



2020.12.31.

국회미래연구원 | 연구보고서 | 20-05호

코호트 효과를 고려한 인구추계 연구

허종호



국회미래연구원
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

코호트 효과를 고려한 인구추계 연구

연구진

내부연구진

허종호 부연구위원(연구책임자)

- 출처를 밝히지 않고 이 보고서를 무단 전재 또는 복제하는 것을 금합니다.
- 본 보고서의 내용은 국회미래연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝힙니다.

발 | 간 | 사

인구추계는 미래를 수치로 예측한다는 측면에서 매우 어렵고 까다로운 작업입니다. 그럼에도 불구하고 인구추계의 중요성과 영향력 때문에 보다 정확한 추계의 중요성은 점점 높아지고 있습니다. 이런 점에서 관련 연구자들의 다양하고 활발한 인구추계 연구 시도가 이루어질 필요가 있습니다.

이런 점에서 「출생코호트를 고려한 인구추계 연구」는 의미가 있다고 할 수 있습니다. 허종호 박사는 연령-기간-출생코호트 분석법이라는 방법을 활용하여 인구추계 중 특히 기존 사망률 데이터에 대한 적합성과 추계에 있어서 의미있는 결과를 보여 주었습니다. 통계청의 한 부처에서 하는 정식 추계를 개인 연구자가 수행하는 것은 무리가 있으나 최신의 새로운 연구방법론으로 인구추계를 시도하고 제안해보는 것은 향후 한국의 인구추계 연구에 작은 보탬이 될 수 있을 것입니다.

2020년 12월
국회미래연구원장 김현곤

목 차

제1장 연구 배경 및 목적	1
제1절 연구 배경 및 목적	3
제2장 인구추계의 방법론적 고찰	5
제1절 사망력 추계 방법론	7
1. 경향외삽법(Trend-extrapolation)	8
2. 구조적 모델(Structural model)	8
3. Lee-Carter 모형	9
4. 베이지안 방법(Bayesian method)	10
제2절 출산력 추계 방법론	11
제3절 이동력 추계 방법론	12
제4절 통계청의 인구추계 방법론	13
제3장 연령-기간-코호트(Age-Period-Cohort) 분석법을 활용한 분석	15
제1절 코호트 효과를 반영하기 위한 기존의 방법들	17
1. 코호트의 개념	17
2. 코호트의 변화를 직접적으로 반영하기 위한 기존의 노력들	19
제2절 본 연구의 APC 분석 방법	20
제3절 APC 분석을 위한 가용 자료 및 분석 방법	21
1. 본 연구를 위한 자료원	21
2. 분석 방법	22

제4장 연구 결과	23
제1절 사망률 추계 결과	25
제2절 출산력 추계 결과	45
제3절 이동력 추계 결과	56
1. 입국	56
2. 출국	95
제5장 연구의 결론	127
제1절 연구 결과 요약 및 결론	129
참고문헌	133
Abstract	141

표 목 차

[표 4-1] 모델 적합성 비교	28
[표 4-2] 남녀 사망률에 대한 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	30
[표 4-3] APC 사망률 예측모델에 기반한 2054년까지의 사망률 추계	39
[표 4-4] 모델 적합성 비교	47
[표 4-5] 출산율에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	49
[표 4-6] APC 출산율 예측모델에 기반한 2054년까지의 출산율 추계	53
[표 4-7] 모델 적합성 비교	58
[표 4-8] 내국인 남녀 입국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	60
[표 4-9] APC 내국인 남녀 예측모델에 기반한 2054년까지의 내국인 남녀 입국자 수 추계 ..	67
[표 4-10] 모델 적합성 비교	77
[표 4-11] 외국인 남녀 입국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	79
[표 4-12] APC 외국인 입국 예측모델에 기반한 2054년까지의 외국인 입국자 수 추계 ..	87
[표 4-13] 모델 적합성 비교	97
[표 4-14] 내국인 남녀 출국인 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	99
[표 4-15] APC 내국인 출국 예측모델에 기반한 2054년까지의 내국인 출국자 수 추계 ..	106
[표 4-16] 모델 적합성 비교	115
[표 4-17] 외국인 남자의 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교 및 APC 예측모델에 기반한 2054년까지의 외국인 남자 출국자 수 추계	117

[그림 2-1] 기존의 장래인구추계에서 65세 이상 인구추계의 오차(출처: KDI, 2016)	13
[그림 4-1] 연령에 따른 남녀 사망률 추이	25
[그림 4-2] 기간에 따른 남녀 사망률 추이	26
[그림 4-3] 출생연도에 따른 남녀 사망률 추이	27
[그림 4-4] 1960년도 이후 출생코호트들의 남녀 사망률 추이	27
[그림 4-5] 한국인 남녀의 사망률에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과	29
[그림 4-6] 연령에 따른 현재 남자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교	36
[그림 4-7] 기간에 따른 현재 남자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교	36
[그림 4-8] 출생코호트에 따른 현재 남자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교	37
[그림 4-9] 연령에 따른 현재 여자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교	37
[그림 4-10] 기간에 따른 현재 여자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교	38
[그림 4-11] 출생코호트에 따른 현재 여자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교	38
[그림 4-12] 2050년까지의 기간에 따른 APC 기반 남자 사망률 예측치	44
[그림 4-13] 2050년까지의 기간에 따른 APC 기반 여자 사망률 예측치	44
[그림 4-14] 모의 연령에 따른 출산율 추이	45
[그림 4-15] 기간에 따른 출산율 추이	46
[그림 4-16] 모의 출생연도에 따른 출산율 추이	46
[그림 4-17] 출산율에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과	48
[그림 4-18] 기간에 따른 출산율 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	52
[그림 4-19] 출생코호트에 따른 출산율 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	52
[그림 4-20] 2050년까지의 APC 기반 출산율 예측치	55
[그림 4-21] 연령에 따른 내국인 남녀의 국제 입국자 수 추이	56
[그림 4-22] 기간에 따른 내국인 남녀의 국제 입국자 수 추이	57
[그림 4-23] 출생연도에 따른 내국인 남녀의 국제 입국자 수 추이	57
[그림 4-24] 내국인 남녀의 입국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과	59
[그림 4-25] 연령에 따른 내국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	64
[그림 4-26] 기간에 따른 내국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	64

그림 목 차

[그림 4-27] 출생코호트에 따른 내국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	65
[그림 4-28] 연령에 따른 내국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	65
[그림 4-29] 기간에 따른 내국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	66
[그림 4-30] 출생코호트에 따른 내국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	66
[그림 4-31] 2050년까지의 APC 기반 내국인 남자 입국자 수 예측치	74
[그림 4-32] 2050년까지의 APC 기반 내국인 여자 입국자 수 예측치	74
[그림 4-33] 연령에 따른 외국인 남녀의 국제 입국자 수 추이	75
[그림 4-34] 기간에 따른 외국인 남녀의 국제 입국자 수 추이	76
[그림 4-35] 출생연도에 따른 외국인 남녀의 국제 입국자 수 추이	76
[그림 4-36] 외국인 남녀의 입국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과	78
[그림 4-37] 연령에 따른 외국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	84
[그림 4-38] 기간에 따른 외국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	84
[그림 4-39] 출생코호트에 따른 외국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	85
[그림 4-40] 연령에 따른 외국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	85
[그림 4-41] 기간에 따른 외국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	86
[그림 4-42] 출생코호트에 따른 외국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	86
[그림 4-43] 2054년까지의 APC 기반 외국인 남자 입국자 수 예측치	94
[그림 4-44] 2054년까지의 APC 기반 외국인 여자 입국자 수 예측치	94
[그림 4-45] 연령에 따른 내국인 남녀의 출국자 수 추이	95
[그림 4-46] 기간에 따른 내국인 남녀의 출국자 수 추이	96
[그림 4-47] 출생연도에 따른 내국인 남녀의 출국자 수 추이	96
[그림 4-48] 내국인 남녀의 출국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과	98
[그림 4-49] 연령에 따른 내국인 남자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	103
[그림 4-50] 기간에 따른 내국인 남자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	103

[그림 4-51] 출생코호트에 따른 내국인 남자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	104
[그림 4-52] 연령에 따른 내국인 여자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	104
[그림 4-53] 기간에 따른 내국인 여자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	105
[그림 4-54] 출생코호트에 따른 내국인 여자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교	105
[그림 4-55] 2050년까지의 APC 기반 내국인 남자 출국자 수 예측치	112
[그림 4-56] 2050년까지의 APC 기반 내국인 여자 출국자 수 예측치	112
[그림 4-57] 연령에 따른 외국인 남녀의 출국자 수 추이	113
[그림 4-58] 기간에 따른 외국인 남녀의 출국자 수 추이	114
[그림 4-59] 출생연도에 따른 외국인 남녀의 출국자 수 추이	114
[그림 4-60] 외국인 남녀의 출국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과	116
[그림 4-61] 연령에 따른 외국인 남자 출국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	124
[그림 4-62] 기간에 따른 외국인 남자 출국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교	124
[그림 4-63] 출생코호트에 따른 외국인 남자 출국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교 ..	125
[그림 4-64] 2050년까지의 APC 기반 외국인 남자 출국자 수 예측치	125

요 약

1 연구 배경 및 목적

- **인구추계는 대한민국 미래 예측의 가장 기초적이고 근본적인 자료임.**
 - 인구추계는 재정, 산업, 연금 및 건강보험 등의 분야에서 미래 예측의 근본적인 자료임.
 - 국가의 안정성과 지속가능성을 확보하기 위해 인구의 규모와 구조, 그 추이에 대한 정확한 예측이 매우 중요함.
 - 그러나 통계청의 장래인구추계 등에서 오차가 계속 지적됨.
 - 미래를 정확히 예측할 수 없다는 점에서 인구추계의 근본적인 한계가 있으나 정확한 예측을 위한 시도들이 지속되어야 함.
- **본 연구는 이러한 기존 인구추계 연구를 보완하는 시도임.**
 - 그간의 인구추계 방법의 가장 핵심적인 한계점은 출생코호트 효과(출생 연도에 따른 사망, 이동, 출생의 차이)를 연령과 기간에만 의존(e.g. 연령 보정법)하여 추계하였기 때문에 출생코호트 효과로 인한 오차를 줄이지 못했음.
 - 이에 본 연구는 출생코호트 효과를 직접 산출하여 추계에 활용할 수 있는 Age-Period-Cohort(APC) 분석법을 사용하여 보다 정확한 사망력, 출생력, 이동력의 추계를 시도함.

2 인구추계의 방법론적 고찰

□ 사망력, 출산력, 이동력 추계 방법론

- 사망력을 추계하는 방법에는 크게 경향외삽법과 구조적 모델법, Lee-Carter 모형 및 베이지안 방법(Bayesian methods)이 사용됨.

- 출산력과 이동력 추계는 인간의 의지에 따른 활동이라는 측면에서 예측이 잘 맞지 않고 연구도 상대적으로 활발하지 못함.

□ 통계청의 인구추계 방법론

- 통계청은 2006년 추계의 Lee-Carter 모형에 이어서, 2011년 추계에서는 단일 국가 내 성별 사망률 추계에서 더 나은 모델로 알려진 Li-Lee(2005) 모형을 이용함.
- 그러나 코호트에 따른 사망률 개선으로 인해 유소년 및 청장년층의 사망률은 과소예측하고 고령층 사망률은 과대예측할 가능성이 크다고 지적됨.

3 연령-기간-코호트(Age-Period-Cohort) 분석법을 활용한 분석

● 코호트 효과를 반영하기 위한 기존의 방법들

- 코호트라 하면 일반적으로 특정 기간 내에 태어난 개인들의 집단인 출생 코호트를 의미함.
- 출생코호트는 비슷한 시기에 태어나 기존의 사회적 체계 안으로 들어와서 비슷한 생애주기 단계에 비슷한 역사적·사회적·문화적 경험을 함.
- 인구현상을 분석하고 예측하고자 할 때도 코호트의 변화를 직접적으로 관찰하는 것이 가장 적절함.
- 그럼에도 불구하고 연령, 기간, 코호트 간의 완전한 다중공선성(exact colinearity, 연령 = 기간 - 코호트)으로 인해 특정 코호트들이 사망과 출생, 이동에 영향을 어떻게 미치는지를 독립적으로 파악하기 어려움.
- 그동안 인구학에서는 연령-기간 안에서 코호트의 동학을 파악하거나 코호트로 인한 출생과 사망의 변화는 없다고 가정하고 기간의 변화와 코호트의 변화를 동일시해 옴.
- 우리나라는 해방 이후 단기간의 사회경제적 변동을 겪은바 연령과 기간에 의존한 인구추계는 오차가 더욱 커질 가능성이 존재함.

- **코호트의 변화를 직접적으로 반영하기 위한 기존의 노력들**

- 연령-기간효과를 활용하거나 코호트 효과를 무시한 채 진행되어 왔던 인구추계의 불일치를 보정하기 위해 앞에서 언급했던 LC 모형과 그 변형 혹은 확장 모형 등 다양한 모형과 분석 방법들이 제시되어 옴.
- 이러한 코호트 분석 모형이 기존의 관측 자료에 존재하는 추가적인 측면의 정보를 활용하고 있다는 점에서, 과거 자료를 설명하는 측면에서 이들 모형이 기존 모형들에 비해 비교 우위를 보일 개연성은 높음.
- 사망률 등의 전망에 대해 기존의 모형들과 비교했을 때, 적합성을 비롯하여 모형의 강건성과 민감성 측면에서도 비교 우위가 있다고 볼 수 없음.
- 가장 근본적으로는 기존의 모든 코호트 모형은 모형의 식별 문제에서 자유롭지 못하다는 근본적인 한계를 내포하고 있음.

- **본 연구의 APC 분석 방법 및 자료**

- 본 연구에서는 이러한 완전한 공선성 문제를 최근에 해결한 고유추정치 (intrinsic estimator)를 이용한 APC 분석법을 적용함.
- 본 연구에 사용된 출산력, 사망력, 이동력의 자료는 모두 통계청 KOSIS 국가통계포털에서 다운로드 받아 이용함.
- 위의 구득된 자료를 바탕으로 우선적으로 그림을 통해 연령, 기간, 출생 연도에 따른 기술적인 수치의 분포와 경향을 파악함.
- 해당 추세 데이터에 코호트 효과가 존재하는지 확인하기 위하여 연령, 기간, 코호트 간의 조합으로 모형을 구성하여 APC 모델링이 가장 적합한 모델인지 모델값으로 확인함.
- 코호트 효과가 존재하는 것으로 확인되면 IE-APC 분석을 남녀별 5년 단위 자료를 활용하여 실시하고, 연령, 기간, 코호트별로 현재 인구변동과 얼마나 상이한지 수치와 그림으로 IE-APC 모형의 적합성과 예측가능성을 확인함.
- 이어 기간과 출생코호트의 추세를 각 연령 단위별로 2054년까지 연장하고 각각의 모델 계수를 재결합하여 연령별 추세 값을 계산함.

4 연구 결과

- 첫째, 본 연구의 분석 결과 남녀 사망률, 출산율, 국제 이동자 수에서 코호트 효과가 통계적으로 유의미한 영향을 미치고 있음을 확인함.
 - 변동이 없는 외국인 여자의 출국 추세를 제외한 모든 데이터에서 코호트를 포함한 모델이 가장 적합한 모델로 나타났다.
- 둘째, 이를 바탕으로 한 IE-APC 분석 결과, 한국인 남녀 연령별 사망률에 있어서 매우 높은 수준의 예측 정확성을 보여줌.
 - 연령구간별 사망률과 출산율에 있어서 기존의 사망률과 근사한 값을 예측해 냄.
 - 그러나 출산력과 이동력에 있어서는 상대적으로 이에 못 미치는 예측 정확성을 보여줌.
- 셋째, APC 분석을 토대로 2054년까지의 사망률, 출산율, 국제 이동자 수를 추계함.
 - 사망률의 경우, 감소세는 지속적으로 이어질 것으로 전망되며 남녀 동일하게 가장 높은 사망률을 보이고 있는 향후 고령층인 1960년~2005년대생의 사망률이 가장 급속하게 감소할 것으로 예측됨.
 - 출산율의 경우 2021년 이후 출산율이 급격히 감소한 후 지속적으로 감소할 것으로 추계됨.
 - 내국인은 남녀 모두 입출국이 감소 추세에 있을 것으로 예상되고 외국인 남녀의 경우 입출국이 증가할 것으로 예상됨.

5 연구의 결론

• 연구의 제한점

- 첫째, 현재 우리나라 통계청 인구추계의 경우 사망력과 출산력 전망에 1970년 이후의 자료가 활용되는 것으로 알려졌지만 공개되어 있지 않고, 연령 단위의 경우에도 현재는 1999년 이전의 자료에는 80~90세 이상의 자료가 제공되지 않음.
- 둘째, 본 연구에서 진행한 IE-APC 모형의 분석이 사망률과 출산율을 중심으로 매우 높은 예측 정확성을 보여주었으나, 이것이 곧바로 장래 추계에서도 정확성이 높을 것이라는 것을 장담할 수는 없음.
- 특히, 코로나19 사태를 겪은 2020년과 같은 경우, 사망에 있어서는 노년층에서, 출생 및 이동에 있어서 청장년층에서 이전의 추세와는 단절적인 모습을 보여줄 가능성이 큼.
- 셋째, 코호트 효과를 반영한 2054년까지의 인구추계는 통계적으로 과거의 추세 데이터에서 설명력이 높은 모델을 선택하는 것으로 진행되었으나, 이러한 방법이 반드시 추계의 정확성을 높인다고 장담할 수 없음.

• 본 연구의 의의

- 본 연구는 코호트 효과를 직접 규명하고 인구추계에 활용하려는 시도들 가운데 기존의 한계인 완전 공선성의 문제를 극복한 모델링을 실증적으로 시도한 최초의 연구임.
- 본 연구와 같은 APC 분석을 토대로 건강정책의 관점에서 출생코호트 측면을 추가적으로 고려할 필요가 있음.
- 본 연구의 결과는 기존 인구추계에서 오차의 원인으로 지목되었던 사망률에서 좋은 예측성을 보임. 모델의 간명성과 분석의 효율성을 고려할 때 향후에 사망률 추계에 관련 연구가 활발하게 진행될 잠재력이 있다고 볼 수 있음.
- 향후 연구에서 추가적인 정보 구득 등을 통해 기대여명 등의 인구추계 관련 값을 산출하고 통계청의 인구추계와 비교가 가능한 실제 추계가 이뤄질 필요가 있음.

제1장

연구 배경 및 목적

제1절 연구 배경 및 목적

제 1 절 연구 배경 및 목적

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

인구추계는 연금 및 건강보험 등 여러 세대를 걸쳐서 장기적으로 운영되는 사회보험 추계 등에 있어서 대한민국의 미래를 예측하기 위한 가장 기초적이지자 근본적인 통계자료이다. 따라서 이러한 정책들의 안정적이고 지속가능한 운영을 위해서 인구의 규모와 구조, 그 추이에 대한 정확한 예측이 매우 중요하다. 이는 향후 경제활동 인구 및 노령화 등을 예측할 수 있게 하여 공적 부분뿐만 아니라 관련 경제와 산업 분야에도 매우 중요한 자료가 된다.

그에 따라 통계청이 매년 기대수명과 연령별 기대여명을 공포하고 이를 바탕으로 장래인구추계를 발표하고 있으나, 인구추계 오차에 대한 지적이 계속되고 있다. 이에 통계청은 2021년 공표예정이었던 장래인구추계를 앞당겨, 2019년 3월 특별추계를 통해 추정치를 수정한 바 있다. 추계는, 여러 가정에 기반하여 향후 인구변동에 대한 복수의 양적인 시나리오를 제공하는 방법으로 미래에 실현될 가능성이 높은 수치를 제시하는 예측(forecasting)과는 다르다(Smith, Tayman, & Swanson, 2001). 미래는 누구도 알 수 없기 때문에 학술적으로도 인구를 정확히 예측한다는 것은 매우 어렵고 장담하기 어려운 작업이다. 그러나 그렇기 때문에라도 학술적으로 의미 있는 시도가 계속적으로 진행되어야 할 필요는 분명하다. 인구추계에서 최고의 방법은 존재하지 않는다. 선진국들도 자신들의 상황과 목적에 따라 다양한 추계 방법론을 활용하고 있다(이삼식 등, 2011.). 따라서 통계적 방법과 과학적 지식들이 축적되면서 새롭고 다양한 인구추계 방법에 대한 시도와 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 본 연구 또한 이러한 인구추계의 오차를 줄이기 위한 시도의 일환으로 진행되었다.

그간의 인구추계 방법의 가장 핵심적인 한계점은 출생코호트 효과(출생연도에 따른 사망, 이동, 출생의 차이)를 연령과 기간에만 의존(e.g. 연령보정법)하여 추계를 진행해

왔다는 점이다. 이에 본 연구는, 사망력, 이동력, 출생력을 예측할 때 기간 측면에 기대어 추론하여 왔던 출생코호트 효과를 직접 산출하여 추계에 활용할 수 있는 Age-Period-Cohort(APC) 분석법을 사용하여 보다 정확한 사망력, 출생력, 이동력의 추계를 시도하고자 하였다. 그에 따라 본 연구 결과를 인구추론에서 기존보다 직관적이며, 분석에서도 효율적인 대안으로 제시하고자 한다.

이를 위해 본 연구는, 공개된 통계청의 가용한 자료를 기반으로 한 APC 분석을 통해, (1) 가용한 연도부터 최근까지의 사망력, 출생력, 이동력 추계를 통해 분석 모델의 예측 정확성을 판단해 보고, (2) 각각의 추계 모델 예측값을 2054년까지 연장하여 그 추세를 확인하고자 한다.

제2장

인구추계의 방법론적 고찰

제1절 사망력 추계 방법론

제2절 출산력 추계 방법론

제3절 이동력 추계 방법론

제4절 통계청의 인구추계 방법론

제 1절 사망률 추계 방법론

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

사망은 “출생 후 생명의 증거가 영구히 사라진 상태로 소생의 가능성이 없이 생명 기능이 정지된 상태”를 의미한다(UN, 2014). 인류의 역사에서 사망은 인간의 질병 퇴치의 역사와 깊은 관련이 있다. 과거 영양실조, 감염병이 주된 사망원인이었지만 2차 세계 대전을 겪으면서 백신과 항생제의 사용, 식수, 위생, 의료보험의 확대를 통해 선진국을 중심으로 평균적인 기대수명이 급격히 증가하였다(김승권, 2006). 21세기에 들어 생활수준이 향상되고 생활의 패턴이 급격하게 변하면서 암, 심혈관 질환, 당뇨와 고혈압 등 퇴행성 만성질환이 주된 사망의 원인으로 변동하였다. 최근에는 감염병의 재창궐로 신종 감염병 및 자살 등 정신 질환으로 인한 사망도 점차 늘어나는 추세이다.

그럼에도 불구하고 전 지구적으로 평균적인 사망률이 감소하여 기대여명은 급속하게 증가하고 있다. 1960년대에는 서구의 선진국과 일본 정도가 기대수명이 70세에 이르렀다. 우리나라의 경우 1980년대 말 이후 기대수명이 70세 이상으로 증가하여 최근의 연구에 의하면 2030년에는 한국인 여성의 기대수명이 90세를 넘을 것으로 예측하는 연구도 보고되었다(Kontis et al, 2017).

사망률을 추계하는 방법론을 크게 네 가지로 나눌 수 있다. 경향외삽법과 구조적 모델법, Lee-Carter 모형 및 베이지안 방법(Bayesian methods)이 그것이다. 본 연구에서는 각 방법론에 대해 심층적으로 다루는 것이 목적이 아니기 때문에 요약적으로 살펴보고자 한다.

1 경향외삽법(Trend-extrapolation)

경향외삽법은 인구 특성의 시계열적 증가 또는 감소 추세를 선형(linear model), 지수(exponential model), 기하모형(geometric model), 로지스틱모형(logistic model), 다항곡선모형(polynomial curve model), ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average) 모형 등의 회귀모형을 활용한 수학적 계산을 통해 미래의 인구를 추계하는 방법이다(이보경, 2019). 이는 과거에 보인 추세가 미래에도 계속 지속되거나 적어도 유사하게 진행될 것이라는 가정에서 수행한다. 19세기 말 또는 20세기 초까지 가장 전통적인 방식으로 사용된 방법으로, 추계 비용이 낮고 적은 자료로도 추계가 가능하다는 장점이 있다(송기창, 2018). 현재도 독일과 프랑스가 인구추계에 활용하는 방법이다. 하지만, 전체 인구수에 대한 추계 자료로만 가능하기 때문에 성·연령별로 사망률, 출산율, 인구이동 등을 산출할 수 없다는 한계가 있다(이보경, 2019).

2 구조적 모델(Structural model)

구조적 모델은 인구 규모에 영향을 주는 요인과 인구 규모와의 인과관계를 구조방정식으로 구조화하여 장래인구를 추계하는 방법이다(이보경, 2019). 따라서 인구 관련 계획이나 정책이 수행되었을 때 그것이 인구변화에 미치는 영향을 예측하는 목적으로 주로 활용된다. 분석을 위해서는 인과관계를 뒷받침하는 이론적 토대와 영향을 주는 요인들뿐만 아니라 인구집단의 인구사회학적 특징과 사회경제적 특징 등 관찰이 가능한 데이터가 기반이 되어야 가능하다(자치분권위원회, 2016). 인과관계에 주로 사용되기 때문에 일반적인 추계 방법으로는 활용되기 어렵다.

3 Lee-Carter 모형

현재 장래 사망률을 예측할 때 대표적으로 널리 사용되는 모형이다(Oh et al., 2018). 사망률을 연령효과와 기간효과를 가진 2개의 위험요소의 함수로 표현한 모형으로, 과거의 추세를 외삽함으로써 사망률 추정 과정에서 주관적 판단의 여지를 줄이고 시계열을 이용한 연령별 사망률 분포를 예측하는 모형이다(최장훈, 2014). 따라서 연령별 사망률 구조가 시간과 관계없이 일정하게 유지되는 것으로 가정한다(정승환, 2011). 인구학적(demographic) 모형과 통계적인 시계열 모형이 결합된 모델로, 타 방법에 비해 안정적인 장기적 예측값을 제공하는 것으로 평가된다(정승환, 2011). 이런 장점으로 인해 다른 모형들에 비해 Lee-Carter 모형이 더 활발하게 사용되고 있다.

현재까지 인구추계의 정확성을 높이려는 연구들은 주로 사망률 추계의 정확성을 높이려는 시도가 많았다. 그 이유는 인구 규모는 주로 출생력보다는 기존 인구집단의 사망률 감소에 더욱 크게 기인하기 때문이다. 그러나 Lee-Carter 모형은 적은 모수를 이용한 간단한 모형이기 때문에 연령별 사망률의 변화가 일정하다는 즉, 선형이라는 가정을 하고 있다. 이런 점들이 최근에는 많은 비판을 받고 있는 상황이다. 최근의 사망률 추계 분석은 이러한 점들을 보완하기 위한 연구들로, Lee-Carter 모형을 부분 변형 혹은 확장한 모형을 중심으로 이뤄지고 있으나(Booth, Maindonald & Smith, 2002, Li & Lee, 2005; Renshaw & Haberman, 2006; Shang, Booth, & Hyndman, 2011) 분석 데이터나 가정에 따라 값이 유동적으로 나타나 일관성과 일반화 가능성(generalizability)이 떨어진다는 평가를 받고 있다.

4 베이지안 방법(Bayesian method)

추계에 있어서 빈도주의의 점추정의 관점 내에서 베이지안의 확률추정의 관점이 인정을 받으면서, 베イズ 확률적 모델을 인구추계에 적용한 모델이 베이지안 모형이다. 통계적으로 베이지안 방법은 어떤 일이 일어날 사전의 확률 정보(prior distribution)를 활용하여 불확실성을 줄이고 타당한 분포(posterior distribution)를 생산하는 방법인데, 이를 인구추계에 적용하였다(Guimarães, 2014). 국가 단위에서의 사전 정보는 다른 국가의 사망률 데이터인데 이를 통해 국가 단위의 사망률을 추계하는 연구가 진행된 바 있다(Alkema et al., 2011; Raftery, Chunn, Gerland, & Sevcikova, 2013). 그러나 사전 정보가 주어져야 한다는 점과 사전 정보가 사후 정보와 연관성이 높아야 한다는 문제와, 경제사회적 수준과 문화적, 역사적 맥락이 상이한 나라들의 사망률 데이터를 다른 나라의 사망률을 추계하는 데 활용하는 것에 한계가 존재하여 실제 인구추계에서 이 방법은 크게 활용되지 않고 있다.

제2절 출산력 추계 방법론

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

출산(fertility)은 결혼, 가족, 산모를 둘러싼 복합적인 사회문화적인 요인과 생물학적 요인에 의해 영향을 받는다. 의학적으로 임신할 수 있는 생물학적 연령인 가임력 기간과 더불어 결혼 및 피임 등의 사회행태적 요인, 소득과 직업 등 사회경제적 요인, 비혼주의 및 개인주의적 삶의 방식 등의 가치관, 출산과 양육의 경제적 비용과 미래사회에 대한 전망, 영아사망률을 낮추고 가임력을 높일 수 있는 보건의료 기술 발전 등 복잡한 사회·경제·문화·기술적 환경들이 작용한다.

인구추계의 정확성을 높이려는 시도들이 사망률에서 주로 발생한 반면 출산력 전망에 대한 연구는 상대적으로 적다. 그 이유는 출산이 개인의 의지적 선택이 개입되는 반복적 사건(repeated event)이라는 점으로 인해 변동이 상대적으로 크기 때문이다(우해봉 등, 2016). 사망률은 생존하는 사람들의 장기간 노출에 의해 발생하기 때문에 모델링에 있어서 출산율보다 용이하다. 하지만, 실제 추계 모델링에 있어서도 이렇다 할 진전은 명확하게 보이지 않고 있다.

프랑스, 미국, 호주 등의 국가는 출산율이 비교적 높은 수준에서 안정적으로 진행됨에 따라 코호트 효과가 없는 것으로 가정한 기간 출산율 방법을 사용하고 있다. 이에 비해, 한국, 일본, 독일, 영국 및 캐나다는 코호트 출산율 방법을 사용하고 있다. 그러나 이전의 코호트 출산율 모형은 여전히 통계적 방법론의 한계로 효용성이 떨어진다는 평가를 받고 있다(우해봉, 2009).

제3절

이동력 추계 방법론

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

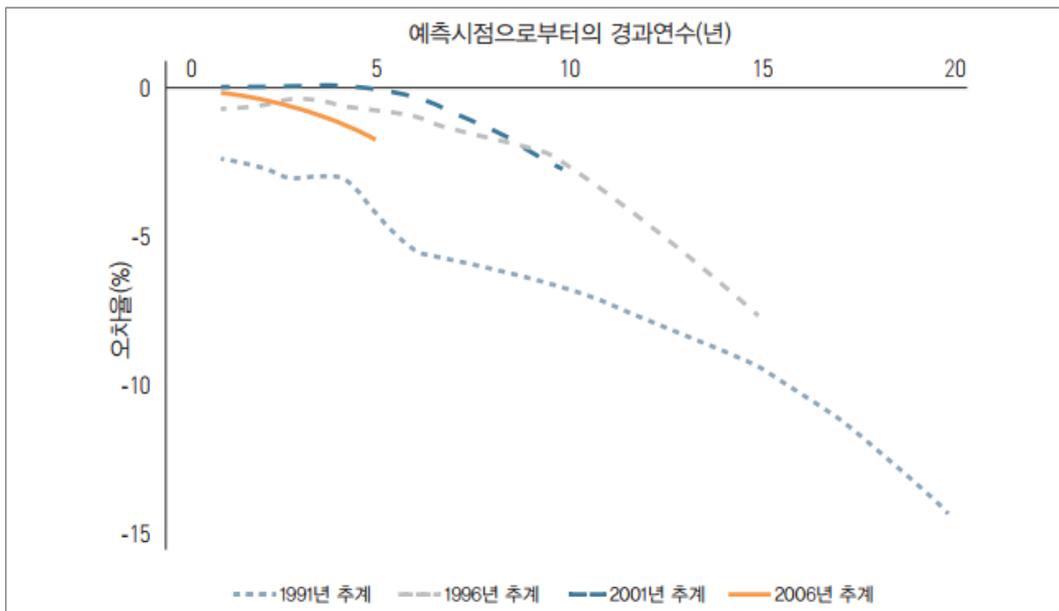
이주는 거주지의 공간적 이동으로 정의할 수 있다(UN, 2014). 국가 차원의 인구추계를 위한 이동은 단일한 사회 내 개인의 이동이 아닌 이동해 가거나 오는 사회의 정치적, 경제적 특성과 맥락도 영향을 미치기 때문에 사망력, 출산력보다 더욱 추계가 어렵다. 최근, 국제 이동이 더욱 활발해지면서 이동력의 예측은 더욱 불확실해졌다. 이러한 이유로 이동력에 대한 연구는 더욱 발전이 더딘 상황이다(이상림, 2009). 이에 대부분의 국가들은 과거 일정기간의 이동규모나 이동률의 평균치 추세를 연장하여 추계하는 정도이다.

제4절

통계청의 인구추계 방법론

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

통계청에서는 『장래인구추계』를 90년도 이후 1991, 1996, 2001, 2006, 2011, 2016년에 걸쳐 지속적으로 수행해 왔다. 그러나 이후 실제 인구의 변동은 이러한 결과들과 어긋나는 경우가 많았다. 통계청은 2006년 추계의 Alho, 1992 모형 적용에 이어서, 2011년 추계에서는 단일 국가 내 성별 사망률 추계에서 더 나은 모델로 알려진 Li-Lee(2005) 모형을 이용했다. 2011년 장래인구추계에서는 1970~2010년 연령별 사망률 실적 자료를 2060년까지 사망률을 예측하는 데 사용하였다. 사망률 개선형태가 변해 온 것을 고려하면, 유소년 및 청장년층의 사망률은 과소예측하고 고령층 사망률은 과대예측할 가능성이 크다(최용욱, 2016).



[그림 2-1] 기존의 장래인구추계에서 65세 이상 인구추계의 오차(출처: KDI, 2016)

이러한 오차의 차이는 코호트에 따른 사망률 개선이 그 원인이라고 볼 수 있다. 최용옥, 2016의 연구에서는 “시점에 따라 사망률이 급격히 개선되는 연령층”의 변화를 제대로 반영하지 못하고 있다고 지적하였다. 이는 연령별 사망률의 예측 모형이 선형추세임을 가정하기 때문으로 후속 세대로 올수록 건강이 개선되어 사망률이 급격히 낮아지는 추세를 제대로 반영하지 못했기 때문이다.

이를 보정하기 위해 통계청은 2021년 예정이었던 추계를 앞당겨 2019년 특별추계를 발표하였다. 2018년까지의 인구변동 요인(출생, 사망, 국제 이동) 추이를 코호트 요인법을 활용하여 향후 50년간의 장래인구를 추계하였다. 출산 예측력 제고를 위해 혼인추세를 반영한 출산 단기 모형을 개발하였다(통계청, 2019). 향후 3년을 예측하는 단기모형에서는 출산비율 추세의 다항식 모형으로 합계출산율을 예측하고, 향후 10년 이후는 코호트완결출산율 추세를 시계열 모형으로 예측하였다. 그 사이 기간인 4~9년은 두 값 사이를 가중평균법으로 평활하였다. 그러나 사망과 국제 이동은 동일한 방법을 사용하고 출생을 단기, 장기로 나누어 별도의 예측을 하여 단기, 장기간의 추계가 연결되지 못하고 구별되는 결과를 보여준다는 비판을 받았다.

핵심은 현재처럼 연령별 사망률의 비선형적 관계를 반영할 수 있도록 사망, 출생, 이동에서 코호트의 효과를 추정하는 것이지만 실제적으로 수행된 바는 없다. 우리나라는 유례없는 기대수명의 증가와 더불어 세계 최저 출산율을 기록하고 있다. 이러한 인구의 급격한 변동은 인구추계의 중요성을 가중시킨다. 현재와 같이 기대수명을 과소평가하게 되면 재정추계에서 예측보다 많은 노인층으로 인한 재정 고갈 등을 우려할 수밖에 없다(Olshansky, Carnes, and Mandell, 2009). 따라서 KDI(2016)의 연구에서는 전 세계에서 통용되는 모형에 집착하기보다는 선도적으로 새로운 모형을 개발할 필요가 있다고 결론 내리고 있다.

이에 본 연구에서는 출생코호트 효과를 고려한 Age-Period-Cohort 분석법을 사용하여 출산, 사망, 이동에 있어서 코호트 효과를 보다 정확히 예측하는 대안적인 인구추계를 시도하고자 한다.

제3장

연령-기간-코호트(Age-Period-Cohort) 분석법을 활용한 분석

제1절 코호트 효과를 반영하기 위한 기존의 방법들

제2절 본 연구의 APC 분석 방법

제3절 APC 분석을 위한 가용 자료 및 분석 방법

제 1절

코호트 효과를 반영하기 위한 기존의 방법들

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

1 코호트의 개념

인구추계에서 반드시 고려되어야 하는 인구학적 개념이 바로 연령, 기간, (출생)코호트이다. 인구학과 고령연구를 비롯한 사회과학에서 코호트라 하면 일반적으로 특정 기간 내에 태어난 개인들의 집단인 출생코호트를 의미한다. 따라서 코호트는 동일한 시점에 동일한 연령 위치에 소속된 집단이라고 볼 수 있다. 출생코호트의 개념을 학문적으로 정립한 노먼 라이더(Norman Ryder)에 따르면(Ryder, 1965), 출생코호트는 비슷한 시기에 태어나 기존의 사회적 체계 안으로 들어와서 비슷한 생애주기 단계에 비슷한 역사적·사회적·문화적 경험을 하게 된다. 따라서 코호트 효과는 개인의 생애사와 거시적 사회경제적 영향력과의 교차로 인해 형성된 경험을 반영한다.

연령은 개인의 생애주기에서의 단계를 의미하면서 동시에 어떤 코호트에 속하는지, 또한 그 코호트 내에서 얼마나 생존하고 있는지를 나타낸다. 생물학적으로는 연령에 따라 노출의 축적, 질병의 유전적 발현, 또는 자연적인 육체의 노쇠로 인한 생리학적 변화로 인한 변이가 발생한다(Yang, 2007). 이러한 개인의 출생과 사망은 시간이 지나면서 코호트의 연령별 위치에 하나의 출생과 사망 사건으로 표시된다. 시간이 지나면서 인구적 측면에서 과거 세대가 퇴장하고 새로운 세대가 태어나면서 한 사회의 인구집단의 규모와 구성이 지속적으로 변동하게 된다. 이런 점 때문에 라이더는 출생코호트를 사회적 변화의 핵심 동력으로 보았다. 다른 경험을 가진 후대 코호트들이 계속 사회를 이어가면서 인구의 구성이 바뀌는 것을 인구학적 대사작용(demographic metabolism)이라고 명하고 이를 통해 사회가 변혁된다고 보았다. 따라서 특정 시점의 인구 규모와 연령 구조는 해당 시점에 생존한 수많은 코호트로 인해 결정된다. 즉, 인구학의 연령-기간 데

이터는 일련의 코호트의 연령 구조를 보여주는 것이고, 특정 시점의 출산율과 사망률은 다양한 코호트 내의 출산율과 사망률을 횡단적으로 계산한 값이다.

따라서 인구현상을 분석하고 예측하고자 할 때도 코호트의 변화를 직접적으로 관찰하는 것이 가장 적절할 것이다(Yang et al, 2013). 코호트의 개념이 정립된 이래, 코호트 효과를 양적으로 측정하는 통계적 방법론에 대한 연구들도 활발히 진행되어 왔다. 그러나 이는 최근까지도 난제로 여겨져 온 식별 문제(identification problem)로 인해 불가능하다고 여겨져 왔다. 코호트가 종속변수에 미치는 고유한 효과를 측정하기 위해서는 다른 두 시간 변수들(연령, 기간)이 종속변수에 미치는 영향을 분리해야 하는데, 연령, 기간, 코호트 간의 완전한 다중공선성(exact colinearity, 연령 = 기간 - 코호트)으로 인해 특정 코호트들이 사망과 출생, 이동에 영향을 어떻게 미치는지를 독립적으로 파악하기가 어려웠다.

따라서 그동안 인구학에서는 연령-기간 안에서 코호트의 동학을 파악하거나 코호트로 인한 출생과 사망의 변화는 없다고 가정하고 기간의 변화와 코호트의 변화를 동일시하기도 하였다. 예를 들어, 인구의 상태를 확인할 때 연령보정법을 사용하는데 이는 존재가능성이 농후한 코호트 효과를 무시한 분석법이다. 연령보정은 연령 기준에 의존한 비교를 위한 상대적이고 가상적인 지표인데, 문제는 보정을 위한 연령 기준이 시간에 따라 변한다는 것이다(Williams, 2005). 합계 출산율, 혼인연령, 기대여명 등 모두 코호트 내에서 기간 비율을 특정 시점에서 관찰된 연령별 노출과 발생의 패턴이라고 해석하는 것이다.

그러나 이렇듯 코호트의 효과를 기간 또는 연령으로 파악하려는 시도는 코호트로 인한 변화는 없다는 비현실적인 가정에 기반하기 때문에 연령군별 발생률 혹은 사망률이 왜곡되어 측정될 위험이 있다(Sung et al, 2015). 만일 가정대로 사회나 문화, 기술 등 출생, 사망, 이동에 있어서 코호트 간의 변이가 거의 없다면 이러한 측정은 현실을 잘 반영할 수 있을 것이다. 그러나 현실은 그렇지 못하다. 실제로도 추계와 현실이 불일치하는 가장 큰 이유는 이러한 코호트 측면의 패턴을 제대로 파악하지 못하기 때문이다. 즉, 실제 인구는 코호트별로 상이한 출생, 사망, 이동률의 결과로 구성되는데 기존의 인구추계는 단순하게 기간 측면에서 출생률 또는 사망률을 가정해 왔기 때문이다.

칼 만하임은 급격한 변동을 겪는 사회일수록 코호트 간의 역사적·문화적 경험의 차이가 크기 때문에 세대 격차도 심화될 것이라고 주장했다(Mannheim, 1952). 이를 인구학적으로 해석해 보면 그런 사회일수록 코호트 효과의 편차도 상당히 클 것이고, 우리나라는 해방 이후 단기간의 사회경제적 변동을 겪은바 연령과 기간에 의존한 인구추계는 오차가 더욱 커질 가능성이 존재한다고 해석할 수 있다. 결과적으로 앞서 통계청의 인구추계 결과의 오차와 같이, 사망률이 계속 하락하는 추세라면 최근 코호트의 낮아진 사망률을 반영하지 못하기 때문에 기간사망률이 과거 코호트의 사망률보다는 낮게, 최근 코호트의 사망률보다는 높게 추정되었을 가능성이 크다. 기존의 여러 국내 선행연구들도 마찬가지로 연령대별 예측의 경우 연소 인구와 노인 인구의 예측에서 상대적으로 큰 오차가 발생하고 있으며, 합계출산율은 과대 추정의 문제, 기대수명의 경우 과소 추정의 문제가 지속적으로 발생해 왔다(우해봉, 2009). 이러한 결과는 인구추계에 있어서 연령 및 기간효과에서 코호트 효과를 해석하려는 한계에서 기인한다고 볼 수 있다.

2 코호트의 변화를 직접적으로 반영하기 위한 기존의 노력들

이렇듯, 연령-기간효과를 활용하거나 코호트 효과를 무시한 채 진행되어 왔던 인구추계의 불일치를 보정하기 위해 앞에서 언급했던 LC 모형과 그 변형 혹은 확장 모형 등 다양한 모형과 분석 방법들이 제시되어 왔다. Renshaw & Haberman의 모형, Currie(2006)의 Age-Period-Cohort 모형, Cairns-Blake-Dowd의 모형 등이 제시되었다(방법론에 대한 자세한 내용은 우해봉 외, 2016 참고).

이러한 코호트 분석 모형이 기존의 관측 자료에 존재하는 추가적인 측면의 정보를 활용하고 있다는 점에서, 과거 자료를 설명하는 측면에서 이들 모형이 기존 모형들에 비해 비교 우위를 보일 개연성은 높다(우해봉 외, 2016). 그러나 사망률 등의 전망에 대해 기존의 모형들과 비교했을 때, 적합성을 비롯하여 모형의 강건성과 민감성 측면에서도 비교 우위가 있다고 볼 수 없다. 가장 근본적으로는 기존의 모든 코호트 모형은 모형의 식별 문제에서 자유롭지 못하다는 근본적인 한계를 내포하고 있다는 점이 해결되어야 할 문제로 지적되고 있다.

제2절

본 연구의 APC 분석 방법

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

기존의 코호트 분석 모형을 괴롭혔던 모형 식별 문제가 2000년 후반에서야 통계적 발전에 힘입어 해결되기 시작했다. Yang C. Yang, Kenneth Land, Wenjiang Fu와 같은 연구자들을 중심으로 이전의 방법들과는 새로운 단계의 연구 모델이 개발되었다(Heo et al., 2017). 기존 연구들은 선형 모형을 사용하여 식별 문제가 APC 분석법의 해결할 수 없는 문제라고 결론 내린 반면, Yang et al.(2008)은 식별 문제가 데이터 특성에 달린 것이 아니라 모델 특성에 따라 다르다는 것에 착안하여 나이, 기간, 코호트를 덧셈고정효과모델(additive fixed effects model)의 독립적인 공변량으로 취급하지 않는 방법을 사용한 고유추정치(intrinsic estimator)를 이용한 APC 분석법을 고안하였다.

고유추정치(intrinsic estimator)를 이용한 APC 분석법(IE-APC 분석법)은 식별의 문제를 해결하기 위해 주성분분석(Principal Component Analysis) 기술인 주성분회귀분석을 이용하였다(Yang et al., 2004; Tu et al., 2012). 주성분분석은 원래의 설명변수 대신 가상의 주성분으로 대체하는 방법으로, 추정된 주성분들은 선형결합상 서로 직교하기 때문에, 각 주성분끼리는 서로 독립이라 할 수 있다. 주성분회귀분석은 원래의 회귀방정식에서 고윳값 분해를 통해 설명변수들의 선형결합으로 이루어진 주성분들을 설명변수의 숫자만큼 추출해 낼 수가 있다. IE-APC 분석법은 특히 영공간(null-space)을 제외한 비영공간(non-null space)에 해당하는 주성분만을 추출하는 방법으로 제약을 부과하여 회귀분석을 실행함으로써 식별의 문제를 해결하였다. 소결하면, IE-APC 분석법은 APC 모형이 가지고 있는 식별 문제를 해결하기 위하여, 주성분회귀분석으로 변환하여 각각의 주성분에 대한 회귀계수를 추정한 후, 다시 원래의 회귀방정식으로 역변환하는 방법이라 할 수 있다(Yang & Land, 2013; Yang et al., 2008). 이에 본 연구는 IE-APC 분석법으로 연령, 기간, 코호트의 각 효과를 직접적으로 분석하고 이를 인구추계에 적용해 보고자 한다.

제3절

APC 분석을 위한 가용 자료 및 분석 방법

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

1 본 연구를 위한 자료원

본 연구에 사용된 출산력, 사망력, 이동력의 자료는 모두 통계청 KOSIS 국가 통계포털(<https://kosis.kr/index/index.do>)에서 다운로드 받아서 진행하였다. 연령별 출산력, 사망력, 이동력 관련 데이터를 남녀 성별로 나누고 국가 단위의 가용한 연도 모두를 포함하여 활용하였다. 연령과 기간, 코호트 모두 일관되도록 5년 단위 자료를 활용하였다. 사망과 출생의 경우 인구동향조사에서, 이동에 대해서는 국제인구이동통계에서 추출하였다.

사망자료는 성, 연령별 5세 단위 사망률(십만 명당 사망자 수) 자료를 추출하였다. 기간은 1983~2019년 자료로 0세부터 90세 이상의 연령 구간을 가지고 있다. 그러나 1999년 이전의 자료에는 80~90세 이상의 자료가 제공되지 않기 때문에 자료의 일관성을 확보하기 위해 0~79세에 국한하여 분석을 실시하였다. 사망자료의 출생연도는 1910년도까지 거슬러 올라간다. 출산은 모의 연령별 천 명당 출산 수로, 남아, 여아로 구분하여 분석을 하였다. 모의 연령은 15세부터 50세 이상으로 일관되게 수집된 자료 모두를 사용하였다. 국제 이동은 체류기간 90일을 초과하여 상주지를 옮긴 내·외국인 입국자와 출국자를 대상으로 집계한다(통계청, 2020). 국제 이동과 관련해서는 내국인 남녀, 외국인 남녀로 나누어 각각 입국인 수, 출국인 수 자료를 분석하였다. 조사 연도는 2000년부터 2019년까지 5년 단위로 수집된 자료를 활용하였다.

2 분석 방법

위의 구득된 자료를 바탕으로 우선적으로 그림을 통해 연령, 기간, 출생연도에 따른 기술적인 수치의 분포와 경향을 파악한 후, 모델 간의 적합성 비교를 위한 분석을 실시하였다. 모든 자료에서 연령, 기간, 출생코호트를 다 반영하는 것이 최선은 아니다. 코호트의 효과가 없다면 식별 문제가 발생하지 않기 때문에 연령-기간 비율에 대한 분석만으로도 충분하다. 이를 확인하기 위해 AIC(Akaike Information Criteria), BIC(Bayesian Information Criteria) 값 등을 활용한 모델핏(Goodness-of-fit statistics) 비교 분석을 통해 연령, 나이, 출생코호트 각각의 모델과 이들 간의 조합 모델, 마지막으로 모두를 포함한 모델 간의 적합성을 비교하여 최선의 모델을 선정하였다. 만일 이렇게 선정된 모델이 연령-기간-코호트를 모두 포함한 모델이라면 출생코호트에 따른 효과가 해당 결과변수에 영향을 미치고 있다고 판단할 수 있다. 이에 앞서 언급한 IE-APC 분석을 남녀별 5년 단위 자료를 활용하여 실시하였다. IE-APC 분석 결과를 그림으로 나타냈으며 연령, 기간, 코호트별로 현재 인구변동과 얼마나 상이한지 수치와 그림으로 IE-APC 모델의 적합성과 예측가능성을 확인하였다. 이어 기간과 출생코호트의 추세를 각 연령 단위별로 2054년까지 연장하고 각각의 모델 계수를 재결합하여 연령별 추계 값을 계산하였다(Osmond, 1985). 추세연장의 기준은 앞서 언급한 추세외삽법의 다양한 모델을 고려하여 과거의 추세를 가장 잘 반영하는 모형과 현재까지의 알려진 코호트 관련 장래예측 정보에 기반하였다.

제4장

연구 결과

제1절 사망률 추계 결과

제2절 출산력 추계 결과

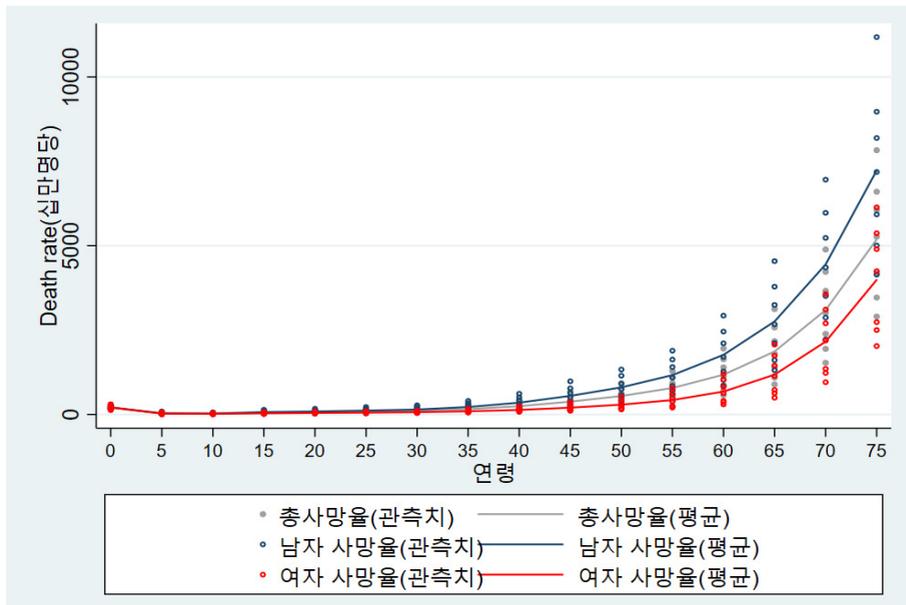
제3절 이동력 추계 결과

제 1절 사망률 추계 결과

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

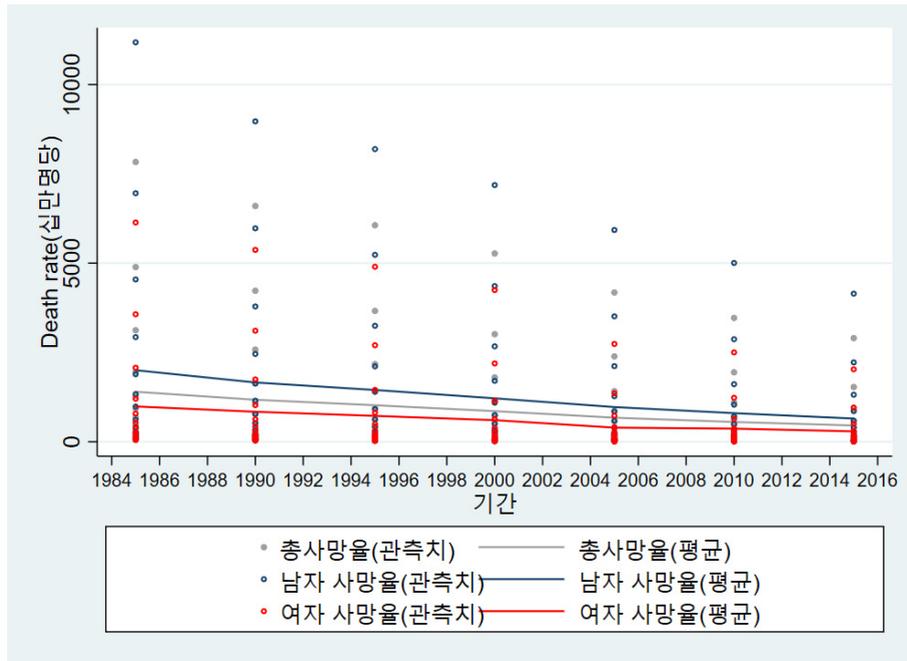
본 절에서는 앞서 언급한 분석과정에 따른 사망률 추계 결과를 담고 있다. 그림에 대한 해석에 있어서 유의할 점이 있다. 기술적(descriptive)인 추세를 보여주는 그림들은 y축의 값이 데이터의 값과 단위가 동일한 반면, IE-APC 분석의 결과를 연령, 기간, 코호트별로 보여주는 그림들은 사망률, 출산율, 국제 이동자수의 절대적인 수준을 보여주는 것이 아닌 모델에 기반한 연령, 기간, 코호트 변수의 계숫값이므로 상대적인 추세만을 보여준다는 점이다(Yang et al, 2013).

한국인 남녀의 사망률을 연령에 따라 살펴보면 [그림 4-1]과 같다. 남녀의 사망률은 남성이 생애 초기부터 사망률이 지속적으로 높다가 30대 이후부터 확연하게 여성의 사망률과 격차가 벌어지기 시작하여 생애 후기로 갈수록 격차는 더욱 벌어지는 모습을 보여주고 있다.



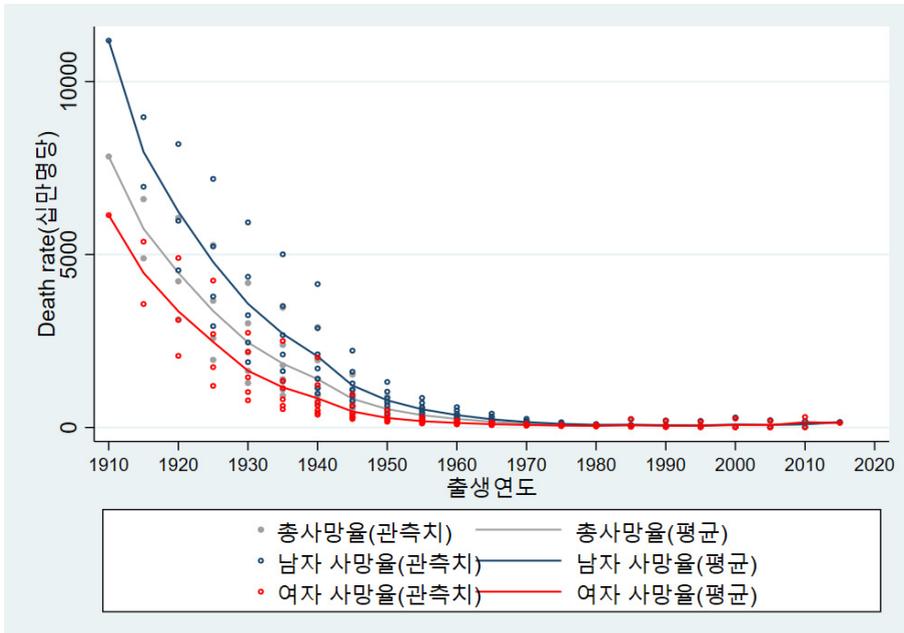
[그림 4-1] 연령에 따른 남녀 사망률 추이

이러한 추세를 기간에 따라 살펴보면 [그림 4-2]와 같다. 최근으로 올수록 남녀 동일하게 사망률이 점차 감소하고 있으며 남자와 여자 간의 사망률 격차는 다소 줄어드는 것을 볼 수 있다.

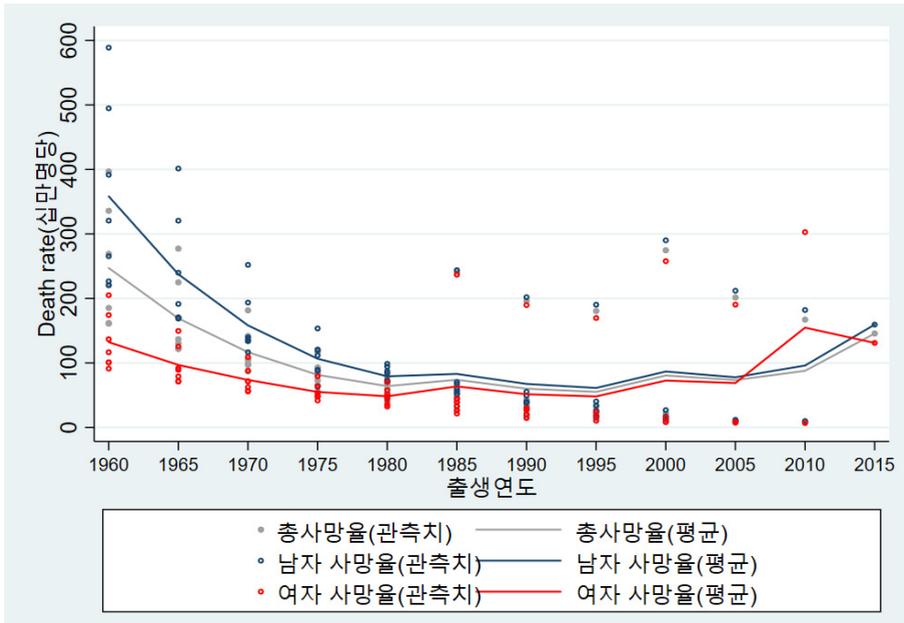


[그림 4-2] 기간에 따른 남녀 사망률 추이

사망률 추세를 출생연도 측면에서 살펴보면 [그림 4-3]과 같다. 관측된 1910년생 이후 출생코호트에 따른 사망률은 1950년~55년생까지 남녀 동일하게 급감하다가 이후 점차 완만하게 감소하는 경향을 보여주고 있다. 최근 출생코호트들의 변동을 살펴보기 위해 1960년대 이후의 출생코호트만 따로 분리하여 분석하였다 ([그림 4-4]). 1985~1990년 출생코호트부터 남녀 간의 격차는 상당히 줄어들었으나 1995~2000년 출생코호트부터 완만한 증가세에서 여자는 2005~2010년생 코호트부터, 남자는 2010~2015년생 코호트부터 증가세로 돌아섰다.



[그림 4-3] 출생연도에 따른 남녀 사망률 추이



[그림 4-4] 1960년도 이후 출생코호트들의 남녀 사망률 추이

해당 사망률의 추세 데이터를 IE-APC 모델로 분석이 필요한지 검토하기 위해, 남녀 각각으로 모델의 적합성에 대해 [표 4-1]과 같은 비교 분석을 실시하였다. 결과적으로 남녀 모두 연령, 기간, 코호트를 모두 고려하는 APC 모델의 값이 가장 낮기 때문에 IE-APC 분석을 실시하였다.

[표 4-1] 모델 적합성 비교

Sex	Model	Obs	LL(model)	Df	AIC	BIC
남	연령	112	-9828.09	16	19688.17	19731.67
	연령+기간	112	-732.553	22	1509.107	1568.914
	연령+코호트	112	-519.669	37	1113.339	1234.923
	연령+기간+코호트	112	-513.021	42	1110.043	1224.22
여	연령	112	-6313.35	16	12658.69	12702.19
	연령+기간	112	-701.712	22	1447.423	1507.23
	연령+코호트	112	-535.65	37	1145.299	1245.884
	연령+기간+코호트	112	-462.51	42	1009.02	1123.197

주) LL, Log Likelihood; Df, degree of freedom; AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian information Criterion

사망률에 대한 연령-기간-출생코호트 분석 결과는 [그림 4-5]와 같다. 남녀 간의 큰 차이는 없으나 중년에 남자가 여자보다 사망률이 높고, 노년에는 여자가 남자보다 사망률이 높은 것으로 나왔다. 출생코호트에 따른 사망률은 후기 코호트로 올수록 사망률이 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있다.



[그림 4-5] 한국인 남녀의 사망률에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과

앞서 언급한 분석 방법의 순서에 따라 해당 IE-APC 분석을 5개년도 연령 그룹 별로 실시하여 기간효과와 코호트 효과의 모델 계숫값을 구하였다. 그리고 이것을 재합산하여 실제 과거 사망률 관측치 값과 비교하였다. 이런 방식으로 IE-APC 모델링의 내부 타당성을 검토하였다. 분석 결과는 [표 4-2]와 같다. 남자, 여자 모두 모델링을 통한 예측치와 실제 과거의 사망률 관측치가 겹쳐지는 매우 흡사한 추세를 보여주고 있다. 모델링 결과를 연령, 기간, 코호트별로 과거 관측치와 비교하면 남자의 경우 [그림 4-6]~[그림 4-8], 여자의 경우 [그림 4-9]~[그림 4-11]과 같다.

[표 4-2] 남녀 사망률에 대한 관측치와 APC 기반 예측치의 비교

연 도	연령대	남자 사망률 (관측치)	여자 사망률 (관측치)	남자 사망자 수 (APC 예측치)	여자 사망자 수 (APC 예측치)
1985~1989	75세 이상	11,183	6,138	11,183	6,223
	70-74세	6,958	3,569	6,796	3,578
	65-69세	4,544	2,071	4,450	2,111
	60-64세	2,929	1,203	2,965	1,281
	55-59세	1,890	786	2,000	818
	50-54세	1,333	530	1415	548
	45-49세	983	369	997	374
	40-44세	615	247	610	236
	35-39세	402	168	393	156
	30-34세	272	119	273	113
	25-29세	221	101	224	93
	20-24세	170	89	176	78
	15-19세	140	72	134	60

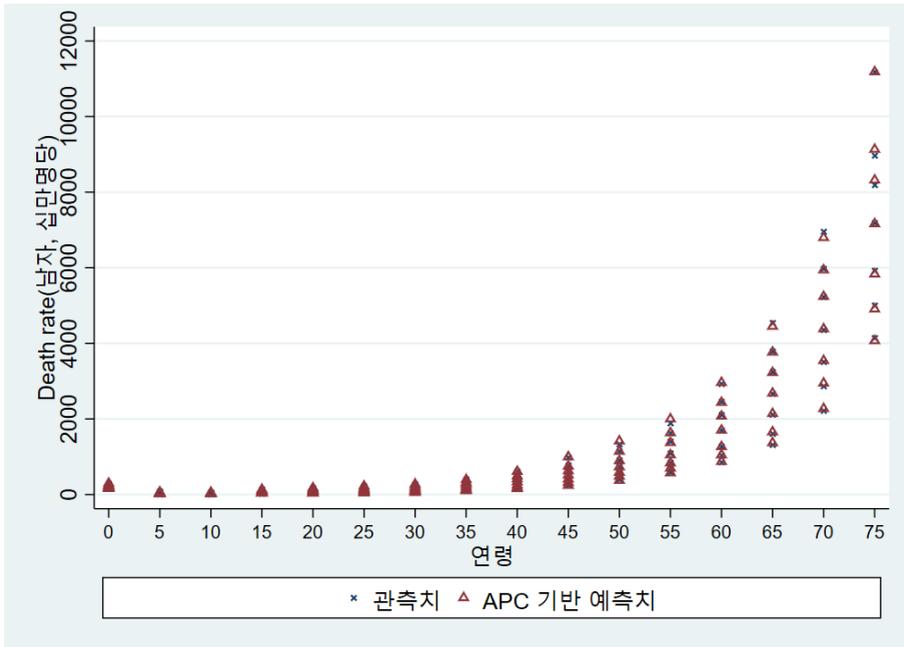
연 도	연령대	남자 사망률 (관측치)	여자 사망률 (관측치)	남자 사망자 수 (APC 예측치)	여자 사망자 수 (APC 예측치)
	10-14세	63	48	52	35
	5-9세	87	71	66	48
	0-4세	244	237	298	283
1990~1994	75세 이상	8,970	5,371	9,132	5,388
	70-74세	5,975	3,108	5,941	3,079
	65-69세	3,787	1,744	3,765	1,737
	60-64세	2,457	1,025	2,437	998
	55-59세	1,628	628	1,634	617
	50-54세	1,149	422	1,142	418
	45-49세	774	288	749	277
	40-44세	510	177	490	179
	35-39세	334	122	318	123
	30-34세	227	91	218	94
	25-29세	169	72	169	75
	20-24세	134	62	130	65
	15-19세	120	48	105	50
	10-14세	46	32	42	32
	5-9세	60	44	41	28
0-4세	202	190	226	207	
1995~1999	75세 이상	8,192	4,899	8,320	4,832
	70-74세	5,232	2,701	5,239	2,641
	65-69세	3,245	1,450	3,226	1,411

연 도	연령대	남자 사망률 (관측치)	여자 사망률 (관측치)	남자 사망자 수 (APC 예측치)	여자 사망자 수 (APC 예측치)
	60-64세	2,109	815	2,074	784
	55-59세	1,405	495	1,374	490
	50-54세	912	323	893	323
	45-49세	632	214	627	219
	40-44세	417	143	414	148
	35-39세	265	101	265	107
	30-34세	170	71	171	78
	25-29세	135	57	131	65
	20-24세	112	50	107	56
	15-19세	94	43	89	47
	10-14세	32	22	27	20
	5-9세	38	27	32	21
	0-4세	190	170	192	173
2000~2004	75세 이상	7,185	4,246	7,164	4,047
	70-74세	4,358	2,192	4,383	2,094
	65-69세	2,671	1,138	2,681	1,082
	60-64세	1,705	632	1,703	609
	55-59세	1,092	386	1,049	369
	50-54세	747	252	730	249
	45-49세	505	168	517	176
	40-44세	321	117	337	125
	35-39세	191	79	203	87

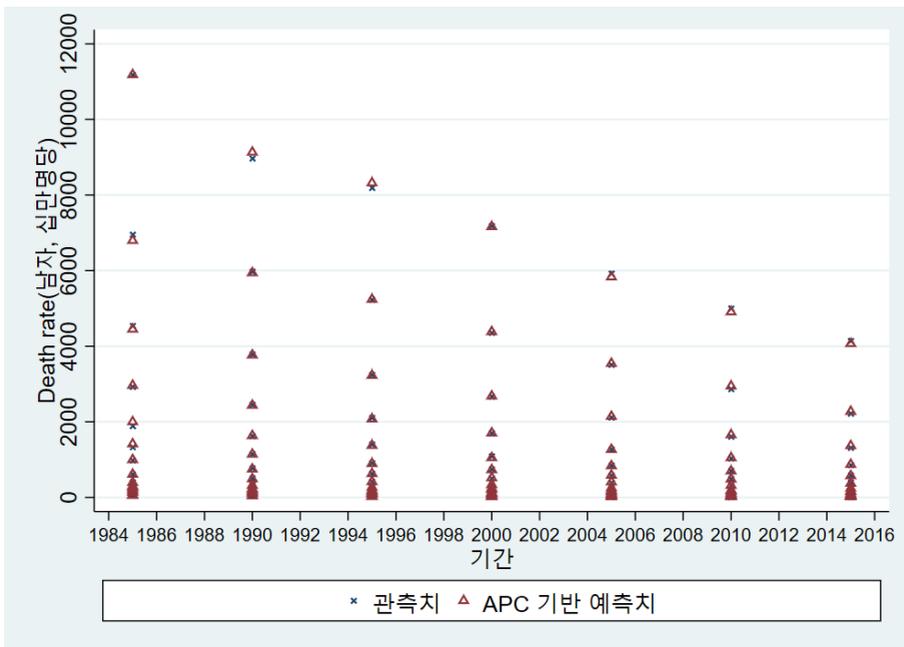
연 도	연령대	남자 사망률 (관측치)	여자 사망률 (관측치)	남자 사망자 수 (APC 예측치)	여자 사망자 수 (APC 예측치)
	30-34세	117	56	129	66
	25-29세	88	42	105	55
	20-24세	72	35	88	52
	15-19세	52	26	56	28
	10-14세	20	15	21	15
	5-9세	26	18	27	17
	0-4세	290	258	246	224
2005~2009	75세 이상	6,325	3,155	6,325	3,132
	70-74세	5,928	2,737	5,832	3,123
	65-69세	3,511	1,353	3,545	1,564
	60-64세	2,117	725	2,142	817
	55-59세	1,275	403	1,266	446
	50-54세	848	253	835	277
	45-49세	585	186	586	195
	40-44세	392	137	409	145
	35-39세	240	92	251	99
	30-34세	137	72	149	71
	25-29세	89	54	101	54
	20-24세	73	48	84	49
	15-19세	56	33	54	30
10-14세	40	20	42	20	

연 도	연령대	남자 사망률 (관측치)	여자 사망률 (관측치)	남자 사망자 수 (APC 예측치)	여자 사망자 수 (APC 예측치)
	5-9세	16	10	17	12
	0-4세	17	8	33	22
2010~2014	75세 이상	212	190	189	194
	70-74세	5,128	2,423	5,118	2,434
	65-69세	5,005	2,502	4,908	2,426
	60-64세	2,870	1,230	2,947	1,229
	55-59세	1,611	635	1,657	623
	50-54세	1,036	369	1,048	349
	45-49세	709	237	697	226
	40-44세	495	174	483	167
	35-39세	321	126	318	120
	30-34세	194	88	192	85
	25-29세	121	64	121	61
	20-24세	84	51	84	51
	15-19세	67	39	53	30
	10-14세	49	27	42	23
	5-9세	34	18	35	17
	0-4세	13	9	22	15
2015~2019	75세 이상	12	9	27	20
	70-74세	182	303	168	273
	65-69세	4,312	1,964	4,303	1,977
	60-64세	4,145	2,027	4,070	1,902

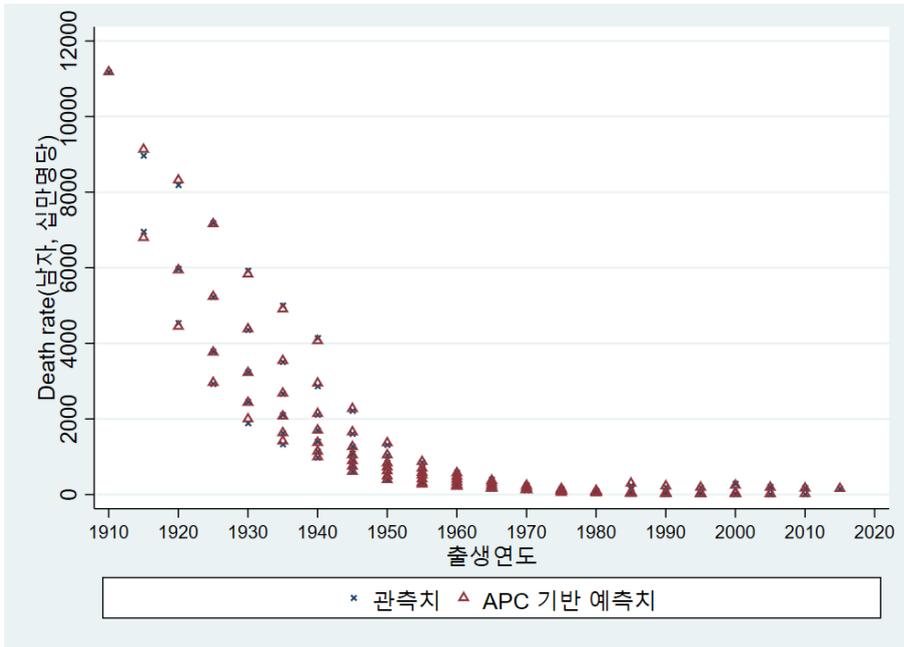
연 도	연령대	남자 사망률 (관측치)	여자 사망률 (관측치)	남자 사망자 수 (APC 예측치)	여자 사망자 수 (APC 예측치)
	55-59세	2,221	957	2,274	935
	50-54세	1,316	496	1,368	486
	45-49세	856	299	873	284
	40-44세	589	205	573	193
	35-39세	401	150	374	138
	30-34세	252	109	242	102
	25-29세	153	79	155	72
	20-24세	99	58	101	57
	15-19세	70	45	53	31
	10-14세	55	30	41	22
	5-9세	40	24	35	19
	0-4세	27	16	45	22



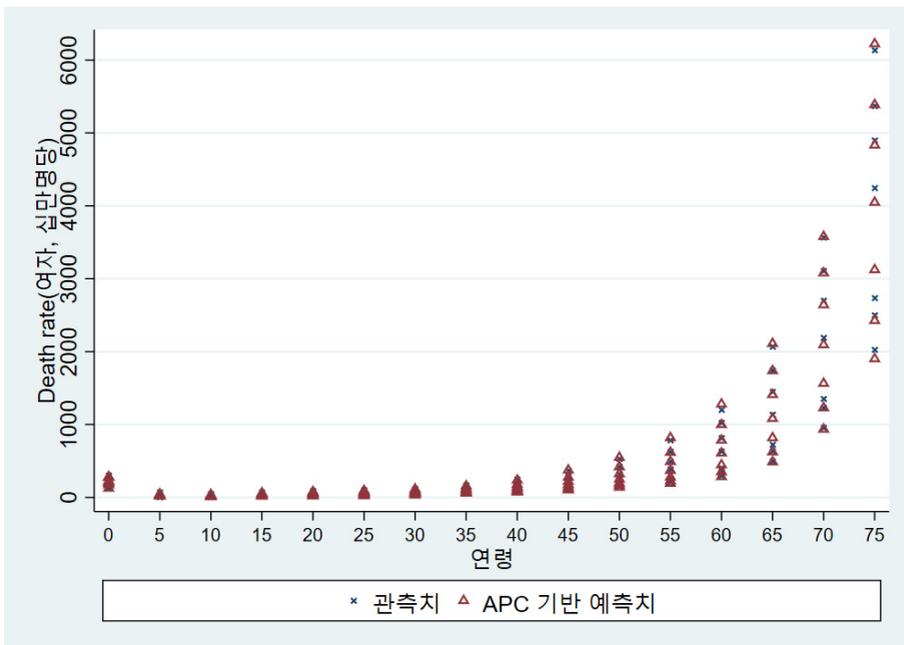
[그림 4-6] 연령에 따른 현재 남자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교



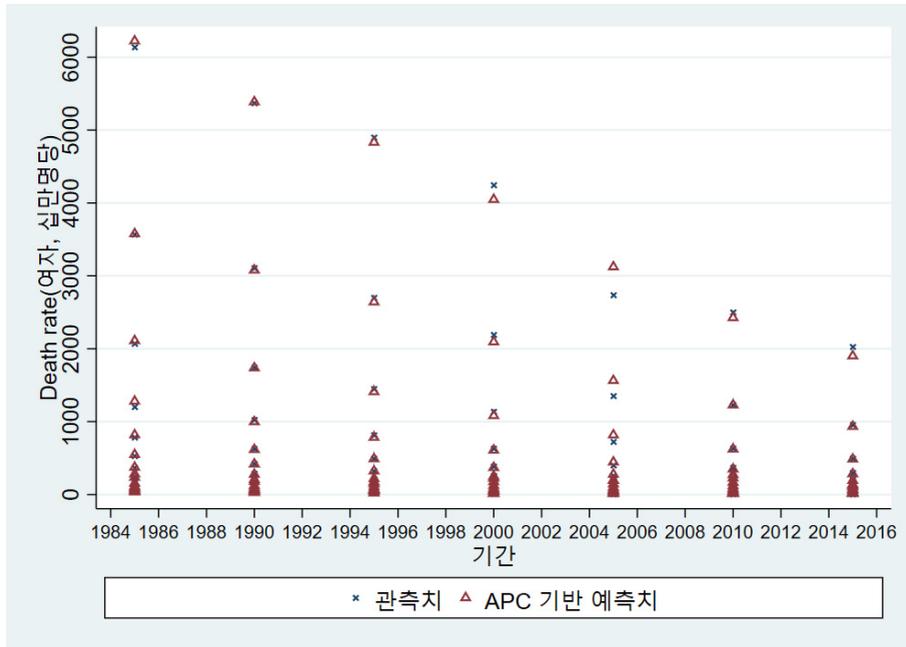
[그림 4-7] 기간에 따른 현재 남자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교



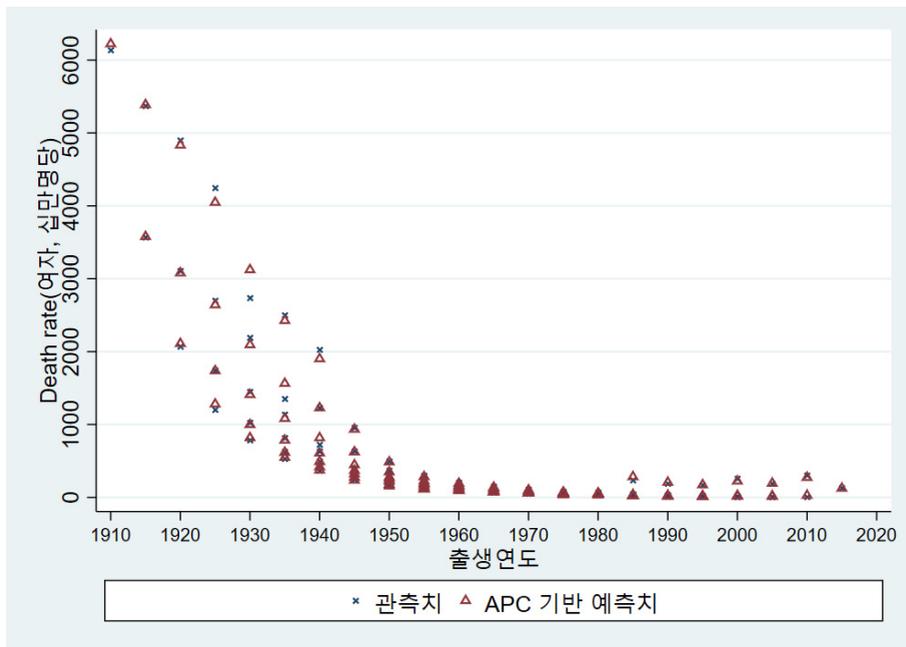
[그림 4-8] 출생코호트에 따른 현재 남자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교



[그림 4-9] 연령에 따른 현재 여자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교



[그림 4-10] 기간에 따른 현재 여자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교



[그림 4-11] 출생코호트에 따른 현재 여자 사망률 및 APC 기반 예측치 간의 비교

IE-APC 모델링으로 산출된 5세 연령범위별 기간효과와 코호트 효과를 각각 추세외삽법으로 2054년까지 연장하고 이를 재결합한 값으로 사망률을 추계하였다. 추계 결과, 2054년까지 남녀 사망률은 지속적으로 감소할 것으로 보인다.

[표 4-3] APC 사망률 예측모델에 기반한 2054년까지의 사망률 추계

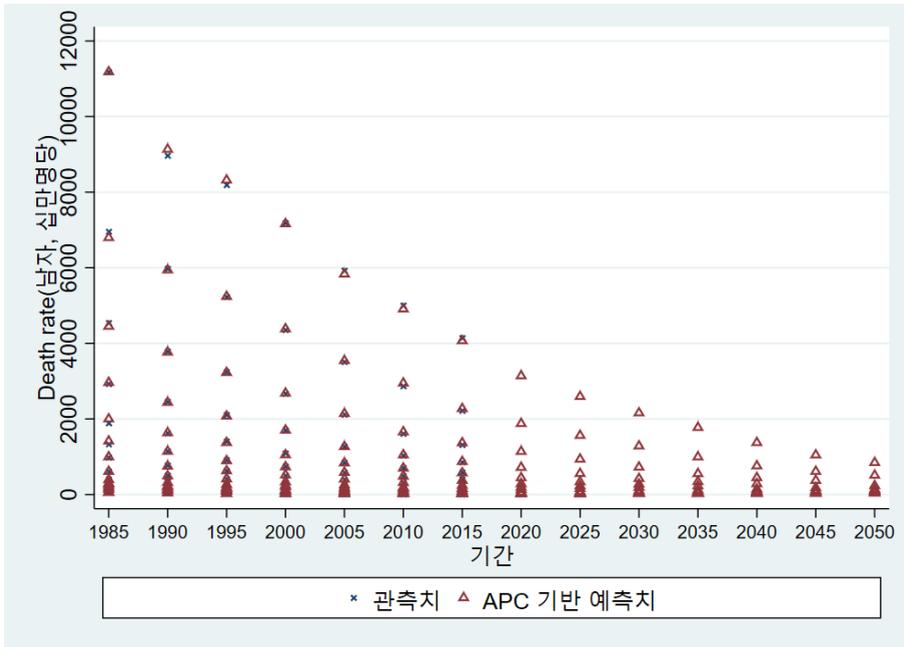
연 도	연령대	남자 사망률 (APC 예측치)	여자 사망률 (APC 예측치)
2020~2024	75세 이상	18	14
	70-74세	24	28
	65-69세	159	125
	60-64세	3,140	1,446
	55-59세	1,878	729
	50-54세	1,139	396
	45-49세	717	242
	40-44세	443	159
	35-39세	285	117
	30-34세	196	87
	25-29세	129	68
	20-24세	63	34
	15-19세	41	23
	10-14세	35	18
	5-9세	45	24
0-4세	36	20	
2025~2029	75세 이상	16	19
	70-74세	22	13
	65-69세	151	130

연 도	연령대	남자 사망률 (APC 예측치)	여자 사망률 (APC 예측치)
	60-64세	2,593	1,127
	55-59세	1,563	593
	50-54세	936	337
	45-49세	555	200
	40-44세	338	136
	35-39세	230	100
	30-34세	163	82
	25-29세	81	41
	20-24세	50	26
	15-19세	35	19
	10-14세	45	24
	5-9세	36	22
	0-4세	32	28
2030~2034	75세 이상	15	9
	70-74세	21	13
	65-69세	143	117
	60-64세	2,159	918
	55-59세	1,284	505
	50-54세	725	278
	45-49세	423	170
	40-44세	273	116
	35-39세	192	94
	30-34세	103	49
25-29세	64	30	

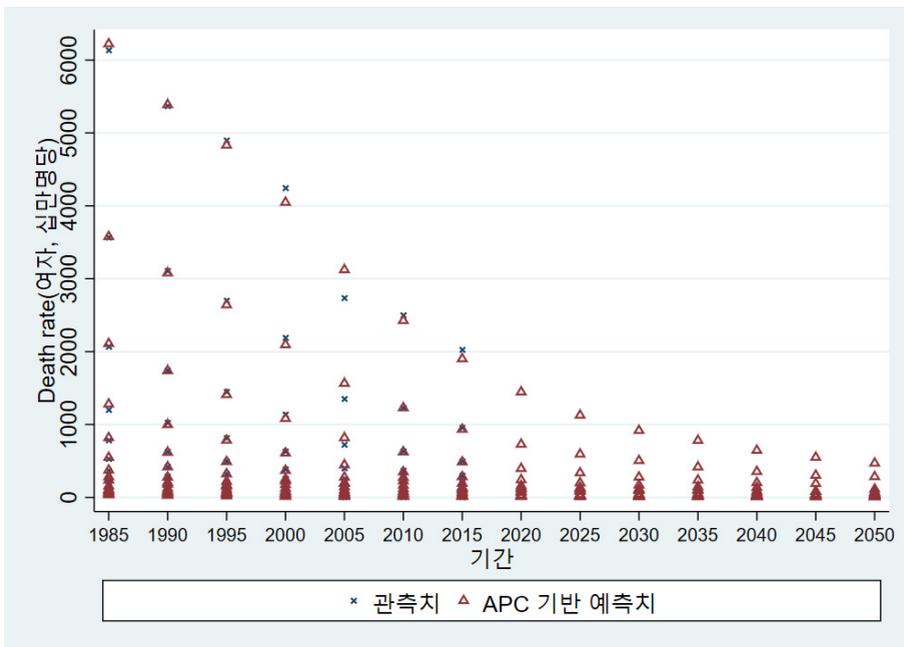
연 도	연령대	남자 사망률 (APC 예측치)	여자 사망률 (APC 예측치)
	20-24세	42	21
	15-19세	45	25
	10-14세	36	22
	5-9세	32	31
	0-4세	30	13
2035~2039	75세 이상	14	9
	70-74세	20	12
	65-69세	136	106
	60-64세	1,773	781
	55-59세	994	417
	50-54세	552	237
	45-49세	342	145
	40-44세	227	108
	35-39세	121	56
	30-34세	80	37
	25-29세	53	25
	20-24세	54	28
	15-19세	36	22
	10-14세	32	30
	5-9세	30	14
0-4세	29	13	
2040~2044	75세 이상	13	8
	70-74세	19	11
	65-69세	128	97

연 도	연령대	남자 사망률 (APC 예측치)	여자 사망률 (APC 예측치)
	60-64세	1,373	646
	55-59세	757	355
	50-54세	446	202
	45-49세	285	136
	40-44세	143	65
	35-39세	94	42
	30-34세	67	30
	25-29세	69	33
	20-24세	43	25
	15-19세	32	31
	10-14세	30	14
	5-9세	29	15
	0-4세	27	12
2045~2049	0-4세	13	7
	5-9세	18	10
	10-14세	122	89
	15-19세	1,046	549
	20-24세	612	303
	25-29세	372	190
	30-34세	180	81
	35-39세	112	49
	40-44세	79	35
	45-49세	87	40
50-54세	55	29	

연 도	연령대	남자 사망률 (APC 예측치)	여자 사망률 (APC 예측치)
	55-59세	38	35
	60-64세	30	14
	65-69세	29	14
	70-74세	27	13
	75세 이상	26	11
2050~2054	75세 이상	12	7
	70-74세	17	9
	65-69세	115	82
	60-64세	845	469
	55-59세	510	284
	50-54세	234	113
	45-49세	140	61
	40-44세	94	40
	35-39세	102	45
	30-34세	69	36
	25-29세	49	41
	20-24세	36	16
	15-19세	28	15
	10-14세	27	13
	5-9세	26	12
0-4세	25	10	



[그림 4-12] 2050년까지의 기간에 따른 APC 기반 남자 사망률 예측치

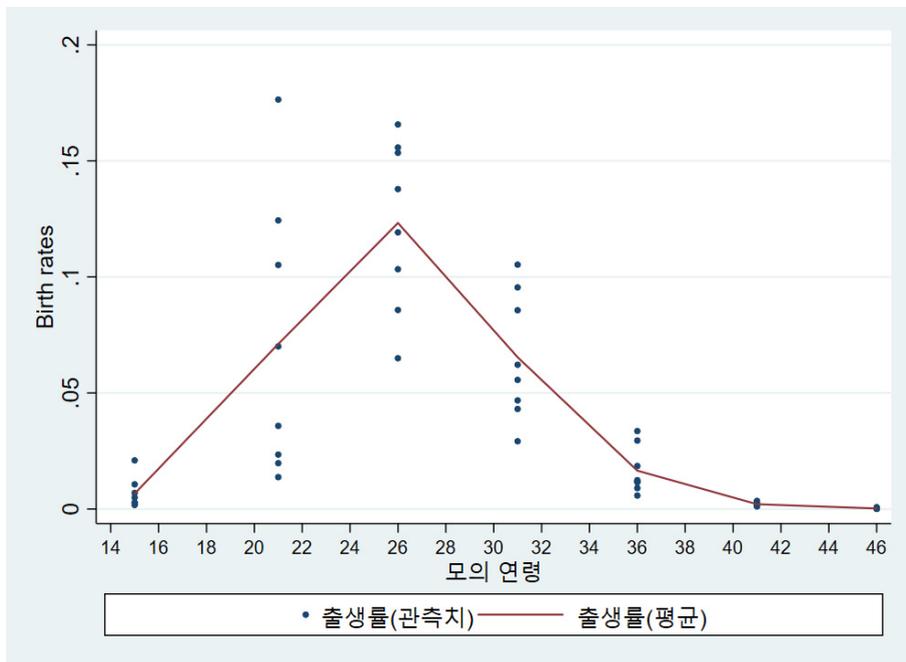


[그림 4-13] 2050년까지의 기간에 따른 APC 기반 여자 사망률 예측치

제2절 출산력 추계 결과

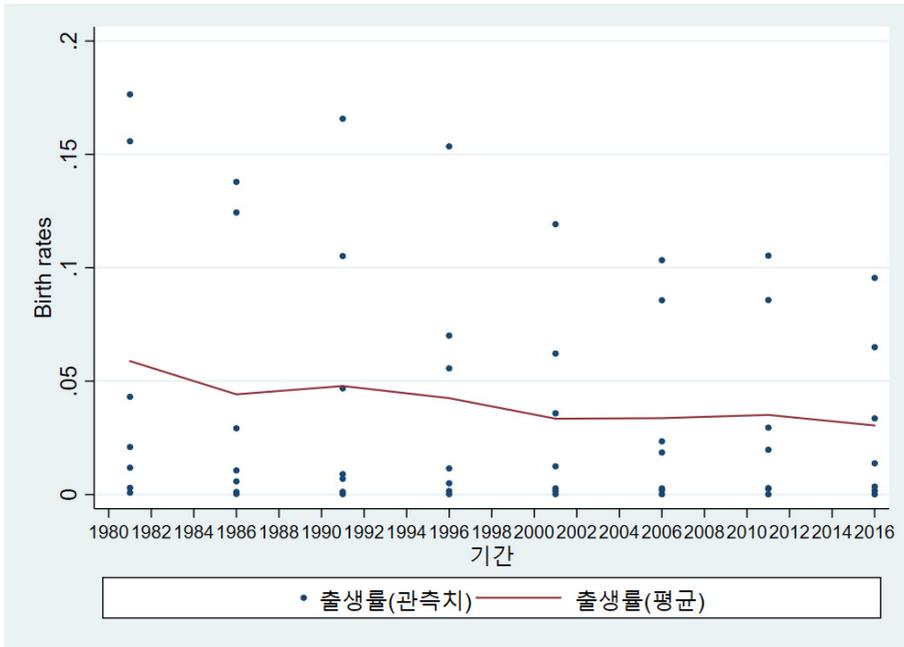
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

출산율을 모의 연령에 따라 살펴보면 [그림 4-14]과 같다. 출생률은 모의 연령이 26세일 때까지 상승한 후 36세일 때까지 감소하다 이후 40세까지 완만하게 줄어드는 추세를 보이고 있다.

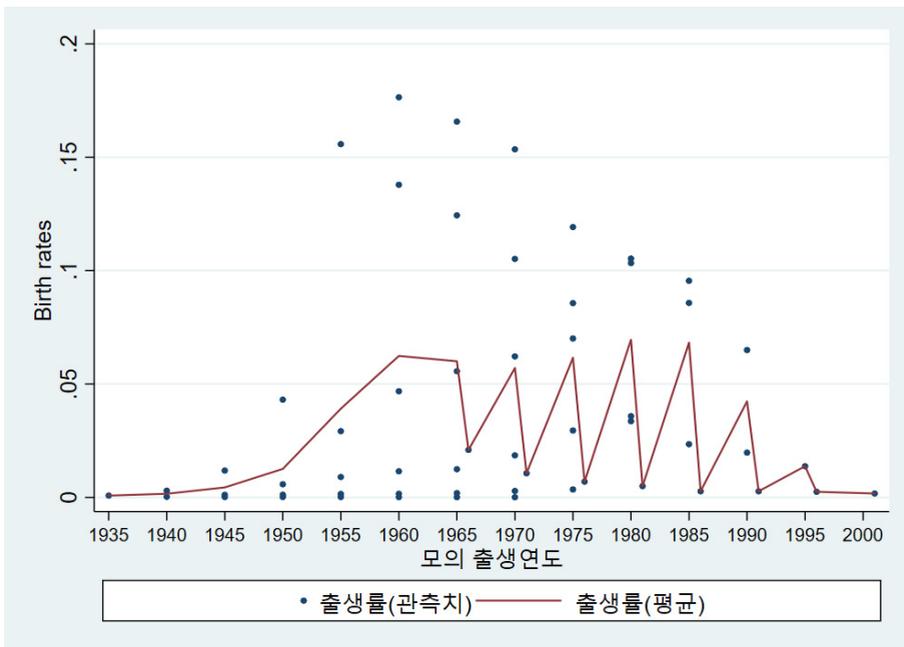


[그림 4-14] 모의 연령에 따른 출산율 추이

기간에 따른 출산율을 보면 최근일수록 점차 줄어들고 있음을 확인할 수 있다 ([그림 4-15]). 모의 출생연도에 따른 출산율을 보면 1955년생 이후부터 1965년까지 베이비붐 세대에서 출산이 급격히 증가하였고 출산 수가 1980년대생까지 유지되다가 이후 출생한 여성 중에서는 출산율이 급격하게 줄어드는 추세를 확인할 수 있다([그림 4-16]).



[그림 4-15] 기간에 따른 출산율 추이



[그림 4-16] 모의 출생연도에 따른 출산율 추이

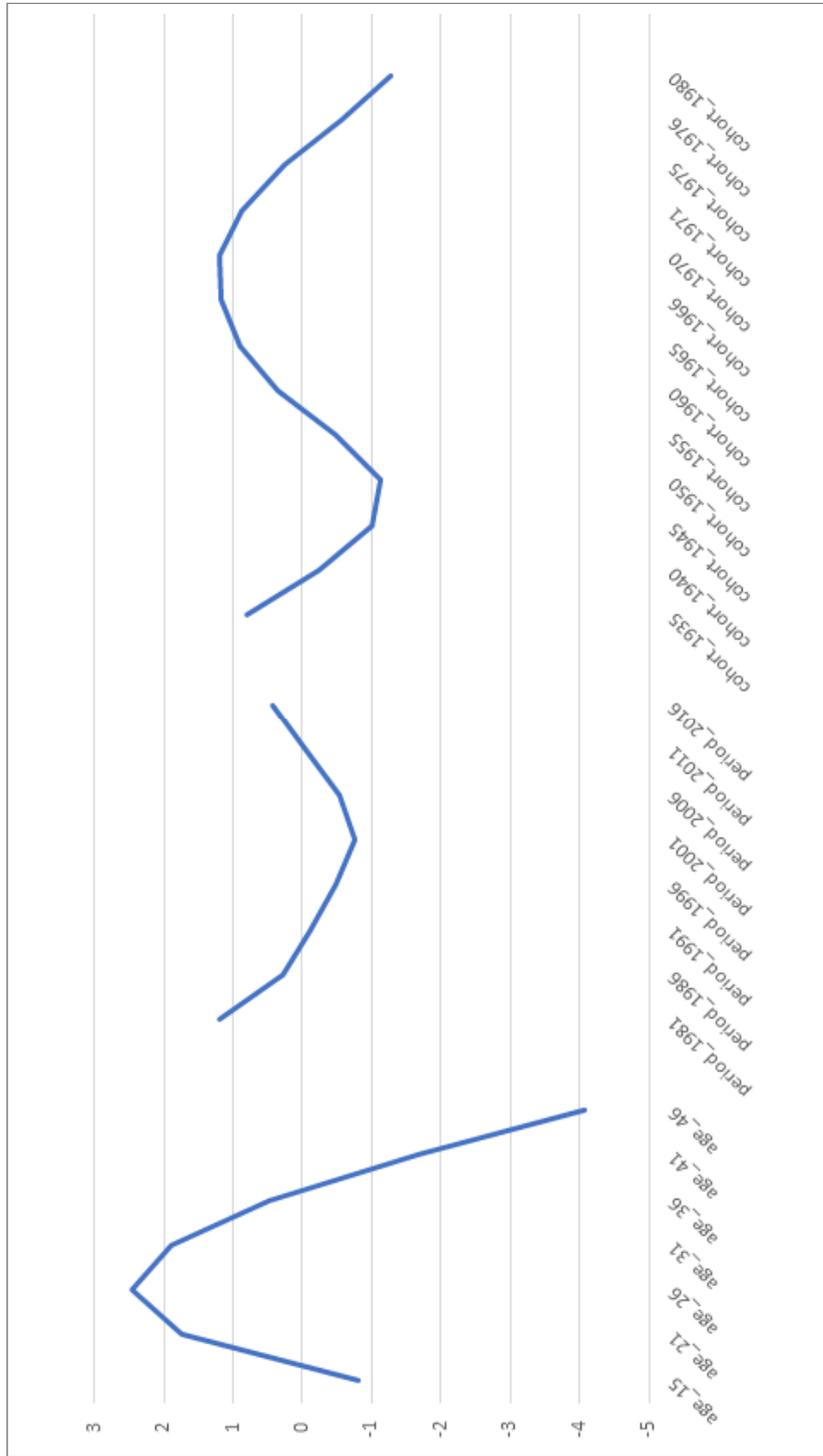
출산율 추세 데이터를 IE-APC 모델로 분석이 필요한지 검토하기 위해, 모델의 적합성에 대해 [표 4-4]와 같은 비교 분석을 실시하였다. 결과적으로 연령, 기간, 코호트를 모두 고려하는 APC 모델의 값이 가장 낮기 때문에 IE-APC 분석을 실시하였다.

[표 4-4] 모델 적합성 비교

Model	Obs	LL(model)	Df	AIC	BIC
연령	56	-7.07357	7	28.14714	42.32461
연령+기간	56	-7.02122	14	42.04244	70.39737
연령+코호트	56	-6.92827	26	65.85655	118.5157
연령+기간+코호트	56	-6.79494	26	65.58987	118.249

주) LL, Log Likelihood; Df, degree of freedom; AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian information Criterion

출산율에 대한 연령-기간-출생코호트 분석 결과는 [그림 4-17]과 같다. 모의 연령이 26세에서 가장 높고 이후로는 지속적으로 감소하고 있다. 기간으로는 2001년 이후로 증가세를 보이고 있다. 모의 출생연도별로는 1950년까지 감소 추세에 있다가 이후 1970년대생까지 증가하였고 이후 지속적으로 감소하였다.



[그림 4-17] 출산율에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과

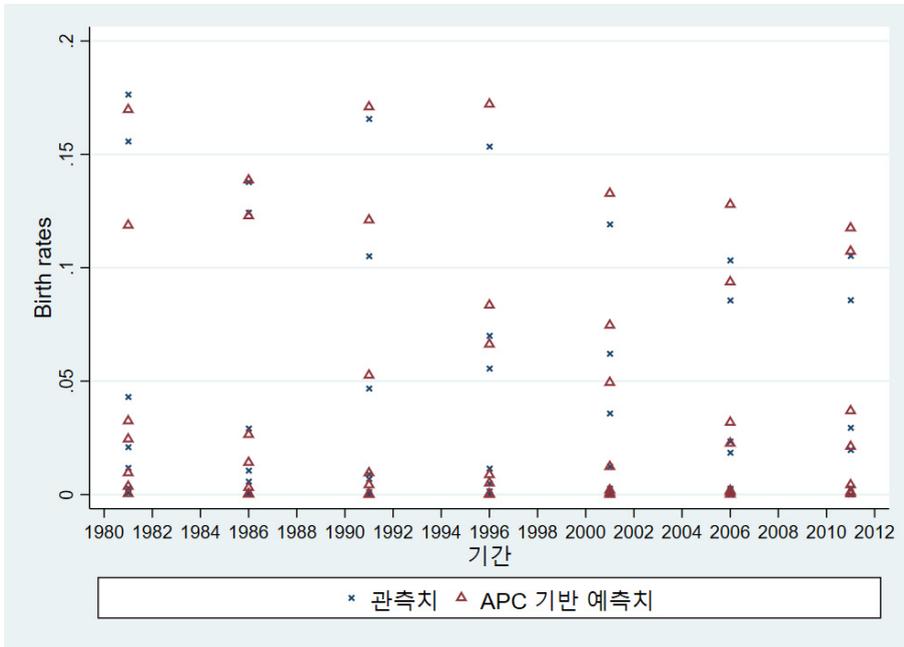
사망률에서 수행한 분석 방법과 동일하게 IE-APC 분석을 모의 5개년도 연령 그룹별로 실시하여 기간효과와 코호트 효과의 모델 계숫값을 구하고 재합산하여 실제 과거 출산율 관측치 값과 비교하였다. 분석 결과는 [표 4-5]와 같다. 사망률 만큼 근사한 값은 아니지만 연령별 유사한 값을 보이고 있다. 모델링 결과를 기간, 코호트별로 과거 관측치와 비교하면 [그림 4-18], [그림 4-19]와 같다.

[표 4-5] 출산율에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교

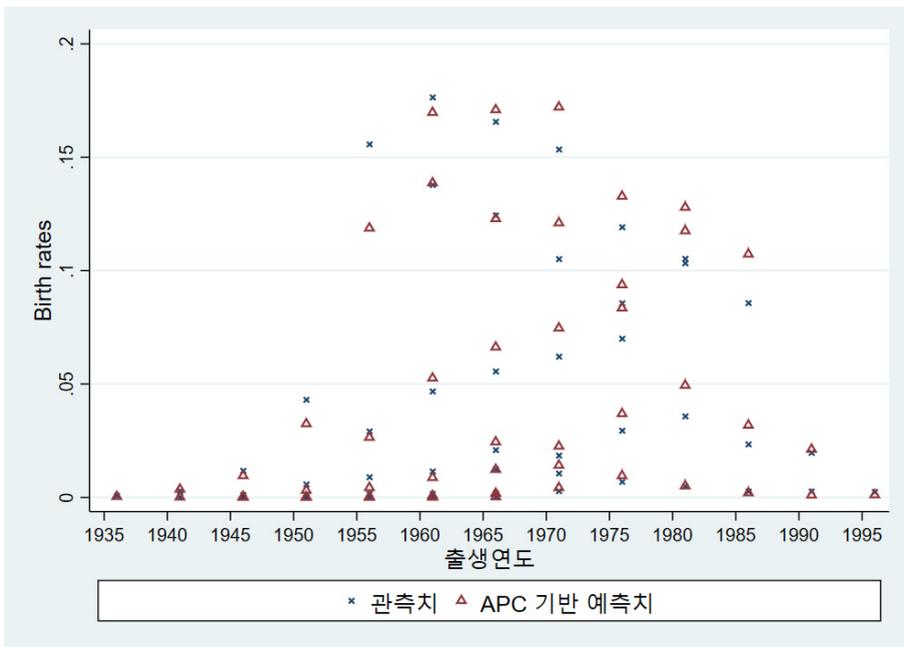
연 도	연령대	출산율 (관측치)	출산율 (APC 예측치)
1981~1985	15-19세	0.021	0.024
	20-24세	0.176	0.170
	25-29세	0.156	0.119
	30-34세	0.043	0.032
	35-39세	0.012	0.010
	40-44세	0.003	0.004
	45-49세	0.001	0.000
1986~1990	15-19세	0.011	0.014
	20-24세	0.124	0.123
	25-29세	0.138	0.139
	30-34세	0.029	0.026
	35-39세	0.006	0.003
	40-44세	0.001	0.000
	45-49세	0.000	0.000
1991~1995	15-19세	0.007	0.010
	20-24세	0.105	0.121

연 도	연령대	출산율 (관측치)	출산율 (APC 예측치)
	25-29세	0.166	0.171
	30-34세	0.047	0.053
	35-39세	0.009	0.004
	40-44세	0.001	0.000
	45-49세	0.000	0.000
1996~2000	15-19세	0.005	0.005
	20-24세	0.070	0.083
	25-29세	0.153	0.172
	30-34세	0.056	0.066
	35-39세	0.012	0.009
	40-44세	0.002	0.000
	45-49세	0.000	0.000
2001~2005	15-19세	0.003	0.002
	20-24세	0.036	0.049
	25-29세	0.119	0.133
	30-34세	0.062	0.075
	35-39세	0.012	0.012
	40-44세	0.002	0.001
	45-49세	0.000	0.000
2006~2010	15-19세	0.003	0.001
	20-24세	0.023	0.032
	25-29세	0.103	0.128

연 도	연령대	출산율 (관측치)	출산율 (APC 예측치)
	30-34세	0.086	0.094
	35-39세	0.019	0.023
	40-44세	0.002	0.002
	45-49세	0.000	0.000
2011~2015	15-19세	0.002	0.001
	20-24세	0.020	0.021
	25-29세	0.086	0.107
	30-34세	0.105	0.118
	35-39세	0.030	0.037
	40-44세	0.003	0.004
	45-49세	0.000	0.000
2016~20	15-19세	0.002	0.002
	20-24세	0.014	0.023
	25-29세	0.065	0.071
	30-34세	0.096	0.098
	35-39세	0.034	0.046
	40-44세	0.004	0.007
	45-49세	0.000	0.001



[그림 4-18] 시간에 따른 출산율 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-19] 출생코호트에 따른 출산율 관측치와 APC 기반 예측치의 비교

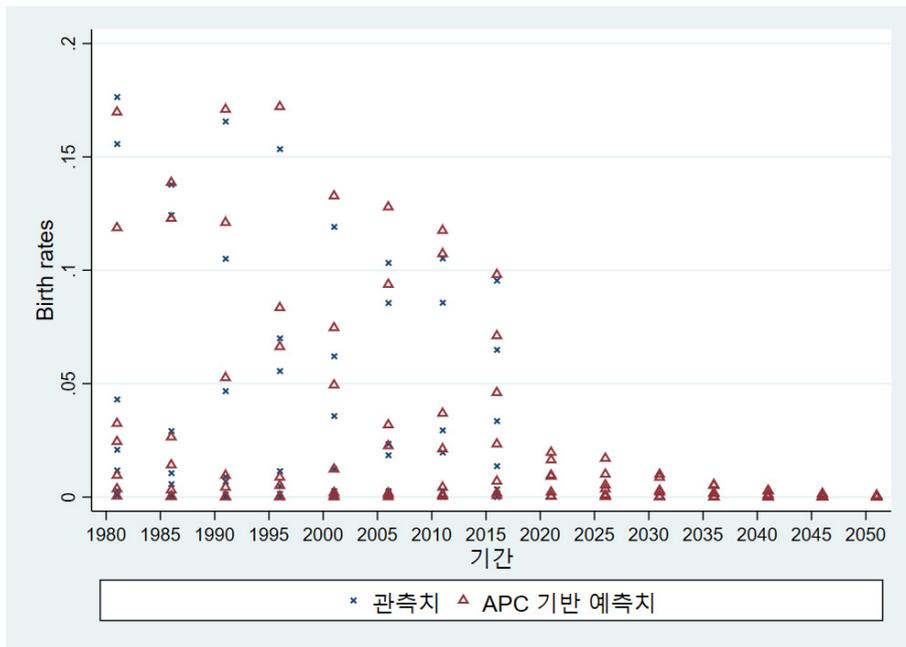
IE-APC 모델링으로 산출된 5세 연령범위별 기간효과와 코호트 효과를 각각 추세외삽법으로 2054년까지 연장하고 이를 재결합한 값으로 출산율을 추계하였다(표 4-6). 추계 결과, 2020~2024년 출산율이 30만 이하로 떨어진 이후 2030~2034년, 2035~2039년에 각각 40만 명대로 회복했다가 완만하게 줄어들 것으로 추계되었다. [그림 4-20]은 2054년까지의 APC 기반 출산율 추계를 보여 준다.

[표 4-6] APC 출산율 예측모델에 기반한 2054년까지의 출산율 추계

연 도	연령대	출산율 (APC 예측치)
2021~2025	15-19세	0.000
	20-24세	0.009
	25-29세	0.020
	30-34세	0.016
	35-39세	0.010
	40-44세	0.002
	45-49세	0.000
2026~2030	15-19세	0.000
	20-24세	0.005
	25-29세	0.017
	30-34세	0.010
	35-39세	0.004
	40-44세	0.001
	45-49세	0.000
2031~2035	15-19세	0.000
	20-24세	0.003
	25-29세	0.010

연 도	연령대	출산율 (APC 예측치)
	30-34세	0.009
	35-39세	0.002
	40-44세	0.000
	45-49세	0.000
2036~2040	15-19세	0.000
	20-24세	0.002
	25-29세	0.005
	30-34세	0.005
	35-39세	0.002
	40-44세	0.000
	45-49세	0.000
2041~2045	15-19세	0.000
	20-24세	0.001
	25-29세	0.003
	30-34세	0.003
	35-39세	0.001
	40-44세	0.000
	45-49세	0.000
2046~2050	15-19세	0.000
	20-24세	0.000
	25-29세	0.001
	30-34세	0.001
	35-39세	0.001
	40-44세	0.000
	45-49세	0.000

연 도	연령대	출산율 (APC 예측치)
2051~2054	15-19세	0.000
	20-24세	0.000
	25-29세	0.001
	30-34세	0.001
	35-39세	0.000
	40-44세	0.000
	45-49세	0.000



[그림 4-20] 2050년까지의 APC 기반 출산율 예측치

제3절

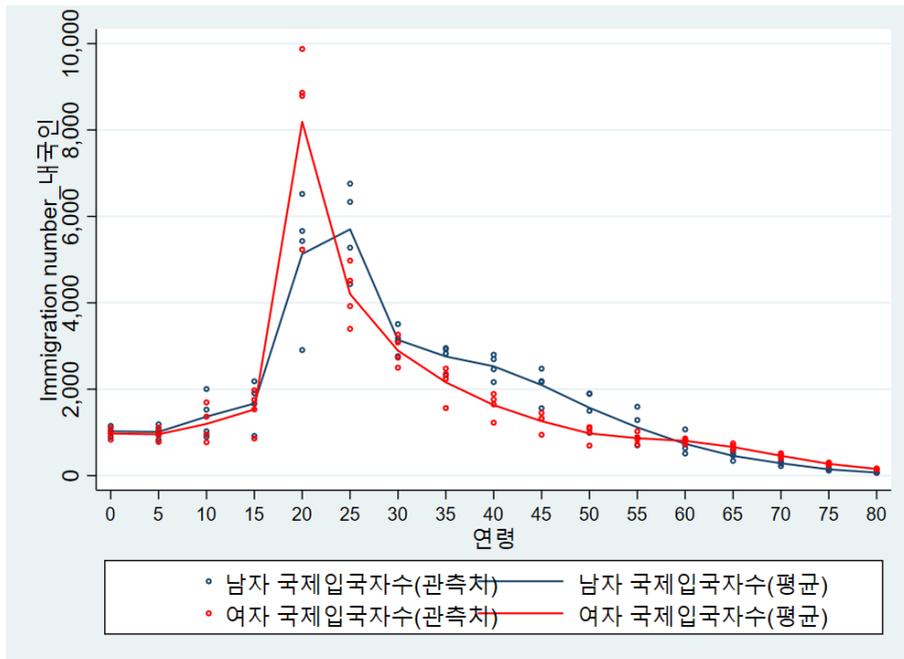
이동력 추계 결과

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

1 입국

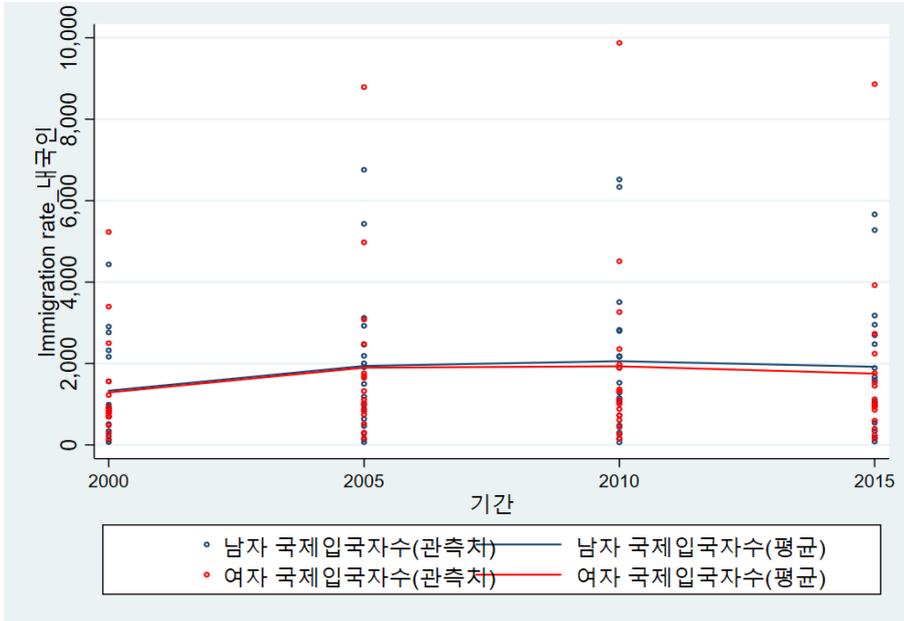
가. 내국인 남녀 입국

내국인 남녀의 입국자 수를 연령에 따라 살펴보면 [그림 4-21]과 같다. 15~20세에 내국인 남녀의 입국이 급격히 증가한 후 30세까지 다시 가파르게 감소한 후 80세까지 완만하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 여성이 20세에 남성보다 약 3,000명 정도 많이 입국했다가 남성보다 더 가파르게 입국 수가 감소하는 모습을 보여주고 있다.

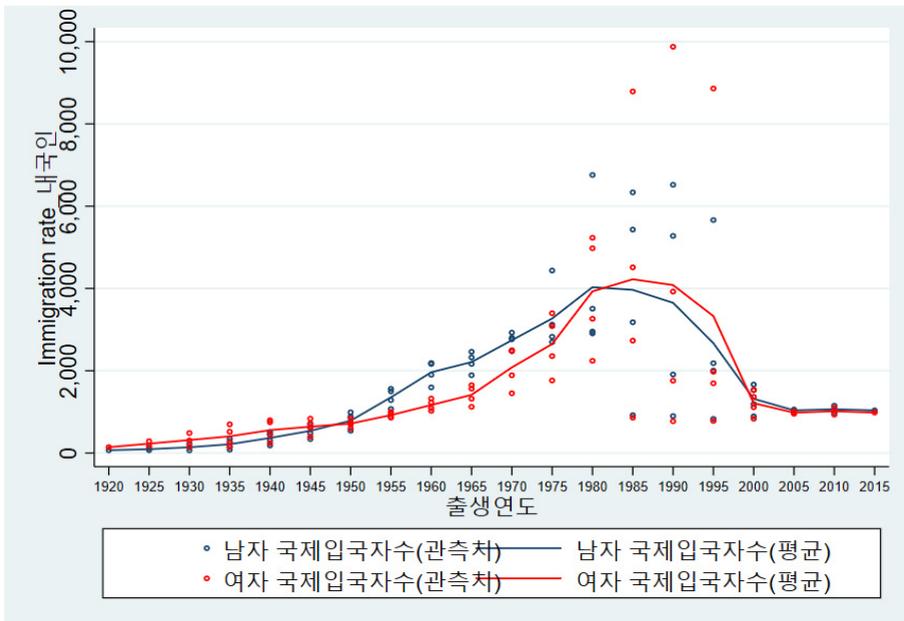


[그림 4-21] 연령에 따른 내국인 남녀의 국제 입국자 수 추이

내국인 남녀의 국제 입국을 기간에 따라 살펴보면 2005년 이후 유지세를 볼 수 있다.



[그림 4-22] 기간에 따른 내국인 남녀의 국제 입국자 수 추이



[그림 4-23] 출생연도에 따른 내국인 남녀의 국제 입국자 수 추이

내국인 남녀의 국제 입국자 수를 출생연도에 따라 살펴보면 1980년대생까지 완만하게 증가하다가 2000년대생까지 감소하는 추세를 보여주고 있다.

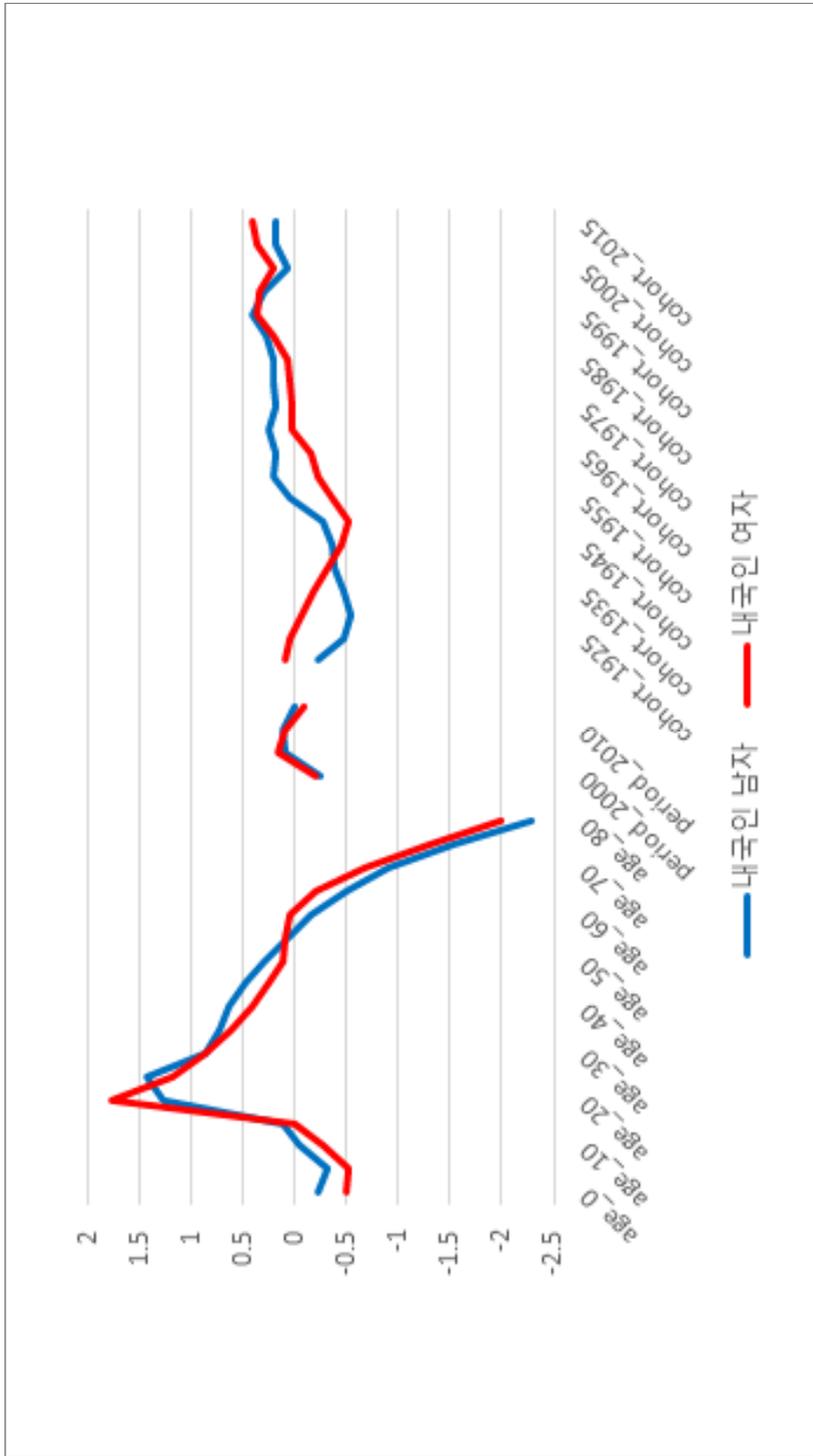
내국인 남녀의 국제 입국자 수 추세 데이터를 IE-APC 모델로 분석이 필요한지 검토하기 위해, 남녀 각각으로 모델의 적합성에 대해 [표 4-7]과 같은 비교 분석을 실시하였다. 결과적으로 남녀 모두 연령, 기간, 코호트를 모두 고려하는 APC 모델의 값이 가장 낮기 때문에 IE-APC 분석을 실시하였다.

[표 4-7] 모델 적합성 비교

	Model	Obs	LL(model)	Df	AIC	BIC
내국 남자 입국	연령	68	-2809.39	17	5652.786	5690.518
	연령+기간	68	-1218.05	20	2476.092	2520.482
	연령+코호트	68	-1572.24	36	3216.479	3296.381
	연령+기간+코호트	68	-810.501	38	1697.001	1781.342
내국 여자 입국	연령	68	-2259.48	17	4552.951	4590.683
	연령+기간	68	-889.585	20	1819.17	1863.561
	연령+코호트	68	-1508.23	36	3088.453	3168.355
	연령+기간+코호트	68	-554.832	38	1185.664	1270.005

주) LL, Log Likelihood; Df, degree of freedom; AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian information Criterion

내국인 남녀의 입국자 수에 대한 연령-기간-출생코호트 분석 결과는 [그림 4-24]와 같다. 연령별로는 20~30대에 가장 많이 입국하고 전후로 급격히 증가하고, 급격히 감소하는 모습을 보였다. 출생코호트별로는 완만하게 증가하는 추세로, 1995년생 이전에는 남자가 더 많았으나 이후로 내국인 여자의 입국자 수가 많아졌다.



[그림 4-24] 내국인 남녀의 입국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과

내국인 남녀의 IE-APC 분석을 5개년도 연령 그룹별로 실시하여 기간효과와 코호트 효과의 모델 계숫값을 구하고 재합산하여 실제 과거 내국인 남녀의 입국 관측치 값과 비교하였다. 분석 결과는 [표 4-8]과 같다. 남녀 모두 기간에 따라 관측치와 예측치 간에 1천~4천여 명의 오차를 보여주고 있다. 모델링 결과를 연령, 기간, 코호트별로 과거 관측치와 비교하면 남자의 경우 [그림 4-25]~[그림 4-27], 여자의 경우 [그림 4-28]~[그림 4-30]과 같다.

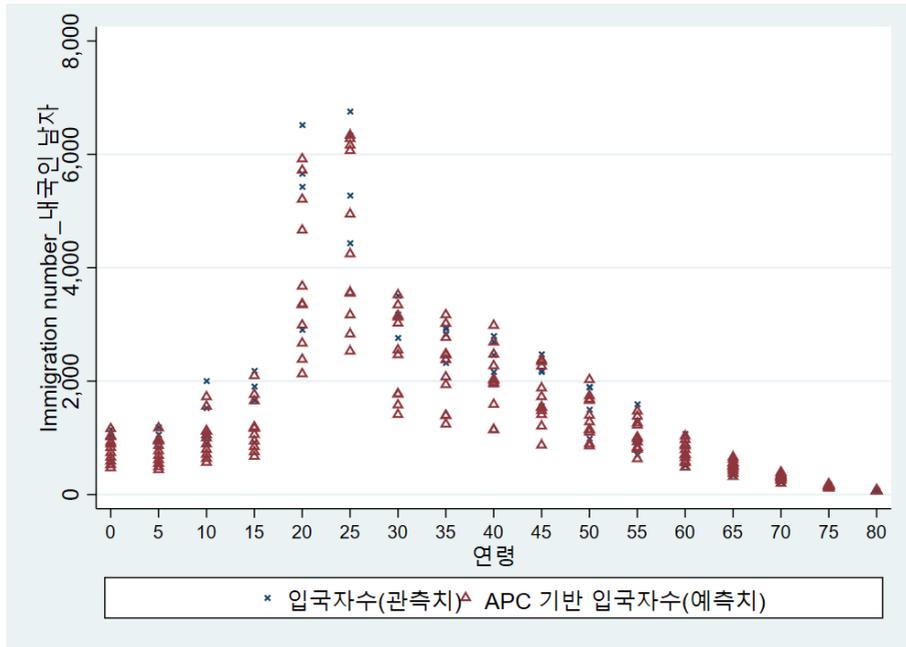
[표 4-8] 내국인 남녀 입국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교

연 도	연령대	내국남 입국 수 (관측치)	내국녀 입국 수 (관측치)	5개년별 내국인 입국 수	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
2000~2004	0-4세	892	833		836	705	
	5-9세	830	780		883	725	
	10-14세	899	773		987	790	
	15-19세	920	860		1092	905	
	20-24세	2,908	5,231		3442	5067	
	25-29세	4,435	3,398		3976	2802	
	30-34세	2,765	2,500		2389	2039	
	35-39세	2,324	1,565		1943	1319	
	40-44세	2,165	1,227		1854	1013	
	45-49세	1,561	946		1321	743	
	50-54세	989	695		803	563	
	55-59세	700	717		591	573	
	60-64세	513	796		452	638	
	65-69세	342	697		298	568	

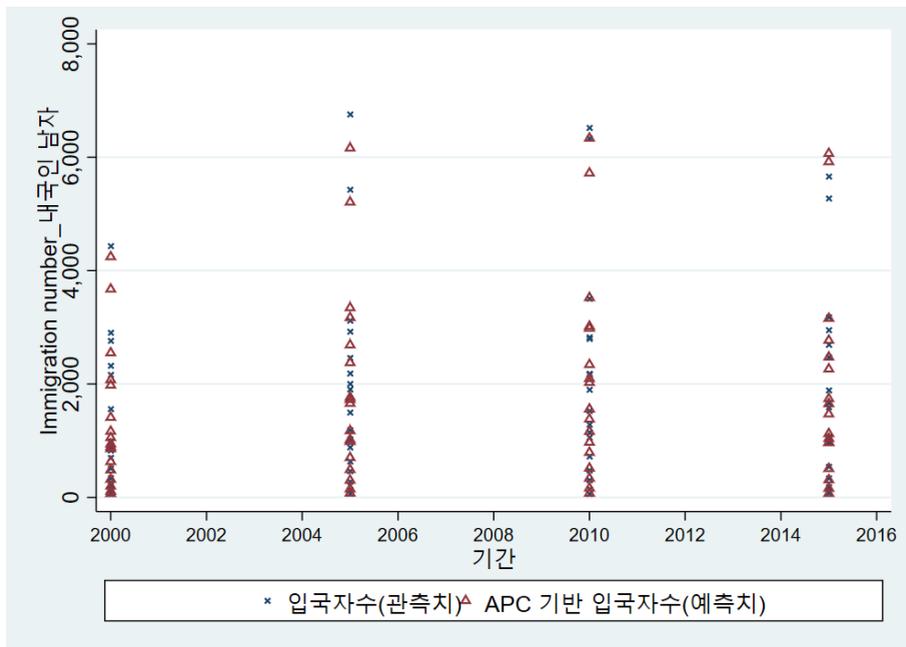
연 도	연령대	내국남 입국 수 (관측치)	내국녀 입국 수 (관측치)	5개년별 내국인 입국 수	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	70-74세	221	486		186	393	
	75-79세	118	287		104	231	
	80세 이상	68	142		64	124	
	합계	22,652	21,931	44,583	21,223	19,196	40,419
2005~2009	0-4세	1,027	979		954	873	
	5-9세	1,189	1,113		1100	998	
	10-14세	2,005	1,695		1615	1314	
	15-19세	1,909	1,758		1654	1482	
	20-24세	5,430	8,789		4879	7461	
	25-29세	6,758	4,977		5772	4064	
	30-34세	3,121	3,083		3133	2883	
	35-39세	2,927	2,479		2971	2271	
	40-44세	2,462	1,649		2519	1514	
	45-49세	2,189	1,324		2226	1219	
	50-54세	1,500	1,001		1553	935	
	55-59세	885	843		922	774	
	60-64세	637	836		656	784	
	65-69세	466	748		458	709	
	70-74세	280	517		283	499	
	75-79세	132	304		138	293	
	80세 이상	69	168		70	168	
	합계	32,985	32,264	65,249	30,904	28,240	59,144

연 도	연령대	내국남 입국 수 (관측치)	내국녀 입국 수 (관측치)	5개년별 내국인 입국 수	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수	
2010~2014	0-4세	1,152	1,103		1088	974		
	5-9세	1,059	1,009		910	826		
	10-14세	1,529	1,365		1460	1210		
	15-19세	2,184	1,975		1963	1649		
	20-24세	6,520	9,875		5359	8179		
	25-29세	6,336	4,513		5935	4006		
	30-34세	3,508	3,265		3300	2799		
	35-39세	2,827	2,356		2827	2149		
	40-44세	2,799	1,891		2794	1744		
	45-49세	2,166	1,320		2194	1220		
	50-54세	1,902	1,091		1899	1026		
	55-59세	1,287	881		1294	861		
	60-64세	725	729		742	709		
	65-69세	479	612		482	584		
	70-74세	306	440		315	418		
	75-79세	148	259		153	249		
	80세 이상	65	156		68	142		
	합계		34,991	32,841	67,832	32,783	28,745	61,528
	2015~2019	0-4세	1,037	983		972	860	
		5-9세	976	932		905	807	
10-14세		1,027	954		1053	877		
15-19세		1,665	1,534	3,199	1547	1329		

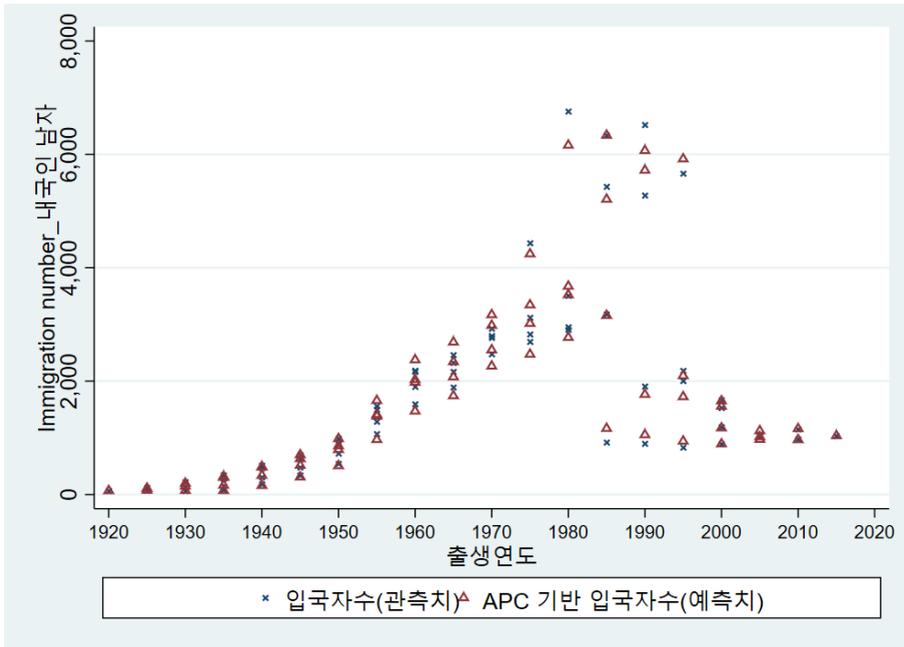
연 도	연령대	내국남 입국 수 (관측치)	내국녀 입국 수 (관측치)	5개년별 내국인 입국 수	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	20-24세	5,662	8,861		5546	7964	
	25-29세	5,277	3,924		5683	3843	
	30-34세	3,179	2,732		2958	2414	
	35-39세	2,953	2,242		2595	1826	
	40-44세	2,696	1,764		2318	1445	
	45-49세	2,477	1,452		2122	1230	
	50-54세	1,892	1,123		1631	899	
	55-59세	1,595	1,026		1378	827	
	60-64세	1,070	861		908	690	
	65-69세	543	597		476	462	
	70-74세	339	397		289	301	
	75-~79세	183	241		149	183	
	80세 이상	83	151		65	106	
	합계	32,655	29,774	62,429	30,595	26,061	56,656



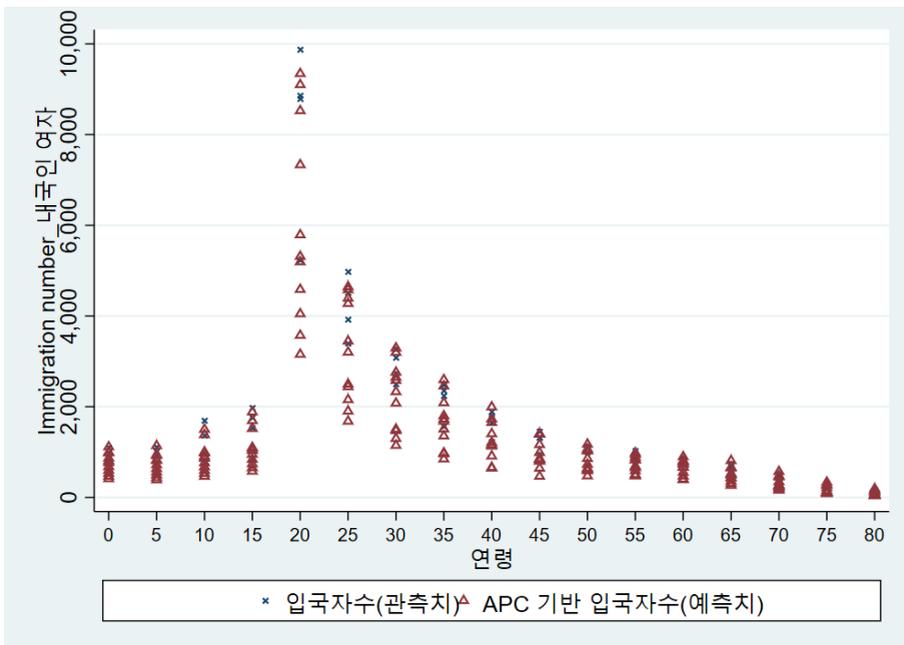
[그림 4-25] 연령에 따른 내국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



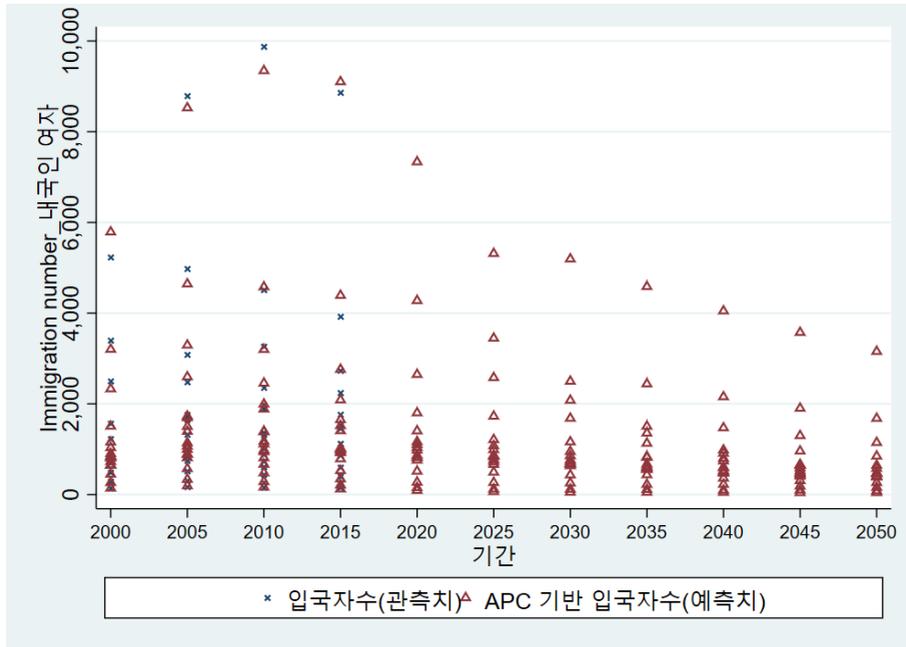
[그림 4-26] 기간에 따른 내국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



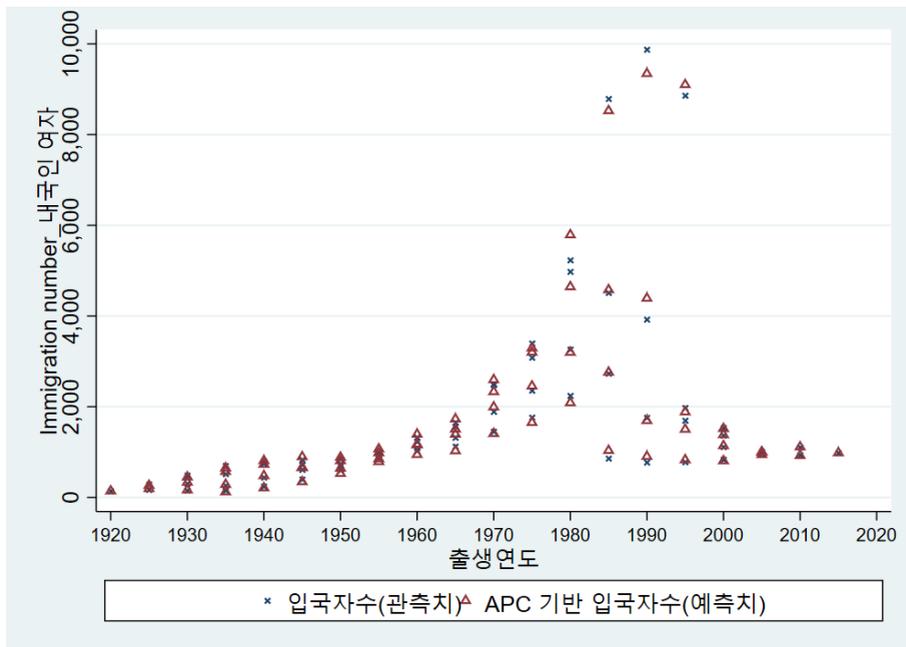
[그림 4-27] 출생코호트에 따른 내국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-28] 연령에 따른 내국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-29] 기간에 따른 내국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-30] 출생코호트에 따른 내국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교

IE-APC 모델링으로 산출된 5세 연령범위별 기간효과와 코호트 효과를 각각 추세외삽법으로 2054년까지 연장하고 이를 재결합한 값으로 내국인 남녀 입국자 수를 추계하였다([표 4-9]). 추계 결과, 2020~2024년 내국인 입국자 수가 5만 명대에서 완만하게 감소하여 2045~2049년도에는 2만 명대로 줄어든 것으로 추계되었다. [그림 4-31], [그림 4-32]는 각각 2054년까지의 APC 기반 내국인 남녀 입국 수 추계를 보여준다.

[표 4-9] APC 내국인 남녀 예측모델에 기반한 2054년까지의 내국인 남녀 입국자 수 추계

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
2020~2024	0-4세	868	759	
	5-9세	809	713	
	10-14세	1,048	857	
	15-19세	1,116	963	
	20-24세	4,369	6,419	
	25-29세	5,882	3,742	
	30-34세	2,832	2,316	
	35-39세	2,326	1,575	
	40-44세	2,128	1,228	
	45-49세	1,760	1,019	
	50-54세	1,578	906	
	55-59세	1,184	724	
	60-64세	967	663	
	65-69세	582	449	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	70-74세	285	238	
	75-79세	136	131	
	80세 이상	63	78	
	합계	27,932	22,779	50,711
2025~2029	0-4세	775	671	
	5-9세	722	629	
	10-14세	936	756	
	15-19세	1,110	941	
	20-24세	3,152	4,650	
	25-29세	4,633	3,016	
	30-34세	2,931	2,255	
	35-39세	2,227	1,511	
	40-44세	1,907	1,059	
	45-49세	1,616	866	
	50-54세	1,309	751	
	55-59세	1,145	730	
	60-64세	831	580	
	65-69세	620	432	
	70-74세	349	232	
	75-79세	134	104	
80세 이상	58	56		

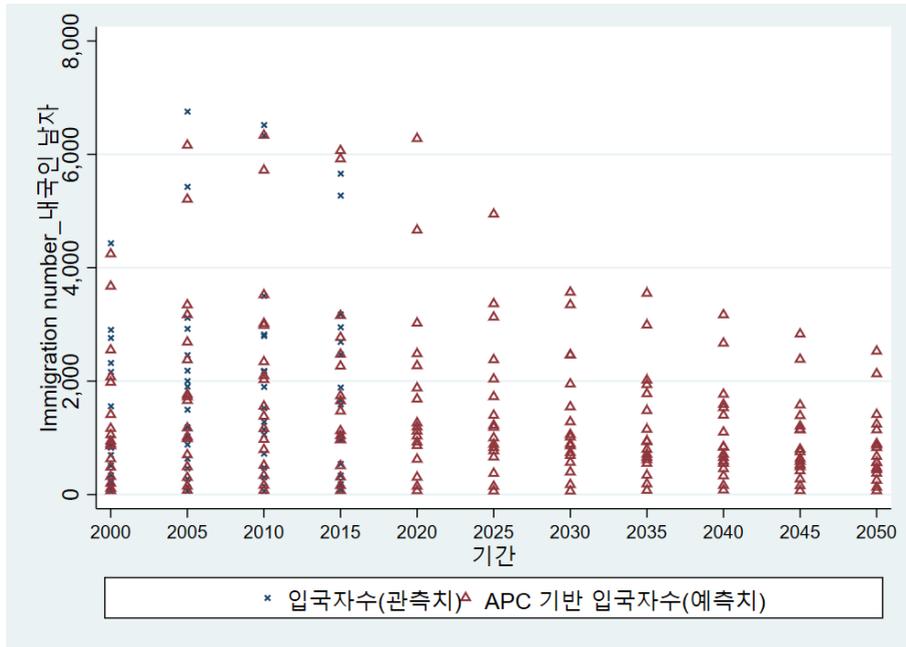
연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	합계	24,456	19,237	43,693
2030~2034	0-4세	692	592	
	5-9세	645	555	
	10-14세	836	668	
	15-19세	991	831	
	20-24세	3,135	4,545	
	25-29세	3,343	2,185	
	30-34세	2,309	1,818	
	35-39세	2,305	1,471	
	40-44세	1,826	1,016	
	45-49세	1,448	747	
	50-54세	1,201	638	
	55-59세	950	605	
	60-64세	804	585	
	65-69세	532	378	
	70-74세	371	222	
	75-79세	164	101	
	80세 이상	57	44	
	합계	21,612	17,000	38,611
2035~2039	0-4세	618	523	
	5-9세	576	490	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수	
	10-14세	746	590		
	15-19세	885	733		
	20-24세	2,800	4,012		
	25-29세	3,325	2,135		
	30-34세	1,666	1,317		
	35-39세	1,816	1,186		
	40-44세	1,890	989		
	45-49세	1,387	716		
	50-54세	1,077	550		
	55-59세	872	514		
	60-64세	667	484		
	65-69세	515	381		
	70-74세	319	195		
	75-79세	175	97		
	80세 이상	70	43		
		합계	19,405	14,956	34,361
	2040~2044	0-4세	552	461	
5-9세		515	433		
10-14세		667	520		
15-19세		791	647		
20-24세		2,501	3,542		

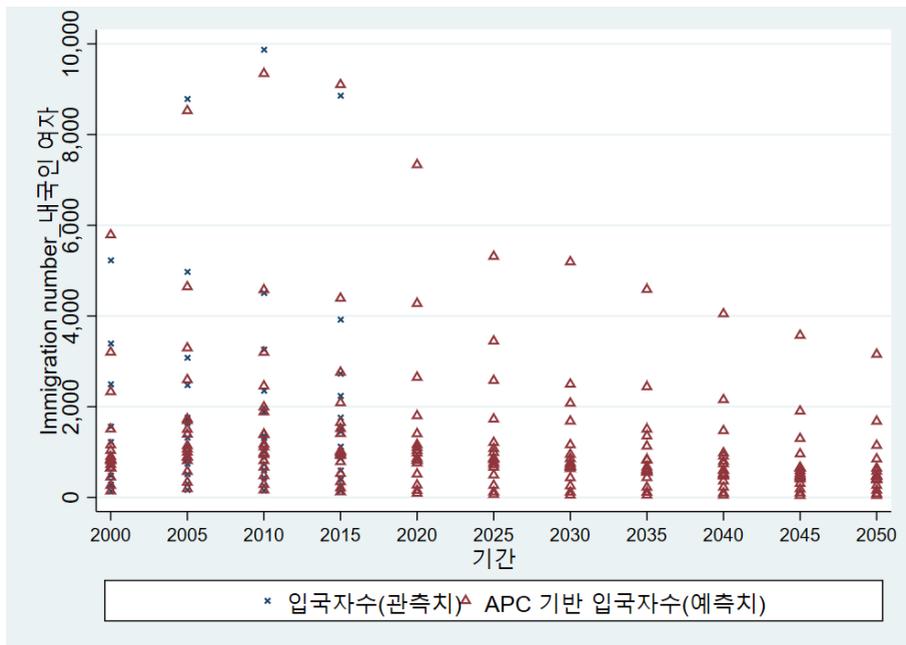
연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	25-29세	2,970	1,885	
	30-34세	1,657	1,287	
	35-39세	1,310	859	
	40-44세	1,489	797	
	45-49세	1,435	698	
	50-54세	1,031	528	
	55-59세	782	443	
	60-64세	612	412	
	65-69세	427	316	
	70-74세	309	196	
	75-79세	150	85	
	80세 이상	74	41	
	합계	17,272	13,151	30,423
	2045~2049	0-4세	493	407
5-9세		460	382	
10-14세		595	460	
15-19세		706	572	
20-24세		2,234	3,128	
25-29세		2,652	1,664	
30-34세		1,480	1,136	
35-39세		1,303	840	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	40-44세	1,074	578	
	45-49세	1,131	562	
	50-54세	1,067	514	
	55-59세	749	425	
	60-64세	549	355	
	65-69세	392	268	
	70-74세	256	163	
	75-79세	145	86	
	80세 이상	64	36	
	합계	15,350	11,575	26,925
2050~2054	0-4세	441	360	
	5-9세	410	337	
	10-14세	532	406	
	15-19세	631	505	
	20-24세	1,995	2,761	
	25-29세	2,369	1,469	
	30-34세	1,322	1,003	
	35-39세	1,164	741	
	40-44세	1,068	564	
	45-49세	816	407	
	50-54세	841	414	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	55-59세	775	414	
	60-64세	525	341	
	65-69세	352	231	
	70-74세	235	138	
	75-79세	121	71	
	80세 이상	62	37	
	합계	13,657	10,200	23,857



[그림 4-31] 2050년까지의 APC 기반 내국인 남자 입국자 수 예측치



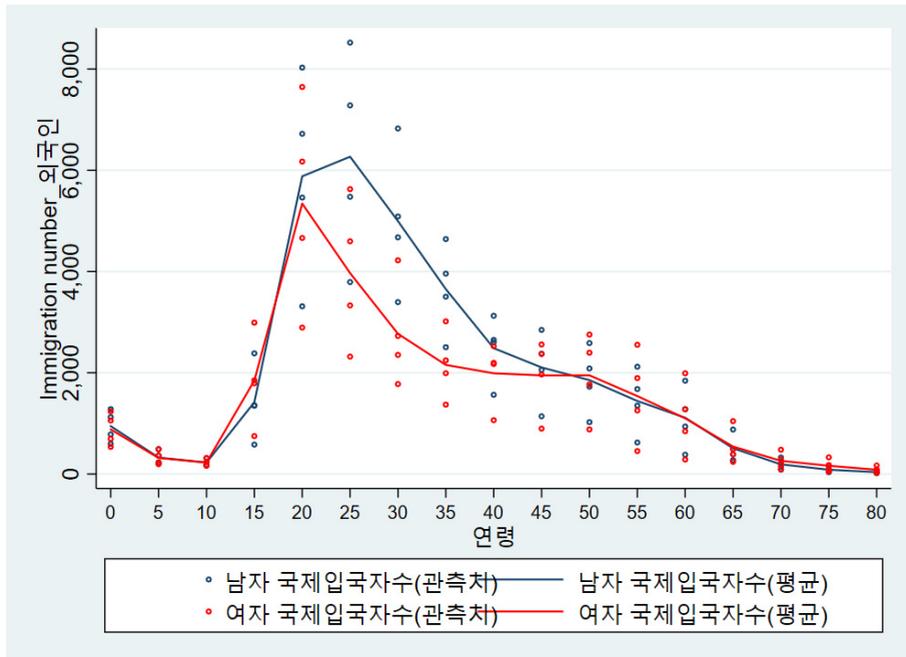
[그림 4-32] 2050년까지의 APC 기반 내국인 여자 입국자 수 예측치

나. 외국인 남녀 입국

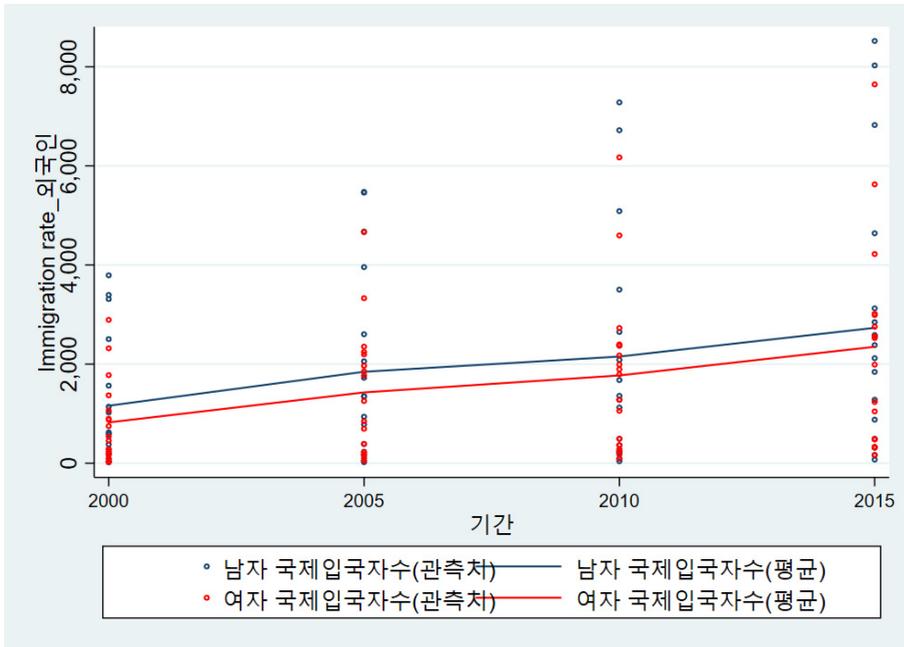
외국인 남녀의 입국자 수를 연령에 따라 살펴보면 [그림 4-33]과 같다. 내국인 입국자 수와 유사하게 15~20세에 외국인 남녀의 입국이 급격히 증가하여 여자는 5천여 명, 남자는 6천여 명 넘게 입국하였다. 이후 여자는 30세까지, 남자는 40세까지 가파르게 감소한 후 50세 이후에 한 차례 더 감소세를 보이고 있다.

외국인 남녀의 국제 입국을 기간에 따라 살펴보면 남녀 모두 2000년부터 지속적인 증가세를 보여, 2015년에 남녀 모두 평균 2천여 명이 넘게 입국하고 있다 ([그림 4-34]).

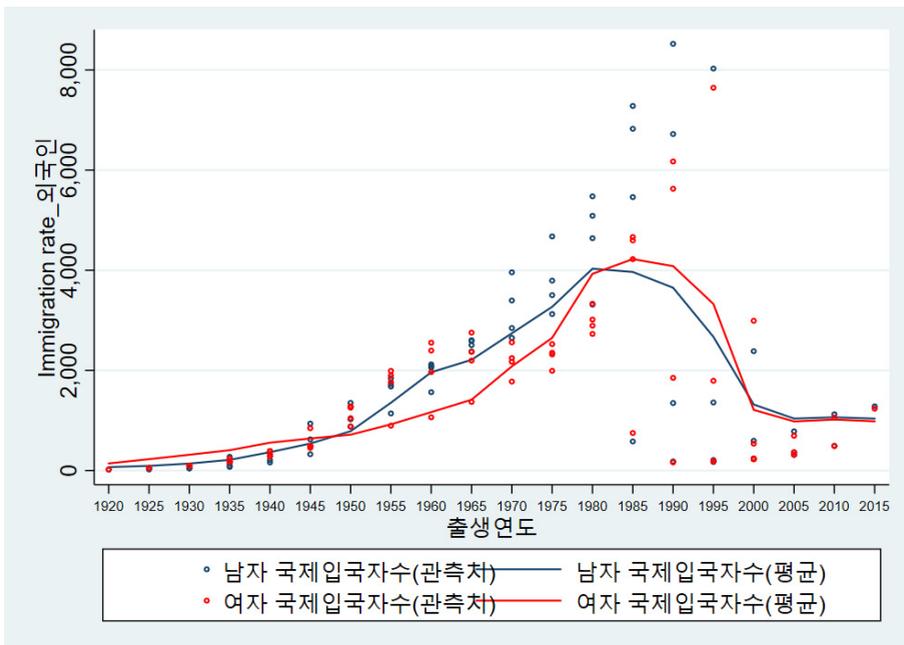
입국자 수를 출생연도에 따라 살펴보면, 1950년대생까지 완만하게 증가하다가 1950년대생부터 1980년대생까지 좀 더 가파르게 증가하는데, 남자가 여자보다 더 많이 입국하였다. 증가세는 1990년대생 이후부터 급감하는 모습을 보이고 있다([그림 4-35]).



[그림 4-33] 연령에 따른 외국인 남녀의 국제 입국자 수 추이



[그림 4-34] 기간에 따른 외국인 남녀의 국제 입국자 수 추이



[그림 4-35] 출생연도에 따른 외국인 남녀의 국제 입국자 수 추이

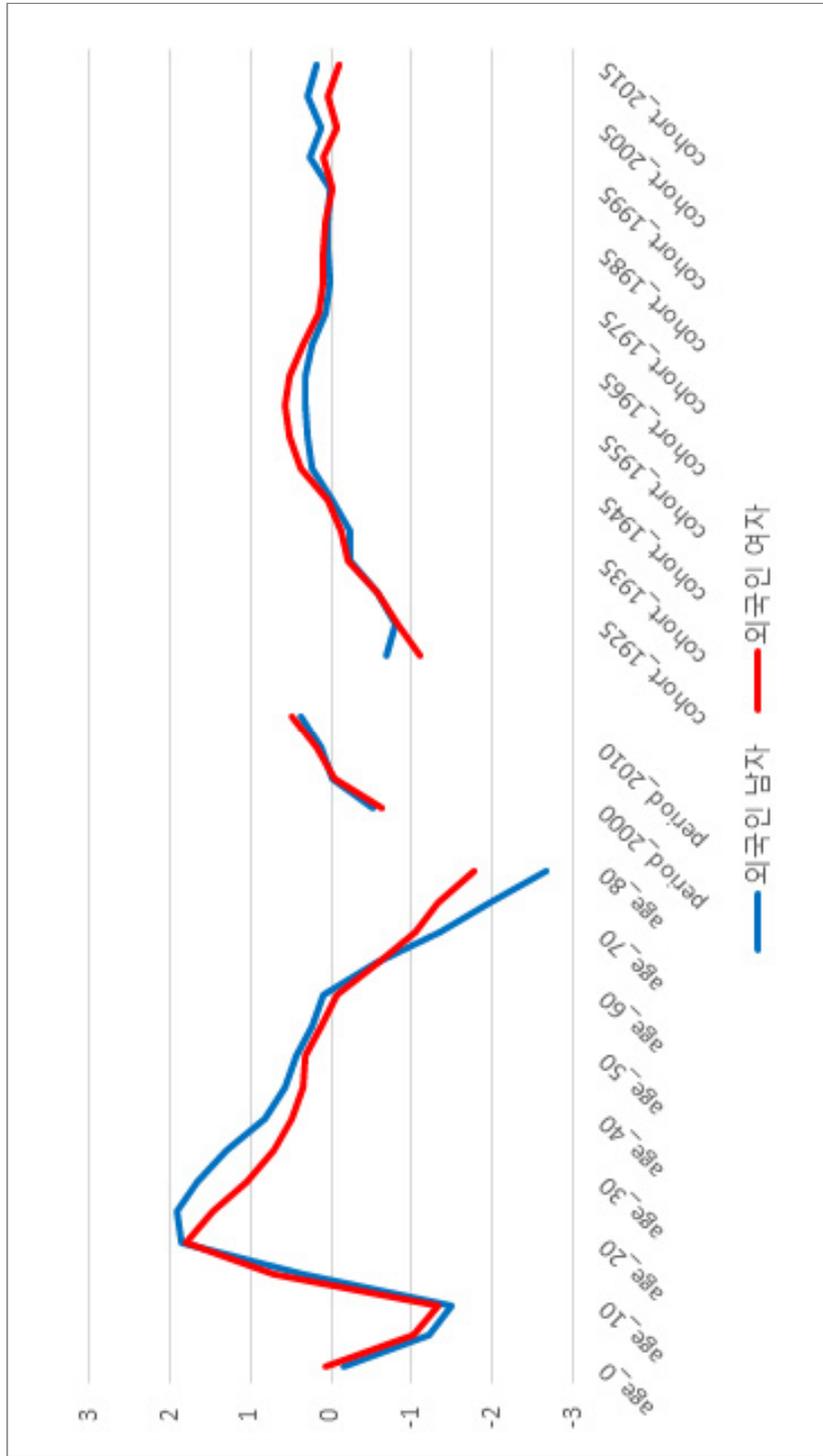
외국인 남녀의 입국자 수 추세 데이터를 IE-APC 모델로 분석이 필요한지 검토하기 위해, 남녀 각각으로 모델의 적합성에 대해 [표 4-10]과 같은 비교 분석을 실시하였다. 결과적으로 남녀 모두 연령, 기간, 코호트를 모두 고려하는 APC 모델의 값이 가장 낮기 때문에 IE-APC 분석을 실시하였다.

[표 4-10] 모델 적합성 비교

	Model	Obs	LL(model)	Df	AIC	BIC
외국 남자 입국	연령	68	-6654.91	17	13343.83	13381.56
	연령+기간	68	-891.069	20	1822.138	1866.528
	연령+코호트	68	-733.376	36	1538.753	1618.655
	연령+기간+코호트	68	-438.998	38	953.9953	1038.337
외국 여자 입국	연령	68	-7953.4	17	15940.79	15978.52
	연령+기간	68	-1130.03	20	2300.06	2344.45
	연령+코호트	68	-763.357	36	1598.714	1678.616
	연령+기간+코호트	68	-511.314	38	1098.629	1182.97

주) LL, Log Likelihood; Df, degree of freedom; AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian information Criterion

외국인 남녀의 입국자 수에 대한 연령-기간-출생코호트 분석 결과는 [그림 4-36]과 같다. 연령별로는 역시 20~30대에 가장 많이 입국하고 이후로 점차 감소하는 모습을 보였다. 기간으로는 증가 추세를 보이고 있고, 출생코호트별로는 1950년대생까지 증가하다가 1975년생 이후로는 정체 of 모습을 보이고 있다.



[그림 4-36] 외국인 남녀의 입국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과

외국인 남녀의 IE-APC 분석을 5개년도 연령 그룹별로 실시하여 기간효과와 코호트 효과의 모델 계숫값을 구하고 재합산하여 실제 과거 외국인 남녀의 입국 관측치 값과 비교하였다. 분석 결과는 [표 4-11]과 같다. 기간에 따라 4천~1만 명가량의 오차를 보여주고 있다. 모델링 결과를 연령, 기간, 코호트별로 과거 관측치와 비교하면 외국인 남자의 경우 [그림 4-37]~[그림 4-39], 여자의 경우 [그림 4-40]~[그림 4-42]와 같다.

[표 4-11] 외국인 남녀 입국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교

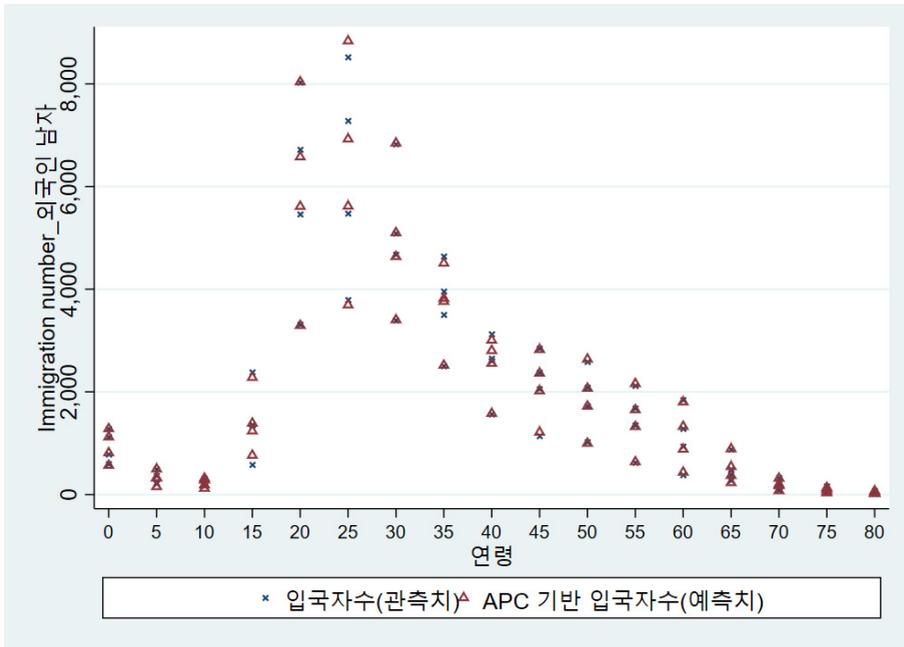
연 도	연령대	외국남 입국 수 (관측치)	외국여 입국수 (관측치)	5개년별 외국인 입국 수	외국남 입국 수 (APC 예측치)	외국여 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 외국인 입국 수
2000~2004	0-4세	595	537		683	640	
	5-9세	210	195		184	194	
	10-14세	182	163		145	154	
	15-19세	581	750		920	1207	
	20-24세	3,313	2,893		3963	3546	
	25-29세	3,792	2,319		4444	2676	
	30-34세	3,396	1,777		4096	2211	
	35-39세	2,505	1,371		3030	1833	
	40-44세	1,565	1,064		1900	1575	
	45-49세	1,141	896		1462	1300	
	50-54세	1,024	881		1200	1094	
	55-59세	623	454		766	655	

연 도	연령대	외국남 입국 수 (관측치)	외국여 입국수 (관측치)	5개년별 외국인 입국 수	외국남 입국 수 (APC 예측치)	외국여 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 외국인 입국 수
	60-64세	382	287		523	446	
	65-69세	275	241		278	244	
	70-74세	88	93		89	106	
	75-79세	37	50		38	62	
	80세 이상	18	24		22	31	
	합계	19,727	13,992	33,720	23,745	17,975	41,719
2005~2009	0-4세	783	695		978	951	
	5-9세	230	223		385	390	
	10-14세	171	180		225	247	
	15-19세	1,348	1,851		1490	2116	
	20-24세	5,461	4,663		6756	6309	
	25-29세	5,476	3,331		6761	4459	
	30-34세	4,675	2,353		5579	3156	
	35-39세	3,958	2,245		4598	2786	
	40-44세	2,603	2,197		3075	2646	
	45-49세	2,057	1,967		2430	2424	
	50-54세	1,725	1,768		2070	2209	
	55-59세	1,351	1,255		1593	1614	

연 도	연령대	외국남 입국 수 (관측치)	외국여 입국수 (관측치)	5개년별 외국인 입국 수	외국남 입국 수 (APC 예측치)	외국여 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 외국인 입국 수
	60-64세	938	846		1062	950	
	65-69세	387	389		445	472	
	70-74세	139	182		206	266	
	75-79세	48	95		77	142	
	80세 이상	21	54		32	71	
	합계	31,373	24,294	55,667	37,762	31,208	68,970
2010~2014	0-4세	1,123	1,057		1349	1350	
	5-9세	365	364		398	412	
	10-14세	240	242		339	353	
	15-19세	1,359	1,792		1673	2416	
	20-24세	6,720	6,172		7917	7854	
	25-29세	7,281	4,597		8336	5634	
	30-34세	5,087	2,728		6138	3735	
	35-39세	3,503	1,991		4528	2824	
	40-44세	2,649	2,173		3374	2856	
	45-49세	2,378	2,370		2845	2893	
	50-54세	2,085	2,396		2489	2924	
	55-59세	1,679	1,896		1987	2313	

연 도	연령대	외국남 입국 수 (관측치)	외국여 입국수 (관측치)	5개년별 외국인 입국 수	외국남 입국 수 (APC 예측치)	외국여 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 외국인 입국 수
	60-64세	1,283	1,278		1597	1664	
	65-69세	493	493		654	713	
	70-74세	208	288		239	366	
	75-79세	92	176		129	253	
	80세 이상	40	93		46	114	
	합계	36,588	30,107	66,694	44,039	38,675	82,714
2015~2019	0-4세	1,282	1,236		1543	1588	
	5-9세	494	487		598	635	
	10-14세	312	317		382	405	
	15-19세	2,384	2,991		2745	3746	
	20-24세	8,028	7,645		9677	9747	
	25-29세	8,522	5,628		10636	7623	
	30-34세	6,825	4,222		8240	5130	
	35-39세	4,641	3,015		5425	3633	
	40-44세	3,126	2,525		3619	3147	
	45-49세	2,847	2,560		3399	3394	
	50-54세	2,587	2,754		3173	3793	
	55-59세	2,120	2,553		2601	3329	

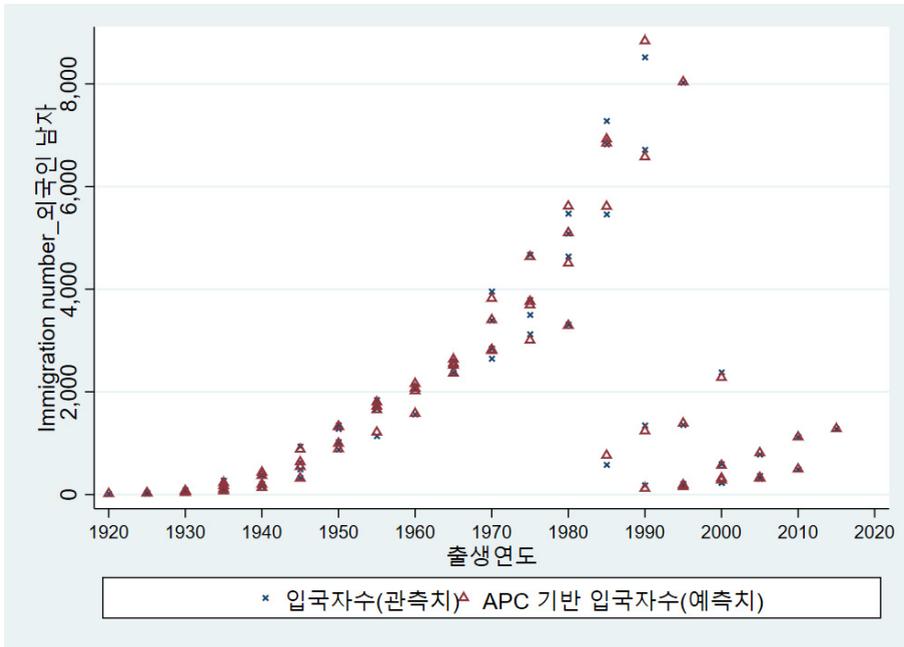
연 도	연령대	외국남 입국 수 (관측치)	외국여 입국수 (관측치)	5개년별 외국인 입국 수	외국남 입국 수 (APC 예측치)	외국여 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 외국인 입국 수
	60-64세	1,843	1,990		2169	2592	
	65-69세	879	1,045		1071	1357	
	70-74세	326	480		382	601	
	75-79세	161	330		163	378	
	80세 이상	72	169		83	221	
	합계	46,448	39,948	86,395	55,907	51,317	107,223



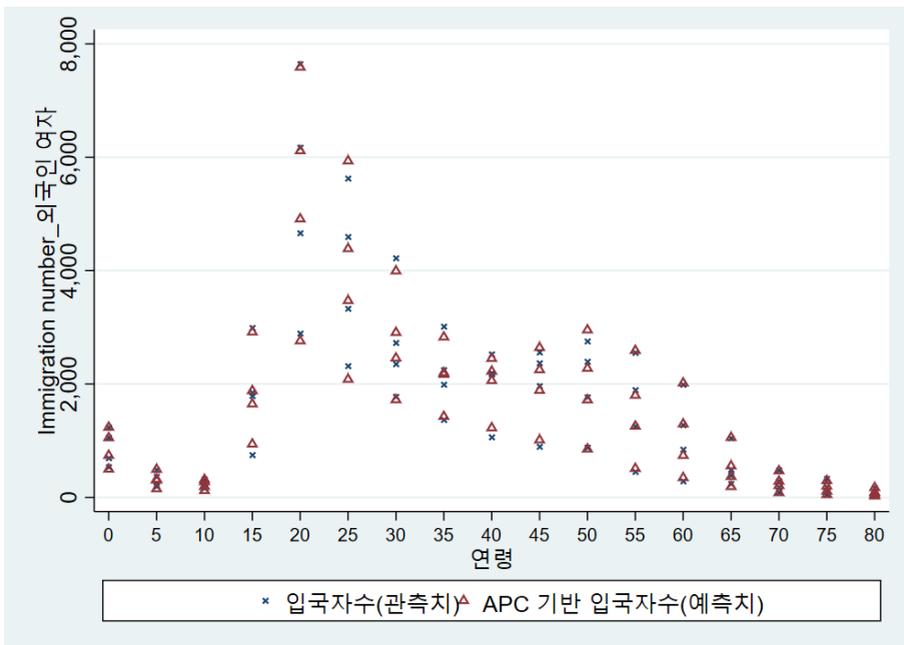
[그림 4-37] 연령에 따른 외국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



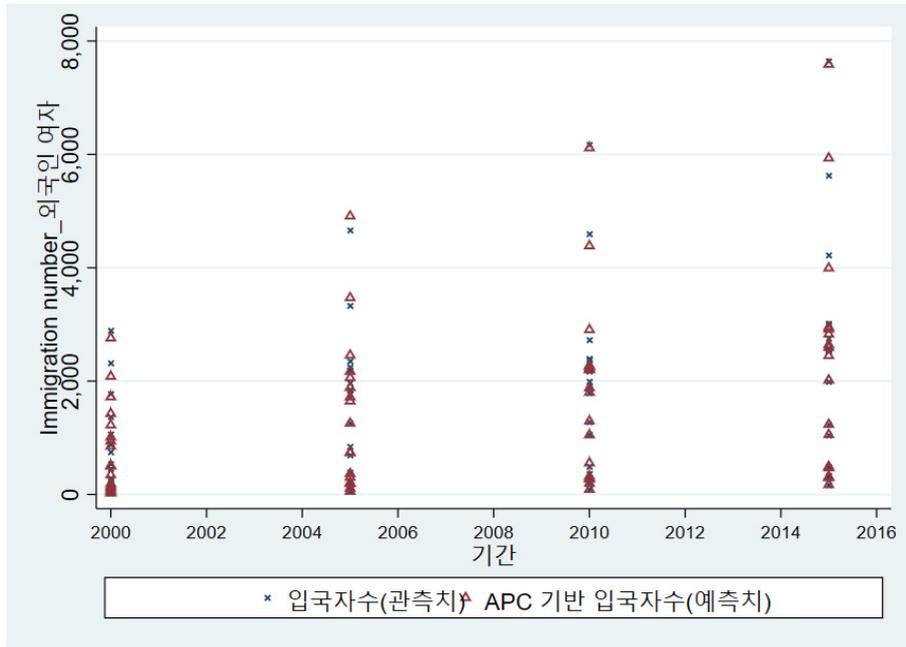
[그림 4-38] 기간에 따른 외국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



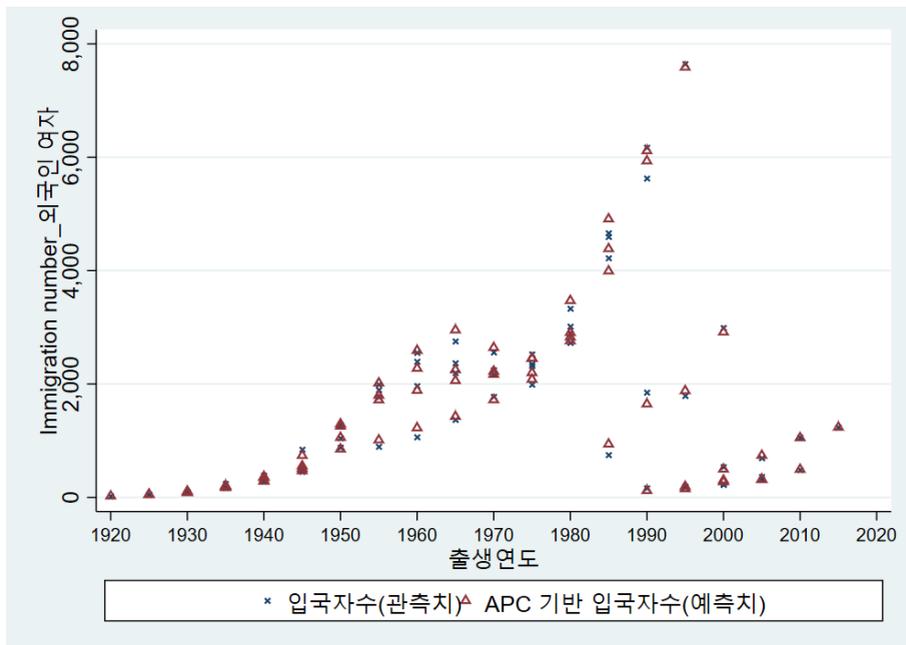
[그림 4-39] 출생코호트에 따른 외국인 남자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-40] 연령에 따른 외국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-41] 기간에 따른 외국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-42] 출생코호트에 따른 외국인 여자 입국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교

IE-APC 모델링으로 산출된 5세 연령범위별 기간효과와 코호트 효과를 각각 추세외삽법으로 2054년까지 연장하고 이를 재결합한 값으로 외국인 입국자 수를 추계하였다([표 4-12]). 추계 결과, 2054년까지 남녀 모두 큰 폭으로 증가세를 보일 것으로 예상할 수 있다. 특히 외국 여성의 경우 입국자 수가 기하급수적으로 증가할 것으로 예상되었다. 2030년 이후 총 20만 명 이상, 2050년대에는 60만 명에 가까운 입국자가 있을 것으로 추계되었다. [그림 4-43], [그림 4-44]는 각각 2050년까지의 APC 기반 외국인 남녀의 입국자 수 추계를 보여준다.

[표 4-12] APC 외국인 입국 예측모델에 기반한 2054년까지의 외국인 입국자 수 추계

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
2020~2024	0-4세	1,764	1,867	
	5-9세	684	747	
	10-14세	574	624	
	15-19세	3,095	4,296	
	20-24세	15,882	15,110	
	25-29세	13,000	9,460	
	30-34세	10,514	6,940	
	35-39세	7,283	4,989	
	40-44세	4,336	4,048	
	45-49세	3,646	3,739	
	50-54세	3,791	4,449	
	55-59세	3,316	4,318	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	60-64세	2,840	3,730	
	65-69세	1,455	2,114	
	70-74세	625	1,144	
	75-79세	261	621	
	80세 이상	105	330	
	합계	73,169	68,527	141,696
2025~2029	0-4세	2,018	2,197	
	5-9세	782	878	
	10-14세	656	734	
	15-19세	4647	6,624	
	20-24세	17,903	17,331	
	25-29세	21,336	14,666	
	30-34세	12,851	8,613	
	35-39세	9,292	6,750	
	40-44세	5,820	5,559	
	45-49세	4,368	4,809	
	50-54세	4,066	4,902	
	55-59세	3,962	5,065	
	60-64세	3,620	4,838	
	65-69세	1,905	3,042	

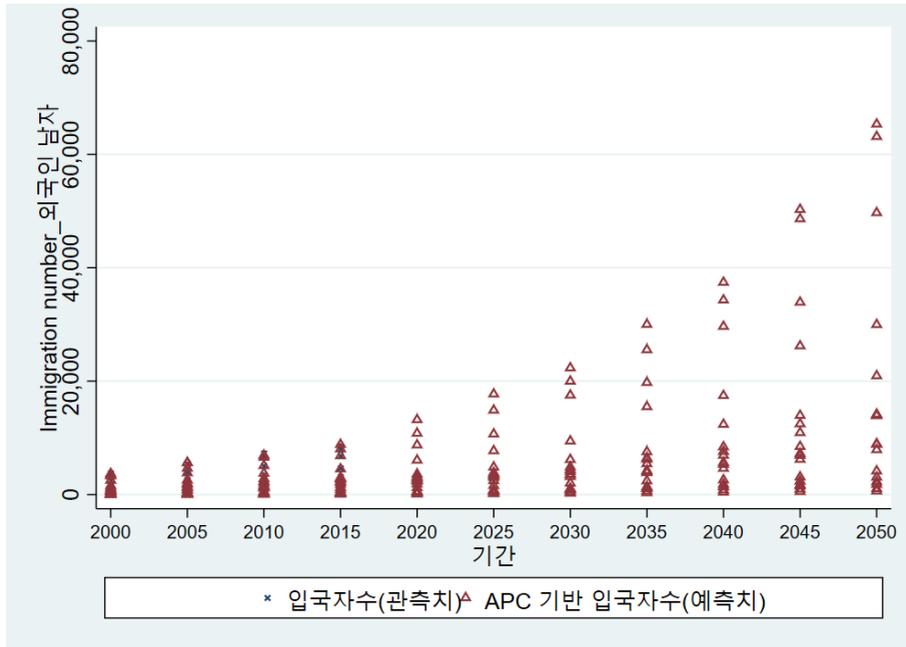
연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	70-74세	849	1,782	
	75-79세	427	1,182	
	80세 이상	168	542	
	합계	94,669	89,513	184,183
2030~2034	0-4세	2,307	2,584	
	5-9세	894	1,033	
	10-14세	750	863	
	15-19세	5314	7,792	
	20-24세	26,881	26,720	
	25-29세	24,052	16,821	
	30-34세	21,092	13,353	
	35-39세	11,358	8,377	
	40-44세	7,426	7,520	
	45-49세	5,863	6,604	
	50-54세	4,871	6,305	
	55-59세	4,249	5,581	
	60-64세	4,325	5,676	
	65-69세	2,428	3,945	
	70-74세	1,111	2,564	
75-79세	580	1,842		

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	80세 이상	276	1,032	
	합계	123,778	118,612	242,389
2035~2039	0-4세	2,638	3,039	
	5-9세	1,022	1,215	
	10-14세	858	1,015	
	15-19세	6,077	9,165	
	20-24세	30,741	31,431	
	25-29세	36,113	25,934	
	30-34세	23,776	15,315	
	35-39세	18,641	12,986	
	40-44세	9,076	9,333	
	45-49세	7,481	8,935	
	50-54세	6,539	8,659	
	55-59세	5,091	7,178	
	60-64세	4,639	6,253	
	65-69세	2,901	4,628	
	70-74세	1,417	3,326	
	75-79세	760	2,650	
	80세 이상	375	1,608	
	합계	158,144	152,671	310,816

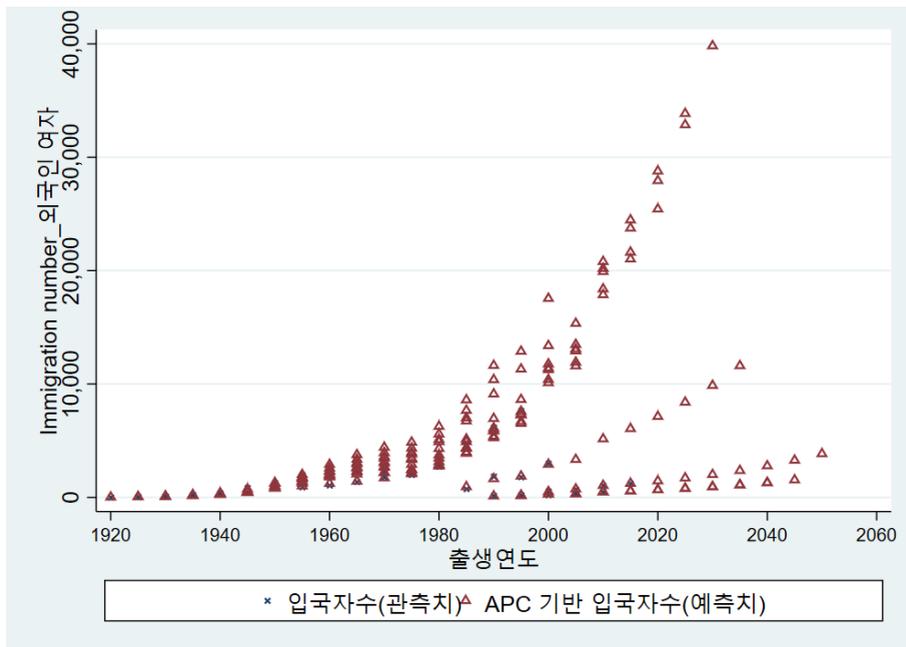
연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
2040~2044	0-4세	3,017	3,575	
	5-9세	1,169	1,429	
	10-14세	981	1,194	
	15-19세	6,949	10,781	
	20-24세	35,154	36,971	
	25-29세	41,298	30,506	
	30-34세	35,699	23,612	
	35-39세	21,014	14,894	
	40-44세	14,897	14,469	
	45-49세	9,144	11,089	
	50-54세	8,344	11,714	
	55-59세	6,834	9,858	
	60-64세	5,558	8043	
	65-69세	3,111	5099	
	70-74세	1,693	3901	
	75-79세	968	3438	
	80세 이상	490	2,314	
		합계	196,320	192,889
2045~2049	0-4세	3,451	4,206	
	5-9세	1,337	1,681	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	10-14세	1,122	1,405	
	15-19세	7,947	12,681	
	20-24세	40,202	43,489	
	25-29세	47,228	35,884	
	30-34세	40,824	27,775	
	35-39세	31,552	22,964	
	40-44세	16,793	16,595	
	45-49세	15,008	17,190	
	50-54세	10,198	14,538	
	55-59세	8,719	13,336	
	60-64세	7,461	11,046	
	65-69세	3,727	6,558	
	70-74세	1,815	4,298	
	75-79세	1,157	4,033	
	80세 이상	625	3,001	
	합계	239,165	240,681	479,846
2050~2054	0-4세	3,946	4,947	
	5-9세	1,529	1,978	
	10-14세	1,283	1,652	
	15-19세	9,088	14,917	

연 도	연령대	내국남 입국 수 (APC 예측치)	내국녀 입국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 입국 수
	20-24세	45,974	51,155	
	25-29세	54,009	42,210	
	30-34세	46,686	32,671	
	35-39세	36,082	27,012	
	40-44세	25,214	25,586	
	45-49세	16,918	19,716	
	50-54세	16,738	22,538	
	55-59세	10,657	16,551	
	60-64세	9,519	14,944	
	65-69세	5,004	9,007	
	70-74세	2,175	5,529	
	75-79세	1,241	4,443	
	80세 이상	747	3,521	
	합계	286,809	298,377	585,185



[그림 4-43] 2054년까지의 APC 기반 외국인 남자 입국자 수 예측치



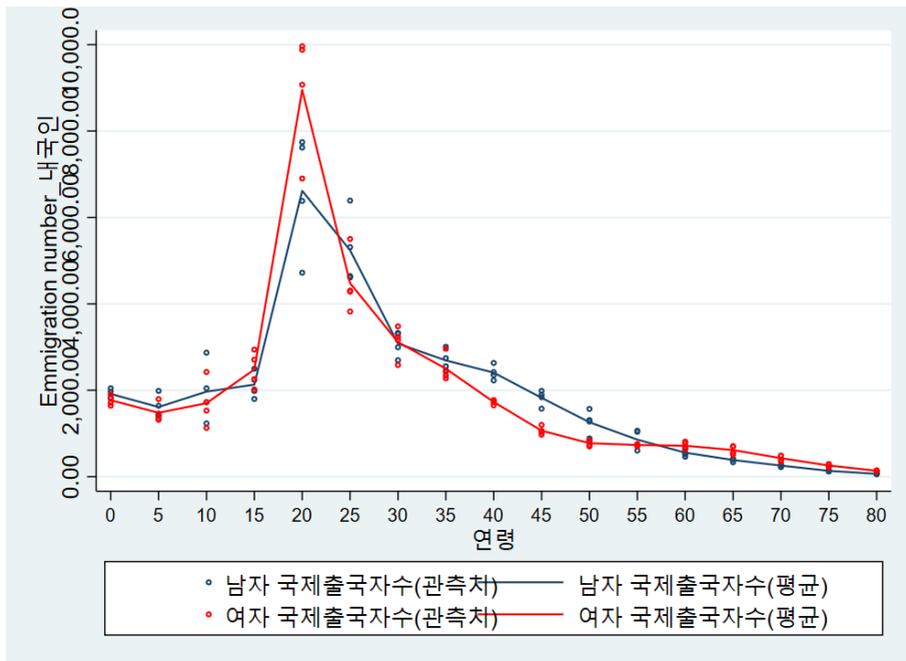
[그림 4-44] 2054년까지의 APC 기반 외국인 여자 입국자 수 예측치

2 출국

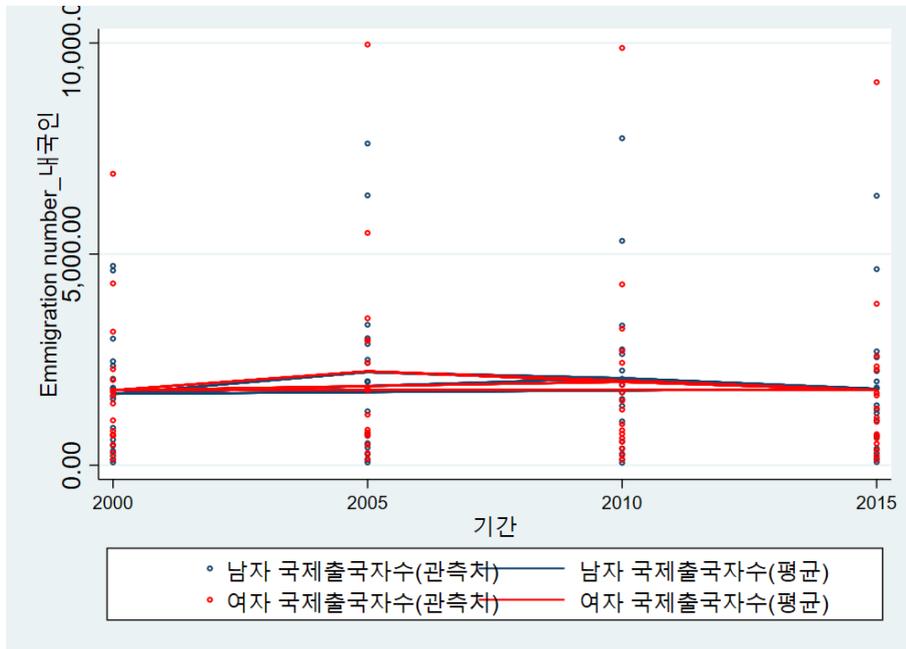
가. 내국인 남녀 출국

내국인 남녀의 출국자 수를 연령에 따라 살펴보면 [그림 4-45]와 같다. 내국인 입국자 수보다 더욱 가파르게 15~20세에 내국인 남녀의 출국이 증가하여 여자는 평균 8천여 명, 남자는 6천여 명 넘게 출국하였다. 이후 여자는 25세까지 급감하고 50세까지 다시 감소세를 보이다가 완만하게 감소하고 있다. 남성의 경우도 20세 이후의 출국자 수가 여성과 비슷한 감소 추세를 보인다.

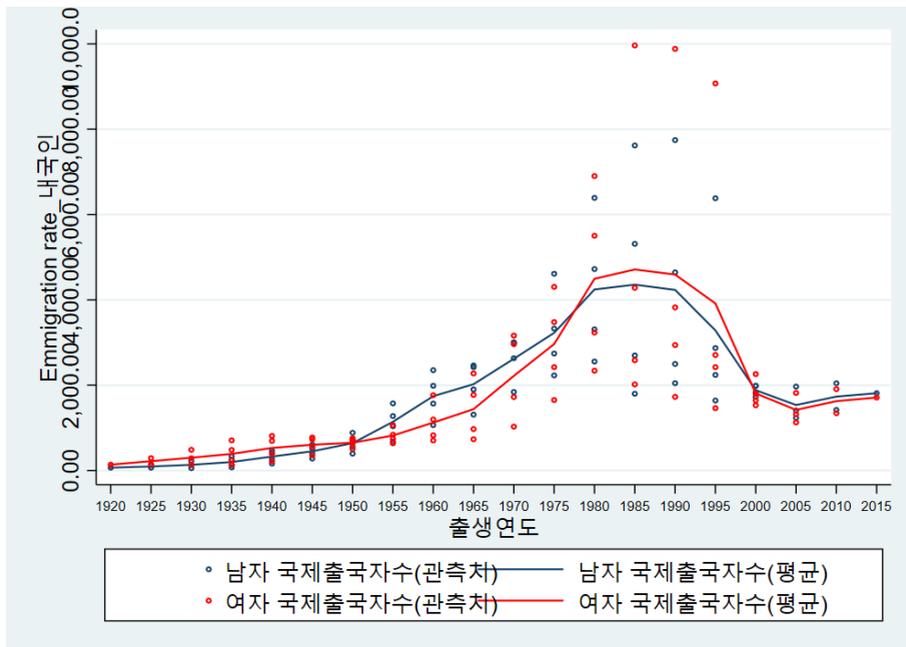
내국인 남녀의 출국자 수를 기간에 따라 살펴보면 남녀 모두 큰 변동이 없다 ([그림 4-46]). 내국인 남녀의 출국자 수를 출생연도에 따라 살펴보면 내국인 남녀의 입국자 패턴과 흡사하다. 1950년대생까지 완만하게 증가하다가 1950년대생부터 1980년대생까지 좀 더 가파르게 증가하고, 1990년대생 이후부터 급감하는 모습을 보이고 있다([그림 4-47]).



[그림 4-45] 연령에 따른 내국인 남녀의 출국자 수 추이



[그림 4-46] 기간에 따른 내국인 남녀의 출국자 수 추이



[그림 4-47] 출생연도에 따른 내국인 남녀의 출국자 수 추이

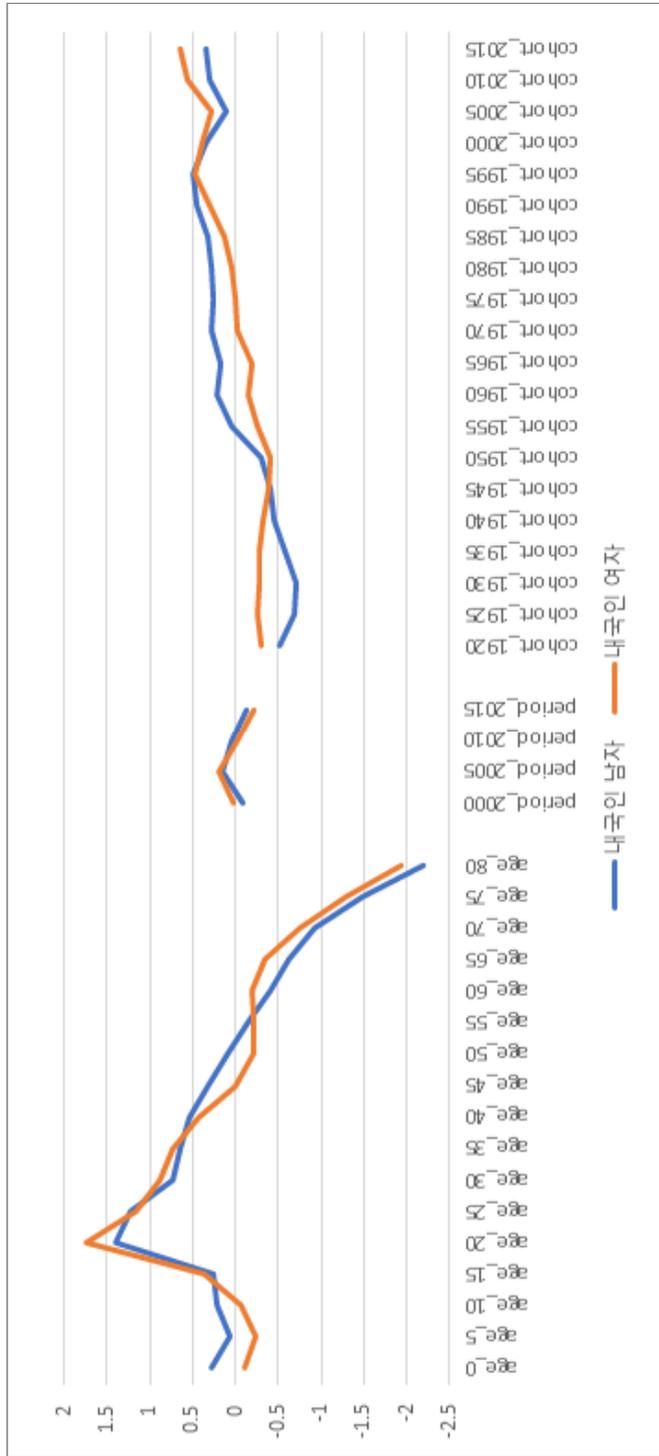
내국인 남녀의 출국자 수 추세 데이터를 IE-APC 모델로 분석이 필요한지 검토하기 위해, 남녀 각각으로 모델의 적합성에 대해 [표 4-13]과 같은 비교 분석을 실시하였다. 결과적으로 남녀 모두 연령, 기간, 코호트를 모두 고려하는 APC 모델의 값이 가장 낮기 때문에 IE-APC 분석을 실시하였다.

[표 4-13] 모델 적합성 비교

	Model	Obs	LL(model)	Df	AIC	BIC
내국 남자 출국	연령	68	-1810.59	17	3655.177	3692.909
	연령+기간	68	-1092.79	20	2225.585	2269.976
	연령+코호트	68	-1316.26	36	2704.512	2784.414
	연령+기간+코호트	68	-609.3	38	1294.6	1378.942
내국 여자 출국	연령	68	-1465.73	17	2965.459	3003.191
	연령+기간	68	-882.062	20	1804.123	1848.513
	연령+코호트	68	-1192.65	36	2457.297	2537.2
	연령+기간+코호트	68	-533.731	38	1143.462	1227.803

주) LL, Log Likelihood; Df, degree of freedom; AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian information Criterion

내국인 남녀의 출국자 수에 대한 연령-기간-출생코호트 분석 결과는 [그림 4-48]과 같다. 연령별로는 15~30대에 가장 많이 출국하고 이후로 점차 감소하는 모습을 보였다. 기간으로는 2005년 이후 감소세를 보이고 있고, 출생코호트별로는 지속적으로 증가세를 보이고 있고, 1995년생까지는 남자가 더 많이 출국하였으나 이후 여자가 더 많이 출국하고 있는 모습을 보이고 있다.



[그림 4-48] 내국인 남녀의 출국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과

내국인 남녀의 IE-APC 분석을 5개년도 연령 그룹별로 실시하여 기간효과와 코호트 효과의 모델 계숫값을 구하고 재합산하여 실제 과거 내국인 남녀의 입국 관측치 값과 비교하였다(표 4-14). 기간에 따라 1천~5천 명가량의 오차를 보여주고 있다. 모델링 결과를 연령, 기간, 코호트별로 과거 관측치와 비교하면 내국인 남자의 경우 [그림 4-49]~[그림 4-51], 여자의 경우 [그림 4-52]~[그림 4-54]와 같다.

[표 4-14] 내국인 남녀 출국인 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교

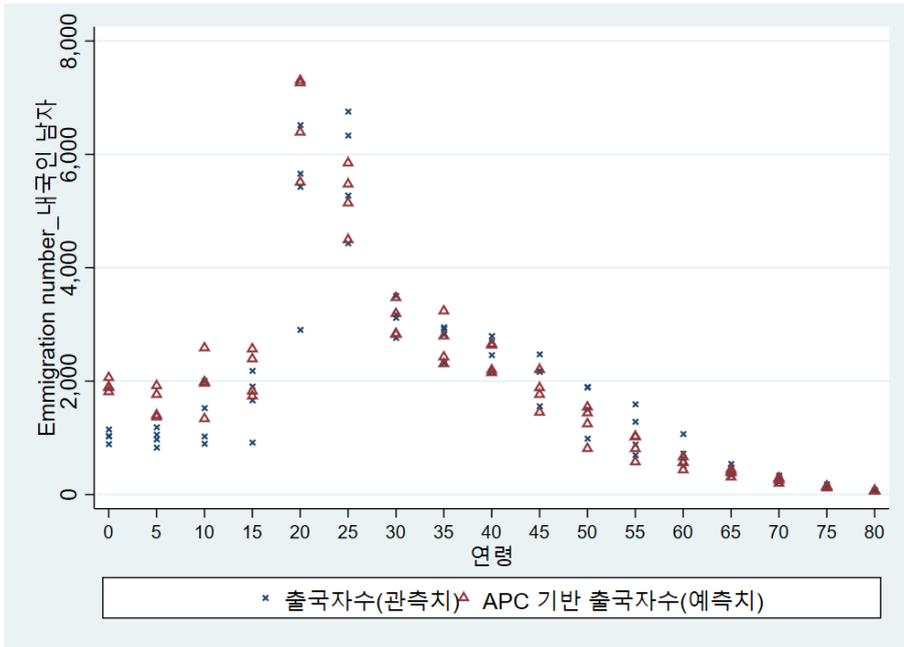
연도	연령대	내국남 출국 수 (관측치)	내국녀 출국 수 (관측치)	5개년별 내국인 출국 수	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
2000~2004	0-4세	892	833		1,723	1,377	
	5-9세	830	780		1,613	1,290	
	10-14세	899	773		1,794	1,330	
	15-19세	920	860		1,669	1,684	
	20-24세	2,908	5,231		5,038	6,230	
	25-29세	4,435	3,398		4,109	3,353	
	30-34세	2,765	2,500		2,598	2,453	
	35-39세	2,324	1,565		2,109	1,787	
	40-44세	2,165	1,227		2,008	1,363	
	45-49세	1,561	946		1,326	800	
	50-54세	989	695		742	552	
	55-59세	700	717		527	565	
	60-64세	513	796		397	610	
65-69세	342	697		281	545		

코호트 효과를 고려한 인구추계 연구 ...

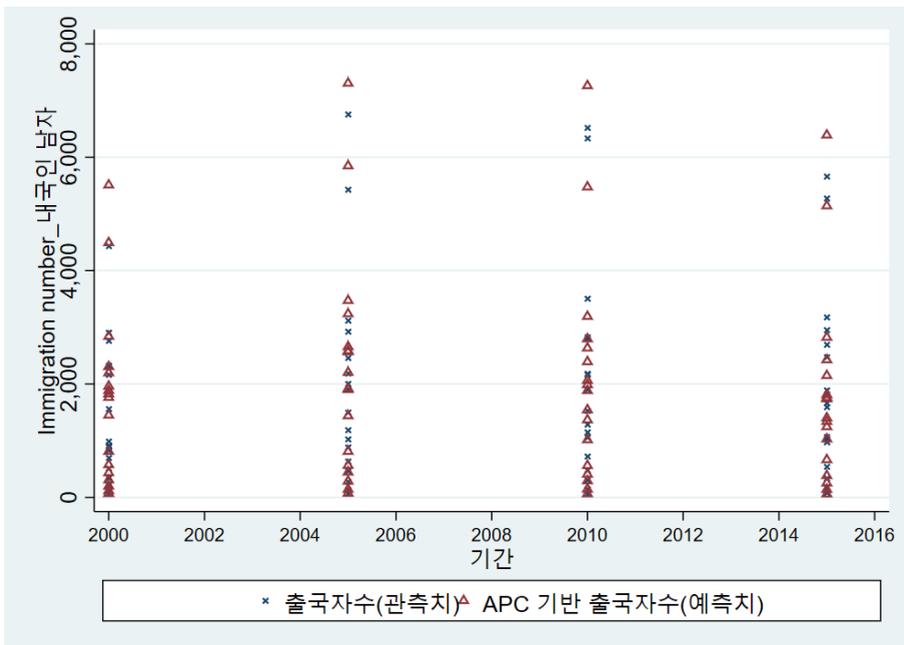
연 도	연령대	내국남 출국 수 (관측치)	내국녀 출국 수 (관측치)	5개년별 내국인 출국 수	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	70-74세	221	486		181	371	
	75-79세	118	287		106	220	
	80세 이상	68	142		61	112	
	합계	22,652	21,931	44,583	26,280	24,643	50,923
2005~2009	0-4세	1,027	979		1,738	1,457	
	5-9세	1,189	1,113		1,755	1,420	
	10-14세	2,005	1,695		2,366	1,844	
	15-19세	1,909	1,758		2349	2,418	
	20-24세	5,430	8,789		6,679	7,918	
	25-29세	6,758	4,977		5,347	4,149	
	30-34세	3,121	3,083		3,175	2,997	
	35-39세	2,927	2,479		2,961	2,514	
	40-44세	2,462	1,649		2,430	1,552	
	45-49세	2,189	1,324		2,015	1,062	
	50-54세	1,500	1,001		1,316	758	
	55-59세	885	843		741	658	
	60-64세	637	836		516	680	
	65-69세	466	748		407	621	
	70-74세	280	517		261	435	
	75-79세	132	304		130	258	
	80세 이상	69	168		67	137	
	합계	32,985	32,264	65,249	34,253	30,879	65,132

연 도	연령대	내국남 출국 수 (관측치)	내국녀 출국 수 (관측치)	5개년별 내국인 출국 수	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
2010~2014	0-4세	1,152	1,103		1,887	1,551	
	5-9세	1,059	1,009		1,250	1,019	
	10-14세	1,529	1,365		1,818	1,376	
	15-19세	2,184	1,975		2,188	2,273	
	20-24세	6,520	9,875		6,639	7,705	
	25-29세	6,336	4,513		5,006	3,575	
	30-34세	3,508	3,265		2,918	2,514	
	35-39세	2,827	2,356		2,556	2,082	
	40-44세	2,799	1,891		2,409	1,480	
	45-49세	2,166	1,320		1,722	820	
	50-54세	1,902	1,091		1,412	683	
	55-59세	1,287	881		928	612	
	60-64세	725	729		513	538	
	65-69세	479	612		374	470	
	70-74세	306	440		267	336	
	75-79세	148	259		132	205	
	80세 이상	65	156		57	109	
	합계	34,991	32,841	67,832	32,078	27,347	59,425
2015~2019	0-4세	1,037	983		1,658	1,397	
	5-9세	976	932		1,282	1,104	
	10-14세	1,027	954		1,224	1,006	
	15-19세	1,665	1,534		1,589	1,728	

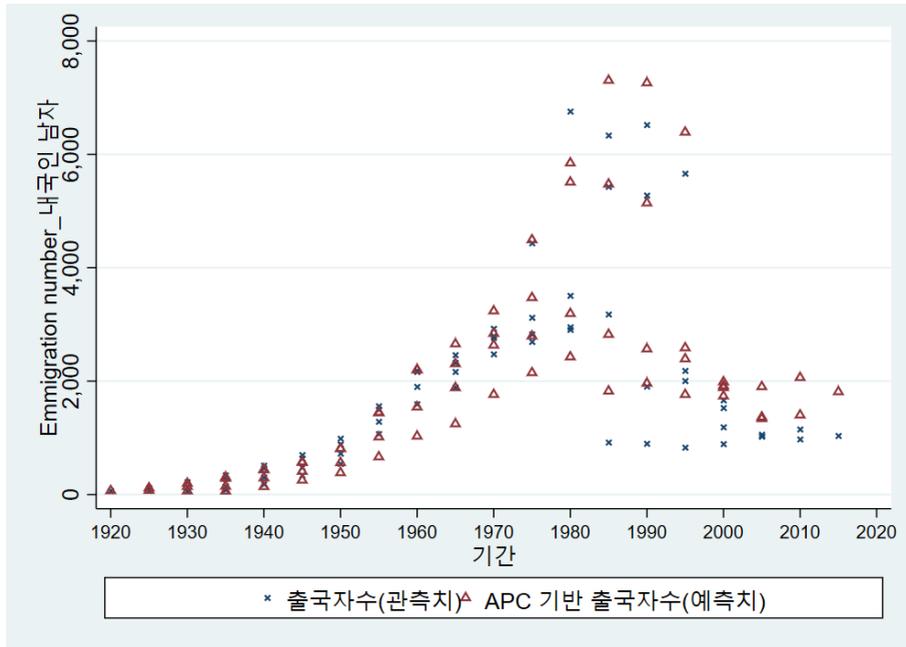
연 도	연령대	내국남 출국 수 (관측치)	내국녀 출국 수 (관측치)	5개년별 내국인 출국 수	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	20-24세	5,662	8,861		5,844	7,378	
	25-29세	5,277	3,924		4,702	3,542	
	30-34세	3,179	2,732		2,582	2,206	
	35-39세	2,953	2,242		2,220	1,779	
	40-44세	2,696	1,764		1,965	1,248	
	45-49세	2,477	1,452		1,613	797	
	50-54세	1,892	1,123		1,140	537	
	55-59세	1,595	1,026		941	561	
	60-64세	1,070	861		608	509	
	65-69세	543	597		351	378	
	70-74세	339	397		232	259	
	75-79세	183	241		128	161	
	80세 이상	83	151		55	88	
	합계	32,655	29,774	62,429	28,132	24,678	52,810



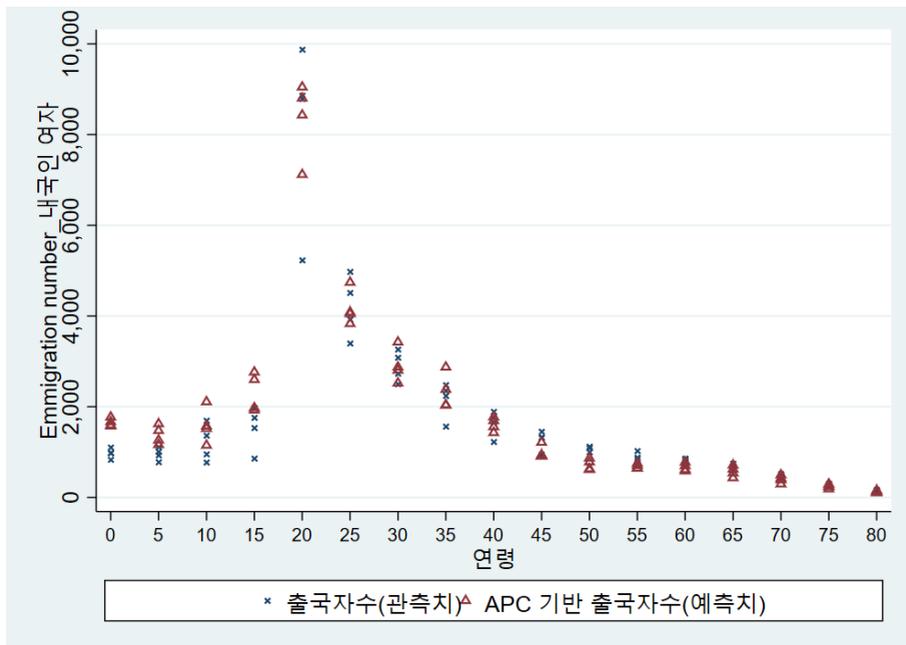
[그림 4-49] 연령에 따른 내국인 남자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교



[그림 4-50] 기간에 따른 내국인 남자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교



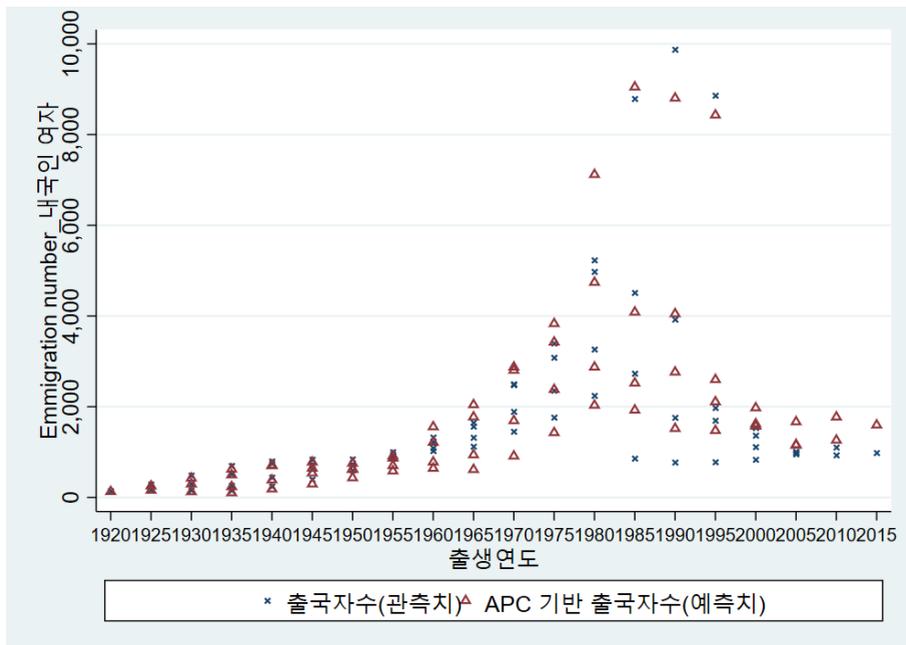
[그림 4-51] 출생코호트에 따른 내국인 남자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교



[그림 4-52] 연령에 따른 내국인 여자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교



[그림 4-53] 기간에 따른 내국인 여자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교



[그림 4-54] 출생코호트에 따른 내국인 여자 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교

IE-APC 모델링으로 산출된 5세 연령범위별 기간효과와 코호트 효과를 각각 추세외삽법으로 2054년까지 연장하고 이를 재결합한 값으로 내국인 출국자 수를 추계하였다([표 4-15]). 추계 결과, 2054년까지 남녀 모두 감소세를 보일 것으로 예측된다. 2035년 이후 총 3만 명 이하로 떨어지고 2054년 이후에는 1만 명대로 감소할 것으로 보인다. [그림 4-55], [그림 4-56]은 각각 2050년까지의 APC 기반 내국인 남녀의 출국자 수 추계를 보여준다.

[표 4-15] APC 내국인 출국 예측모델에 기반한 2054년까지의 내국인 출국자 수 추계

연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
2020~2024	0-4세	1,456	1,258	
	5-9세	1,126	994	
	10-14세	1,255	1,090	
	15-19세	1,069	1,262	
	20-24세	4,243	5,608	
	25-29세	4,138	3,392	
	30-34세	2,425	2,186	
	35-39세	1,964	1,561	
	40-44세	1,706	1,067	
	45-49세	1,316	672	
	50-54세	1,068	522	
	55-59세	760	442	
	60-64세	616	467	
	65-69세	416	358	
70-74세	218	208		

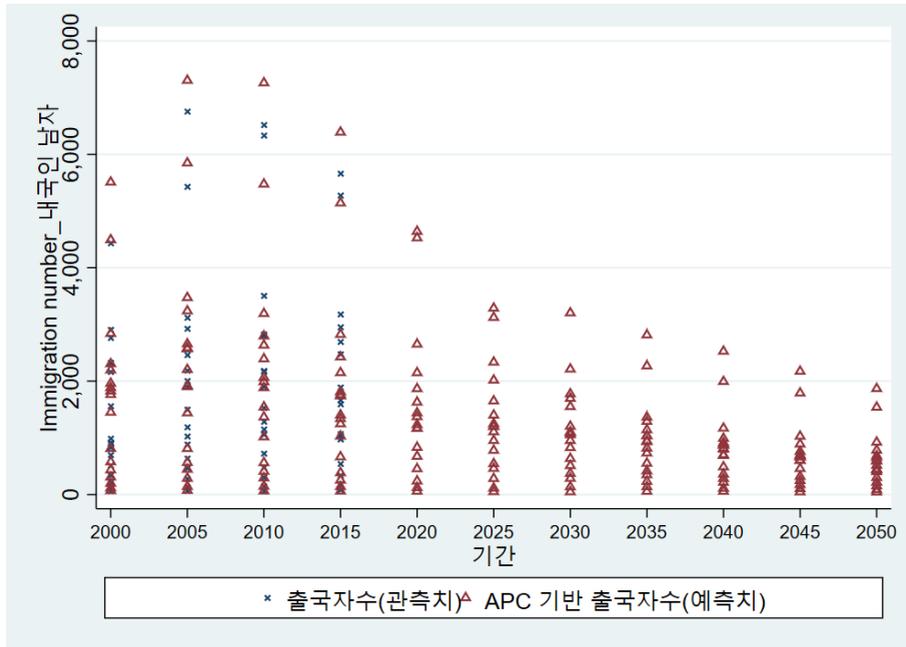
연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	75-79세	111	124	
	80세 이상	53	69	
	합계	23,941	21,279	45,220
2025~2029	0-4세	1,280	1133	
	5-9세	990	895	
	10-14세	1,103	981	
	15-19세	1,097	1,368	
	20-24세	2,856	4,097	
	25-29세	3,005	2,578	
	30-34세	2,134	2,093	
	35-39세	1,844	1,547	
	40-44세	1,509	936	
	45-49세	1,143	574	
	50-54세	871	440	
	55-59세	712	429	
	60-64세	498	367	
	65-69세	421	328	
	70-74세	258	197	
	75-79세	104	100	
	80세 이상	46	53	
	합계	19,870	18,118	37,988
	2030~2034	0-4세	1,124	1,020
5-9세		870	806	

연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	10-14세	969	884	
	15-19세	964	1,232	
	20-24세	2,929	4,440	
	25-29세	2,023	1,884	
	30-34세	1,550	1,591	
	35-39세	1,623	1,481	
	40-44세	1,418	927	
	45-49세	1,011	504	
	50-54세	757	376	
	55-59세	581	362	
	60-64세	466	357	
	65-69세	340	258	
	70-74세	261	181	
	75-79세	123	95	
	80세 이상	44	43	
	합계	17,051	16,441	33,492
2035~2039	0-4세	988	919	
	5-9세	764	726	
	10-14세	851	796	
	15-19세	847	1,110	
	20-24세	2,573	3,999	
	25-29세	2,074	2,042	
	30-34세	1,043	1,162	

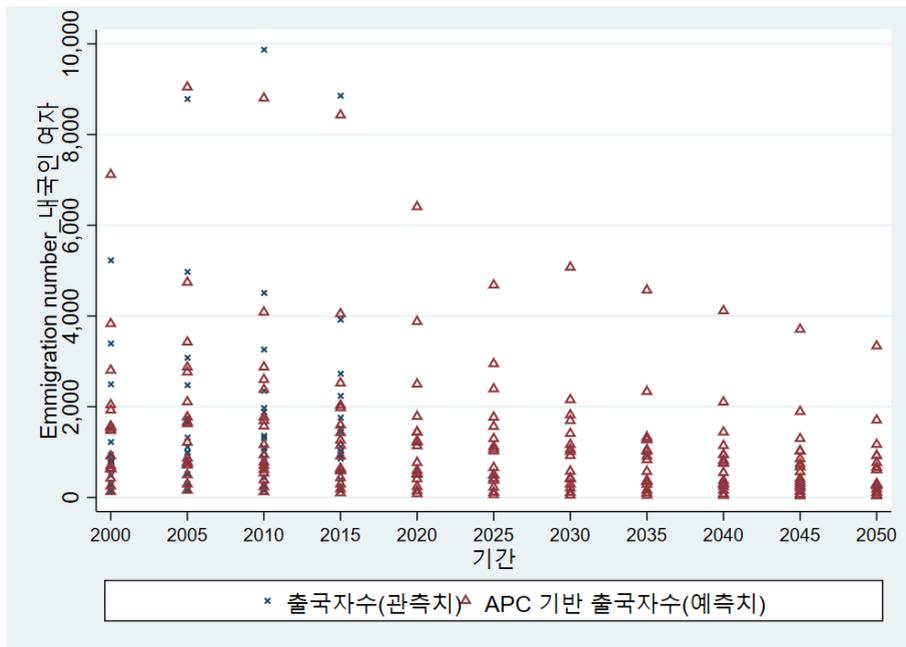
연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	35-39세	1,179	1,126	
	40-44세	1,248	888	
	45-49세	950	499	
	50-54세	669	330	
	55-59세	504	309	
	60-64세	380	301	
	65-69세	319	251	
	70-74세	211	142	
	75-79세	125	87	
	80세 이상	52	41	
		합계	14,776	14,727
2040~2044	0-4세	868	828	
	5-9세	671	654	
	10-14세	748	717	
	15-19세	744	999	
	20-24세	2,261	3,602	
	25-29세	1,823	1,839	
	30-34세	1,070	1,260	
	35-39세	793	822	
	40-44세	906	675	
	45-49세	836	478	
	50-54세	629	327	
	55-59세	446	271	

연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	60-64세	330	257	
	65-69세	260	211	
	70-74세	198	138	
	75-79세	101	68	
	80세 이상	52	37	
	합계	12,734	13,184	25,918
2045~2049	0-4세	762	745	
	5-9세	590	589	
	10-14세	657	646	
	15-19세	653	900	
	20-24세	1,986	3,244	
	25-29세	1,601	1,656	
	30-34세	940	1,135	
	35-39세	814	891	
	40-44세	610	493	
	45-49세	607	363	
	50-54세	553	313	
	55-59세	419	269	
	60-64세	292	226	
	65-69세	226	181	
	70-74세	161	116	
	75-79세	94	66	
80세 이상	42	29		

연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)	내국녀 출국 수 (APC 예측치)	5개년별 예측 내국인 출국 수
	합계	11,008	11,862	22,871
2050~2054	0-4세	670	671	
	5-9세	518	531	
	10-14세	577	582	
	15-19세	574	811	
	20-24세	1,745	2,921	
	25-29세	1,407	1,491	
	30-34세	826	1,022	
	35-39세	715	803	
	40-44세	625	534	
	45-49세	408	265	
	50-54세	402	238	
	55-59세	369	257	
	60-64세	274	224	
	65-69세	200	159	
	70-74세	140	99	
	75-79세	77	56	
	80세 이상	40	29	
	합계	9,567	10,693	20,259



[그림 4-55] 2050년까지의 APC 기반 내국인 남자 출국자 수 예측치

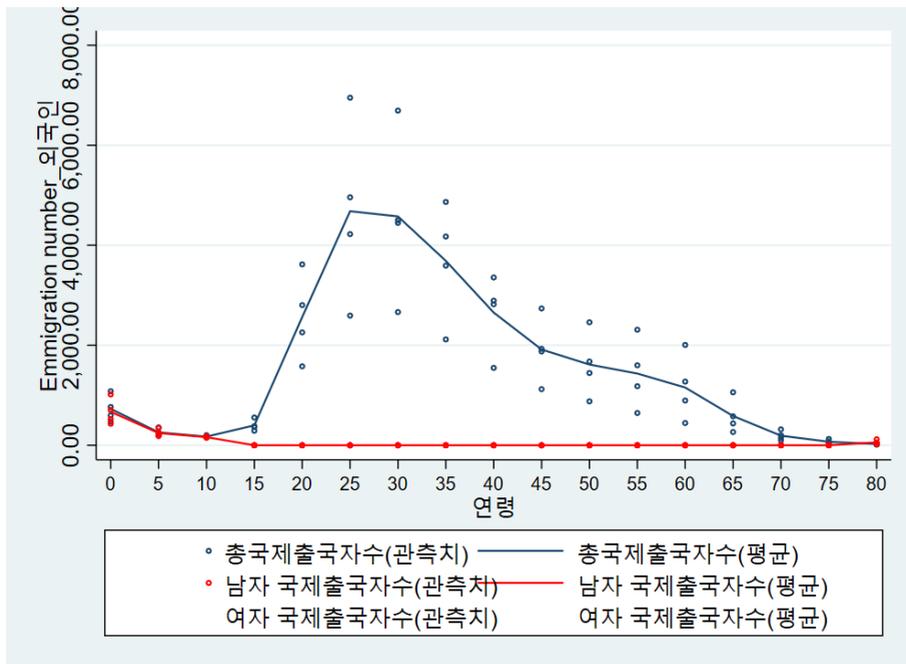


[그림 4-56] 2050년까지의 APC 기반 내국인 여자 출국자 수 예측치

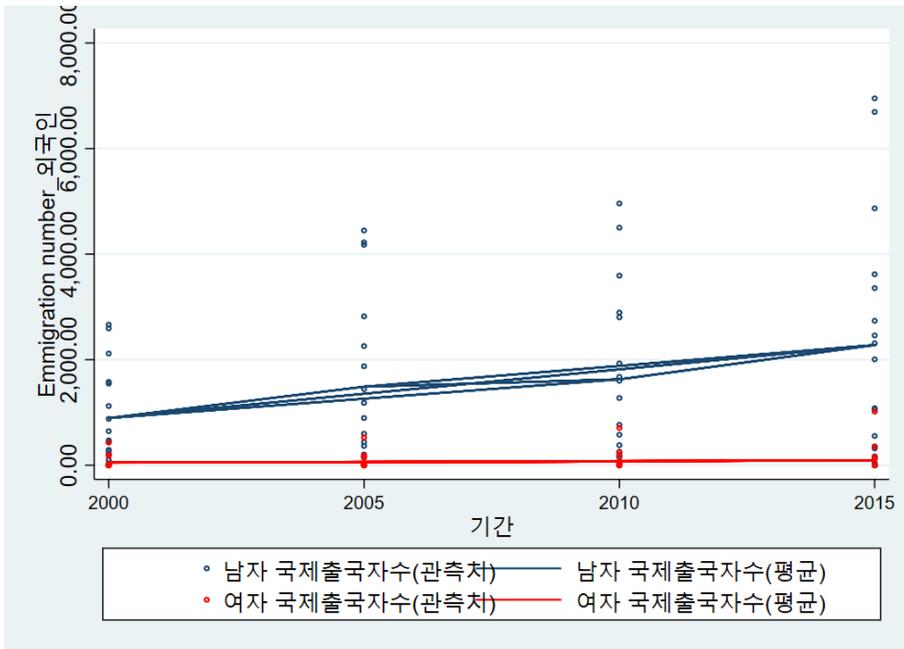
나. 외국인 남녀 출국

외국인 남녀의 출국자 수를 연령에 따라 살펴보면 [그림 4-57]과 같다. 외국인 남자의 경우 15~25세에 출국이 급격히 증가하고 이후 70대까지 지속적으로 감소하고 있다. 그러나 외국인 여자는 연령대에 따른 변화가 거의 나타나지 않고 있다.

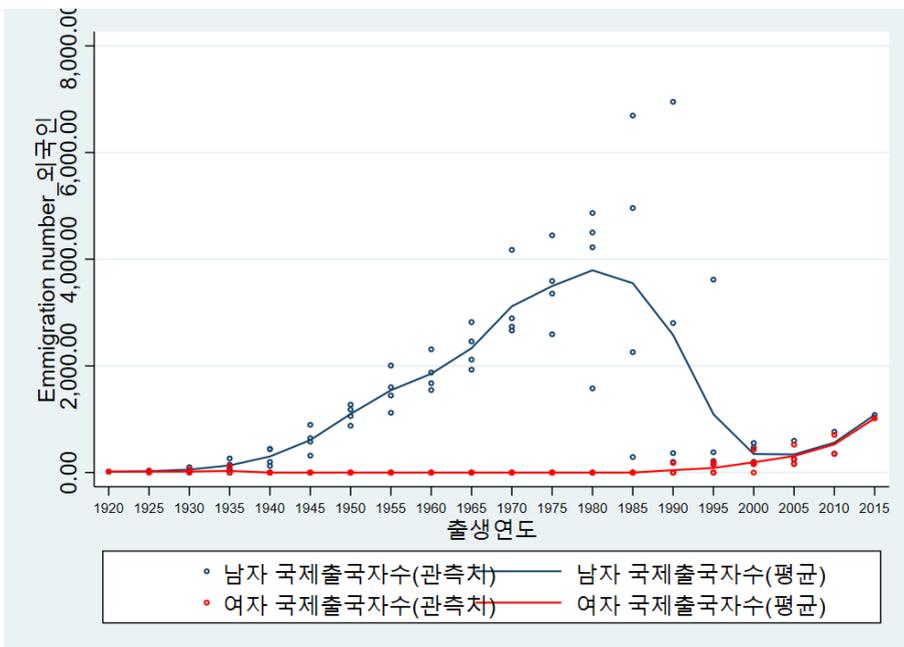
외국인 남녀의 출국자 수를 기간에 따라 살펴보면 남자만 증가세를 보이고 있다 ([그림 4-58]). 외국인 남녀의 출국자 수를 출생연도에 따라 살펴보면 내국인 남자는 1930년대생부터 출국이 지속적으로 증가하여 1980년대생에서 가장 많은 출국을 하였다. 이후 2000년대생까지는 급감한 모습을 보이고 있다([그림 4-59]).



[그림 4-57] 연령에 따른 외국인 남녀의 출국자 수 추이



[그림 4-58] 기간에 따른 외국인 남녀의 출국자 수 추이



[그림 4-59] 출생연도에 따른 외국인 남녀의 출국자 수 추이

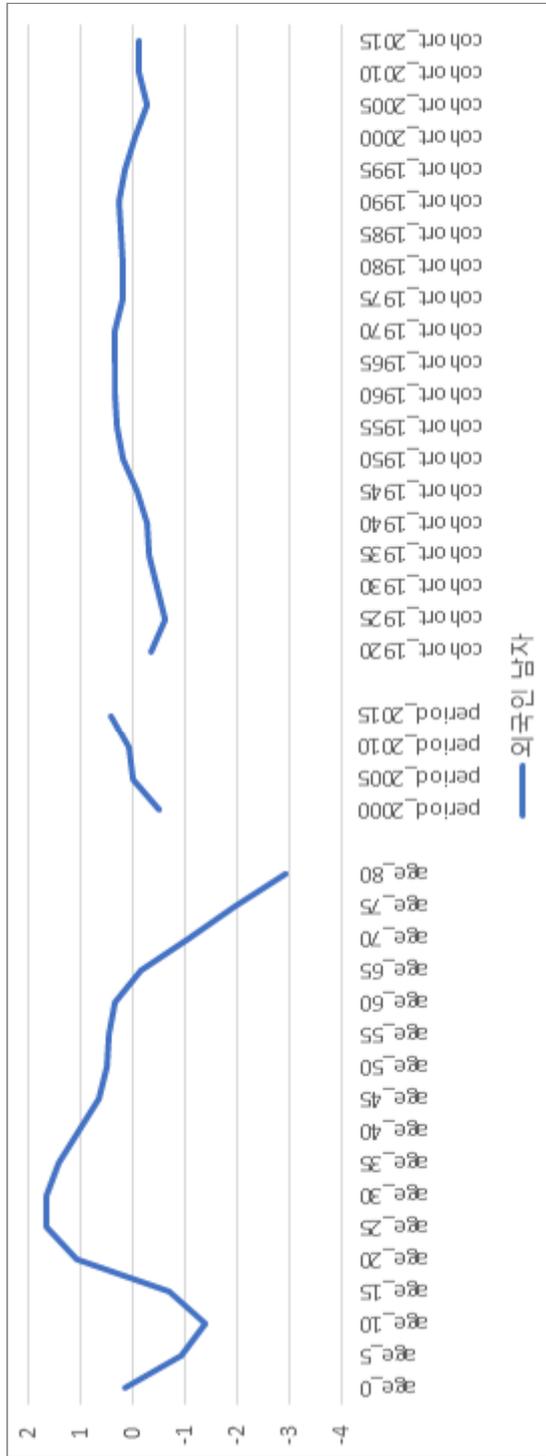
외국인 남자의 출국자 수 추계 데이터를 IE-APC 모델로 분석이 필요한지 검토하기 위해, 모델의 적합성에 대해 [표 4-16]과 같은 비교 분석을 실시하였다. 외국인 여자는 시간에 따른 변동이 거의 없기 때문에 분석에서 제외하였다. 결과적으로 연령, 기간, 코호트를 모두 고려하는 APC 모델의 값이 가장 낮기 때문에 IE-APC 분석을 실시하였다.

[표 4-16] 모델 적합성 비교

	Model	Obs	LL(model)	Df	AIC	BIC
외국 남자 출국	연령	68	-6141.82	17	12317.65	12355.38
	연령+기간	68	-775.652	20	1591.303	1635.693
	연령+코호트	68	-779.679	36	1631.357	1711.26
	연령+기간+코호트	68	-428.822	38	933.6434	1017.985

주) LL, Log Likelihood; Df, degree of freedom; AIC, Akaike Information Criterion; BIC, Bayesian information Criterion

외국인 남녀의 출국자 수에 대한 연령-기간-출생코호트 분석 결과는 [그림 4-60]과 같다. 연령별로는 15~40세에 가장 많이 출국하고 이후로 점차 감소하는 모습을 보였다. 기간으로는 지속적 증가세를 보이고 있고, 출생코호트별로는 1950년 이후로는 정체되는 모습을 보이다 1990년대생 이후 감소세를 보이고 있다.



[그림 4-60] 외국인 남녀의 출국자 수에 대한 연령, 기간, 코호트의 효과

외국인 남자 출국자의 IE-APC 분석을 5개년도 연령 그룹별로 실시하여 기간 효과와 코호트 효과의 모델 계숫값을 구하고 재합산하여 실제 과거 외국인 남자의 출국 관측치 값과 비교하였다(표 4-17). 기간에 따라 7천~2만 명가량의 다소 큰 오차를 보여주고 있다. 모델링 결과를 연령, 기간, 코호트별로 과거 관측치와 비교하면 내국인 남자의 경우 [그림 4-61]~[그림 4-63]과 같다.

IE-APC 모델링으로 산출된 5세 연령범위별 기간효과와 코호트 효과를 각각 추세 외삽법으로 2054년까지 연장하고 이를 재결합한 값으로 외국인 남자 출국자 수를 추계하였다(표 4-17). 추계 결과, 기하급수적으로 증가할 것으로 예측되어 2045년에는 30만 명, 2050년 이후 총 45만 명을 넘을 것으로 보인다([그림 4-64]).

[표 4-17] 외국인 남자의 출국자 수에 대한 관측치와 APC 모델을 통한 예측치의 비교(왼쪽 칼럼) 및 APC 예측모델에 기반한 2054년까지의 외국인 남자 출국자 수 추계(오른쪽 칼럼)

연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)
2000~2004	0-4세	471	699	2020~2024	0-4세	2,305
	5-9세	217	286		5-9세	767
	10-14세	201	193		10-14세	468
	15-19세	290	374		15-19세	804
	20-24세	1,579	2,140		20-24세	6,175
	25-29세	2,592	3,934		25-29세	13,502
	30-34세	2,663	4,420		30-34세	14,319
	35-39세	2,117	3,462		35-39세	10,945
	40-44세	1,547	2,389		40-44세	7,199
	45-49세	1,122	1,600		45-49세	5,080

연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)
	50-54세	878	1,217		50-54세	5,067
	55-59세	645	910		55-59세	4,778
	60-64세	445	680		60-64세	4,331
	65-69세	265	380		65-69세	2,503
	70-74세	101	127		70-74세	866
	75-79세	36	46		75-79세	290
	80세 이상	16	24		80세 이상	92
	합계	15,184	22,881		합계	79,490
2005~2009	0-4세	596	913	2025~2029	0-4세	3,264
	5-9세	203	394		5-9세	1,085
	10-14세	162	296		10-14세	662
	15-19세	365	644		15-19세	1,305
	20-24세	2,257	3,754		20-24세	6,737
	25-29세	4,223	6,443		25-29세	15,518
	30-34세	4,447	6,411		30-34세	18,370
	35-39세	4,175	5,822		35-39세	15,744
	40-44세	2,820	3,993		40-44세	10,539
	45-49세	1,875	2,762		45-49세	6,946
	50-54세	1,444	2,315		50-54세	6,135
	55-59세	1,180	1,930		55-59세	6,708

연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)
	60-64세	894	1,379		60-64세	6,043
	65-69세	437	678		65-69세	3,606
	70-74세	149	250		70-74세	1,376
	75-79세	43	90		75-79세	513
	80세 이상	14	30		80세 이상	155
	합계	25,285	38,104		합계	104,707
2010~2014	0-4세	766	1,150	2030~2034	0-4세	4,621
	5-9세	255	333		5-9세	1,537
	10-14세	161	264		10-14세	937
	15-19세	380	641		15-19세	1,848
	20-24세	2,803	4,188		20-24세	10,940
	25-29세	4,959	7,316		25-29세	16,931
	30-34세	4,500	6,799		30-34세	21,113
	35-39세	3,592	5,468		35-39세	20,200
	40-44세	2,891	4,348		40-44세	15,160
	45-49세	1,929	2,988		45-49세	10,169
	50-54세	1,675	2,587		50-54세	8,389
	55-59세	1,600	2,378		55-59세	8,122
	60-64세	1,273	1,893		60-64세	8,483
	65-69세	578	891		65-69세	5,031

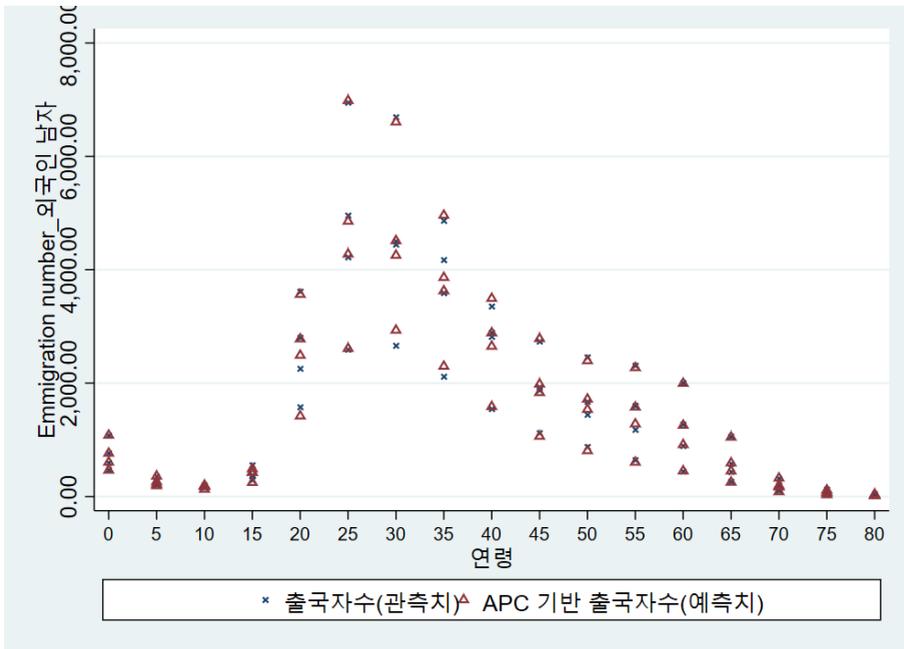
코호트 효과를 고려한 인구추계 연구 ...

연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)
	70-74세	199	289		70-74세	1,982
	75-79세	75	115		75-79세	814
	80세 이상	25	37		80세 이상	275
	합계	27,662	41,685		합계	136,552
2015~2019	0-4세	1,080	1,628	2035~2039	0-4세	6,542
	5-9세	357	542		5-9세	2,176
	10-14세	167	288		10-14세	1,327
	15-19세	555	737		15-19세	2,616
	20-24세	3,617	5373		20-24세	15,489
	25-29세	6,950	10,524		25-29세	27,493
	30-34세	6,693	9,954		30-34세	23,035
	35-39세	4,866	7,476		35-39세	23,215
	40-44세	3,355	5,265		40-44세	19,450
	45-49세	2,736	4,195		45-49세	14,628
	50-54세	2,459	3,609		50-54세	12,282
	55-59세	2,310	3,425		55-59세	11,106
	60-64세	2,006	3,007		60-64세	10,272
	65-69세	1,059	1,576		65-69세	7,063
	70-74세	318	490		70-74세	2,765
	75-79세	126	171		75-79세	1,173

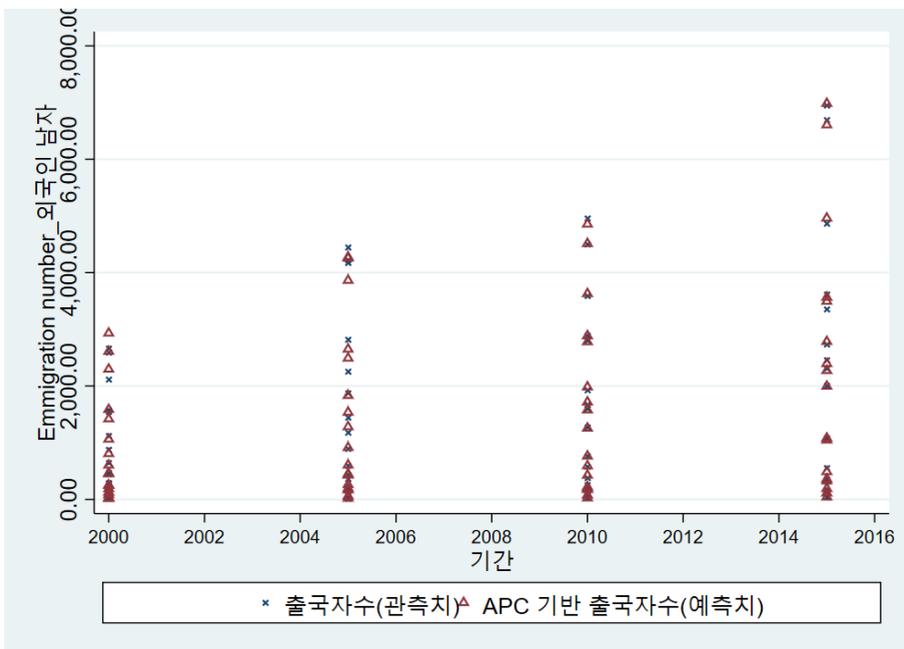
연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)
	80세 이상	46	61		80세 이상	436
	합계	38,701	58,321		합계	181,068
				2040~2044	0-4세	9,262
					5-9세	3,080
					10-14세	1,879
					15-19세	3,704
					20-24세	21,929
					25-29세	38,924
					30-34세	37,404
					35-39세	25,328
					40-44세	22,354
					45-49세	18,768
					50-54세	17,667
					55-59세	16,260
					60-64세	14,046
					65-69세	8,552
					70-74세	3,882
					75-79세	1,636
					80세 이상	628
					합계	245,303

연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)				
				2045~2049	0-4세	13,113				
					5-9세	4,361				
					10-14세	2,660				
					15-19세	5,244				
					20-24세	31,046				
					25-29세	55,108				
					30-34세	52,956				
					35-39세	41,129				
					40-44세	24,389				
					45-49세	21,569				
					50-54세	22,667				
					55-59세	23,389				
					60-64세	20,564				
					65-69세	11,693				
					70-74세	4,701				
					75-79세	2,297				
					80세 이상	876				
						합계	337,763			
									2050~2054	0-4세
				5-9세						6,174

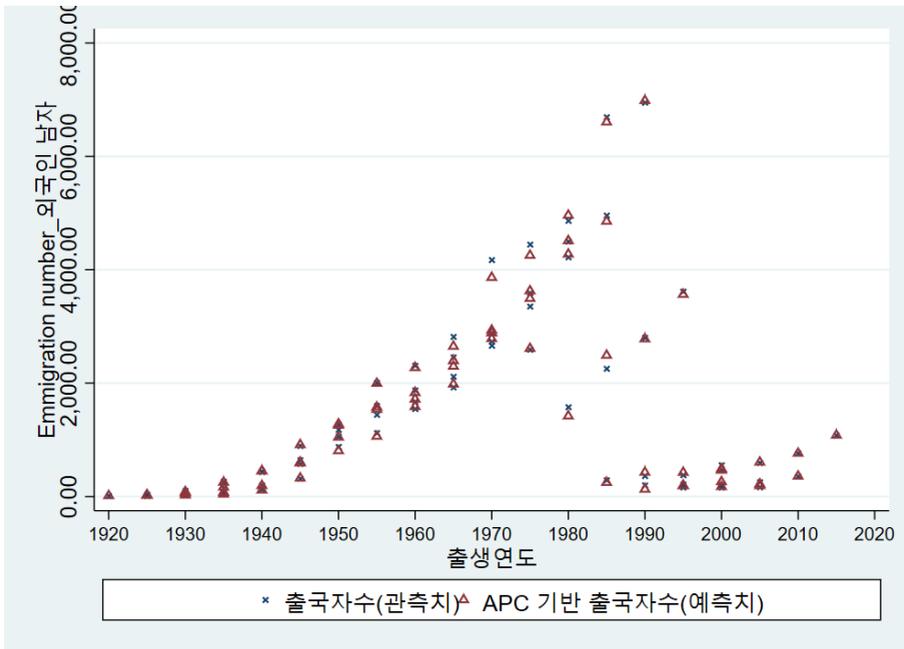
연 도	연령대	외국남 출국 수 (관측치)	내국남 출국 수 (APC 예측치)	연 도	연령대	내국남 출국 수 (APC 예측치)
					10-14세	3,766
					15-19세	7,425
					20-24세	43,954
					25-29세	78,020
					30-34세	74,975
					35-39세	58,230
					40-44세	39,604
					45-49세	23,533
					50-54세	26,050
					55-59세	30,007
					60-64세	29,580
					65-69세	17,120
					70-74세	6,427
					75-79세	2,782
					80세 이상	1,230
					합계	467,443



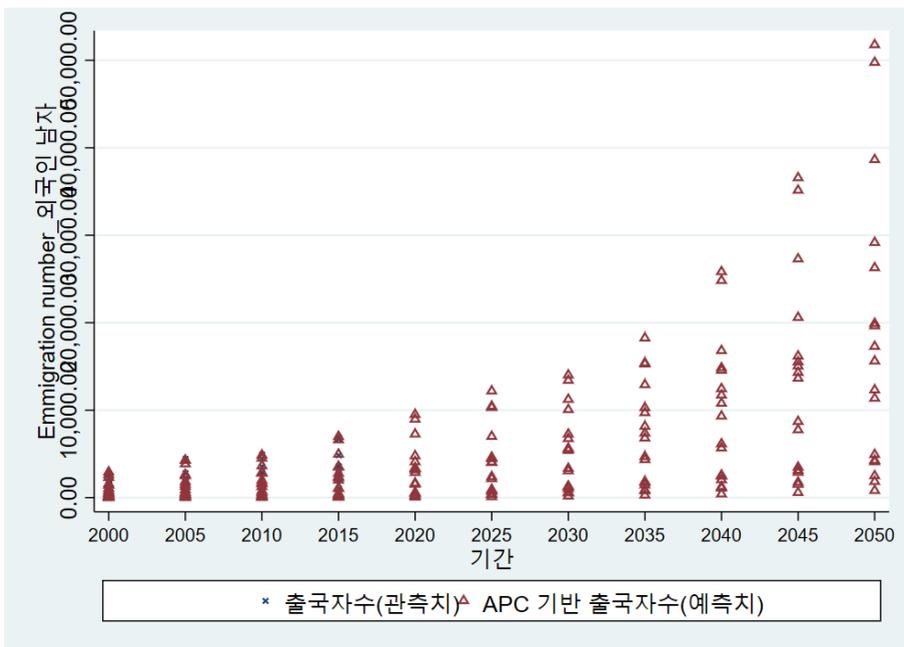
[그림 4-61] 연령에 따른 외국인 남자 출국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-62] 기간에 따른 외국인 남자 출국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-63] 출생코호트에 따른 외국인 남자 출국 관측치와 APC 기반 예측치의 비교



[그림 4-64] 2050년까지의 APC 기반 외국인 남자 출국자 수 예측치

제5장

연구의 결론

제1절 연구 결과 요약 및 결론

제 1절 연구 결과 요약 및 결론

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

장래인구추계는 장래 재정, 산업, 사회복지, 보건의료 정책 등에 있어서 가장 근본적인 정보이다. 그럼에도 불구하고 정확한 인구추계 값을 예측하는 것은 매우 어려운 작업이다. 그간의 인구추계 방법의 가장 핵심적인 한계점은 출생연도에 따른 사망, 이동, 출생의 차이를 일컫는 출생코호트 효과를 연령과 기간에만 의존하여 추계를 진행해 왔다는 점이다. 예를 들어, 점차 개선되는 후기 코호트들의 사망률을 고려하지 못하여 고령층의 사망률을 과다 추정하는 현상이 발생하게 된다.

출생코호트의 효과를 반영하기 위한 일부 시도들이 있었으나 연령, 기간, 출생코호트 간의 완벽한 공선성의 난제로 코호트의 효과를 통계적으로 분리해 내지 못하였다. 최근에는 이러한 공선성의 문제를 해결하는 통계적 방법들이 개발되었다. 이에 본 연구는, 공개된 통계청의 가용한 자료를 기반으로 한 최신의 연령-기간-코호트(Age-Period-Cohort) 분석을 통해, (1) 가용한 연도부터 최근까지의 사망률, 출생률, 이동률 추계를 통해 분석 모델의 예측 정확성을 판단해 보고, (2) 각각의 추계 모델 예측값을 2054년까지 추계외삽법으로 연장하여 그 추세를 확인하고자 하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 분석 결과 남녀 사망률, 출산율, 국제 이동자 수에서 코호트 효과가 통계적으로 유의미한 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 둘째, 이를 바탕으로 한 IE-APC 분석 결과, 한국인 남녀 연령별 사망률에 있어서 매우 높은 수준의 예측 정확성을 보여주었다. 출산력과 이동력에 있어서는 상대적으로 이에 못 미치는 예측 정확성을 보여주었다. 셋째, APC 분석을 토대로 2054년까지의 사망률, 출산율, 국제 이동자 수 추계의 경우 감소세는 지속적으로 이어질 것으로 전망되며, 남녀 동일하게 가장 높은 사망률을 보이고 있는 향후 고령층인 1960년~2005년대생의 사망률이 가장 급속하게

감소할 것으로 예측된다. 출산율의 경우 2021년 이후 급감한 후 지속적으로 감소할 것으로 추계되었다. 내국인은 남녀 모두 입출국이 감소 추세에 있을 것으로 예상되고 외국인 남녀의 경우 입출국이 증가할 것으로 예상되었다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 우선 인구추계에 필요한 기초 자료에 대한 접근에서 제한점이 존재한다. 현재 우리나라 통계청 인구추계의 경우 사망력과 출산력 전망에 1970년 이후의 자료가 활용되는 것으로 알려졌지만, 자료는 공개되어 있지 않다. 본 연구에서도 구득 가능한 1983년 이후의 자료를 활용하였다. 연령 단위의 경우에도 현재는 1999년 이전의 자료에는 80~90세 이상의 자료가 제공되지 않고 있다. 이런 부분들도 일관성 있는 자료를 제공하기 위해서뿐 아니라, 지속적으로 증가하는 고령화 추세를 고려하여 보다 정교한 인구추계를 위해 고연령대의 집계도 향후 공개될 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서 진행한 IE-APC 모형의 분석은 사망률과 출산율을 중심으로 매우 높은 예측 정확성을 보여주었다. 그러나 이것이 곧바로 장래 추계에서도 정확성이 높을 것이라는 것을 장담할 수는 없다. 특히, 코로나19 사태를 겪은 2020년과 같은 경우, 사망에 있어서는 노년층에서, 출생 및 이동에 있어서 청장년층에서 이전의 추세와는 단절적인 모습을 보여줄 가능성이 크다. 또한, 현재 청년세대인 후기 출생코호트들에게는 다른 세대들과는 다른 악영향이 가중될 가능성도 있어 이러한 영향은 연령뿐 아니라 코호트 간의 변이에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.

셋째, 코호트 효과를 반영한 2054년까지의 인구추계는 통계적으로 과거의 추세 데이터에서 설명력이 높은 모델을 선택하는 것으로 진행되었다. 그러나 이러한 방법이 반드시 추계의 정확성을 높인다고 장담할 수 없다. 과거 자료에 대한 정확한 분석과 동시에 미래 인구변동의 전개 방향과 관련된 이론이나 지식이 중요한 역할을 담당할 필요가 있다(우해봉 외, 2016). 그러나 연령, 기간, 코호트별로 향후 추세에 대한 이론과 실증적 연구가 많지 않다. 특히 우리나라는 세계적인 인구추세와는 상이한 추세를 보여주고 있기 때문에 선진국의 연구를 적용하는데 한계가 있을 것이다. 따라서 향후 사망, 출생, 이동과 관련되어 연령, 기간,

코호트별로 장래를 예측하는 연구들이 활발하게 이뤄지고 축적될 필요성이 있다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 코호트 효과를 직접 규명하고 인구추계에 활용하려는 시도들 가운데 기존의 한계인 완전 공선성의 문제를 극복한 모델링을 실증적으로 시도한 최초의 연구이다. 기존 인구추계에서의 코호트 연구들은 추가적인 정보를 통해 모델링에 대한 적합성이 높아질 수 있음에도 불구하고 완전 공선성으로 인해 적합한 모델로 크게 주목받지 못하였다. 본 연구의 결과는 기존 인구추계에서 오차의 원인으로 지목되었던 사망률과 출생률에서 좋은 예측성을 보였다. 모델의 간명성과 분석의 효율성을 고려할 때 향후에 사망률과 출생률 추계에 관련 연구가 활발하게 진행될 잠재력이 있다고 볼 수 있다. 향후 연구에서 추가적인 정보 구득 등을 통해 기대여명 등의 인구추계 관련 값을 산출하고 통계청의 인구추계와 비교가 가능한 실제 추계가 이뤄질 필요가 있다.

참고문헌

참 고 문 헌

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

- 김승권(2006). 「사회복지적 관점에서 본 한국의 적정인구」, *한국인구학*, 29(1), pp 241-268.
- 송기창(2018), 「고교 무상교육 실현을 위한 방안 연구」, 교육부.
- 우해봉(2009), 「우리나라 인구추계의 정확성과 시사점」, *조사연구*, 10(2), pp 71-96.
- 우해봉, 양지윤, 조성호, 안형석(2016), 「인구추계 방법론의 현황과 평가」, *한국보건사회연구원*.
- 이보경(2019), 「2040년 장래인구 분포 전망 연구」, 국토연구원.
- 이삼식, 최효진, 은기수, 장형수(2011), 「출산율 예측모형 개발」, *한국보건사회연구원*, 35(1), pp 77-99.
- 이상림(2009), 「연령이 인구인동에 미치는 영향: 최초이동, 계속이동, 귀환 이동」, *한국인구학*, 32(2), pp 43-72
- 자치분권위원회(2016), 「자치단체별 사회 인구구조 변화와 추계 보고서」.
- 정승환, 김기환(2011), 「평균수명을 이용한 사망률 예측모형 비교연구」, *응용통계연구*, 24(1), pp 115-125
- 최용욱(2016), 「급속한 기대수명 증가의 함의(Longevity Risk in Korea」, *KDI FOCUS 통권*, (69).
- 최장훈(2014), 「Lee-Carter 모형을 통한 데이터 적용 기간에 따른 사망률 추계

비교」, *연금연구*, 4(2), pp 49-69

통계청(2019), 「장래인구특별추계: 2017~2067년」, *통계청*, 대전.

통계청(2020), 「2019년 국제인구이동 통계」, *통계청*, 대전.

Alho, J. M. (1992), "Modeling and Forecasting the Time Series of US Mortality" *Journal of American Statistical Association*, 87(419), p673.

Alkema, L., Raftery, A. E., Gerland, P., Clark, S. J., Pelletier, F., Buettner, T., & Heilig, G. K. (2011), "Probabilistic projections of the total fertility rate for all countries", *Demography*, 48(3), pp 815-839.

Booth, H., Maindonald, J., & Smith, L. (2002), "Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline", *Population studies*, 56(3), pp 325-336.

Bray, F., Richiardi, L., Ekbom, A., Pukkala, E., Cuninkova, M. and Møller, H.(2006), "Trends in testicular cancer incidence and mortality in 22 European countries: continuing increases in incidence and declines in mortality", *International Journal of Cancer*, 118(12): pp. 3099-3111.

Currie, I. D. (2006), "Smoothing and forecasting mortality rates with P-splines," *Talk given at the Institute of Actuaries*.

Guimarães, R. R. D. M. (2014), "Uncertainty in population projections: the state of the art", *Revista Brasileira de Estudos de População*, 31(2), pp 277-290.

- Heo, J., Jeon, S. Y., Oh, C. M., Hwang, J., Oh, J., & Cho, Y. (2017), “The unrealized potential: cohort effects and age-period-cohort analysis”, *Epidemiology and health*, 39.
- Kontis, V. et al.(2017), “Future life expectancy in 35 industrialised countries: projections with a Bayesian model ensemble”, *The Lancet*, 389(10076), pp 1323-1335.
- Li, N., & Lee, R. (2005). “Coherent mortality forecasts for a group of populations: An extension of the Lee-Carter method,” *Demography*, 42(3), pp 575-594.
- Mannheim, K. (1952), “The problem of a sociology of knowledge”, *Essays on the Sociology of Knowledge*, pp 134-190.
- Oh, C.-M., Jung, K.-W., Won, Y.-J., Shin, A., Kong, H.-J. and Lee, J.-S.(2015), “Age-period-cohort analysis of thyroid cancer incidence in Korea”, *Cancer research and treatment: official journal of Korean Cancer Association*, 47(3) p. 362.
- Oh, J., & Kim, S. Y. (2018). “Consideration on assumption and transition of mortality model for Korea-Discussion on the kinds of Lee-carter” *The Korean Journal of Applied Statistics*, 31(5), pp 637-653.
- Olshansky, S. J., Carnes, B. A., & Mandell, M. S. (2009), “ Future trends in human longevity: Implications for investments, pensions and the global economy”, *Pensions: An International Journal*, 14(3), pp 149-163.
- Osmond, C. (1985), “Using age, period and cohort models to estimate

- future mortality rates”, *International journal of epidemiology*, 14(1), pp 124-129.
- Raftery, A. E., Chunn, J. L., Gerland, P., & Ševčíková, H. (2013), “Bayesian probabilistic projections of life expectancy for all countries”, *Demography*, 50(3), pp 777-801.
- Renshaw, A. E., & Haberman, S. (2006). “A cohort-based extension to the Lee-Carter model for mortality reduction factors,” *Insurance: Mathematics and economics*, 38(3), pp 556-570.
- Ryder N. B.(1965), “The cohort as a concept in the study of social change”, *Am Sociol Rev*, 30(6), pp. 843-861.
- Shang, H. L., Booth, H., & Hyndman, R. J. (2011), “Point and interval forecasts of mortality rates and life expectancy: A comparison of ten principal component methods”, *Demographic Research*, 25, pp 173-214.
- Smith, S., Tayman, J., & Swanson, D. A. (2001), “Population projections for states and local areas: methodology and analysis”, *Kluwer Academic/Plenum Press*, p. 283
- Sung, H., Rosenberg, P. S., Chen, W.-Q., Hartman, M., Lim, W.-Y., Chia, K. S. et al.(2015), “Female breast cancer incidence among Asian and Western populations: more similar than expected”, *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 107(7).
- Tu, Y.-K., Krämer, N. and Lee, W.-C.(2012), “Addressing the identification problem in age-period-cohort analysis: a tutorial on the use of partial least squares and principal components analysis”, *Epidemiology*, 23(4), pp. 583-593.

- United Nations. Statistical Office. (2014). “Principles and recommendations for a vital statistics system”, *United Nations Publications*, No.19
- Williams, D. R.(2005), “The health of US racial and ethnic populations”, *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 60(Special Issue 2), S53-S62.
- Yang, Y.(2007), “Is old age depressing? Growth trajectories and cohort variations in late-life depression”, *Journal of Health and Social Behavior*, 48, pp. 16-32.
- Yang, Y., Fu, W. J. and Land, K. C.(2004), “A Methodological Comparison of Age-Period-Cohort Models: The Intrinsic Estimator and Conventional Generalized Linear Models”, *Sociological methodology*, 34(1), pp. 75-110.
- Yang, Y. and Land, K. C.(2013), “Age-period-cohort analysis”, *Chapman & Hall/CRC, Interdisciplinary Statistics Series* doi. 10(1201), b13902.
- Yang, Y., Schulhofer-Wohl, S., Fu, W. J. and Land, K. C.(2008), “The Intrinsic Estimator for Age-Period-Cohort Analysis: What It Is and How to Use It”, *The American Journal of Sociology*, 113(6), pp. 1697-1736.

Abstract

Population estimation study considering direct cohort effects

NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE

Population estimation is a fundamental analysis involved in future forecasts in the areas of finance, industry, pensions, and health insurance. Nevertheless, gaps in the statistics office's future population estimates have been continuously pointed out. The most important limitation of the population estimation method is that the birth cohort effects in the estimates have been calculated based only on age and period effects. Therefore, this study attempted a more accurate estimation of mortality, fertility, and migrations using the Age-Period-Cohort (APC) analysis method to calculate the birth cohort effect directly. The main results are as follows: first, the cohort effect had a statistically significant effect on mortality, fertility, and migrations. Second, the APC analysis based on this showed a very high level of predictive accuracy in the mortality rate of Korean men and women. In terms of fertility and migrations, the prediction accuracy was relatively lower. The findings point to the necessity of considering the APC methodology in future mortality estimations.

코호트 효과를 고려한 인구추계 연구

인 쇄	2020년 12월 27일
발 행	2020년 12월 31일
발 행 인	김 현 곤
발 행 처	국회미래연구원
주 소	서울시 영등포구 의사당대로 1 국회의원회관 2층 222호
전 화	02)786-2190
팩 스	02)786-3977
홈페이지	www.nafi.re.kr
인 쇄 처	세일포커스(주) (02-2275-6894)

©2020 국회미래연구원

ISBN 979-11-90858-19-9 (93300)

내일을 여는 국민의 국회



국회미래연구원
NATIONAL ASSEMBLY FUTURES INSTITUTE