국의 출산력을 순위별 출산율 관점으로 살펴보면 다음의 Figure 2.1과 같다. 다음의 순위별 출산율은 통계청에서 제공하는 1981년부터 2013년의 가임인구 및 출생아 수 자료를 이용하여 산출하였으며, Figure 2.1에서 볼 수 있듯이 첫째 아 출산율과 둘째 아 출산율의 양상은 비슷한 것을 알 수 있다. 특히 첫째 아의 경우, 1980년대와 90년대 초반에는 가임여성의 첫째 아 출산율이 약 90% 수준이었는데 비해, 2000년대에 들어 첫째 아 출산율이 약 60% 수준으로 떨어진 것을 볼 수 있다(그림의 음영부분을 중심으로 80년대, 90년대, 2000년대를 나타낸다). 둘째 아 출산율은 1980년대 초반에는 84% 이상이었는데 비해, 2000년대 이후로는 이의 절반수준인 약 40-50% 수준까지 떨어진 것을 볼 수 있다. 셋째 아와 넷째 아의 출산율 감소폭은 첫째 아와 둘째 아의 출산율 감소폭 보다

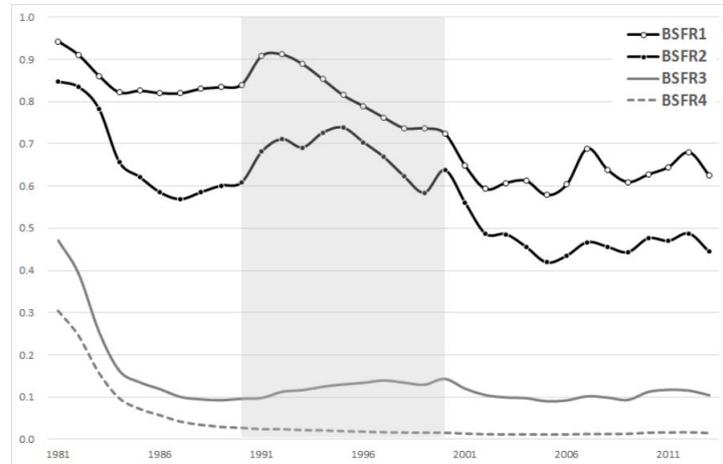


Figure 2.1. Birth-order specific fertility rate of Korea (1981–2013).

매우 크게 떨어진 것을 볼 수 있으며, 이를 통해 정부가 왜 셋째 아 출산부터 지원정책을 폈는지를 짐작할 수 있다.

한편, 이러한 순위별 출산은 쌍둥이와 같은 특별한 경우를 제외하고는 순차적으로 이루어진다. 즉 둘째 아 출산은 첫째 아 출산 경험 이후 이루어진다. 이러한 관점에서, 이전 순위의 출산을 조건으로 하는 조건부 순위별 출산율은 전체 가임 여성을 대상으로 출생아 수를 나타내는 기존 순위별 출산율과는 달라진다. 식 (2.3)에 정의한 것처럼  $CBSFR_{2|1}$ 은 첫째 아 출산을 경험한 여성들의 둘째 아 출산율을 나타내며, 이러한 조건부 순위별 출산율을 그림으로 나타내면 Figure 2.2와 같다.

Figure 2.2에서 보면, 첫째 아 출산 경험자의 둘째 아 출산( $CBSFR_{2|1}$ )은, 첫째 아 출산( $BSFR_1$ )이 감소하는 시기에는 따라서 감소하고, 이후 첫째 아 출산이 증가하면 따라서 증가하는 양상을 보이고 있다. 즉 첫째 아 기반 둘째 아 출산은 대체로 첫째 아 출산이후 약 2–4년의 시차를 보이며 첫째 아 출산의 양상을 따라가는 것을 볼 수 있다. 이는 첫째 아 출산을 경험한 이후 약 2–4년 후 둘째아 출산을 경험하기 때문으로 보인다. 즉, 1992년 첫째 아 출산율이 최고점에 이른 후, 1995년 첫째 아 기반 둘째 아 출산율인  $CBSFR_{2|1}$ 이 최고점에 다다른 것으로 보인다. 이후 2005년 첫째 아 출산율이 최저를 기록한 이후, 2007년 첫째 아 기반 둘째 아 출산율이 최저를 기록하였으며, 2007년 첫째 아 출산율이 고점을 보인 후, 2010년 첫째 아 기반 둘째 아 출산율 역시 고점을 이루는 것을 볼 수 있다. 이러한 양상으로 미루어 볼 때, 2012년 첫째 아 출산율의 소폭상승은 향후 2–4년 내 첫째 아 기반 둘째 아 출산율의 상승으로 이어질 것을 예상할 수 있다.

## 2.2. 일반화로그감마분포모형과 출산확률 모수

출생 자료를 직접 이용하여 추정하는 경우, 부모의 미신고, 영아사망, 자연신고 등의 불완전성으로 인해 출산력이 과소추정될 우려가 있어, 이를 보정하여 추정하는 간접 추정법이 널리 사용된다 (UN Population Division, 1983; Brass, 1964). 우리나라의 동태자료는 대체로 완결성이 높은 편으로 신뢰할만하다고 여겨지나, 본 연구는 한국의 출산력에 대해 보다 상세하고도 안정적으로 추정하여 연도별 연령별 출산율 뿐 아니라 연도별 출산확률 및 평균출산연령 등을 파악하고, 이를 이용하여 한국의 출산력에 대한 시나리오 분석을 수행하기 위하여 출산율 모형을 이용하여 출산력을 추정하였다. 연령별 출산율 적

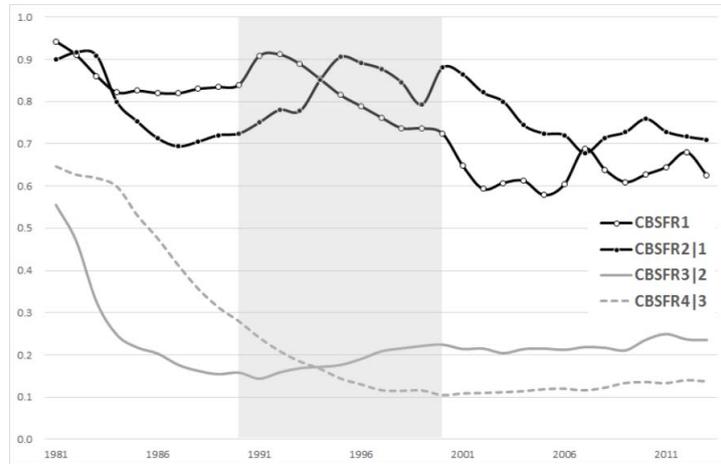


Figure 2.2. Conditional birth-order specific fertility rate of Korea (1981–2013).

합에 사용할 수 있는 모형들 중 통계청에서 장래인구추계에서 사용하고 있고, 우리나라에서 적지 않은 연구가 이루어진 일반화로그감마(generalized log gamma; GLG) 모형이다 (Kaneko, 2003; Jun, 2006; Yoon과 Kim, 2011; Eom과 Kim, 2013). GLG 모형은 CM 초혼모형 (Coale-McNeil, 1972)을 일반화한 모형으로 출산수준, 출산 중심연령, 출산연령의 표준편차 등을 나타내는 모수로 구성되므로 모수 추정 결과에 대한 직관적인 이해 및 해석이 용이하다는 장점이 있어 본 논문에서도 GLG 모형을 이용하여 순위별 출산율을 적합하였다.

$$f_n(x) = c_n \gamma(x; u_n, b_n, \lambda_n), \quad (2.4)$$

$f_n(x)$ 를  $x$ 세 여성의  $n$ 번째 아 출산율로 놓으면, GLG 모형은 식 (2.4)로 정의한다.  $c_n$ 은  $n$ 번째 출산의 수준 및 크기를 나타내는 모수로  $0 < c_n < 1$  범위 내의 값을 가져, 통상적으로 출산확률로 통용된다(이하 출산확률이라 명명하겠다). 즉, 식 (2.4)에서 연령별 출산율은 출산확률과 출산연령에 따른 변화의 곱으로 나타낼 수 있으며 출산연령에 따른 변화인  $\gamma(x; u_n, b_n, \lambda_n)$ 는 식 (2.5)로 정의된다.

$$\gamma_n(x; u_n, b_n, \lambda_n) = \frac{|\lambda_n|}{b_n \Gamma(1/\lambda_n^2)} \left( \frac{1}{\lambda_n^2} \right)^{\lambda_n^{-2}} \exp \left[ \frac{1}{\lambda_n} \left( \frac{x - u_n}{b_n} \right) - \frac{1}{\lambda_n^2} \exp \left( \lambda_n \frac{x - u_n}{b_n} \right) \right], \quad (2.5)$$

여기서  $u_n$ 은  $n$ 번째 출산 여성들의 중심연령,  $b_n$ 은  $n$ 번째 출산연령의 표준편차를 의미하므로,  $15 < u_n < 49$ ,  $0 < b_n < \infty$  범위 내에서 존재한다.  $\lambda_n$  ( $-\infty < \lambda_n < 0$ )는 출산순위별 효과를 나타내는 모수이며 상대적으로 안정된 값을 가지므로 주로 고정시켜 추정한다 (Kaneko, 2003). 본래 GLG 모형은 코호트합계출산율을 적합하는 모형으로 소개되었으나, 코호트합계출산율이 갖는 계열의 불안정성으로 인해 기간합계출산율로 대체하여 사용하는 것도 가능하다. 기간합계출산율로부터 추정된 GLG 모형의 모수 역시 코호트합계출산율로부터 추정된 모수와 동일하게 해석할 수 있다. 즉,  $c_1$ 은 가임여성들의 초산확률,  $c_2$ 은 가임여성들의 둘째 아 출산확률이 된다. 출산확률에 대한 관점을 확장하기 위해 식 (2.3)을 적용해 보자. 쌍둥이 출산을 제외하고는 첫째 아 출산이 없는 둘째 아 출산은 없다. 그러므로 둘째 아 출산율의 분모를 가임여성의 인구로 놓지 않고 첫째 아 출산 경험자로 놓는 것이 더 정확한 의미를 전달할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 식 (2.3)에서 정의했던 것처럼 연령별 출생확률을 전체 가임여성이나 아닌 이전 출산을 경험한 가임여성을 조건으로 하는 조건부 순위별 출산확률인  $c_{n|n-1}$ 을 제

**Table 2.1.** Parameter Estimates of probability for BSFR and CBSFR

Year	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_1$	$c_{2 1}$	$c_{3 2}$	$c_{4 3}$
1981	0.9181	0.8314	0.4652	0.3013	0.9181	0.9056	0.5596	0.6477
1991	0.8820	0.6763	0.0973	0.0237	0.8820	0.7667	0.1438	0.2437
2001	0.6207	0.5517	0.1189	0.0131	0.6207	0.8888	0.2155	0.1099
2011	0.6143	0.4577	0.1160	0.0158	0.6143	0.7451	0.2535	0.1362
2013	0.5972	0.4317	0.1029	0.0144	0.5972	0.7228	0.2383	0.1396

BSFR = birth-order specific fertility rate; CBSFR = con-ditional birth-order specific fertility rate.

안하였다. 이때 각 순위별 출산확률 모수  $c_n$ 은 그 자체로  $n$ 번째 순위이하를 포함하는 결합확률(joint probability)로 볼 수 있으므로, 조건부 순위별 출산확률 모수  $c_{n|n-1}$ 는 각 순위별 출산확률 모수  $c_n$ 을 이용하여 식 (2.6)과 같이 구할 수 있다. 예를 들어,  $c_{2|1}$ 는 초산한 여성 중에서 둘째 아까지 출산할 확률을 의미하며, 가입여성 중에 첫째 아를 출산할 확률을 분모로, 가입여성 중에 둘째 아를 출산할 확률을 분자로 갖는  $c_2/c_1$ 로 구할 수 있다. 이때 분자와 분모의 출산확률  $c_2, c_1$ 이 각각 가입여성을 기반으로 하는 확률이므로 분모와 분자의 가입여성은 상쇄되고, 결국 첫째 아 출산을 기반으로 하는 둘째 아 출산인 조건부 순위별 출산확률이 된다.

$$c_{n|n-1} = \frac{c_n}{c_{n-1}}. \tag{2.6}$$

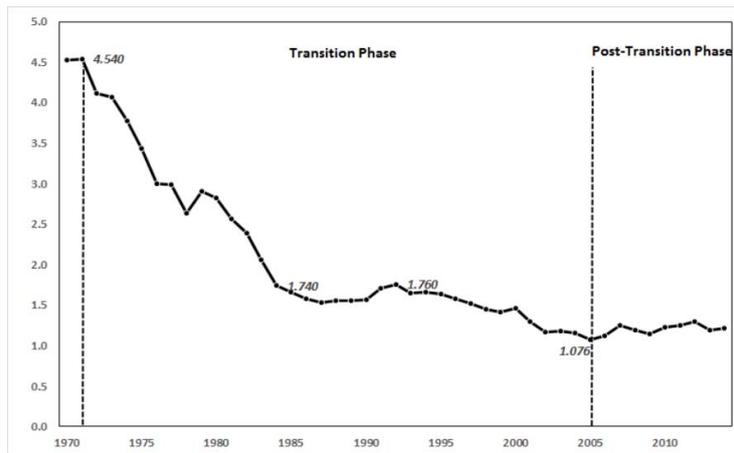
한편, 각 연도의 연령별 출산율 자료를 그대로 사용하여 추정하면, 연령별 출산율 계열 내에 존재하는 변동으로 발생할 수 있는 GLG 모형의 모수 추정값이 안정적이지 못하다. 본 연구는 이러한 추정과정의 불안정성을 피하기 위해서, 통계청의 생명표 작성과정에도 주로 사용되는 보정방법 중 하나인 9차 그레빌 보정을 실시하였다 (Greville, 1981; Shiu, 1984; Park 등, 2009). Table 2.1은 GLG 모형으로 추정된 순위별 출산확률 모수와 이를 이용한 조건부 순위별 출산확률을 나타내며 10년 단위로 나누어 정리하였다.

Table 2.1에서  $c_n$ 은 가입여성의  $n$ 번째 아 출산확률을 의미하며,  $c_{n|n-1}$ 은 조건부 순위별 출산확률로  $n - 1$ 번째 아 출산 경험자의  $n$ 번째 아 출산확률을 의미한다. 이때 출산순위  $n$ 은  $n = 1, 2, 3, 4$ 로 각각 첫째 아, 둘째 아, 셋째 아, 넷째 아 이상을 의미한다. 첫째 아의 경우, 이전순위가 존재하지 않으므로  $c_{1|0}$ 은  $c_1$ 과 같으며,  $c_1$ 이 1981년 0.92에서 2013년 약 0.6으로 2/3 수준으로 떨어진 것을 알 수 있다. 둘째 아의 경우 2013년  $c_2$ 는 0.43으로 1981년에 대비 약 50% 수준으로 줄어든 반면,  $c_{2|1}$ 은 0.72로 1981년의 약 80% 수준이 유지되는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 현상은 확률의 크기에서는 차이가 있으나 셋째 아, 넷째 아에서도 유사하게 나타나고 있다. 2000년대 들어,  $c_{3|2}$ 와  $c_{4|3}$ 가 다소 증가한 것을 볼 수 있는데, 이는 미약하지만 셋째 아 이상 출산을 지원하는 정책의 효과인 것으로 보인다. Table 2.1의 결과를 전체적으로 보면 둘째 아 이상의 출산율도 줄어들고는 있지만 합계출산율 감소의 가장 큰 원인은 첫째 아 출산감소인 것을 알 수 있다. Table 2.2는 GLG 모형으로 추정된  $n$ 번째 순위별 출산 중심연령( $u_n$ )과 연령의 표준편차( $b_n$ )를 정리한 것이다. 출산 중심연령에 대한 모수 추정 결과를 보면, 초산 중심연령이 과거 1981년에는 23세였던 것이 2013년은 약 29세로 6세정도 지연된 것을 볼 수 있다. 둘째 아 출산 중심연령 역시 약 25세에서 약 32세로 7세정도 지연되었음을 알 수 있다. 넷째 아의 출산 중심연령은 약 31세에서 약 35세로 평균 3세정도 지연된 것을 볼 수 있는데, 연령의 표준편차 역시 줄어든 것으로 보아, 출산지연의 정도가 적다기 보다는 고령 출산에 대한 부담으로 넷째 아 출산을 포기하였기 때문으로 보인다. GLG 모수의 추정결과, 만혼으로 인하여 초산이 지연되는 현상과 고령 출산에 대한 부담으로 인한 셋째 아 이상의 다자녀 출산회피가 복합적으로 나타나는 현실을 관찰할 수 있다.

**Table 2.2.** Parameter estimates of average childbirth age and its variation for BSFR

Year	$u_1$	$b_1$	$u_2$	$b_2$	$u_3$	$b_3$	$u_4$	$b_4$
1981	23.44	3.04	25.44	3.11	27.67	3.34	31.20	4.42
1991	25.00	2.80	27.19	2.95	29.67	3.57	32.67	4.46
2001	26.76	3.03	28.81	3.15	31.47	3.59	33.68	4.04
2011	29.32	3.47	31.39	3.31	33.06	3.57	34.77	4.13
2013	29.86	3.56	31.79	3.38	33.42	3.56	34.90	4.02

BSFR = birth-order specific fertility rate.

**Figure 3.1.** Total fertility rate in Korea (1970–2013).

### 3. 한국의 출산력을 전이단계 및 시나리오 분석

#### 3.1. 한국의 출산율 전이단계

Alkema 등 (2011)은 출산력의 변동, 특히 과거의 고출산 단계에서 현재의 저출산 단계로 출산율이 변천되는 과정을 출산력 전이단계(evolution of fertility)로 설명하고 있다. 이 논문에 따르면 출산율의 사전전이단계(Pre-transition Phase)는 높은 수준의 출산율에서 변화하며, 출산율 전이가 시작되지 않은 단계이며, 출산율 전이단계(Transition Phase)는 높은 수준의 출산율에서 낮은 수준의 출산율로 전이가 발생하는 단계를 나타낸다. 마지막 단계인 출산율의 사후전이단계(Post-transition Phase)는 인구대체 수준에 미치지 못하는 낮은 출산율에서 변동이 지속되는 단계가 된다.

Figure 3.1에 나타난 1970–2013년의 한국의 출산력(KOSIS)을 살펴보면, 한국의 출산력 역시 Alkema 등 (2011)이 정의한 출산 전이 단계의 관점에서 구조적인 변동을 보이고 있음을 알 수 있다. Figure 3.1을 보면, 1971년 당시에는 4.54 수준이었던 한국의 합계출산율은 이후 강력한 출산억제 정책으로 인해 합계출산율이 지속적으로 급감하는 양상을 보이므로, Alkema 등 (2011)의 정의에 따라 합계출산율이 급감하기 전인 1970년 이전을 사전전이단계로 간주할 수 있다.

본 연구에서는 전이단계의 구분을 반영하여 합계출산율의 변동을 분석하고자 하였으나, KOSIS에서는 사전전이단계 시기의 순위별 합계출산율 자료가 제공되지 않아 분석에 고려하지 않았다. 따라서 실제 분석자료는 KOSIS에서 제공되는 1981년 이후의 자료를 이용하였으며, Figure 3.2에 나타난 바와 같이, 출산율이 크게 변동하는 전이단계 및 사후전이단계로 구분할 수 있었다. 이때 전이단계는 전이단계의

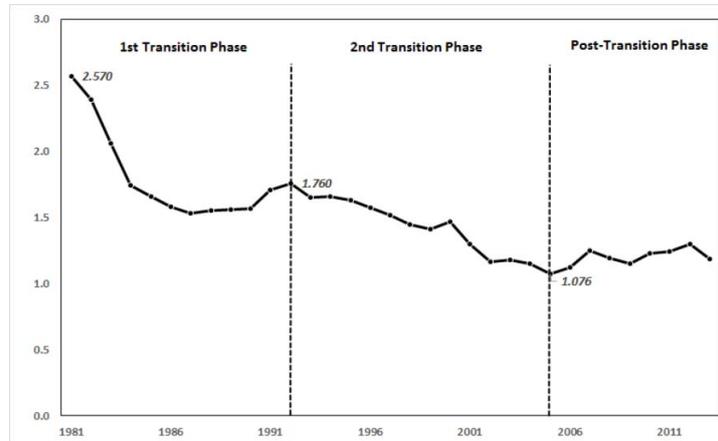


Figure 3.2. Total fertility rate and its transition in Korea (1981–2013).

출산을 감소 속도를 고려하여 1차 전이단계와 2차 전이단계로 구분하였으며, 사후전이단계는 낮은 수준의 출산율의 변동이 지속되고 있는 2005년 이후로 보았다.

Figure 3.2를 자세히 보면, 1984년 1.74까지 떨어진 후 아시안게임, 올림픽을 치루며 경기호황을 거치면서 1992년 1.76까지 다시 상승하는 모습을 보이는데, 이 기간을 1차 전이단계로 구분하였다. 이후 1992년을 정점으로 합계출산율을 감소하기 시작하며 IMF 등 경기불황을 겪으며 2005년 1.076으로 최저점을 기록하는 이 기간을 2차 전이단계로 구분하였다. 결국 우리나라는 1, 2차 전이단계를 거치면서 34년 동안 합계출산율이 4.54에서 1.076으로 급격히 감소하였다. 이후 기간은 사후전이단계로 구분하였으며, 저출산 문제에 대한 출산장려정책 등 국가적 노력이 있었으나 정책의 효과를 보지 못하고 약한 증감을 반복하고 있다.

### 3.2. 출산 전이단계를 고려한 순위별 출산율 시나리오 구성

정부는 합계출산율을 높이기 위해 셋째 아 이상의 출산에 대한 지원과 육아에 대한 여러 정책을 시행해 왔지만 합계출산율은 증가세로 돌아서지 않아 출산 및 육아지원 정책은 성공적이지 못한 것으로 평가된다. 합계출산율의 반등을 위해서는 당연히 첫째 아부터 출산지원을 해야겠지만 비용을 고려한다면 무작정 시행할 수 있는 정책은 아니다. 따라서 한국의 초저출산 문제를 해소하기 위해서는, 한정된 출산정책 자원을 “누구를 대상으로 지원할 것인가?” 또한 “어느 정도까지 출산율을 높여야 할 것인가?”에 대한 세세한 계량적 분석이 선행되어야 하지만 아쉽게도 이런 연구는 아직 찾아볼 수가 없다. 따라서 이 절에서는 순위별 출산확률과 조건부 순위별 출산확률을 이용하여 구성된 시나리오를 바탕으로 출산율 변화로 인한 효과를 분석하였다. 시나리오 구성은 순위별 출산율 및 순위별 출산확률의 모수 시계열에 보이는 급격한 변동, 즉 출산율 전이단계를 고려하여 설정하였다. 또한 출산율 전이가 이루어지는 시점은 각 순위별로 다를 수 있음을 고려하여, 출산율 전이단계를 순위별로 살핀 결과, 모든 순위별 출산확률 추이에 구조적 변화가 존재함을 알 수 있었다.

즉, 첫째 아 출산확률( $c_1$ )의 경우, 1980년대는 첫째 아 출산확률이 상당히 높은 고출산 시기, 1990년대는 첫째 아 출산확률이 뚜렷이 감소하는 전이단계, 2000년대 이후는 첫째 아 출산확률이 대체로 낮은 수준으로 유지되는 저출산 시기의 3단계로 구분할 수 있다. 첫째 아 기반 둘째 아 출산확률( $c_{2|1}$ )의 경우, 첫째 아 출산확률의 증감시기에 약 2-3년 후행하는 1980년대부터 1994년까지 전이 전 단계, 1995년부터

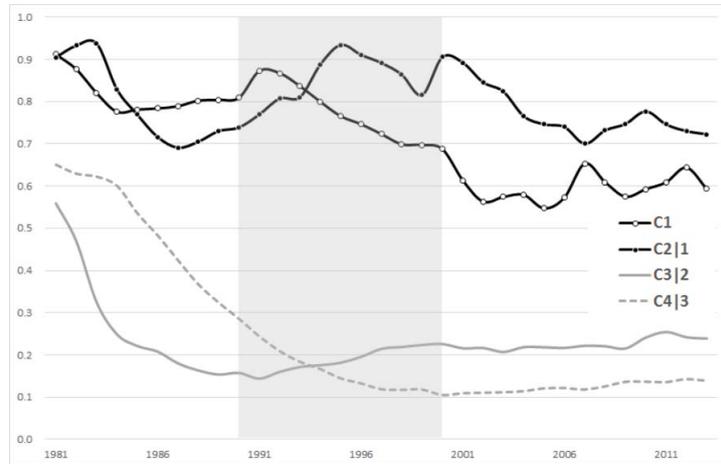


Figure 3.3. Transition phases of conditional probabilities of birth-order fertility.

터 2000년까지 전이 단계, 2000년 이후 전이 후 단계로 구분할 수 있으며, 둘째 아 기반 셋째 아 출산확률( $c_{3|2}$ )의 경우, 1981년부터 1989년까지의 전이 단계를 거친 후, 1990년부터 1999년까지의 소폭 상승하는 시기, 2000년 이후의 정체시기로 구분할 수 있다. 셋째 아 기반 넷째 아 이상 출산확률( $c_{4|3}$ )의 경우 역시 1990년대까지의 전이 단계와, 2000년대 이후의 전이 후 단계로 구분할 수 있다. Figure 3.3에서 합계출산율이 1.3미만으로 초저출산시기에 진입한 2000년 이후만을 살펴보면, 첫째 아 출산확률인  $c_1$ 은 2007년 최저점을 거친 후 증감을 반복하며 다소 상승하는 추세를 보이고,  $c_{2|1}$ 은 2005년 최저점을 거친 후 증감을 반복하지만  $c_1$ 과 마찬가지로 다소 상승하는 추세를 보이고 있다.  $c_{3|2}$ 와  $c_{4|3}$ 는 2000년 이후 미약하지만 소폭 상승하는 추세를 보인다. Figure 3.3의 함의는 Table 2.1과 함께 보면 명확하게 드러난다. 1981년 2.57이었던 합계출산율이 2013년 1.187까지 떨어진 이유는 둘째 아 이상의 출산이 줄었기 때문이 아니라, 첫째 아 출산이 줄어들었기 때문이다. 이러한 사실은 이미 알려진 것이지만 Figure 3.3와 Table 2.1을 통해 이를 계량적으로 확인할 수 있다.  $c_{3|2}$ 와  $c_{4|3}$ 는 증가 하더라도 합계출산율 증가에 미치는 영향이 미미하므로  $c_2$ 와  $c_{2|1}$ 의 경우를 살펴보도록 하자. Table 2.1을 보면  $c_2$ 는 0.831(1981)에서 0.432(2013)로 약 48% 감소하였지만,  $c_{2|1}$ 은 0.906(1981)에서 0.723(2013)로 약 20%만 감소한 것을 알 수 있다. 첫째 아 출산을 경험한 경우 둘째 아를 출산할 확률이 순위별 출산확률에서 보듯이 절반 수준으로 크게 감소한 것이 아니라 과거에 비하여 감소하기는 하였지만 여전히 상당수는 첫째 아 출산이 둘째 아 출산으로 연결되고 있음을 알 수 있다.

그러므로 순위별 출산확률만을 보면, 큰 폭으로 하락한 셋째 아(78% 감소)와 넷째 아(95% 감소) 출산율을 높임으로써 합계출산율 증가가 가능할 것으로 볼 수 있는데, 이러한 잘못된 판단으로 다수의 출산 비경험자가 아닌 기 출산 경험자에게만 집중하는 비효과적인 출산지원정책으로까지 연결된 것으로 보인다. 순위별 출산확률의 또 다른 문제점은 셋째 아 이상에 대한 출산지원정책을 폈을 때 정책의 효과 즉, 합계출산율이 어디까지 증가하는지를 계산하는 것이 명확하지 않다는 것이다. 반면 조건부 순위별 출산확률을 사용하면 정책 효과를 명확하게 산출할 수 있다.

따라서 본 연구는 출산 순위별로 출산확률의 차별적 효과를 살펴보기 위하여, 순위별 출산확률뿐 아니라 조건부 순위별 출산확률, 평균 출산연령 등 모수 변동에 따라 출산율이 어떻게 변화하는지, 시나리오에 따라 출산율 예측 및 분석을 실시하였다. 이때 각 전이단계의 조건부 순위별 출산확률을 시나리오에 반영하기 위해 경험적 최대 출산율을 사용하였다. 각 전이단계의 경험적 최대 출산율의 정의는 식 (3.1)과

**Table 3.1.** Maximal conditional probabilities for transition phases ( $\max(c_{n|n-1,t})$ )

Transition Phase	$c_1$	$c_{2 1}$	$c_{3 2}$	$c_{4 3}$
1 <sup>st</sup> transition phase	0.9181	0.9305	0.5596	0.6477
2 <sup>nd</sup> transition phase	0.8790	0.9298	0.2535	0.2847
Post-transition phase	0.6568	0.9018	0.2535	0.1431

같다.

$$\max(c_{n|n-1,t}), \quad t = 1 \dots T_1 \dots T_2 \dots T \tag{3.1}$$

여기서,  $n$ 은 출산순위를 나타내고,  $1 \leq t \leq T_1$ 은 1차 전이기간,  $T_1 + 1 \leq t \leq T_2$ 는 2차 전이기간,  $T_2 + 1 \leq t \leq T$ 는 사후 전이기간을 나타낸다.

Table 3.1은 1981년부터 2013년까지의 식 (3.1)을 정리한 것으로 경험적 최대 출산확률이 각 순위별, 전이 단계별로 다른 것을 알 수 있다. 이에 따라 다음과 같이 조건부 순위별 출산확률에 따른 시나리오를 작성하고, 각 시나리오별로 순위별 출산확률이 변화가 합계출산율에 어떤 영향을 주는 지를 살펴보았다.

$S\_id$	Scenarios	Reference
$S(n)P1$	Set the $c_{n n-1}$ as the maximal value of 1 <sup>st</sup> transition for $\geq n$	Set the others
$S(n)P2$	Set the $c_{n n-1}$ as the maximal value of 2 <sup>nd</sup> transition for $\geq n$	to be values of
$S(n)PP$	Set the $c_{n n-1}$ as the maximal value of post-transition for $\geq n$	2013
$S(n)T$	Set the $c_{n n-1}$ as the theoretical maximal value	

Table 3.2는 시나리오에 따라 조건부 순위별 출산확률을 조절하였을 때 얻어지는 순위별 출산율과 합계출산율을 정리한 것이다. 조건부 순위별 출산확률에서 순위별 출산율, 합계출산율을 구하기 위해서는 연령별 출산율을 계산하는 단계를 거쳐야 하며 이때 필요한 GLG 모형의 모수( $u_n, b_n, \lambda_n$ )는 2013년의 추정결과를 사용하였다.

Table 3.2의 구성이 복잡하므로 이를 보기에 앞서, 우선  $S(4)PP$ 의 예로 시나리오와 결과를 설명하도록 하겠다. 이 시나리오는  $c_1-c_{3|2}$ 는 2013년의 값으로 놓고  $c_{4|3}$ 은 사후 전이단계에서의 최대값 (Table 3.1)으로 바꾸어 놓고 순위별 출산율과 합계출산율을 계산한 것이다. 이것의 의미는 2013년 출산력을 기준에서 넷째 아의 출산이 사후 전이단계의 최대값으로 상승한다면, 순위별 출산율( $BSFR_1-BSFR_4$ )과 합계출산율( $TFR$ )이 어디까지 상승하는지를 산출한 것이다.  $S(4)P2$ 와  $S(4)P1$ 는 넷째 아의 출산확률  $c_{4|3}$ 에 대한 시나리오를 각각 2차 전이단계와 1차 전이단계의 최대값으로 바꾸어 놓은 것만 차이가 난다. 마지막으로  $S(4)T$ 는  $c_{4|3}$ 의 이론적 최대값인 1(셋째 아 출산경험자 모두가 넷째 아를 낳는 경우)로 바꾸어 놓은 것이다. 그러므로  $S(4)PP-S(4)P1$ 는  $c_{4|3}$  값을 전이단계별 최대값으로 증가시키는 시나리오에 따라 순위별 출산율과 합계출산율의 변화를 산출한 것이며,  $S(4)T$ 는 셋째 아 출산율 경험한 모든 여성이 넷째 아를 출산하는 것을 가정한 시나리오로 넷째 아 출산 지원을 통해 얻을 수 있는 최대의 효과를 알 수 있다. 이제 Table 3.2의 내용을 살펴보도록 하자.  $S(4)PP-S(4)T$ 를 보면 셋째 아 출산여성의 넷째 아 출산확률인  $c_{4|3}$ 을 현재수준인 0.140에서 0.143-1.000까지 증가시킨다면, 모수적합 결과 넷째 아 출산율이 현재보다 증가하기는 하나, 합계출산율에의 효과는 미미하여 초저출산을 벗어나지 못하는 것으로 나타났다.

다음으로  $S(3)PP-S(3)T$ 를 보면 둘째 아 출산여성의 셋째 아 출산확률인  $c_{3|2}$ 를 현재수준인 0.238에서 0.253-1.000으로 증가시킨다면, 모수 적합결과 셋째 아 출산율이 현재의 0.1045에서 0.239, 0.428까지 증가하고, 합계출산율은 경험적으로는 최대 1.416, 이론적으로는 최대 1.758까지 증가할 것으로 예상

**Table 3.2.** Birth-order specific fertility rate and Total fertility rate for each scenario

	Scenarios				BSFR <sub>1</sub>	BSFR <sub>2</sub>	BSFR <sub>3</sub>	BSFR <sub>4</sub>	TFR
	$c_1$	$c_{2 1}$	$c_{3 2}$	$c_{4 3}$					
<i>S(4)PP</i>	0.597	0.723	0.238	0.143	0.593	0.429	0.102	0.015	1.138
<i>S(4)P2</i>	0.597	0.723	0.238	0.285	0.593	0.429	0.102	0.021	1.145
<i>S(4)P1</i>	0.597	0.723	0.238	0.648	0.593	0.429	0.102	0.066	1.190
<i>S(4)T</i>	0.597	0.723	0.238	1.000	0.597	0.432	0.103	0.102	1.234
<i>S(3)PP</i>	0.597	0.723	0.253	0.143	0.593	0.429	0.109	0.016	1.146
<i>S(3)P2</i>	0.597	0.723	0.253	0.285	0.593	0.429	0.109	0.023	1.153
<i>S(3)P1</i>	0.597	0.723	0.560	0.648	0.593	0.429	0.239	0.155	1.416
<i>S(3)T</i>	0.597	0.723	1.000	0.143	0.593	0.429	0.428	0.308	1.758
<i>S(2)PP</i>	0.597	0.902	0.253	0.143	0.593	0.537	0.136	0.019	1.286
<i>S(2)P2</i>	0.597	0.930	0.253	0.285	0.593	0.554	0.141	0.029	1.317
<i>S(2)P1</i>	0.597	0.930	0.560	0.648	0.593	0.556	0.311	0.202	1.661
<i>S(2)T</i>	0.597	1.000	0.238	0.143	0.593	0.593	0.478	0.308	1.972
<i>S(1)PP</i>	0.657	0.902	0.253	0.143	0.697	0.631	0.160	0.023	1.512
<i>S(1)P2</i>	0.879	0.930	0.253	0.285	0.867	0.810	0.206	0.043	1.927
<i>S(1)P1</i>	0.918	0.930	0.560	0.648	0.912	0.855	0.478	0.310	2.555
<i>S(1)T</i>	1.000	0.723	0.238	0.143	1.000	0.938	0.478	0.340	2.755

\* (Reference = 2013)  $c_1 = 0.597$ ,  $c_{2|1} = 0.723$ ,  $c_{3|2} = 0.238$ ,  $c_{4|3} = 0.140$ .

BSFR = birth-order specific fertility rate; TFR = total fertility rate.

되어 초저출산을 탈피할 수 있을 것으로 기대된다. 만약 출산장려정책을 둘째 아 지원으로 확장한다면 *S(2)PP-S(2)T* 시나리오에 따라 경험적 합계출산율이 최대 1.66까지 증가할 것으로 예상되고, 마지막으로 첫째 아 이상의 조건부 순위별 출산확률을 모두 조정하는 *S(1)PP-S(1)T* 시나리오에 의하면 경험적 합계출산율이 최대 2.55까지 증가하는 것을 알 수 있다. 결국 이 실험을 통해 확인할 수 있는 것은 다 자녀 출산확률 즉, 셋째 아와 넷째 아 출산지원 정책으로는 합계출산율 증가에 영향을 끼치지 못한다는 것이다.

### 3.3. 출산 시나리오별 출생아수 예측

Table 3.2에서 각 시나리오별로 순위별 출산율과 합계출산율에 대하여 논의하였다. 그런데, 저출산의 정의대로 합계출산율이 1.5 이상이면 과연 저출산 문제가 해소되는 것인지에 대해서는 다시 생각해 보아야 할 필요가 있다. 왜냐하면, 이미 20년 이상 저출산이 지속되어 가입여성의 수가 줄어든 상황에서 합계출산율 1.5를 넘어선다고 해서 국가의 경쟁력, 더 나아가 국가의 존속을 위한 적정인구를 유지하기는 힘들기 때문이다. 이런 점에서 보면, 정부정책의 목표를 합계출산율 상승에 두는 것 보다 적정 인구의 유지, 혹은 적정 출생아수의 유지 관점에서 보는 것이 적절할 것이다.

이에 따라, 이 절에서는 앞서 설정한 시나리오별 모수를 이용하여 향후 출생아수를 예측해보았다. 이때, 출산 시나리오별 출생아수는, 각 시나리오에서 구해지는 순위별 출산확률  $c_n$ 과 나머지 모수  $u_n, b_n, \lambda_n$ 을 GLG 모형에 넣어 줌으로써 연령별 출산율을 산출하고, 통계청의 여성 연령별 장래인구 추계 결과 중 가입인구를 기반으로 시나리오별 출생아수를 2045년까지 30년을 예측하였다. 예측 시  $c_{n|n-1}$  값은 시나리오에 따라 변화되는 값을 적용하였으나,  $u_n, b_n, \lambda_n$ 는 2013년 추정값을 그대로 적용하였다. 또한 출산확률에 따라 변하게 되는 가입여성의 수도 반영하여 출생아 수를 구하였다.

앞서 살펴본 바와 같이, 출산율을 설명하는 주요한 모수는 출산확률과 출산연령으로 볼 수 있다. 주요 모수들의 조건이 달라지는 경우 출산율의 변화를 살펴보기 위하여 시나리오 분석은 크게 출산확률에 관

**Table 3.3.** Number of births for each scenario (number of birth in 2013 = 435,638)

	Scenarios				2030	2035	2040	2045
	$c_1$	$c_{2 1}$	$c_{3 2}$	$c_{4 3}$				
$S(4)PP$	0.597	0.723	0.238	0.143	352,938	298,033	273,381	266,406
$S(4)P2$	0.597	0.723	0.238	0.285	357,864	302,434	277,179	269,951
$S(4)P1$	0.597	0.723	0.238	0.648	370,481	313,706	286,908	279,037
$S(4)T$	0.597	0.723	0.238	1.000	382,751	324,669	296,371	287,880
$S(3)PP$	0.597	0.723	0.253	0.143	355,453	300,212	275,281	268,224
$S(3)P2$	0.597	0.723	0.253	0.285	360,692	304,893	279,320	271,995
$S(3)P1$	0.597	0.723	0.560	0.648	449,167	382,555	346,799	336,076
$S(3)T$	0.597	0.723	1.000	0.143	559,030	478,706	430,580	416,321
$S(2)PP$	0.597	0.902	0.253	0.143	401,915	339,488	310,607	302,624
$S(2)P2$	0.597	0.930	0.253	0.285	416,051	351,764	321,438	312,981
$S(2)P1$	0.597	0.930	0.560	0.648	531,627	453,205	409,719	397,152
$S(2)T$	0.597	1.000	0.238	0.143	559,868	477,405	431,297	418,166
$S(1)PP$	0.657	0.902	0.253	0.143	444,803	375,788	344,041	335,361
$S(1)P2$	0.879	0.930	0.253	0.285	629,193	532,441	488,014	476,697
$S(1)P1$	0.918	0.930	0.560	0.648	847,004	722,638	655,811	639,900
$S(1)T$	1.000	0.723	0.238	0.143	930,878	794,352	721,569	705,564
2013년	0.597	0.723	0.238	0.140	265,281	223,635	206,928	202,078

련한 분석, 출산연령에 관련한 분석으로 구분하여 합계출산율을 예측하였다. 첫 번째, 출산확률의 효과를 파악하기 위하여 출산확률 이외의 모수  $u_n$ 과  $b_n$ 은 고정하고 조건부 순위별 출산확률은 시나리오대로 적용하여 출생아수를 예측하였다. 두 번째로, 출산지연 및 기피현상이 출산연령과 관련이 있다는 점에서, 평균 출산연령 변화에 따라 출생아 수가 어떻게 변화하는지를 파악하기 위하여, 각 순위별 평균 출산연령을 각 전이단계별 최소수준으로 앞당기고, 출산확률 등 나머지 모수들은 고정하여 출생아수를 예측하였다. 그러나 예측 결과 출산확률의 변동 없이 출산연령만을 앞당기는 것만으로는 출산율 및 출생아수 증대에 큰 영향을 주지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 출산연령과 관련된 시나리오 분석 결과는 제시를 생략하고 첫 번째 경우인 출산확률 시나리오들을 중심으로 예측결과를 정리하였다.

Table 3.3은 첫 번째 예측에 의한 결과를 정리한 것이다. 시나리오의 구성은 Table 3.2와 동일하며 각 시나리오별로 2030-2045년까지의 출생아수를 예측하였다. 2030년부터 예측결과를 제시한 이유는 2015년 출생 여아가 2030년에 가임여성이 되므로 가임여성의 변화도 함께 고려하기 위함이다. 표를 해석하는데 현실감 있도록 최근 2013년의 출생아수와 현재수주의 출산확률 및 출산연령 등이 지속되는 경우의 출생아수, 이 두 가지 비교기준을 제시하였다. 2013년 출생아 수는 435,638명이었고, Table 3.3의 마지막 줄 ‘2013년’은 현재의 출산수준이 지속되는 경우 2030년 출생아 수가 265,281명, 2045년 202,078명이 될 것이라는 예측결과를 나타낸다.

Table 3.3에서 특징적인 것은 2030년 이후 출생아 수는 모든 시나리오에서 계속 줄어든다는 것이다. 이는 가임여성의 수가 늘어나지 못하고 있음을 나타내며, 출산율이 늘어난다고 해서 현재의 인구감소 추세를 바꿀 수 없음을 보여준다. 먼저 2013년 출생아 수를 기준으로 보면 2045년까지 2013년 출생아 수인 435,638명을 상회하는 시나리오는  $S(1)P2 \sim S(1)T$  세 가지이지만  $S(1)T$ 는 이론적인 시나리오이므로 실질적으로는 두 가지라고 할 수 있다. 그러나 이 두 시나리오는 가임여성의 첫째 아 출산확률이 각각 0.918과 0.879로 현재의 출산상황을 고려해보면 쉽게 달성하기는 어려운 시나리오임을 알 수 있다. 그렇다면 기준을 완화하여 2030년 기준으로 435,638명을 상회하는 시나리오를 앞서의 경우와 중복

을 제외하고 보면, 총 다섯 가지의 시나리오가 있으며, 이중 이론적인 경우  $S(3)T$ ,  $S(2)T$ 를 제외하면  $S(1)PP$ ,  $S(2)P1$ ,  $S(3)P1$  세 가지가 남는다.

이제 선정된 다섯 가지 시나리오를 살펴보도록 하자. 먼저  $S(3)P1$ 은 셋째 아 이상의 출산율을 증가시키는 것으로 2013년 대비  $c_{3|2}$ 를 약 2.4배,  $c_{4|3}$ 를 약 4.6배의 출산확률을 사용한 것이다. 이는 현재의 출산지원 정책과도 연계될 수 있으나, 현재 첫째 아 출산연령 지연과 같은 고령출산 문제와 육아의 경제적 부담 등을 고려한다면, 셋째 아 이상의 출산확률을 시나리오에서 사용하는 수준까지 끌어올리는 것은 매우 어렵다고 할 수 있다. 다음으로  $S(2)P1$ 은 둘째 아 이상의 출산율을 증가시키는 것으로 2013년 대비  $c_{2|1}$ 를 약 1.3배,  $c_{3|2}$ 를 약 2.4배,  $c_{4|3}$ 를 약 4.6배의 출산확률을 사용한 것이다. 시나리오 내용을 놓고 보면 이 시나리오는  $S(3)P1$ 보다 더 실현이 어렵다는 것을 알 수 있다.  $c_{2|1}$ 만을 증가시키고  $c_{3|2}$ 와  $c_{4|3}$ 를 2013년 수준으로 유지한다면 이는  $S(2)P2$ 와 유사한 시나리오가 되어 출생아 수에서 많은 차이가 남을 알 수 있다. 다음으로  $S(1)PP$ 는 첫째 아 이상의 출산율을 증가시키는 것으로 2013년 대비  $c_1$ 을 약 1.1배  $c_{2|1}$ 을 약 1.3배로 늘리고  $c_{3|2}$ 와  $c_{4|3}$ 는 2013과 거의 같은 출산확률을 사용한 것이다. 출생아 수를 비교하더라도  $S(2)P2$ 와 차이가 거의 없으며 앞선 시나리오들에 비하여 실현 가능성은 상대적으로 높다고 볼 수 있다. 나머지 두 시나리오  $S(1)P2$ 와  $S(1)P1$ 은 첫째 아 이상을 모두 지원하는 것으로 가임여성의 대부분이 첫째 아를 출산하는 것을 가정하고 있다. 시나리오의 내용으로는  $S(1)P2$ 가  $S(1)P1$ 이 실현 가능성이 높다고 할 수 있다. 다섯 개의 시나리오를 평가한 결과를 정리하면  $S(1)PP$ 와  $S(1)P2$ 가 다른 세 시나리오 보다 실현가능성이 높은 것으로 평가되며 첫째 아 출산을 지원하는 것이 이후 출산에 대한 파급효과 등을 고려할 때 효율적인 지원책인 것으로 판단된다.

지금까지 출산율에 영향을 주는 다양한 출산 시나리오와 예측결과를 살펴봄으로써 서론에서 제시하였던 다음 네 가지 물음에 답을 구할 수 있었다. 첫 번째 “저출산을 해소하기 위한 정책적 방향은 누구를 대상으로 할 것인가?”에 대한 답변은 셋째 아 이상 출산지원으로는 저출산을 해소할 수 없다는 것이다. 이는 순위별 출산확률과 조건부 순위별 출산확률의 비교에서도 나타나며, Table 3.2에서도 확인할 수 있다. 두 번째 “순위별 조건부 출산율을 어느 정도 높여야, 합계출산율 증대에 기여할 수 있는가?”에 대한 답변은 Table 3.2에 정리된 시나리오와 합계출산율의 변화를 보면 확인할 수 있다. 둘째 아 이상의 출산이 1차 전이단계의 최고수준까지 증가하거나 첫째 아 출산이 늘어나 합계출산율 1.5를 상회할 수 있다. 세 번째 “적정인구를 유지하거나 생산인구를 증대하기 위한 합계출산율 및 순위별 조건부 출산율 수준은 어느 정도인가?”에 대한 답변은 Table 3.2와 Table 3.3의 비교를 통하여 알 수 있다. 적정인구 유지나 생산인구 증대를 위해서는 적어도 합계출산율 2 이상이 되어야하며, 시나리오  $S(1)P1$ ,  $S(1)P2$ 로도 역부족인 것을 확인할 수 있다. 즉 출산률이 늘더라도 출생아수가 점차적으로 줄어들어 현재의 고령화 및 인구감소 추세를 획기적으로 줄일 수 없다는 것을 보여준다. 마지막으로 “보다 효과적인 출산정책은 무엇인가?” 이는 Table 3.3의 설명에서 제시하였던 것처럼 첫째 아의 출산을 지원하는 것이며, 실현가능성을 생각하면 시나리오  $S(1)PP$ 가 현실적인 정책으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 논문은 한국의 초저출산 현상을 순위별 출산율, 조건부 순위별 출산율, 더 나아가 모형에서 추정된 출산확률들을 이용하여 초저출산 단계인 우리나라 출산율에 여러 시나리오별 출산율을 예측하여 향후 출산정책 마련에 기초자료를 제공하고자 하였다. 특히 조건부 순위별 출산율을 제안하였으며, 이를 GLG 모형으로부터 추정된 순위별 출산확률을 이용하여 조건부 순위별 출산확률로 제시하였다. 조건부 순위별 출산확률은 순위별 출산확률에 비하여 변화범위를 명확하게 제한할 수 있어 순위별 출산의 효과를 명료하게 설명할 수 있다는 장점이 있다. 이 장점을 이용하여 출산율에 영향을 주는 다양한 출산 시나리오를 작성하고 예측결과를 통하여 본 연구의 물음이었던, 누구를 대상으로 어느 정도 출산율을 높여

야 할 것인지에 답을 찾을 수 있었다. 또한 출생아 수 관점에서 출산율에 대한 시나리오 분석결과, 첫째 아의 출산을 강력히 지원하는 시나리오만이 적정인구의 유지를 위한 방법임을 알 수 있었다. 현재 수준에서 우리나라 저출산 문제를 해결하는 것은 너무나 어려우며, 인구감소로 인한 국가경쟁력 훼손을 피할 수 없을 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고 아직 기회는 있다고 생각된다. 그 이유는 아직 첫째 아 출산이 둘째 아 출산으로 이어지고 비율이 높다는 것이다. 이는 첫째 아 출산을 지원하게 되면 자연스럽게 둘째 아 출생아 수 증가로 연결될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 이번 연구에서 혼인과 국제이동을 고려하지 않았다는 것이다. 우리나라는 아직 출산이 혼인을 전제로 하고 있으므로 혼인을 증대가 출산율 증대로 이어질 수 있으며, 부족한 생산인구는 적절한 외국인 노동력의 유입을 통해 부분적인 해결이 가능할 수 있다. 결국 혼인, 출산, 국제이동에 대한 정책이 효과적으로 수립되어야 저출산 문제를 해결할 수 있을 것이다. 혼인과 국제이동은 본 연구에서 다루지 않았으므로 다시 출산에 대한 정리를 하면서 본 연구를 마무리하고자 한다. 합계출산율을 제고하고 초저출산을 탈피하기 위한 효과적인 정책은 기 출산을 경험한 이들의 추가 자녀에 대한 출산지원 보다는, 기존의 출산지원 정책들을 집중하여 초산을 장려하는 동시에 초산연령 혹은 혼인연령을 낮추기 위해 노력하는 것이라 할 수 있다.

## References

- Alkema, L., Raftery, A. E., Gerland, P., Clark, S. J., Pelletier, F., Buettner, T. and Heilig, G. K. (2011). Probabilistic projections of the total fertility rate for all countries, *Demography*, **48**, 815–839.
- Brass W. (1964). Uses of census or survey data for the estimation of vital rates. Paper prepared for the African Seminar on Vital Statistics, Addis Ababa 14-19 December 1964. Document No. E/CN.14/CAS.4/V57. United Nations, New York.
- Brass, W. (1985). Advances in methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data.
- Choi, K. (2004). Causes of the recent fertility drop in Korea, *Korean Journal of Population Studies*, **27**, 35–59.
- Coale, A. J. and McNeil, D. R. (1972). The distribution by age of the frequency of first marriage in a female cohort, *Journal of the American Statistical Association*, **67**, 743–749.
- Eom, J. M. and Kim, K.-W. (2013). A study on forecasting total fertility rate using female first marriage rate, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **15**, 1261–1272.
- Eun, K.-S. (2001). Age at marriage, marriage cohort and first birth interval, *Korean Journal of Sociology*, **35**, 105–113.
- Goldstein, J. R., Sobotka, T. and Jasilioniene, A. (2009). The end of “Lowest-Low” fertility?, *Population and Development Review*, **35**, 663–699.
- Greville, T. N. E. (1981). Moving-weighted-average smoothing extended to the extremities of the data. I. Theory, *Theory, Scandinavian Actuarial Journal*, **1981**, 39–55.
- Jun, K.-H. (2006). Development of fertility assumptions for the future population projection, *Korean Journal of Population Studies*, **29**, 53–88.
- Kaneko, R. (2003). Elaboration of the Coale-McNeil nuptiality model as the generalized log gamma distribution: A new identity and empirical enhancements, *Demographic Research*, **9**, 223–262.
- Kim, C.-S. (2007). Parity specific approach to the plan of having an additional child, *Korean Journal of Population Studies*, **30**, 97–116.
- Kim, T.-H., Lee, S.-S. and Kim, D.-H. (2006). Fertility differentials by demographic and socioeconomic characteristics: Analysis of Korean population census data, *Korean Journal of Population Studies*, **29**, 1–23.
- Kohler, H. P., Billari, F. C. and Ortega, J. A. (2002). The emergence of lowest-low fertility in Europe during the 1990s, *Population and Development Review*, **28**, 641–680.
- Kohler, H. P., Billari, F. C. and Ortega, J. A. (2006). Low fertility in Europe: Causes, implications and policy options. The baby bust: Who will do the work, 48–109.

- Lutz, W., Scherbov, S., Cao, G. Y., Ren, Q. and Zheng, X. (2007). China's uncertain demographic present and future, *Vienna Yearbook of Population Research*, 37–59.
- Lutz, W., Skirbekk, V. and Testa, M. R. (2006). The low-fertility trap hypothesis: Forces that may lead to further postponement and fewer births in Europe, *Vienna Yearbook of Population Research*, 167–192.
- Ministry of Health and Welfare (2010). Critical research projects over the next five years in low fertility aging society.
- Park, S. H. and Chun, D. W. (2004). Trends of child birth in older maternal age(1985–2003), *Journal of Reproductive Medicine and Population*, **17**, 101–105.
- Park, Y.-S., Park, S.-K., Choi, B.-S. and Kim, K.-W. (2009). A comparison of probability of death result using Beers's interpolation coefficient and the Greville's formula, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **11**, 97–110.
- Preston, S. H., Heuveline, P. and Guillot, M. (2001). Demography: measuring and modeling population processes, *Population and Development Review*, **27**, 365.
- Shiu, E. S. W. (1984). Minimum-Rz Moving-Weighted-Average Formulas, ARCH, *Society of Actuaries*, Chicago, **36**, 489–500.
- Sloggett, A, Brass, W., Eldridge, S. M., Timæus, I. M., Ward, P. and Zaba, B. (1994). *Estimation of Demographic Parameters from Census Data*, Statistical Institute for Asia and the Pacific, Tokyo.
- UN Population Division (1983). *Manual X: Indirect Techniques for Demographic Estimation*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, ST/ESA/SER.A/81, New York.
- Yoon, J. Y. and Kim, K.-W. (2011). A comparison study for forecasting fertility rate by models and data type, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **13**, 2901–2914.

# 출산율 예측모형을 이용한 한국의 출산력 시나리오 분석

김기환<sup>a</sup> · 전새봄<sup>a,1</sup>

<sup>a</sup>고려대학교 응용통계학과

(2015년 6월 29일 접수, 2015년 7월 6일 수정, 2015년 7월 6일 채택)

## 요약

한국의 지속적인 저출산은 세계적으로 유례가 없을 정도의 급격한 고령화 속도와 맞물려 국가경쟁력 및 사회보장 시스템을 약화시키는 요인이 되었다. 저출산 문제를 해결하기 위하여 정부에서는 각종 출산장려정책을 실시하고 있으나, 현재까지 저출산에서 벗어나지 못하고 있어 정책이 효과적이지 못하였던 것으로 평가된다. 그러므로 본 연구에서는 보다 효과적인 정책개발의 근거를 마련하기 위하여 조건부 순위별 출산율을 제안하고, 이를 이용하여 한국의 출산정책 효과를 파악하였다. 조건부 순위별 출산율을 사용하면 순위별 출산율을 사용하는 것보다 합계출산율의 변화와 효과를 명확히 산출할 수 있으므로, 다양한 순위별 출산율의 시나리오에 따라 합계출산율의 변화를 비교하였다. 이를 통하여 현재 정부의 셋째 아 출산지원 정책으로 도달할 수 있는 합계출산율 및 둘째 아 또는 첫째 아의 출산지원을 하였을 때 도달할 수 있는 합계출산율을 산출할 수 있었다. 또한 지속적인 저출산으로 빠르게 감소하고 있는 가임여성(15-49세)을 고려하여 합계출산율에 따른 출생이수를 함께 제시하여 실질적인 출생이수의 증가를 유도하는 정책개발에 도움이 될 수 있도록 연구결과를 정리하였다.

주요용어: 합계출산율, 조건부 순위별 합계출산율, 출산전이단계, 출산 시나리오

이 논문 또는 저서는 2013년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2013S1A5B8A01054750).

<sup>1</sup>교신저자: (339-700) 세종특별자치시 세종로 2511, 고려대학교 세종캠퍼스 과학기술대학, 응용통계학과.

E-mail: alwaysns@korea.ac.kr