

국가 내 지역 인구추계를 위한 출산력 및 사망력 설정 방법의 국제 비교*

이상일** · 구형모*** · 이소영**** · 조대현*****

An International Comparison of Fertility and Mortality Methods for Subnational Population Projections*

Sang-Il Lee** · Hyeongmo Koo*** · Soyoung Lee**** · Daeheon Cho*****

요약 : 본 연구는 미국, 캐나다, 브라질, 영국(잉글랜드), 노르웨이, 덴마크, 오스트레일리아, 일본의 공식 지역 인구추계에서 출산력과 사망력 컴포넌트가 어떻게 설정되는지를 비교하고, 이를 바탕으로 한국의 시도 및 시군구 추계 방법의 개선 방향을 제시하였다. 비교는 기준율의 안정화, 장래의 전체 수준과 연령별 패턴, 지역의 상대적 차이, 공간층위 간 연계와 정합화, 장래 시나리오를 중심으로 이루어졌다. 분석 결과, 첫째, 여러 국가에서는 각 지역의 연령별 비율을 독립적으로 장기 예측하기보다 전국 또는 상위 공간층위에서 설정한 장래 경로와 지역의 상대차를 결합한다. 둘째, 통계적 정교화는 작은 수에 따른 기준율의 불안정성을 완화하고 지역의 상대적 위치를 추정하는 데 주로 활용되며, 다년 평균, 평활화, 상위 공간층위의 정보 차용, 경험적 베이스 등의 방법이 사용된다. 셋째, 공간층위는 기준율의 안정화, 장래 가정의 전달, 공간층위 간 정합화를 위한 핵심적인 방법론적 장치로 기능한다. 이에 따라 한국에서도 통계 모형과 인구학적 장래 가정의 역할을 구분하고, 전국은 장기 경로와 시나리오, 시도는 중간 준거와 지역별 수준 및 연령 패턴, 시군구는 안정화된 상대차와 단기적 지역 특성의 추정에 집중하는 체계를 검토할 필요가 있다. 이러한 대안은 현행 모형과의 사후 검증을 통해 정확성, 안정성, 설명 가능성 및 유지관리성을 비교한 뒤 선택적으로 도입하는 것이 바람직하다.

주요어 : 지역 인구추계, 코호트-요인법, 출산력, 사망력, 공간층위

Abstract : This study compares how fertility and mortality components are specified in official subnational population projections in eight countries—the United States, Canada, Brazil, the United Kingdom (England), Norway, Denmark, Australia, and Japan—and draws implications for provincial and municipal projections in Korea. The comparison focuses on baseline-rate stabilization, future overall levels and age patterns, regional differentials, linkages and reconciliation across spatial hierarchies, and scenario design. Three findings emerge. First, many countries combine future trajectories specified at the national or higher spatial level with regional differentials rather than independently forecasting age-specific rates for each area over the long term. Second, statistical refinement is used mainly to reduce instability in baseline rates caused by small numbers and to estimate relative regional positions, using methods such as multi-year averaging, smoothing, borrowing information from higher spatial levels, and empirical Bayes estimation. Third, spatial hierarchy functions as a key methodological

*본 논문은 국가데이터처의 2026년도 연구과제 「시군구 장래인구추계 방법론 개선 연구」의 지원을 받아 작성되었음.

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

***서울시립대학교 공간정보공학과 부교수(Associate Professor, Department of Geoinformatics, University of Seoul, hmokoo@uos.ac.kr)

****대구대학교 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Daegu University, sylee03051@daegu.ac.kr)

*****경북대학교 지리교육과 부교수(Associate Professor, Department of Geography Education, Kyungpook National University, dhncho@knu.ac.kr)

device for stabilizing baseline rates, transmitting future assumptions, and reconciling projections across spatial levels. For Korea, the findings suggest distinguishing the roles of statistical models and demographic assumptions: national projections would set long-term trajectories and scenarios, regional projections would serve as intermediate reference units for regional levels and age patterns, and local projections would focus on estimating stabilized relative differentials and short-term local characteristics. Such alternatives should be compared with existing models through backtesting in terms of accuracy, stability, interpretability, and maintainability, and adopted selectively when they show sustained improvement.

Key Words : Subnational population projections, Cohort-component method, Fertility, Mortality, Spatial hierarchy

I. 서론

인구추계는 장래 인구의 규모와 구조를 전망함으로써 국가 및 지역 수준의 정책 수립과 계획을 지원하는 핵심적인 인구학적 도구이다. 특히 국가 내 지역 인구추계(subnational population projection)는 교육, 보건·의료, 주택, 교통, 복지 및 지역개발과 같이 실제 정책 수요가 구체적인 공간단위에서 발생한다는 점에서 전국 인구추계와 구별되는 실천적 중요성을 갖는다. 지역 인구추계에는 여러 접근이 존재하지만, 성·연령별 인구구조와 출산·사망·이동의 개별 인구학적 과정을 명시적으로 다룰 수 있다는 점에서 코호트-요인법(cohort-component method)은 여전히 가장 대표적인 방법이다(Wilson and Rees, 2005; Smith *et al.*, 2013; Wilson *et al.*, 2022). 우리나라의 시도 및 시군구 장래인구추계 역시 코호트-요인법을 기본 틀로 작성되고 있다(국가데이터처, 2024b; 2024c).

그러나 동일한 코호트-요인법이라 하더라도 공간단위가 작아질수록 출산력과 사망력의 설정은 전국 추계보다 훨씬 어려워진다. 출생과 사망 사건을 다시 연령 또는 성·연령별로 세분하면 각 집단의 사건수가 작아지고 연도별 변동이 커지기 때문에, 연령별 출산율(age-specific fertility rate, ASFR)이나 성·연령별 사망률을 그대로 장래에 적용하거나 각각을 독립적으로 외삽하는 것은 안정적인 결과를 보장하기 어렵다. 이에 지역 추계에서는 다년 평균, 평활화, 상위 공간층위 정보의 차용·가중결합, 상대비율의 이용, 공간층위 간 정합화 등이 함께 사용되어 왔다(Scherbov and Ediev, 2011; Simpson and Snowling, 2011; Williamson and Norman, 2011). 즉 지역 추계의 문제는 단순히 더 정교한 예측모형을 선택하는 데 있지 않고, 제한된 지역 자료에서 신뢰할 수 있는 기준 스케줄을 구축

하고 이를 장래에 어떻게 연장할 것인가에 있다.

출산력과 사망력은 모두 장래의 전체 수준과 연령별 패턴을 구분하여 살펴볼 수 있지만, 이를 표현하고 연결하는 방식은 서로 다르다. 출산력에서는 합계출산율(total fertility rate, TFR)이 전체 출산 수준을 요약하는 대표적 지표로 사용되며, ASFR은 그 수준이 각 연령에 어떻게 분포하는지를 나타낸다. 따라서 장래 출산력은 TFR과 같은 전체 수준의 경로를 먼저 설정한 뒤 이를 연령별 패턴과 결합하거나, 경우에 따라 ASFR 자체의 변화를 직접 설정하는 방식으로 구성될 수 있다. 사망력에서는 기대수명과 같은 요약지표나 공통적인 사망력 수준 및 변화 경로가 전체적인 사망수준을 나타내는 기준으로 활용되는 한편, 실제 코호트-요인법에는 성·연령별 사망률, 사망확률 또는 생존율과 같은 연령별 스케줄이 필요하다. 따라서 전체 사망수준과 연령별 사망패턴 사이에는 생명표나 사망력 모형을 통한 변환과 연결 과정이 수반될 수 있다. 이러한 점을 고려하면 지역별 장래 출산력과 사망력의 설정은 단순히 지역별 비율을 예측하는 문제가 아니라, 장래의 전체 수준을 어떻게 정할 것인지, 그 수준을 연령별 패턴과 어떻게 결합할 것인지, 그리고 전국과 지역 간 또는 서로 다른 공간층위 간의 공간적 상대차(spatial differential)를 장래에 어떻게 반영할 것인지를 함께 결정하는 문제로 볼 수 있다(Ševčíková *et al.*, 2016; 2018; Wilson, 2018).

여기에 지역 인구추계에서는 전국과 지역을 어떻게 연결하고, 지역 내부의 서로 다른 공간층위를 어떻게 연계할 것인가라는 문제가 추가된다. 전국 추계와 시도·시군구 등 지역 추계를 서로 독립적으로 작성하면, 하위 공간층위의 추계 결과를 합한 값이 그 상위 공간층위의 장래 인구와 일치하지 않을 수 있다. 또한 전국에서는 출산력이나 사망력이 장기적으로 감소하거나 개선되는 것으로 가정하면서 일부 지역에서는 이와 다른 방향의 장래 경로

가 적용되는 등 공간층위별 가정 사이에 불일치가 발생할 수도 있다. 이러한 문제를 줄이기 위해 실제 공식 추계에서는 전국 또는 상위 공간층위에서 설정한 장래 출산력·사망력의 경로를 그 아래 공간층위에 전달하고, 각 지역은 자신의 최근 수준이나 상대적 차이를 반영하도록 하는 방식이 널리 사용된다. 이때 지역의 상대적 차이는 장래에도 그대로 유지될 수도 있고, 최근 추세에 따라 갱신되거나 장기적으로 상위 공간층위의 수준에 수렴하도록 설정될 수도 있다. 또한 하위 공간층위에서 산출된 출생아수, 사망자수 또는 최종 인구의 합계를 상위 공간층위의 통계 총계와 일치시키는 정합화 절차가 함께 사용되기도 한다(Rees *et al.*, 2015; Rees and Wilson, 2023). 따라서 공간층위는 단순히 결과를 전국·시도·시군구별로 나누어 공표하는 행정적 구분이 아니라, 기준율을 안정화하고 장래 가정을 상위에서 하위 공간층위로 전달하며 서로 다른 공간층위의 결과를 일관되게 연결하는 방법론적 구조로 볼 수 있다.

본 연구는 미국, 캐나다, 브라질, 영국(잉글랜드), 노르웨이, 덴마크, 오스트레일리아, 일본의 국가통계기관 또는 공식 인구추계기관이 공개한 방법론 문서를 바탕으로 지역 인구추계의 출산력과 사망력 설정 방법을 비교한다. 이들 국가는 인구 규모나 인구학적 상황의 유사성보다는 공식 지역 인구추계에서 나타나는 공간층위와 방법론적 접근의 다양성을 포괄할 수 있도록 선정하였다. 인구이동은 출발지와 도착지의 상호작용, 순이동과 총이동의 구분, 지역 간 흐름의 구성과 배분 등 출산력·사망력과 성격이 다른 관계적 구조를 가지므로 본 연구의 범위에서 제외한다. 비교는 기준율의 구성과 작은 수에 따른 변동성의 완화, 장래 전체 수준과 연령별 패턴의 설정, 지역 간 상대적 차이의 표현과 장래 처리, 전국과 다양한 공간층위 사이의 장래 가정 전달과 결과의 정합화, 장래 시나리오와 모형의 운용 방식이라는 다섯 가지 측면을 중심으로 이루어진다. 이를 통해 국가별 세부 기법의 차이를 나열하는 데 그치지 않고, 서로 다른 공식 추계체계에서 반복적으로 나타나는 공통의 설계 원리를 도출하고자 한다.

이 연구의 목적은 특정 국가의 모형을 단순히 모방하거나 복잡한 모형과 단순한 모형의 우열을 선형적으로 판단하는 데 있지 않다. 오히려 공식 추계에서 통계적 정교성이 어느 단계에 배치되는지, 장래의 시간적 불확실성과 지역 간 공간적 이질성이 어떠한 방식으로 분리되고 다시 결합되는지, 그리고 공간층위가 기준율의 안정화, 장래 가정의

전달 및 결과의 정합화에서 어떠한 기능을 수행하는지를 비교함으로써 지역 출산력·사망력 추계의 공통적인 설계 방식을 밝히고자 한다. 이러한 비교는 특정 방법을 그대로 도입하기 위한 것이 아니라, 각 방법이 어떤 문제를 해결하기 위해 어떤 공간층위에서 사용되는지를 이해하고 한국의 현행 체계를 평가하기 위한 준거를 마련하는 데 목적이 있다. 이를 바탕으로 우리나라의 전국·시도·시군구 체계에서 각 공간층위가 담당할 역할과 현행 출산력·사망력 모형의 검증 및 개선 방향을 논의한다. 이하 2장에서는 선행 연구와 비교 틀을 정리하고, 3장에서는 8개국의 공식 추계체계를 간략히 개관한다. 4장에서는 출산력과 사망력의 설정 방법을 공통 비교축에 따라 횡단적으로 분석하고, 5장에서는 공간층위의 기능과 한국 지역추계에 대한 시사점을 종합하며, 6장에서 주요 결과와 의의를 정리한다.

II. 선행 연구와 비교 틀

1. 선행 연구

국가 내 지역 인구추계에 관한 연구는 모형의 이론적 정교성뿐 아니라 자료 요구량, 공간단위의 크기, 계산과 운용의 용이성, 상위 공간층위 추계와의 정합성 제약, 가정의 투명성과 재현성 등을 함께 고려해 왔다. Wilson (2011)과 Wilson *et al.* (2022)은 특히 공간단위가 작아질수록 자료의 불규칙한 변동이 커지기 때문에 복잡한 지역별 모형을 추가하는 것만으로는 안정적인 추계를 보장하기 어렵다고 지적한다. Simpson and Snowling (2011)은 지역별 세부율을 직접 추정하는 접근과 전국의 안정적 인 연령 스케줄을 제한된 지역정보에 맞게 조정하는 접근을 비교하여, 상위 공간층위의 패턴과 각 지역의 수준을 결합하는 방식의 실용성을 보여주었다.

출산력 연구에서도 지역별 ASFR의 안정화와 전국·지역 간 관계가 핵심 쟁점으로 제시되어 왔다. Williamson and Norman (2011)은 출생 건수가 적은 집단에서는 개별 지역의 실적자료에서 산출한 비율을 직접 사용하는 것보다 유사지역을 묶거나 더 큰 공간단위의 출산율을 차용하는 것이 안정적일 수 있음을 보였다. Ševčíková *et al.* (2018)은 다수 국가의 지역별 TFR 자료를 이용한 확률적 추계에서 전국의 장래 TFR 경로에 시간마다 완만하게 변화하는 지역 상대배율을 적용하는 방식의 예측력을 제

시하였다. 이는 지역 출산력을 전국과 독립적으로 장기 예측하기보다 전국의 시간적 경로와 지역의 상대적 위치를 결합하는 접근의 근거가 된다.

사망력에서는 작은 사망 건수에 따른 불안정성과 서로 관련된 인구집단 간 장기적 정합성이 동시에 중요하다. Scherbov and Ediev(2011)는 소규모 인구에서 생명표 지표의 편향과 표준오차가 커질 수 있음을 보였고, Li and Lee(2005)는 여러 관련 인구집단이 공통의 장기추세를 공유하면서도 집단별 차이를 유지하도록 하는 정합적 사망력 예측모형을 제안하였다. 한편 Wilson(2018)은 오스트레일리아 지역을 대상으로 전국 사망률의 직접 적용, 지역-전국 비율, 표준화사망비, 관계모형 등 비교적 간단한 방법들을 평가하여, 일부 단순한 관계형 방법이 비교적 적은 자료와 모형화 노력으로도 우수한 예측 성과를 보일 수 있음을 제시하였다. 이러한 연구는 사망력에서도 모형의 복잡성 자체보다 기존 스케줄의 안정성과 이를 상위 공간층위의 장기 경로와 연결하는 방식이 중요함을 시사한다.

보다 넓은 추계체계의 관점에서도 유사한 결론이 나타난다. Rees *et al.*(2015)은 공식 지역 추계체계를 평가할 때 실무적 비용과 자료 요구량, 개념적 견고성과 투명성, 전국 추계에 대한 제약 가능성, 서로 다른 공간층위 간 결과의 일관성을 함께 고려해야 한다고 강조하였다. Rees and Wilson(2023)은 잉글랜드 지방정부 지역을 대상으로 전국 자료를 차용하고 제한된 지역 지표로 보정하는 비교적 단순한 모형이 공식 추계와 대등하거나 일부 지표에서 더 낮은 오차를 보일 수 있음을 제시하였다. 이는 하위 공간층위 추계에서 상위 공간층위 정보의 차용과 제한된 지역 정보의 결합이 독립적인 세부 모형을 확대하는 것에 대한 유력한 대안이 될 수 있음을 보여준다.

국내에서도 지역 인구추계를 위한 간단한 대안과 상위 공간단위와의 정합성 확보 필요성이 지속적으로 논의되어 왔다. 이상림·조영태(2005)는 해밀턴-페리 기법을 기초자치단체에 적용하였고, 김태현 등(2006)은 시군구 코호트-요인 추계에서 시군구 출산력과 기대수명이 시도 수준에 접근하는 가정을 사용하였다. 이상일·조대현(2020)과 조대현·이상일(2022)은 소지역 추계방법을 비교하면서 상위 공간단위와의 정합성과 과거자료를 이용한 검증의 중요성을 강조하였다. 최근 오진호(2025)는 시도별 출산력 추계의 Gompit 기반 관계모형을 검토하며 자료기간과 지역 간 관계의 모형화에 대한 개선 필요성을 제기하였다. 한편 Kim and Kim(2020)은 시군구를 통근관계

에 기초한 37개 기능지역으로 재구성하고 국내 총이동을 포함한 단일연령 코호트-요인법을 적용하여 초고령화의 지역적 전개를 분석하였다. 이는 생활권 단위의 지역 인구추계라는 점에서 의의가 있으나, 행정단위별 추계와 전국-시도-시군구 간 정합성을 중시하는 공식 지역 인구추계와는 목적과 공간단위 설정 원리가 다르다. 이러한 연구의 축적에도 불구하고 출산력과 사망력을 동일한 비교 틀 아래 놓고 여러 국가의 공식 지역 추계에서 전체 수준, 연령별 패턴, 지역 간 상대차, 공간층위가 어떻게 결합되는지를 체계적으로 비교한 연구는 제한적이다.

2. 비교의 기본 관점과 준거

본 연구는 지역 출산력과 사망력 추계를 특정 통계 모형이나 기법의 목록으로 파악하기보다, 서로 연계된 일련의 의사결정 과정으로 이해한다. 이를 크게 다섯 가지로 구분할 수 있다. 첫째, 기준 시점의 지역별 연령 스케줄을 어떠한 자료와 기간을 이용하여 추정하고, 작은 수에서 발생하는 불규칙한 변동을 어떻게 완화할 것인가이다. 둘째, TFR이나 기대수명과 같이 장래의 전반적인 출산력·사망력 수준을 어떤 방식으로 설정할 것인가이다. 셋째, 이렇게 설정된 전체 수준을 연령별 패턴과 어떻게 결합하여 실제 코호트-요인법에 투입되는 ASFR, 사망률, 사망확률 또는 생존율을 구성할 것인가이다. 넷째, 서로 다른 공간층위 간에 존재하는 공간적 상대차를 어떠한 형태로 측정하고, 이를 장래에 유지·갱신하거나 상위 공간층위의 수준으로 수렴시킬 것인가이다. 다섯째, 이러한 과정을 거쳐 산출된 출생·사망 및 인구가 서로 다른 공간층위에서 일관성을 갖도록 어떻게 정합화할 것인가이다. 실제 공식 추계에서는 이들 과정이 반드시 동일한 순서로 수행되는 것은 아니지만, 각 국가의 방법을 이러한 공통 질문으로 재구성하면 서로 다른 추계체계를 일관된 관점에서 비교할 수 있다.

이 틀에서 출산력과 사망력은 모두 전체 수준과 연령별 패턴의 결합이라는 관점에서 살펴볼 수 있다. 출산력에서는 TFR 또는 이에 준하는 지표가 전체 출산 수준을 나타내고, ASFR은 출산이 연령별로 어떻게 분포하는지를 나타낸다. 따라서 전국이나 상위 공간층위에서 설정한 장래 TFR 경로를 지역별 상대차와 결합한 뒤 일정한 연령 패턴에 배분할 수도 있고, 지역별 ASFR 자체를 직접 추계하는 방식도 가능하다. 사망력에서도 기대수명이나 공통적인 사망력 수준 및 변화 경로와 성·연령별 사망

률·사망확률·생존율을 구분할 수 있다. 다만 전체 사망 수준과 연령별 사망스케줄의 관계는 출산력의 TFR과 ASFR 사이의 관계보다 복잡하고 비선형적이므로, 생명표, 관계모형 또는 사망률 모형 등을 통한 변환과 연결이 필요할 수 있다(Li and Lee, 2005; Ševčíková *et al.*, 2016). 따라서 국가 간 비교에서 중요한 것은 모든 국가가 동일한 수준지표나 모형을 사용하는가 아니라, 전체 수준과 연령별 패턴을 어느 단계에서 구분하고, 다시 어떠한 방식으로 결합하여 최종 입력값을 만드는가이다.

공간적 상대차와 공간충위 역시 별도의 중요한 분석축이다. 동일한 전국적 출산력·사망력 경로 아래에서도 지역별 수준에는 지속적인 차이가 존재할 수 있으며, 공식 추계는 이러한 차이를 어떤 형태로 표현하고 장래에 어떻

게 처리할 것인지를 결정해야 한다. 지역의 상대적 위치는 상위 공간충위 대비 상대배율이나 절대적 격차, 표준화비, 관계모형의 계수 등으로 표현될 수 있으며, 이렇게 측정된 차이는 장래에도 고정될 수도 있고, 최근 추세에 따라 갱신되거나 장기적으로 상위 공간충위의 수준에 수렴하도록 설정될 수도 있다. 더욱이 전국·시도·시군구와 같은 다층적 추계체계에서는 이러한 관계가 하나의 상·하위 관계에서 끝나는 것이 아니라 여러 공간충위에 걸쳐 연쇄적으로 적용될 수 있다. 특히 공간단위가 작아질수록 해당 지역의 자료만으로 독립적인 장래추세를 안정적으로 추정하기 어려워지므로, 상위 공간충위의 비교적 안정적인 장래 경로를 차용하면서 각 지역의 상대적 특성을 반영하는 방식의 중요성이 커질 수 있다.

표 1. 출산력 및 사망력 설정 방법의 국제 비교 준거

대분류	세부 비교 준거	출산력	사망력
추계체계와 공간충위	추계 공간충위의 수와 유형	전국 또는 지역 내 각 공간충위에서의 출산력 가정이 설정되는 수준	전국 또는 지역 내 각 공간충위에서의 사망력 가정이 설정되는 수준
	기본 추계단위와 산출체계	각 지역단위의 직접추계, 상향식 집계, 상위 공간충위 총계의 하위 공간충위 배분 여부	각 지역단위의 직접추계, 상향식 집계, 상위 공간충위 총계의 하위 공간충위 배분 여부
기준율의 구성과 안정화	기준지표와 연령별 스케줄	TFR, ASFR, 아동여성비 등	기대수명, 사망률, 사망확률, 생존율 등
	기준기간과 자료구성	단년·다년평균·이동평균, 출생자료와 노출인구의 구성	단년·다년평균·이동평균, 사망자료와 노출인구의 구성
	지역 기준율의 변동성 완화	평활화, 지역집단화, 상위 공간충위 정보 차용, 경험적 베이스 등	다년평균, 평활화, 상위 공간충위 정보 차용, 경험적 베이스 등
장래 수준과 연령별 패턴	장래 전체 수준의 설정	TFR의 고정·목표설정·외삽·수렴·상위추세 연동 등	기대수명·사망력 수준의 고정·외삽·수렴·상위추세 연동 등
	전체 수준과 연령별 스케줄의 연결	TFR과 연령별 패턴의 결합을 통한 ASFR 구성 또는 ASFR 직접추계	기대수명·사망력 수준과 연령별 패턴의 결합을 통한 상·연령별 사망률·사망확률·생존율 구성 또는 직접추계
	연령별 패턴의 장래 변화	출산 연령 패턴의 고정·이동 및 평균 출산 연령 상승 반영 여부	연령별 사망개선 패턴의 고정·변화 여부
공간적 상대차와 공간충위 간 연계	지역차의 표현방식	상위 공간충위 대비 TFR·ASFR 배율, 격차, 관계모형 등	상위 공간충위 대비 기대수명 격차, 사망률 배율, 표준화사망비, 관계모형 등
	지역차의 장래 처리방식	상대차 유지, 일정기간 추세 반영, 장기수렴 등	상대차 유지, 일정기간 추세 반영, 장기수렴 등
	공간충위 간 가정 전달과 결과 정합화	상위 공간충위에서 하위 공간충위로의 가정 전달, 상위 공간충위 통계 총계와의 정합화 여부	상위 공간충위에서 하위 공간충위로의 가정 전달, 상위 공간충위 통계 총계와의 정합화 여부
추계 규칙과 운용 특성	시나리오의 구성	고·중·저 등 시나리오 수와 출산력 가정의 차이	고·중·저 등 시나리오 수와 기대수명·사망개선 가정의 차이
	모형 구조와 투명성	규칙 기반·통계 모형 기반·혼합형, 단계 수와 재현가능성	규칙 기반·통계 모형 기반·혼합형, 단계 수와 재현가능성

* 세부 준거는 Wilson(2011), Rees *et al.*(2015), Wilson *et al.*(2022)의 지역 및 소지역 인구추계에 관한 비교·평가 관점과 본 연구에서 정리한 출산력·사망력 설정의 분석 구조를 종합하여 구성하였음.

이상의 관점을 실제 국가비교에 적용하기 위해 본 연구는 표 1과 같이 다섯 개 대분류와 13개 세부 준거를 설정하였다. 앞서 제시한 의사결정 과정이 지역 출산력·사망력 추계의 방법론적 논리를 설명하기 위한 것이라면, 표 1의 비교준거는 이를 각국의 공식 방법론 문서에서 일관되게 확인하고 기록하기 위한 분석틀이다. 대분류는 추계 체계와 공간층위, 기준율의 구성과 안정화, 미래 수준과 연령별 패턴, 공간적 상대차와 수준 간 연계, 추계규칙과 운용 특성으로 구성된다. 이를 통해 각국이 어떤 공간단위에서 추계를 수행하는지에서부터 기준율을 어떻게 안정화하는지, 장래 경로와 지역차를 어떻게 설정하는지, 상·하위 결과를 어떻게 연결하는지까지 동일한 질문으로 비교할 수 있다. 이 준거들은 출산력과 사망력에 공통된 분석질문을 적용하면서도, 출산력에서는 TFR·ASFR·아동여성비, 사망력에서는 기대수명·사망률·사망확률·생존율 등 각 과정에서 실제로 사용되는 서로 다른 운영 지표와 모형을 함께 관찰하도록 구성하였다.

이상의 비교결과는 다시 세 가지 횡단적 축을 통해 해석한다. 첫째는 연령별 비율이나 스케줄 자체를 직접 장래화하는 직접형과, 장래의 전체 수준을 먼저 설정한 뒤 이를 연령별 패턴과 결합하여 최종 스케줄을 구성하는 수준·패턴 분리형의 대비이다. 둘째는 각 지역의 장래 경로를 상대적으로 독립적으로 설정하는 지역 독립형과, 상위 공간층위에서 설정한 장래 경로에 그 아래 공간층위의 지역차를 결합하는 공간층위 연계형의 대비이다. 셋째는 여러 통계 모형을 단계적으로 결합하여 장래값을 산출하는 모형 중심형과, 비교적 소수의 명시적인 가정과 조정 규칙을 적용하는 규칙 중심형의 대비이다. 이 세 축은 각국의 추계체계를 서로 배타적인 유형으로 분류하기 위한 것이 아니라, 서로 다른 방법론적 선택을 공통된 관점에서 비교하기 위한 분석축이다. 실제 공식 추계는 각 유형의 요소가 다양한 방식으로 결합된 혼합형으로 나타나므로, 본 연구는 모형의 복잡성 자체를 우열의 기준으로 삼기보다 각 방법과 규칙이 기준율의 안정화, 장래 경로의 설정, 지역차의 반영 및 공간층위 간 정합화에서 어떠한 기능을 담당하는지를 중심으로 비교·해석한다.

III. 국가별 공식 추계체계의 개요

본 장은 8개국의 공식 지역 인구추계체계를 국가별로

개관하고, 이후의 횡단적 비교를 이해하는 데 필요한 출산력과 사망력 설정의 핵심 절차를 정리한다. 국가별 방법론 문서의 세부 내용을 모두 재현하기보다는, 기준율의 구성과 안정화, 장래 수준과 연령별 패턴의 설정, 공간적 상대차의 처리, 상·하위 공간층위 간 가정의 전달과 결과의 정합화 가운데 각 국가의 특징을 가장 잘 보여주는 요소를 중심으로 살펴본다. 이에 따라 단순히 사용된 모형이나 기법의 명칭을 나열하는 데 그치지 않고, 각 방법이 전체 추계체계 안에서 어떤 역할을 담당하는지도 함께 제시한다. 이를 통해 기준율을 일정하게 유지하는 방식에서 상위 공간층위의 장래 경로를 그 아래 공간층위에 전달하는 방식, 지역 간 상대차를 장기적으로 유지하거나 수렴시키는 방식, 나아가 공간층위 자체를 기준율의 안정화와 정합화에 활용하는 방식까지 각국 공식 추계체계가 보여주는 방법론적 스펙트럼을 제시한다.

1. 미국

미국 사례는 미국 인구조사국(U.S. Census Bureau)이 Census 2000을 반영하여 작성한 2005년 주별 잠정 인구 추계이다. 현재 미국 인구조사국은 주별 장래인구추계를 별도로 생산하지 않으므로, 본 연구에서는 이를 현행 추계체계라기보다 공식적으로 공개된 주별 코호트-요인 추계의 방법론적 사례로 다룬다(U.S. Census Bureau, 2005; 2024). 추계대상은 50개 주와 컬럼비아 특별구(District of Columbia)의 성·연령별 인구이다. 출산력과 사망력은 2000년 전후의 실적자료에서 산출한 주별 ASFR과 성·연령별 사망률을 기준으로 설정하였으며, 장래의 출산력 저하나 사망력 개선을 별도의 장기 추세로 예측하기 보다는 최근의 지역별 비율을 기본적으로 유지하는 방식을 사용하였다.

출산력은 1999~2000년 자료에서 산출한 주별 ASFR을 장래에도 직접 적용하였으며, 별도의 장래 TFR 경로는 설정하지 않았다. 다만 기준 ASFR을 그대로 적용할 때 발생할 수 있는 차이를 줄이기 위해 2001~2003년의 실제 출생아 수와 모형에서 산출된 출생아 수를 비교하여 주별 출산력을 보정하였다. 사망력은 주별 성·연령별 사망률의 불규칙한 변동을 로지스틱 평활화로 완화한 뒤 이를 생존율로 변환하여 추계에 사용하였다. 이후 2001~2003년의 실제 사망자 수와 모형에서 산출된 사망자 수의 차이를 이용하여 사망력 수준을 조정하였다(U.S. Census

Bureau, 2005).

전국과 주의 연계를 전국에서 설정한 장래 출산력이나 사망력의 변화 경로를 각 주에 직접 적용하는 방식이 아니었다. 각 주의 출산·사망·이동을 반영하여 인구를 먼저 추계한 뒤, 마지막 단계에서 모든 주의 성·연령별 인구를 합한 값이 전국 잠정 인구추계와 일치하도록 주별 결과를 비례적으로 조정하였다. 따라서 미국 방식에서는 전국의 장래 출산력·사망력 가정을 각 주에 전달하기보다는, 최종적으로 산출된 주별 인구를 전국 총계에 맞추는 방식으로 전국과 주 사이의 정합성을 확보하였다.

방법론적으로 미국 사례는 지역별 연령 스케줄을 직접 장래에 적용하는 직접형에 가깝다. 출산력에서는 장래 TFR을 먼저 설정한 뒤 이를 연령별 패턴과 결합하여 ASFR을 구성하는 것이 아니라 주별 ASFR 자체를 기준으로 사용하며, 사망력에서도 장래 기대수명을 먼저 설정하고 이를 성·연령별 사망률이나 생존율로 연결하는 구조를 사용하지 않는다. 이러한 방식은 장기간에 걸친 출산력 변화나 사망력 개선을 충분히 반영하기 어렵다는 한계가 있다. 반면 지역별 기준율의 설정, 초기 실적을 이용한 보정, 최종 전국 총계와의 정합화라는 절차가 비교적 단순하고 명확하다는 특징이 있다. 따라서 미국 사례는 이후 살펴볼 전국 또는 상위 공간층위의 장래 경로를 그 아래 공간층위에 전달하거나 지역 간 차이를 장기적으로 수렴시키는 방식과 대비되는 ‘지역 직접형 + 최종 통제형’의 기준 사례로 볼 수 있다.

2. 캐나다

캐나다 통계청(Statistics Canada)의 2026년 인구추계는 전국 인구를 2075년까지, 10개 주와 3개 준주의 인구를 2050년까지 전망한다(Statistics Canada, 2025; 2026). 캐나다의 특징은 출산력과 사망력을 주·준주별로 완전히 독립적으로 추계하지 않고, 전국에서 설정한 장기적인 변화 경로와 각 지역이 과거에 보여온 차이를 함께 반영한다는 점이다. 따라서 전국 추계는 단순히 주·준주 추계의 최종 합계를 맞추기 위한 통제 총계가 아니라, 지역별 장래 출산력과 사망력을 설정하는 과정 자체에 직접 관여한다.

출산력에서는 TFR을 장래 전체 수준을 설정하는 핵심 지표로 사용한다. 영주인구(permanent population)의 전국 장기 TFR은 전문가 의견을 바탕으로 설정한 2050년

목표수준을 기준으로 하며, 중위가정은 1.32명, 저위와 고위가정은 각각 1.09명과 1.55명이다. 주·준주의 TFR은 각 지역의 과거 추세를 그대로 장기간 외삽하지 않고, 최근까지 나타난 지역별 변화가 시간이 지날수록 완만해지도록 하면서 전국의 장기 목표와 결합하여 설정한다. 따라서 단기에는 각 지역의 역사적 차이가 비교적 많이 반영되지만, 장기로 갈수록 전국에서 설정한 출산력의 변화 경로와 연계된다. 한편 비영주인구(non-permanent resident population)의 ASFR은 센서스 자료에 동거자녀 추정법을 적용하여 영주인구와 별도로 추정한다. 이는 영주인구와 비영주인구의 서로 다른 출산 패턴을 구분하여 전체 출산력의 변화를 보다 정확하게 반영하기 위한 것이다.

사망력에서는 Li-Lee 정합모형을 이용하여 전국과 주·준주의 사망력 변화를 하나의 틀 안에서 함께 추계한다(Li and Lee, 2005). 이 모형은 전국과 각 지역이 장기적으로 공유하는 공통적인 사망력 개선추세를 추정하는 동시에, 주·준주별로 지속되는 차이도 함께 반영한다. 따라서 각 지역의 사망률을 서로 독립적으로 장기간 외삽하여 지역 간 격차가 지나치게 확대되는 것을 방지할 수 있다. 최근 추계에서는 COVID-19 이후 나타난 단기적인 사망력 변화가 장기적인 개선추세로 어떻게 이행하는지도 함께 고려한다. 즉 캐나다의 사망력 추계에서도 전국의 장기 경로는 최종 결과를 맞추기 위한 사후 통제가 아니라, 주·준주의 장래 사망률을 설정하는 기준으로 직접 사용된다.

이러한 구조는 장래 시나리오의 설정에서도 확인된다. 출산력과 사망력에는 각각 저위·중위·고위 가정이 마련되지만, 주·준주마다 서로 독립적인 장래 경로를 별도로 설정하는 방식은 아니다. 먼저 전국 수준에서 출산력과 사망력의 장기적인 변화범위를 시나리오별로 설정하고, 주·준주의 장래값은 각 지역이 과거에 보여온 수준과 변화양상을 반영하면서 이러한 전국 경로와 연결되도록 구성한다. 출산력의 경우 전국의 장기 TFR 목표와 주·준주의 과거 TFR 추세를 결합하여 지역별 장래 경로를 만들고, 사망력의 경우에는 전국과 주·준주의 사망률을 하나의 정합모형 안에서 함께 추계하여 공통적인 장기 개선추세와 지역별 차이를 동시에 반영한다. 따라서 캐나다에서는 전국 추계가 단순히 주·준주 결과를 최종적으로 맞추기 위한 통제 총계에 머무르지 않고, 지역별 장래 출산력과 사망력을 설정하는 과정 자체의 기준으로 기능한

다. 이러한 점에서 캐나다는 미국의 ‘지역 직접형 + 최종 통제형’과 달리, 전국의 장래 경로와 주·준주의 과거 특성을 결합하여 지역별 장래 가정을 구성하는 ‘공간층위 연계형’의 대표적인 사례로 볼 수 있다.

3. 브라질

브라질 지리통계원(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE)의 2024년 개정 인구추계는 27개 연방단위(Unidades da Federação, UF)를 기본 추계단위로 한다(GBG, 2025). 각 UF의 인구를 직접 추계한 뒤 이를 합산하여 5개 대권역(Grandes Regiões)과 전국 인구를 산출하므로, 인구 산출체계 자체는 상향식이다. 그러나 출산력과 사망력의 장래 가정을 UF별로 완전히 독립적으로 설정하지는 않는다. 출산력에서는 전국의 장기 TFR 경로를, 사망력에서는 모든 UF에 공통적으로 적용되는 장기 기대수명 수준을 설정하고, 각 UF의 장래 경로가 이러한 전국적 또는 공통의 장기 목표와 점차 연결되도록 한다.

출산력에서는 TFR과 출산 연령별 패턴을 구분하여 장래를 설정한다. 먼저 UF별 최근 TFR 자료에 로지스틱 함수를 적용하여 지역별 변화 경로를 추정하고, 이와 별도로 전국의 장기 TFR 경로를 설정한다. 장래 초기에는 UF별 경로를 상대적으로 많이 반영하지만 시간이 지날수록 전국 경로의 비중을 높이기 때문에, 현재 존재하는 지역 간 출산력 차이는 장기적으로 점차 줄어들게 된다. UF별 TFR 경로에는 여성 1인당 1.35명의 하한을 두고, 전국의 장기 경로는 UN이 제시한 2100년 브라질 TFR 1.58명과 연결한다. 출산 연령별 패턴도 현재의 형태를 그대로 유지하지 않고, 출산시기가 점차 높은 연령으로 이동하도록 2070년에 설정된 목표 패턴을 향해 단계적으로 변화시킨다. 즉 브라질의 출산력 추계는 TFR의 장래 수준과 출산 연령별 패턴의 변화를 별도로 설정한 뒤 이를 다시 결합하는 ‘수준-패턴 분리형’의 특징을 분명하게 보여준다.

사망력에서는 기대수명을 장래의 전체 사망력 수준을 나타내는 핵심 지표로 사용한다. 각 UF의 기대수명은 2023년의 지역별 수준에서 출발하지만, 장기적으로는 2100년에 남자 85세, 여자 88세라는 공통 수준에 접근하도록 설정한다. 따라서 현재 UF 사이에 존재하는 기대수명의 차이는 시간이 지나면서 점차 축소된다. 성·연령별

사망률도 현재의 패턴을 그대로 적용하지 않는다. 장래의 연령별 사망률 변화 패턴을 별도로 설정한 뒤, 각 연도의 성·연령별 사망률을 그 해에 설정된 목표 기대수명과 일치하도록 조정한다. 특히 기준 사망률을 구성하는 과정에서 사망 등록의 누락과 고령층 사망률의 불안정성을 보정하며, 70세 이상에서는 로그-이차 사망률 모형과 별도의 고령 사망률 조정 절차를 적용한다(GBG, 2025). 따라서 브라질의 사망력 추계도 전체 기대수명의 장래 경로와 성·연령별 사망률 패턴을 구분하여 설정한 뒤 서로 일치시키는 구조를 갖는다.

브라질의 또 다른 특징은 기준 자료를 만드는 과정과 장래 가정을 설정하는 과정에서 서로 다른 정도의 통계적 복잡성을 사용한다는 점이다. 출산력에서는 출생 등록과 센서스 자료를 함께 이용하여 UF별 기준 출산력 수준을 보정하고, 사망력에서는 사망 등록의 포괄도와 고령층 사망률을 별도로 조정한다. 이처럼 기준 자료와 연령별 패턴을 구성할 때에는 비교적 정교한 보정 절차를 사용하지만, 장래에는 TFR의 하한, 전국 TFR의 장기 경로, 공통 기대수명 수준과 같은 비교적 명확한 장기 목표를 설정한다. 따라서 통계 모형의 정교함이 반드시 복잡한 장래 가정을 의미하는 것은 아니며, 브라질에서는 기준 자료의 신뢰성을 높이는 단계에 통계적 정교성이 집중되고 장래 가정은 명시적인 수렴 규칙으로 구성된다.

공간층위의 관점에서 보면 브라질은 인구를 산출하는 방향과 장래 가정을 설정하는 방향이 서로 다르다는 점이 특히 중요하다. 인구는 27개 UF를 먼저 추계하고 이를 합산하여 5개 대권역과 전국 인구를 산출하므로 상향식이지만, 출산력과 사망력의 장래 경로에는 전국 또는 모든 지역에 공통된 장기 목표가 작용한다. 출산력에서는 시간이 지날수록 전국 TFR 경로의 영향이 커지도록 하고, 사망력에서는 모든 UF의 기대수명이 공통의 장기 수준에 접근하도록 설정한다. 따라서 매년 UF의 결과를 전국 통계 총계에 강제로 맞추지 않더라도, 장래 가정 자체에 지역 간 차이가 지나치게 확대되지 않도록 하는 장치가 포함되어 있다. 이러한 점에서 브라질은 ‘상향식 인구산출 + 하향식 장기수렴 가정’이 결합된 사례로 볼 수 있다. 또한 출산력에서는 UF별 경로와 전국 경로의 비중을 시간에 따라 바꾸는 방식으로, 사망력에서는 공통의 장기 기대수명을 설정하는 방식으로 수렴을 구현한다는 점에서, 동일한 장기수렴의 원리로 출산력과 사망력의 특성에 맞게 서로 다르게 적용되고 있다.

4. 영국(잉글랜드)

영국 국가통계청(Office for National Statistics, ONS)의 2022년 기준 잉글랜드 지역 인구추계는 309개 지방행정구역(local authority, LA)을 직접 추계한다(Office for National Statistics, 2025a). 출산력과 사망력의 장래 경로를 LA별로 독립적으로 설정하기보다는, 잉글랜드 전체의 장래 출산율과 사망율을 기본 경로로 사용하고 각 LA가 최근에 보여온 차이를 여기에 반영하는 방식을 사용한다. 지역별 차이는 주로 최근 5년 자료에서 산출하며, 추계가 진행됨에 따라 최근 5년의 값을 이용하여 계속 갱신한다. 따라서 전국의 장래 변화 경로를 모든 LA가 공유하면서도 각 지역의 최근 특성이 함께 반영되는 구조이다.

출산력에서는 LA의 최근 5년 ASFR을 잉글랜드 전체의 같은 기간 ASFR과 비교하여 연령별 지역차를 산출한다. 이렇게 얻은 지역차를 잉글랜드 전체의 장래 ASFR에 적용하여 각 LA의 장래 ASFR을 구성한다. 지역차를 기준 시점의 값으로 고정하지 않고 5년 이동 평균을 이용하여 매년 갱신하기 때문에, 최근의 지역별 출산력 변화도 이후 추계에 반영된다. 또한 LA별 ASFR을 적용하여 계산한 출생아 수의 합계는 매년 잉글랜드 전체 인구추계에서 제시한 출생아 수와 일치하도록 조정한다(Office for National Statistics, 2025b). 따라서 잉글랜드의 출산력 추계는 전국의 장래 ASFR 경로에 최근의 LA별 상대차를 적용하고, 산출된 출생아 수는 다시 전국 총계에 맞추는 방식으로 구성된다.

사망력도 기본적인 구조는 출산력과 유사하다. LA의 최근 5년 성·연령별 사망율을 잉글랜드 전체 사망율과 비교하여 지역별 차이를 산출하고, 이를 전국의 장래 성·연령별 사망율에 적용하여 LA의 장래 사망율을 구성한다. 이 지역차 역시 이동 5년 평균을 이용하여 계속 갱신한다. 다만 인구가 매우 적거나 특정 연령에서 실제 사망율을 안정적으로 계산하기 어려운 경우에는 전국 사망율을 대신 사용하며, 지역별 출산율이나 사망율이 전국 율의 5배를 넘지 않도록 상한도 적용한다. 이렇게 계산된 LA별 사망자 수의 합계 역시 매년 전국 사망자 수와 일치하도록 조정한다(Office for National Statistics, 2025c). 즉 작은 수나 극단적인 비율은 별도의 규칙으로 안정화하면서, 전국의 장래 경로와 LA의 최근 차이를 함께 반영한다.

정합화는 출생과 사망에만 적용되는 것이 아니다. 출산·사망·이동을 모두 반영하여 산출한 309개 LA의 성·연령별 인구도 매년 합계가 잉글랜드 전체 인구추계와 일치하도록 다시 조정한다. 이렇게 조정된 인구가 다음 추계 연도의 기준인구가 되므로, 전국과 LA 사이의 정합성은 추계 마지막에 한 번만 확보되는 것이 아니라 매년 반복적으로 유지된다. 따라서 잉글랜드는 지역별 최근 차이의 산출과 갱신, 작은 수와 극단값의 안정화, 출생·사망 총계의 조정, 최종 인구의 정합화를 하나의 반복적인 추계 절차 안에 결합한 사례이다(Office for National Statistics, 2025a).

공간층위의 관점에서도 잉글랜드는 특징이 분명하다. LA보다 상위에 있는 지역(region)이나 카운티(county)를 출산력과 사망력 가정을 설정하기 위한 중간 단계로 반드시 거치지 않고, 잉글랜드 전체와 309개 LA를 직접 연결한다. 잉글랜드 전체 추계에서 설정된 장래 출산력과 사망력의 시간 경로가 LA에 전달되고, 각 LA는 최근 5년 동안 잉글랜드 전체와 달랐던 정도를 반영하여 이를 지역화한다. 잉글랜드 전체의 출산력은 2022년 TFR 1.49명에서 2027년 1.42명으로 낮아졌다가 2047년 1.46명으로 완만하게 회복하는 경로와 출산 연령의 고령화를 반영하며, 사망력에서는 장기적인 연령별 사망률 개선율을 설정한다(Office for National Statistics, 2025a; 2025b; 2025c). 이러한 점에서 잉글랜드는 ‘전국 장래 경로 + 최근 LA 상대차 + 매년의 전국 총계 정합화’를 결합한 ‘공간층위 연계형’ 사례로 볼 수 있다. 또한 행정적 공간층위가 여러 단계로 존재하더라도 모든 중간 공간층위를 추계 모형에 포함할 필요는 없으며, 안정적인 상위 공간층위와 실제 추계 대상인 그 아래 공간층위를 직접 연결할 수도 있음을 보여준다.

5. 노르웨이

노르웨이 중앙통계청(Statistisk sentralbyrå, SSB)의 2026년 지역 인구추계 모형 BEFREG는 357개 지자체를 대상으로 한다(Leknes and Løkken, 2026; Tømmerås *et al.*, 2026). 노르웨이의 특징은 지자체 간 출산력과 사망력의 차이를 추정하는 과정과, 장래에 전국적으로 나타날 시간적 변화를 설정하는 과정을 분리한다는 점이다. 지자체의 최근 자료는 경험적 베이스 방법을 이용하여 안정화하고, 장래의 출산력과 사망력 변화는 전국 추계에서 설

정한 경로를 적용한다. 따라서 규모가 작은 지자체의 불안정한 비율을 그대로 장기간 외삽하기보다, 최근의 지역차를 신뢰할 수 있는 수준으로 조정한 뒤 전국의 장래 변화방향을 모든 지자체가 공유하도록 하는 구조이다.

출산력에서는 최근 3년의 지자체별 ASFR을 이용하되, 각 지자체의 자료만으로 비율을 계산하지 않고 경험적 베이스 방법을 적용한다. 출생아 수가 적어 지역 자체의 자료가 불안정한 지자체일수록 상위 공간층위와 전국의 정보를 더 많이 반영하고, 자료가 충분한 지자체일수록 해당 지역의 실적자료가 더 큰 비중을 갖도록 한다. 이렇게 안정화한 ASFR은 다시 가장 최근 연도의 출산 수준에 맞도록 조정하여, 여러 해의 자료를 사용하는 데서 얻는 안정성과 최근 상황을 반영하는 장점을 함께 확보한다. 이후 전국의 장래 TFR 경로에서 계산한 시간별 변화 계수를 적용하여 각 지자체의 출산력이 장래에 어떻게 변할지를 설정한다. 즉 지자체별 자료는 지역 간 차이를 설정하는 데, 전국 TFR 경로는 시간에 따른 장래 변화를 설정하는 데 서로 다른 역할을 담당한다.

사망력도 기본적인 원리는 같다. 최근 5년의 지자체별 성·연령별 사망 자료를 이용하여 사망률을 계산하되, 경험적 베이스 방법으로 작은 지역에서 나타나는 불규칙한 변동을 완화한 뒤 이를 사망확률로 변환한다. 특히 사망자 수가 매우 적은 낮은 연령에서는 지자체 자체의 자료만으로 안정적인 사망확률을 얻기 어렵기 때문에 상위 공간층위의 정보를 더 많이 이용한다. 0세에는 상위 공간층위의 사망확률을 직접 사용하고, 이후 연령이 높아지면서 지자체 자료의 비중을 점차 높여 20세 이후에는 지역 자체의 정보가 보다 충분히 반영되도록 한다. 반대로 100세 이상의 초고령층에서는 실적자료가 다시 매우 적어지므로 로그선형 보간과 별도의 조정 규칙을 사용한다. 이렇게 구성된 지자체별 사망확률에 전국에서 설정한 장래 사망력 개선 경로를 적용하여 장래의 사망력 변화를 반영한다(Leknes and Løkken, 2026). 따라서 모든 연령과 모든 지자체에 동일한 정도의 지역 세분화를 적용하는 것이 아니라, 자료의 신뢰도에 따라 상위 공간층위의 정보를 차용하는 정도를 달리한다는 점이 노르웨이 방식의 중요한 특징이다.

장래 시나리오에서도 지역별 차이와 전국의 시간 경로를 구분하는 원리가 유지된다. 지역 인구추계는 출산력, 기대수명, 국내이동, 국제이동에 대해 각각 저위·중위·고위 가정을 설정하며, 주 시나리오인 MMMM은 네 가

지 구성요소 모두에 중위(Medium) 가정을 적용한 경우이다. 그러나 지자체에서 산출한 출생아 수와 사망자 수의 합계를 매년 전국 추계의 해당 총계에 강제로 일치시키는 방식은 사용하지 않는다. 지역마다 출산력과 사망력이 다르고 지역 간 인구이동도 발생하기 때문에, 지자체 추계의 합계와 별도로 작성된 전국 추계 사이에는 소폭의 차이가 발생할 수 있다. 노르웨이는 이를 매년 사후적으로 조정하기보다는, 모든 지자체에 전국의 공통된 장래 변화 경로를 적용하고 지역별 기준율은 공간층위의 정보를 이용하여 안정화함으로써 전국과 지역 추계가 서로 크게 벗어나지 않도록 한다.

따라서 노르웨이에서 공간층위의 주된 역할은 영국(잉글랜드)처럼 하위지역의 추계 결과를 매년 상위지역 총계에 맞추는 데 있지 않다. 오히려 자료가 적은 지자체의 출산율과 사망률을 추정할 때 상위지역의 정보를 적절히 차용하고, 장래에는 전국에서 설정한 출산력과 사망력의 변화 방향을 모든 지자체에 공통으로 적용하는 데 있다. 이러한 점에서 노르웨이는 ‘공간층위를 이용한 기준율 안정화 + 전국 장래 경로의 하향 전달’을 결합한 ‘공간층위 연계형’ 사례로 볼 수 있다. 통계적으로 정교한 모형을 각 지자체의 먼 미래를 독립적으로 예측하는 데 사용하기보다, 현재의 지역별 기준율을 안정적으로 추정하는 데 집중한다는 점도 노르웨이 방식의 중요한 특징이다.

6. 덴마크

덴마크의 2026년 지역 인구추계는 전국, 11개 광역권, 98개 지자체의 세 공간층위를 단계적으로 연결한다(Statistics Denmark, 2026). 전국 추계에서 출산력과 사망력의 장래 변화 경로를 먼저 설정하고, 광역권 추계는 전국 결과와 일치하도록 조정하며, 지자체 추계는 다시 해당 광역권 결과와 일치하도록 조정한다. 따라서 덴마크에서는 전국-광역권-지자체의 공간층위가 단순히 결과를 나누어 제시하는 체계가 아니라, 장래 가정을 전달하고 각 수준의 결과를 단계적으로 연결하는 구조로 작동한다.

출산력은 최근 4년의 지역별 ASFR을 이용하여 기준 출산력을 설정한다. 지역별 ASFR에는 불규칙한 연령별 변동이 나타날 수 있으므로 TRANSREG(평활 스플라인) 절차를 이용하여 연령별 출산율 곡선을 평활화한다. 이렇게 구성한 지역별 출산 연령 패턴에 전국에서 설정한 장래 출산력의 변화를 적용한다. 지자체에서도 최근의

지역별 출산력 차이를 유지하면서 전국의 장래 변화방향을 공유하도록 하므로, 지자체의 출산력 특성을 완전히 없애지는 않는다. 이렇게 산출된 출생아 수는 먼저 광역권 결과와 일치하도록 조정되고, 광역권의 출생아 수는 다시 전국 결과와 일치하도록 조정된다. 즉 출산력에서는 지자체의 최근 지역차를 유지하면서 전국의 장래 경로를 하향 전달하고, 결과는 공간층위별로 단계적으로 정합화하는 방식을 사용한다.

사망력에서는 하위지역 자료를 사용하는 방식이 출산력과 다르다. 전국의 장래 사망력은 Lee-Carter 계열 모형을 이용하여 추계하지만, 지역에서는 최근 5년의 광역권 별 성·연령별 사망률을 기준으로 사용하며 고령층의 불규칙한 변동을 평활화한다. 특히 98개 지자체별 사망률을 별도로 추정하지 않고, 각 지자체가 속한 광역권의 성·연령별 사망률을 그대로 적용한다. 지자체 단위에서는 사망자 수가 적어 성·연령별 사망률을 안정적으로 산출하기 어렵다는 점을 고려하여, 더 큰 공간단위인 광역권의 정보를 직접 사용하는 것이다. 이후 지자체에서 산출된 사망자 수는 광역권 결과와, 광역권의 사망자 수는 다시 전국 결과와 일치하도록 조정된다(Statistics Denmark, 2026). 따라서 출산력에서는 지자체 수준까지 지역차를 반영하지만, 사망력에서는 보다 안정적인 광역권 수준에서 지역별 사망률을 설정한다는 차이가 있다.

이러한 단계적 정합화는 매 추계 연도마다 반복된다. 먼저 전국 추계에서 출생과 사망의 장래 변화 경로와 총량이 정해지고, 11개 광역권의 결과를 전국 총계에 맞춘 뒤 98개 지자체의 결과를 다시 해당 광역권 총계에 맞춘다. 출산·사망·이동을 모두 반영한 최종 인구 역시 공간층위별로 조정되며, 이렇게 산출된 인구가 다음 연도 추계의 기초인구가 된다. 따라서 전국-광역권-지자체 사이의 정합성은 추계 기간 전체에 걸쳐 계속 유지된다. 전국 수준에서는 출신 배경별 출산력과 Lee-Carter 계열 사망력 모형과 같은 통계적 모형을 사용하지만, 하위 공간층위로 갈수록 최근 실적자료의 평균과 평활화, 상위 공간층위 스케줄의 차용, 상위 공간층위 총계와의 정합화와 같은 비교적 명확한 규칙의 역할이 커진다. 이러한 점에서 덴마크는 ‘전국 장래 경로의 단계적 전달 + 상위지역 정보의 선택적 차용 + 공간층위별 정합화’를 결합한 ‘공간층위 연계형’ 사례로 볼 수 있다. 특히 출산력은 지자체 수준까지 지역차를 반영하는 반면 사망력은 광역권의 스케줄을 지자체에 적용한다는 점에서, 동일한 공식 추계

체계 안에서도 자료의 신뢰도에 따라 출산력과 사망력의 공간적 세분 수준을 다르게 설정할 수 있음을 보여준다.

7. 오스트레일리아

오스트레일리아 통계청(Australian Bureau of Statistics, ABS)의 2022년 기준 인구추계는 전국, 주·준주, 그리고 각 주·준주의 대도시권(Greater Capital City Statistical Area, GCCSA)과 잔여지역(Rest of State)을 단계적으로 연결한다(Australian Bureau of Statistics, 2023a; 2023b). 출산력과 사망력 모두에서 전국의 장래 경로를 먼저 설정하고, 여기에 과거 일정 기간 동안 나타난 지역별 차이를 적용하여 주·준주와 대도시권·잔여지역의 장래값을 산출한다. 따라서 각 지역의 장래 출산력과 사망력을 별도의 시계열모형으로 독립적으로 추계하기보다는, 전국의 장래 변화와 지역 간 상대적 차이를 분리하여 설정한 뒤 다시 결합하는 방식을 사용한다.

출산력에서는 먼저 전국 TFR의 장래 경로를 설정한다. 전국 TFR은 2027년까지 고위 1.75명, 중위 1.60명, 저위 1.45명으로 변화한 뒤 각각의 수준을 유지하도록 가정한다. 주·준주의 TFR은 최근 10년 동안 각 지역의 TFR이 전국 TFR에 비해 어느 정도 높거나 낮았는지를 평균하여 상대배율을 구한 뒤, 이를 전국의 장래 TFR에 적용하여 산출한다. 대도시권과 잔여지역에서도 같은 원리를 한 단계 더 적용하여, 해당 주·준주의 TFR에 대한 최근의 상대배율을 이용해 각 지역의 장래 TFR을 설정한다. ASFR은 이렇게 정해진 TFR과 출산 연령별 패턴을 결합하여 구성한다. 출산 연령의 고령화는 최근 추세가 2027년까지 계속되는 것으로 반영한 뒤 그 이후에는 연령별 패턴을 고정한다(Australian Bureau of Statistics, 2023a). 따라서 오스트레일리아의 출산력 추계는 전국 TFR의 장래 수준, 출산 연령별 패턴, 지역별 상대차를 각각 설정한 뒤 결합하는 ‘수준-패턴 분리형’의 특징을 뚜렷하게 보여준다.

사망력에서도 비슷한 방식이 사용된다. 먼저 전국의 장래 기대수명 경로를 설정하고, 주·준주에는 전국과의 과거 상대적 차이를, 대도시권과 잔여지역에는 다시 해당 주·준주와의 상대적 차이를 적용하여 지역별 기대수명을 산출한다. 사망력에는 높은 기대수명과 중위 기대수명의 두 가지 가정이 있으며, 2071년 전국 출생시 기대수명은 고위 가정에서 남자 88.4세와 여자 91.1세, 중위 가

정에서 남자 83.9세와 여자 86.8세로 설정된다. 이렇게 지역별 목표 기대수명이 정해지면 이에 맞는 생명표를 작성하고, 코호트-요인 추계에 필요한 연령별 생존비를 산출한다. 즉 사망력 역시 전국의 장래 기대수명 경로를 먼저 설정하고, 과거에 나타난 지역별 상대차를 단계적으로 적용하여 각 지역의 장래 수준을 정한 뒤 이를 연령별 생존 스케줄로 연결하는 구조이다.

공간층위의 연계는 전국→주·군주→대도시권·잔여지역의 순서로 이루어진다. 예를 들어 출산력에서는 전국 TFR에 주·군주의 전국 대비 상대배율을 적용하고, 다시 해당 주·군주의 TFR에 하위지역의 상대배율을 적용한다. 사망력에서도 동일한 원리로 전국 기대수명에서 주·군주, 다시 하위지역으로 장래 수준을 단계적으로 설정한다. 이때 사용하는 상대배율은 여러 해의 실적자료에서 산출한 평균값이므로 단년의 불규칙한 변동을 완화할 수 있으며, 장래에는 기본적으로 이 지역차가 유지되는 것으로 가정한다. 최종적으로 산출된 주·군주의 성·연령별 인구는 전국 총계와, 대도시권과 잔여지역의 인구는 해당 주·군주 총계와 일치하도록 조정한다(Australian Bureau of Statistics, 2023a; 2023b). 따라서 오스트레일리아는 ‘전국 장래 경로 + 단계적인 지역 상대배율 + 공간층위별 결과 정합화’를 결합한 ‘공간층위 연계형’ 사례로 볼 수 있다. 특히 지역차를 장기간의 평균으로 안정화한 뒤 장래에 유지한다는 점에서, 지역차를 장기적으로 축소시키는 브라질이나 최근 실적을 이용하여 계속 갱신하는 영국(잉글랜드)과 구별된다.

8. 일본

일본 국립사회보장·인구문제연구소의 2023년 지역별 인구추계는 1,884개 시구정촌을 기본단위로 하여 5세 연령계급별 인구를 2050년까지 추계한다(IPSS, 2023; 国立社会保障・人口問題研究所, 2024). 도도부현 인구는 시구정촌의 추계결과를 합산하여 산출하므로 인구 산출 체계 자체는 상향식이다. 그러나 출산력과 사망력의 장래 가정을 시구정촌별로 독립적으로 추계하지는 않는다. 전국 장래인구추계에서 설정된 출산력과 생존율의 변화 경로를 기본으로 사용하고, 여기에 도도부현 또는 시구정촌의 지역차를 적용하여 각 지역의 장래값을 구성한다. 따라서 일본은 시구정촌에서 인구를 직접 산출하면서도 장래 가정의 설정에는 전국과 도도부현 등 상

위 공간층위의 정보를 적극적으로 이용하는 구조를 갖는다.

출산력에서는 시구정촌별 ASFR이나 TFR을 직접 장기간 추계하지 않고, 0~4세 인구와 20~44세 여성인구의 비율인 아동여성비(child-woman ratio, CWR)를 사용한다. 먼저 전국 장래인구추계에서 제시된 CWR을 기본 경로로 하고, 각 시구정촌의 CWR이 전국에 비해 어느 정도 높거나 낮았는지를 나타내는 상대배율을 적용하여 지역별 장래 CWR을 산출한다. 이 상대배율은 최근 추세를 이용하여 2025년까지만 변화시키고, 이후 2050년까지는 같은 수준을 유지하도록 가정한다. CWR의 분모를 일반적으로 사용되는 15~49세가 아니라 20~44세 여성인구로 설정한 것도 지역자료의 안정성을 높이기 위한 선택이다. 출산이 매우 적은 주변 연령대의 여성인구 비중이 지역마다 다를 경우 CWR이 왜곡될 수 있기 때문에, 실제 출산이 집중되는 연령대를 사용하여 이러한 영향을 줄이고자 한 것이다. 즉 일본의 출산력 추계는 세밀한 시구정촌별 ASFR을 장기간 추계하기보다, 보다 안정적인 CWR과 전국 대비 지역차를 결합하는 방식을 사용한다.

사망력에서는 전국 장래인구추계의 생존율을 기본으로 사용하지만, 모든 연령에서 동일한 공간단위의 지역차를 적용하지는 않는다. 상대적으로 젊은 연령에서는 시구정촌별 사망자료가 적어 안정적인 생존율을 산출하기 어렵다고 보고, 각 시구정촌이 속한 도도부현의 생존율을 공통으로 적용한다. 이때 도도부현과 전국 사이의 생존율 차이는 장래에 점차 줄어들도록 하여, 2045~2050년에는 기준 기간에 나타난 차이의 절반 정도가 되도록 설정한다. 반면 고령층에서는 시구정촌별 사망자료가 상대적으로 더 많고 지역차도 중요하다고 보고, 도도부현 생존율에 시구정촌과 도도부현 사이에서 과거에 나타난 상대차를 추가로 반영한다. 구체적으로 55~59세에서 60~64세로 이동하는 연령까지는 도도부현 생존율을 공통 적용하고, 60~64세에서 65~69세로 이동하는 연령부터는 시구정촌별 차이를 추가한다(国立社会保障・人口問題研究所, 2024). 따라서 일본에서는 자료의 안정성과 지역차의 중요성에 따라 연령별로 상위지역 정보를 이용하는 정도를 달리한다.

공간층위의 관점에서 일본의 특징은 인구 산출과 장래 가정이 서로 반대 방향으로 이루어진다는 점이다. 실제 인구는 시구정촌별로 먼저 추계하고 이를 합산하여 도도부현 인구를 산출하지만, 출산력과 사망력의 장래 변화

는 전국에서 도도부현과 시구정촌으로 전달된다. 출산력에서는 전국 CWR에 시구정촌의 상대배율을 적용하고, 사망력에서는 전국 생존율을 기본으로 도도부현과 시구정촌의 지역차를 연령에 따라 선택적으로 반영한다. 일부 결과는 전국의 성별 총계와 일치하도록 조정하여 공간층위 간 정합성도 확보한다. 이러한 점에서 일본은 ‘하위 지역 직접 인구추계 + 상위지역 장래 가정의 차용’이 결합된 ‘공간층위 연계형’ 사례로 볼 수 있다. 특히 출산력에서는 CWR이라는 비교적 단순하고 안정적인 지표를 사용하고, 사망력에서는 연령에 따라 도도부현과 시구정촌 정보를 선택적으로 이용한다는 점에서, 작은 지역에서도 모든 입력자료를 동일한 세밀함으로 추정하기보다 자료의 신뢰도에 맞추어 필요한 공간적·연령적 세분 수준을 조정할 수 있음을 보여준다.

IV. 출산력 및 사망력 설정 방법의 국제 비교

1. 출산력 설정 방법의 국제 비교

8개국의 사례는 지역 출산력 추계가 단순히 ASFR을 어떻게 외삽할 것인가의 문제가 아님을 보여준다. 실제 절차는 기준 출산력의 안정화, 장래의 전체 출산 수준 설정, 출산 연령 패턴의 처리, 서로 다른 공간층위 간 상대차의 결합, 그리고 출생아수 및 최종 인구의 정합화로 분해된다. 표 2는 이를 국가별로 압축하여 제시한다.

1) 기준 출산력과 지역별 변동성 완화

기준 출산력을 구성하는 방식은 국가마다 다르지만, 크게 지역별 ASFR을 직접 산출하는 방식, TFR과 출산 연령 패턴을 구분하여 구성하는 방식, ASFR 대신 보다 안정적

표 2 8개국의 출산력 설정 방법의 방법론적 유형과 주요 특성

국가	기준 출산력	장래 수준·연령 패턴	방법론적 유형 및 공간층위 간 연계·안정화
미국	주별 ASFR 직접 산출; 실제 출생아 수를 이용하여 보정	기준 ASFR을 장래에 고정	‘기준을 고정형 + 최종 통제형’ 주별 가정을 적용한 뒤 최종 성·연령별 인구를 전국 총계와 정합화
캐나다	영주인구의 TFR과 연령 패턴; 비영주인구의 ASFR은 동거자녀 추정법으로 별도 산출	전국 장기 TFR 목표와 주·준주의 과거 TFR 추세를 결합	‘전국 장기 경로·지역추세 결합형’ 전국의 장기 목표와 주·준주의 과거 변화양상을 결합하여 지역별 장래 경로 설정
브라질	UF별 TFR과 출산 연령 패턴을 실적자료에서 재구성	UF별 TFR 경로와 전국 장기 경로를 점진적으로 결합; 출산 연령 패턴은 장래에 고정화	‘장기 수렴형’ 초기에는 UF별 차이를 반영하되 시간이 지날수록 전국 장기 경로의 영향 확대
영국(잉글랜드)	최근 5년 LA별 ASFR	전국 장래 ASFR 경로에 최근 LA별 상대차를 적용	‘전국경로 전달 + 상대차 갱신형’ LA와 전국의 차이를 이동 5년 평균으로 갱신하고 출생아 수를 전국 총계와 정합화
노르웨이	최근 3년 지자체별 ASFR을 경험적 베이스 방법으로 안정화	전국 TFR 경로에서 도출한 시간별 변화계수를 적용	‘상위정보 차용 + 전국경로 전달형’ 작은 지자체일수록 상위 공간층위의 정보를 더 많이 이용하고, 장래 변화는 전국 경로를 공유
덴마크	최근 4년 광역권·지자체 ASFR; TRANSREG 절차로 연령별 출산율 곡선 평활화	전국의 장래 출산력 변화를 광역권과 지자체에 전달	‘단계적 경로 전달 + 결과 정합화형’ 전국→광역권→지자체로 장래 경로를 전달하고 출생아 수를 단계적으로 정합화
오스트레일리아	TFR과 ASFR; 주·준주 및 대도시권·잔여지역에 대해 각각 상위 공간층위 대비 최근 10년 평균 상대배율을 산출	전국 TFR을 2027년 목표수준으로 이행 후 유지; 출산 연령 패턴은 2027년까지 변화 후 고정	‘전국 목표수준 전달 + 상대차 유지형’ 전국→주·준주→대도시권·잔여지역으로 평균 상대배율을 단계적으로 적용하고 결과를 정합화
일본	CWR(0~4세 인구/20~44세 여성인구)	전국 장래 CWR에 시구정촌의 전국 대비 상대배율을 적용	‘전국 CWR 경로 전달 + 상대차 유지형’ 시구정촌 상대차를 단기간 외삽한 뒤 2050년까지 유지하고 일부 결과를 전국 총계와 정합화

인 대체지표를 사용하는 방식, 상위 공간층위의 정보를 이용하여 지역별 출산율을 안정화하는 방식으로 구분할 수 있다. 미국은 1999~2000년의 주별 ASFR을 직접 산출하여 사용하고 실제 출생아 수를 이용하여 이를 보정하였다. 영국(잉글랜드)은 최근 5년의 LA별 ASFR을 전국 ASFR과 비교하여 지역차를 산출하며, 덴마크는 최근 4년의 지역별 ASFR을 사용하되 TRANSREG 절차를 이용하여 연령별 출산율 곡선을 평활화한다. 반면 브라질과 오스트레일리아는 TFR을 장래 출산력의 전체 수준을 나타내는 지표로 설정하고 출산 연령 패턴을 별도로 구성한 뒤 두 요소를 결합한다. 캐나다는 영주인구와 비영주인구의 출산력 자료와 추정방법을 구분하여 기준 출산력을 구성한다(U.S. Census Bureau, 2005; Australian Bureau of Statistics, 2023a; IBGE, 2025; Office for National Statistics, 2025a; Statistics Canada, 2026; Statistics Denmark, 2026).

공간단위가 작아져 출생아 수가 적어질수록 기준 출산력을 안정적으로 산출하기 위한 별도의 방법이 더욱 중요해진다. 일본은 시구정촌별 ASFR을 직접 산출하지 않고 0~4세 인구와 20~44세 여성인구를 이용한 CWR을 사용하여 세밀한 연령별 출산율을 추정할 때 발생할 수 있는 불안정성을 줄인다. 노르웨이는 지자체별 ASFR을 유지하되 경험적 베이스 방법을 적용하여, 출생아 수가 적은 지자체일수록 상위 공간층위와 전국 수준의 정보를 더 많이 반영한다. 여러 해의 실적자료를 함께 사용하는 것도 일반적인 안정화 방법이다. 오스트레일리아는 지역 간 상대차를 최근 10년 평균으로 산출하고, 영국(잉글랜드)과 덴마크도 각각 최근 5년과 4년의 자료를 이용하여 단년의 불규칙한 변동을 완화한다. 따라서 지역 출산력 추계에서, 특히 공간단위가 작아질수록 첫 번째 과제는 지역별 장래 경로를 복잡하게 예측하는 것에 앞서 최근 실적자료의 불규칙한 변동을 완화하여 신뢰할 수 있는 기준 출산력과 출산 연령 패턴을 구성하고 지역 간의 지속적인 차이를 파악하는 것이라고 할 수 있다(Williamson and Norman, 2011).

2) 장래 출산력 수준과 연령별 패턴

장래 출산력의 전체 수준을 설정하는 방식은 크게 기준 출산율을 유지하는 방식, 특정 시점의 목표수준을 설정하는 방식, 전국의 장래 경로를 지역에 적용하는 방식, 지역 간 차이를 장기적으로 축소시키는 방식으로 구분할 수

있다. 미국은 기준 시점의 주별 ASFR을 장래에도 기본적으로 유지한다. 오스트레일리아는 전국 TFR이 2027년까지 고위·중위·저위의 목표수준에 도달한 뒤 그 수준을 유지하도록 설정한다. 영국(잉글랜드), 노르웨이, 덴마크에서는 전국에서 설정한 장래 출산력의 변화가 지역별 출산력에 적용되며, 일본도 전국 CWR의 장래 경로를 기준으로 시구정촌의 값을 설정한다. 캐나다는 전국의 장기 TFR 목표와 주·준주에서 과거에 나타난 TFR의 변화추세를 함께 반영하여 지역별 장래 경로를 구성한다. 브라질은 초기에는 UF별 TFR 경로를 더 많이 반영하지만 시간이 지날수록 전국 장기 경로의 비중을 높여 지역 간 출산력 차이가 점차 축소되도록 한다. 이처럼 장래 출산력은 지역별 실적자료를 그대로 장기간 외삽하기보다 전국의 장기 경로와 지역별 차이를 다양한 방식으로 결합하여 설정하는 경우가 많다.

전체 출산 수준과 출산 연령별 패턴을 연결하는 방식에도 국가별 차이가 있다. 오스트레일리아와 브라질은 먼저 TFR의 장래 경로를 설정하고, 여기에 별도로 설정한 출산 연령별 패턴을 결합하여 ASFR을 구성한다. 캐나다도 장기 TFR의 변화와 출산 연령별 패턴을 구분하여 다룬다. 반면 영국(잉글랜드), 노르웨이, 덴마크는 지역별 ASFR 자체를 직접 사용하되, 장래에 어느 방향으로 변화할지는 전국에서 설정한 출산력 경로를 반영하여 결정한다. 따라서 지역별 ASFR은 주로 기준 시점의 지역차와 연령별 출산 패턴을 나타내고, 장래의 시간적 변화는 전국 수준의 가정에서 제공된다. 일본은 시구정촌별 ASFR을 직접 추계하지 않고 CWR을 사용함으로써 보다 단순한 지표로 출산 수준을 설정한다. 따라서 국제 비교에서 중요한 것은 단순히 TFR을 사용하는가 ASFR을 사용하는가가 아니라, 장래의 전체 출산 수준과 연령별 패턴을 각각 어떤 공간층위에서 설정하고, 이를 어떤 방식으로 결합하여 지역별 장래 출산력을 구성하는가에 있다(Ševčíková *et al.*, 2016).

3) 전국-지역 연계와 상대차의 처리

전국과 지역의 출산력을 연결하는 방식은 지역별 결과를 전국 총계에 맞추는 방식, 현재의 지역차를 장래에도 유지하는 방식, 최근 자료를 이용하여 지역차를 계속 갱신하는 방식, 지역차를 장기적으로 축소하는 방식, 전국과 지역의 장래 경로를 하나의 모형 안에서 함께 설정하는 방식으로 구분할 수 있다. 미국은 주별 ASFR을 상대적

으로 독립적으로 적용한 뒤 최종 성·연령별 인구를 전국 총계와 일치시키기므로, 전국 추계가 지역별 출산력 가정을 직접 결정하기보다 최종 결과를 통제하는 역할을 한다. 오스트레일리아는 전국 TFR에 주·준주의 전국 대비 장기간 평균 상대배율을 적용하고, 다시 주·준주의 TFR에 대도시권과 잔여지역의 상대배율을 적용하여 지역별 장래 TFR을 설정한다. 일본도 전국 CWR의 장래 경로에 시구정촌의 전국 대비 상대배율을 적용하되, 최근 추세를 단기간 반영한 이후에는 그 상대차를 유지한다. 노르웨이는 경험적 베이스 방법으로 안정화한 지자체별 ASFR을 기준으로 지역 간 차이를 설정하고, 시간에 따른 장래 변화는 전국 TFR 경로에서 도출한 변화계수를 적용한다. 즉 지역별 차이는 최근 지역 자료에서, 장래의 시간적 변화는 전국 추계에서 각각 설정한 뒤 두 요소를 결합한다.

지역차를 장래에 어떻게 변화시킬 것인가에서도 국가별 차이가 뚜렷하다. 영국(잉글랜드)은 LA와 전국 사이의 ASFR 차이를 최근 5년 자료로 매년 다시 계산하여, 지역의 최근 변화가 계속 장래 출산력에 반영되도록 한다. 브라질은 초기에는 UF별 TFR 경로를 많이 반영하지만 시간이 지날수록 전국 장기 경로의 비중을 높여 지역 간 출산력 차이가 점차 축소되도록 한다. 캐나다는 전국의 장기 TFR 목표와 주·준주에서 과거에 나타난 TFR 변화 추세를 함께 이용하여 지역별 장래 경로를 구성한다. 덴마크는 전국에서 설정한 장래 출산력의 변화를 광역권과 지자체에 단계적으로 전달하고, 각 수준에서 산출된 출생아 수를 상위 공간층위의 총계와 일치하도록 조정한다. 이처럼 지역 출산력 추계에서 중요한 것은 현재 지역차를 단순히 확인하는 데 그치지 않고, 어느 기간의 실적 자료를 이용하여 그 차이를 안정화할 것인지, 그리고 확인된 지역차를 장래에 그대로 유지할 것인지, 최근 변화에 따라 갱신할 것인지, 아니면 장기적으로 축소시킬 것인지를 명시적으로 결정하는 데 있다.

4) 시나리오와 방법론적 유형

장래 출산력의 불확실성은 대체로 각 지역마다 서로 다른 시나리오를 설정하기보다, 전국 또는 상위 공간층위에서 소수의 장래 경로를 설정하고 이를 각 지역에 공통으로 적용하는 방식으로 반영된다. 캐나다, 오스트레일리아, 노르웨이는 출산력에 복수의 장래 가정을 두지만, 각 지역에 별도의 고·중·저 경로를 독립적으로 설정하지는 않는다. 전국 또는 상위 공간층위에서 출산력의 장래

변화 범위를 먼저 정하고, 여기에 지역별 기준 출산력이나 과거에 나타난 상대차를 결합하여 각 지역의 장래값을 구성한다. 반면 미국, 브라질, 일본, 덴마크의 지역 추계는 기본적으로 하나의 주된 출산력 경로를 중심으로 운영되며, 영국(잉글랜드)도 전국의 주된 장래 ASFR 경로에 최근의 LA별 차이를 결합하는 방식이 중심이다. 따라서 대부분의 국가에서는 장래에 출산력이 얼마나 높아지거나 낮아질 것인가에 대한 불확실성은 주로 전국 수준에서 설정하고, 같은 시점에 지역 간 출산력이 얼마나 다른가는 별도의 지역차로 처리한다.

종합하면 8개국의 출산력 설정은 각 지역의 모든 ASFR을 서로 독립적으로 장기간 예측하는 방식보다는, 안정화된 기준 출산력 또는 전체 출산 수준, 전국이나 상위 공간층위에서 설정한 장래 변화 경로, 그리고 지역별 상대차를 서로 결합하는 방식에 가깝다. 통계 모형이 사용되는 경우에도 그 주된 역할은 각 지역의 먼 미래를 독립적으로 예측하는 데 있기보다, 작은 수로 인해 불안정한 기준 출산율을 안정화하거나 전국과 지역 사이의 관계를 추정하는 데 집중되는 경우가 많다. 따라서 출산력 추계방법을 비교할 때에는 단순히 사용된 모형의 수나 복잡성을 기준으로 삼기보다, 전체 출산 수준, 출산 연령별 패턴, 지역 간 상대차, 장래 시나리오를 각각 어느 공간층위에서 설정하고 이들을 최종적으로 어떻게 결합하는가를 살펴보는 것이 중요하다.

2. 사망력 설정 방법의 국제 비교

지역 인구추계에서 사망력 설정은 코호트-요인법에 투입되는 성·연령별 생존구조를 장래에 어떻게 설정할 것인가의 문제이다. 그러나 실제 공식 추계에서는 기대수명, 성·연령별 사망률, 사망확률, 생존율 등 서로 다른 지표를 활용하며, 지역의 적은 사망 건수에서 비롯되는 변동성을 완화하는 과정과 장기적인 사망력 개선 추세를 설정하는 과정도 서로 다른 단계에서 이루어진다. 표 3은 8개국의 사망력 설정 방식을 요약한다.

1) 기준 사망력과 지역별 변동성 완화

기준 사망력은 대체로 성·연령별 사망률 또는 생존율에서 출발하지만, 기준기간과 자료의 불안정성을 처리하는 방식은 국가마다 상당한 차이를 보인다. 미국은 1999~2000년 주별 사망률을 로지스틱 평활화하여 생명표와 생

표 3. 8개국의 사망력 설정 방법의 방법론적 유형과 주요 특성

국가	기준 사망력	장래 수준·연령 패턴	방법론적 유형 및 공간층위 간 연계·안정화
미국	주별 성·연령별 사망률 직접 산출; 로지스틱 평활화 후 생존율로 변환	기준 사망률을 장래에 유지	‘기준율 고정형 + 최종 통제형’ 주별 사망력 가정을 적용한 뒤 최종 성·연령별 인구를 전국 총계와 정합화
캐나다	전국과 주·준주의 성·연령별 사망률을 하나의 정합모형에서 추정	Li-Lee 모형으로 공통 장기 사망력 개선추세와 지역별 차이를 함께 반영; 저·중·고 가정 설정	‘정합적 사망력 모형 연계형’ 전국과 주·준주의 장래 사망력을 하나의 모형에서 함께 추계하여 장기적 일관성 확보
브라질	보정된 UF별 사망률과 기대수명; 고령층 사망률 별도 조정	UF별 기대수명이 2100년의 공통 장기 수준으로 수렴; 성·연령별 사망률을 목표 기대수명에 맞게 조정	‘기대수명 목표 + 장기 수렴형’ 현재의 지역차를 반영하되 장기적으로 UF 간 기대수명 차이를 축소
영국(잉글랜드)	최근 5년 LA별 성·연령별 사망률	전국 장래 성·연령별 사망률에 최근 LA별 상대차를 적용	‘전국경로 전달 + 상대차 갱신형’ LA와 전국의 사망률 차이를 이동 5년 평균으로 갱신하고 사망자 수를 전국 총계와 정합화
노르웨이	최근 5년 지자체별 사망률을 경험적 베이지 방법으로 안정화한 뒤 사망확률로 변환	전국에서 설정한 장래 사망력 개선경로 적용	‘상위정보 차용 + 전국경로 전달형’ 자료가 적은 연령·지역에서는 상위 공간층위의 정보를 더 많이 차용하고, 장래 변화는 전국 경로를 적용
덴마크	최근 5년 광역권별 성·연령별 사망률; 고령층 사망률 평활화	전국의 Lee-Carter 계열 장래 사망률 경로를 광역권에 적용	‘광역권 스케줄 차용 + 단계적 정합화형’ 지자체에는 해당 광역권의 사망률을 직접 적용하고, 지자체 결과는 광역권 총계에, 광역권 결과는 전국 총계에 단계적으로 정합화
오스트레일리아	기대수명과 생명표; 지역별 기대수명의 상위 공간층위 대비 상대차	전국의 장래 기대수명 경로를 지역별로 적용한 뒤 생명표를 작성하여 생존비 산출	‘기대수명 목표 + 상대차 유지형’ 전국→주·준주→대도시권·잔여지역으로 지역차를 단계적으로 적용하고 최종 인구를 상위 총계와 정합화
일본	전국·도도부현·시구정촌의 성·연령별 생존율	전국 장래 생존율을 기본으로 도도부현 및 시구정촌의 지역차를 연령에 따라 선택적으로 적용	‘전국 생존율 경로 전달 + 연령별 지역차 적용형’ 젊은 연령에서는 도도부현 생존율을 공통 적용하고, 고령층에서는 시구정촌별 상대차를 추가로 반영

존율을 구성하였다. 영국(잉글랜드)과 덴마크는 최근 5년간의 성·연령별 사망률을 사용하며, 덴마크는 고령층 사망률에 추가적인 평활화를 적용한다. 오스트레일리아와 브라질은 기대수명과 생명표를 중심으로 기준 사망력을 설정하는 반면, 캐나다는 전국과 주·준주의 사망률을 정합적인 모형 안에서 함께 추정한다(U.S. Census Bureau, 2005; Australian Bureau of Statistics, 2023a; IBGE, 2025; Office for National Statistics, 2025a; Statistics Canada, 2026; Statistics Denmark, 2026).

사망력은 출산력에 비해 사망건수가 적은 연령·지역에서 변동성이 크게 나타날 수 있기 때문에, 상위 공간층위의 정보를 차용하는 방식이 더욱 두드러진다. 노르웨

이는 계층적 경험적 베이지 방법을 이용하여 지자체 사망률을 수축 추정하고, 영아의 경우에는 상위지역의 사망확률을 직접 적용한다. 일본은 상대적으로 젊은 연령에서 시구정촌별 사망력을 별도로 추정하지 않고 도도부현의 생존율을 공통으로 적용하며, 고령층에서만 시구정촌과 도도부현 간 상대적 차이를 반영한다. 덴마크는 지자체에 광역권의 사망률을 직접 적용한다. 이러한 사례들은 각 지역의 성·연령별 사망률을 모두 독립적으로 추정하기보다는, 자료가 불안정한 연령대나 지역에서는 상위 공간층위의 정보를 적극적으로 활용함으로써 기준 사망력의 안정성을 확보하는 접근을 보여준다(Scherbov and Ediev, 2011).

2) 장래 사망력 수준과 연령별 개선 패턴

장래 사망력의 설정 방식은 크게 기준 사망률 고정형, 전국 사망률 또는 개선율의 지역 전달형, 기대수명 목표형으로 구분할 수 있다. 미국의 과거 추계는 기준 사망률을 장래에도 고정한 반면, 캐나다·영국(잉글랜드)·덴마크·노르웨이는 전국 수준에서 장래 사망률이나 개선경로를 설정한 뒤 이를 지역에 전달한다. 캐나다는 Li-Lee 정합모형을 이용하여 전국의 공통 추세와 지역별 편차를 함께 모형화하고, 덴마크는 전국 성·연령별 사망률에 Lee-Carter 계열 모형을 적용한다. 영국(잉글랜드)은 전국 성·연령별 사망률 개선율의 장기 경로를 지역에 적용하며, 노르웨이는 전국 사망력 추계에서 도출된 시간계수를 지자체의 사망확률에 적용한다.

오스트레일리아와 브라질은 기대수명을 장래 사망력의 전체 수준을 규정하는 핵심 지표로 명시적으로 사용한다. 오스트레일리아는 전국 기대수명의 장래 가정을 설정한 뒤 주·준주 및 대도시권·잔여지역의 상대적 차이를 반영하고, 목표 기대수명에 부합하는 생명표를 작성하여 생존비를 산출한다. 브라질은 각 UF의 기대수명이 공통의 장기 한계수명에 수렴하도록 설정하고, 연령별 사망률의 장기 패턴을 구성한 뒤 목표 기대수명에 부합하도록 이를 재조정한다. 따라서 국가 간 사망력 설정 방식을 비교할 때에는 단순히 ‘기대수명 방식’과 ‘사망률 방식’을 구분하기보다, 전체적인 사망력 수준과 연령별 개선 패턴을 어떠한 지표와 절차를 통해 결합하는지를 살펴보는 것이 보다 일반적인 비교기준이 된다(Wilson, 2018).

3) 전국-지역 연계와 상대차의 처리

전국과 지역의 사망력을 연계하고 지역차를 반영하는 방식은 출산력에 비해 더욱 다양하다. 미국은 지역별 기준 사망률을 적용한 뒤 최종 인구를 전국 추계에 맞추는 결과 통제형이고, 오스트레일리아는 전국 기대수명에 주·준주 및 하위지역의 장기간 평균 상대비율을 적용하는 상대차 유지형이다. 브라질은 지역별 기대수명의 차이가 장기적으로 공통 수준에 수렴하도록 설정하며, 영국(잉글랜드)은 전국의 장래 사망률에 LA의 상대차를 적용하되 이를 이동 5년 평균을 이용하여 갱신한다. 캐나다의 Li-Lee 모형은 전국과 주·준주의 공통 추세와 지역별 편차를 모형 내부에서 직접 연계한다.

일본·노르웨이·덴마크에서는 공간층위가 사망률의 안정화와 장래 가정의 전달에 보다 직접적으로 활용된다.

일본은 연령에 따라 전국-도도부현-시구정촌 간 연계의 깊이를 달리하며, 노르웨이는 상위 공간층위와 전국 수준의 정보를 계층적 경험적 베이스 추정에 활용한 뒤 전국 수준에서 설정된 시간 경로를 적용한다. 덴마크는 전국의 장래 사망률 개선 경로를 광역권에 전달하고, 지자체에는 광역권 사망률을 직접 적용하며, 각 공간층위에서 산출된 사망자 수를 상위 공간층위의 총계에 맞추어 조정한다. 이처럼 지역 간 사망력 차이는 고정, 갱신, 수렴, 상위 공간층위 정보의 직접 차용, 정합모형 등 다양한 방식으로 처리되지만, 각 지역의 장기 사망력 경로를 서로 독립적으로 외삽하는 방식은 일반적이지 않다.

4) 시나리오와 방법론적 유형

사망력의 장래 불확실성 역시 대체로 전국 또는 상위 공간층위에서 시나리오로 설정된다. 캐나다는 저·중·고 사망력 가정을, 노르웨이는 기대수명의 저·중·고 가정을 설정하여 지역 추계에 전달한다. 오스트레일리아는 사망력에 대해 두 가지 기대수명 가정을 설정한다. 반면 미국·브라질·일본·덴마크는 지역 수준에서 하나의 주된 사망력 경로를 사용하며, 영국(잉글랜드) 역시 전국 수준에서 설정된 주된 사망률 개선경로와 지역 상대차를 결합하는 방식을 취한다. 따라서 각 지역마다 서로 다른 장기 사망력 시나리오를 독립적으로 설정하기보다는, 전국 또는 상위 공간층위에서 설정된 소수의 장래 경로와 지역차에 관한 가정을 결합하는 방식이 일반적이다.

종합하면, 사망력 추계에서는 통계적 모형이 어느 단계에 적용되는지가 특히 중요하다. 노르웨이의 경험적 베이스 추정, 캐나다의 정합모형, 브라질의 등록자료 보정과 고령 사망률 조정 등 비교적 정교한 절차가 사용되지만, 이러한 방법이 지역별 장기 사망력 경로를 모두 독립적으로 예측하는 것을 의미하지는 않는다. 오히려 통계 모형은 기준 사망력의 신뢰성 확보, 지역 간 장기적 정합성 유지, 불안정한 연령별 사망률의 안정화에 주로 활용되고, 장래의 시간적 개선 경로는 전국 또는 상위 공간층위에서 설정하여 각 지역에 전달하는 역할 분담이 여러 국가에서 확인된다. 이러한 특징은 비교적 단순한 관계형 사망력 모형도 지역 인구추계에서 충분한 실용성을 가질 수 있다는 선행 연구의 논의와도 연결된다(Wilson, 2018).

V. 공간층위와 한국 지역추계에 대한 시사점

1. 공간층위

8개국의 비교에서 공간층위는 단순한 행정구역의 위계적 중첩이 아니라, 추계 단위·추정 단위·준거 단위를 구분하고 연결하는 방법론적 구조로 작동한다. 일본은 시구정촌을 직접 추계하지만 일부 사망력 가정은 도도부현을 매개로 전국 수준에서 전달되며, 덴마크는 지자체를 추계하면서 사망력에는 광역권의 스케줄을 직접 적용한다. 노르웨이 역시 지자체가 추계 단위이지만 기준율의 안정화를 위해 상위 공간층위와 전국 수준의 정보를 차용한다. 반면 미국의 과거 주별 추계에서는 주 자체의 기준율을 사용하였으며, 공간층위 간 연계는 주별 추계 결과를 전국 통제 총계에 맞추는 최종 정합화 과정에서

주로 이루어졌다.

이러한 차이를 종합하면 공간층위는 크게 세 가지 기능을 수행한다. 첫째, 공간단위가 작은 지역에서 불안정하게 나타나는 출산·사망 자료를 상위 공간층위의 정보로 보완하는 안정화 기능이다. 둘째, 전국 또는 상위 공간층위에서 설정한 장래의 시간 경로와 시나리오를 그 아래 공간층위에 전달하는 가정 전달 기능이다. 셋째, 하위 공간층위의 추계 결과 합계가 상위 공간층위의 총계와 일치하거나, 적어도 서로 다른 공간층위가 동일한 인구학적 장래 방향을 공유하도록 하는 정합화 기능이다. 이 세 기능이 모든 국가에서 동일한 방식이나 강도로 나타나는 것은 아니며, 국가별 지역 인구추계체계의 차이는 각각의 기능이 어느 공간층위에서, 어떠한 방식으로 수행되는가를 통해 이해할 수 있다.

국제 사례는 상향식과 하향식이 서로 배타적인 선택이 아님을 보여준다(표 4). 브라질과 일본은 하위 공간층위

표 4. 8개국의 공간층위 간 연계 및 추계 정합화 유형

국가	주요 공간층위	가정 전달 및 지역차 처리	결과 정합화 및 유형
미국	전국·주	주별 기준율을 독립적으로 적용하며, 출산력·사망력 가정의 하향식 전달은 제한적	주별 추계 결과를 전국 성·연령별 통제 총계에 조정: 결과 통제형
캐나다	전국·주·준주	전국의 장기 추세와 지역별 추세를 결합하며, 사망력은 Li-Lee 모형을 통해 공통 추세와 지역편차를 연계	사후 비례조정보다 모형 내부의 공간층위 간 일관성을 강조: 모형 기반 연계형
브라질	전국·대권역·UF	전국 또는 공통의 장기 경로가 UF별 출산력과 사망력에 점진적으로 반영되며 지역차는 장기적으로 수렴	UF별 추계 결과를 대권역과 전국으로 상향 집계: 상향식 산출·장기 수렴형
영국(잉글랜드)	잉글랜드-LA	전국의 장래 연령별 출산율과 성·연령별 사망률에 이동 5년 평균으로 산정한 지역 상대치를 적용	출생·사망 및 최종 성·연령별 인구를 전국 총계에 맞추어 조정: 강한 결과 통제형
노르웨이	전국·지자체	상위 공간층위의 정보를 이용한 경험적 베이스 추정으로 지역차를 안정화하고, 전국의 시간 경로를 각 지역에 전달	전국 총계에 대한 사후 강제 조정보다 상위 공간층위의 정보 차용과 공통 장래 가정에 의한 일관성을 강조: 상위정보 활용·안정화형
덴마크	전국·광역권·지자체	전국의 장래 경로를 광역권과 지자체에 단계적으로 전달하며, 지자체 사망력에는 해당 광역권의 사망률을 직접 적용	출생아 수·사망자 수와 최종 인구를 각 단계에서 상위 공간층위의 총계에 맞추어 조정: 단계적 연계·통제형
오스트레일리아	전국·주·준주·대도시권/잔여지역	전국의 장래 수준을 기준으로 주·준주와 대도시권·잔여지역의 상대적 차이를 단계적으로 적용	각 공간층위의 추계 결과를 상위 공간층위의 총계에 맞추어 조정: 가정 전달·결과 통제형
일본	전국·도도부현·시구정촌	출산력은 전국과 시구정촌을 직접 연계하고, 사망력은 연령에 따라 전국·도도부현·시구정촌의 공간층위를 차등적으로 활용	시구정촌의 상향식 산출을 기본으로 하되, 상위 공간층위의 가정과 통계를 결합: 양방향 연계형

의 지역을 직접 추계하고 이를 합산하여 상위 공간층위의 인구를 산출하는 상향식 체계를 갖지만, 장래 출산력과 사망력의 설정에서는 전국 또는 공통의 장기 경로를 그 아래 공간층위에 전달하는 하향식 원리를 함께 사용한다. 오스트레일리아·영국(잉글랜드)·덴마크는 상위 공간층위에서 설정한 장래 가정을 그 아래 공간층위에 전달하는 동시에, 출생아 수·사망자 수 또는 최종 성·연령별 인구를 상위 공간층위의 총계에 맞추는 결과 정합화를 함께 수행한다. 따라서 지역 인구추계체계를 이해할 때에는 추계 결과가 산출되는 방향과 장래 가정이 전달되는 방향을 구분할 필요가 있다.

정합성 역시 두 가지로 구분할 수 있다. 산술적 정합성은 하위 공간층위의 추계 결과 합계가 상위 공간층위의 총계와 일치하는 상태를 의미하며, 모형적 정합성은 서로 다른 공간층위에서 적용되는 가정이 동일한 인구학적 논리와 장래 경로를 공유하는 상태를 의미한다. 최종 결과를 단순히 비례 조정하는 것만으로도 산술적 정합성은 확보할 수 있지만, 하위 공간층위의 장래 가정이 상위 공간층위의 장래 경로와 상이한 방향을 보인다면 모형적 정합성은 약할 수 있다. 반대로 노르웨이처럼 전국 수준의 장래 경로를 강하게 공유하면서도 지역 추계 결과를 전국 총계에 기계적으로 완전 일치시키지 않는 경우도 있다. 따라서 공식 지역 인구추계에서는 산술적 정합성과 모형적 정합성을 추계의 목적과 활용 방식에 맞추어 함께 설계할 필요가 있다(Rees *et al.*, 2015; Wilson *et al.*, 2022).

2. 한국 지역추계에 대한 시사점

1) 한국 현행 체계의 위치와 개선 방향

우리나라의 현행 지역 인구추계에서도 전국-시도-시군구의 공간층위 간 관계가 다양한 모형을 통해 활용되고 있다. 시도 출산력은 전국과 시도의 ASFR 누적값을 Gompit 변환한 관계모형을 이용하여 장래 ASFR을 산출하고, 사망력은 전국의 공통적인 사망률 변화와 시도별 추세를 함께 반영하는 Li-Lee-Gerland 확장모형을 사용한다(국가데이터처, 2024a; 2024b; 오진호, 2025). 시군구 추계에서는 출산력에 시도-시군구 간 Gompit 관계와 보간 절차를 적용하고, 사망력에는 Li-Lee 계열 모형, 시도와의 Brass-logit 관계, 고령층 보정 및 생명표 작성 등의 절차를 연속적으로 사용한다(국가데이터처, 2024c). 이러한 체계는 지역별 수준과 연령 패턴을 세밀하게 반영한

다는 장점이 있지만, 여러 단계의 모형과 조정 절차가 누적됨에 따라 각 단계가 수행하는 기능과 최종 추계 결과에 미치는 영향을 설명하고 검증하기 어려워질 수 있다.

국제 비교가 시사하는 개선 방향은 이러한 모형을 일률적으로 단순화하거나 제거하는 데 있는 것이 아니라, 통계적 정교화가 필요한 단계와 장래 가정을 설정하는 단계를 보다 명확하게 구분하는 데 있다. 노르웨이와 덴마크처럼 통계적 정교화를 기준율과 연령 패턴의 안정화에 집중하고 장래의 시간 경로는 상위 공간층위에서 설정하여 전달할 수 있으며, 오스트레일리아·영국(잉글랜드)·일본처럼 상위 공간층위의 장래 경로와 그 아래 공간층위의 상대차를 명시적인 규칙으로 결합할 수도 있다. 출산력에서는 현행 Gompit 모형과 함께 ‘시도 장래 ASFR × 시군구 상대차’ 또는 ‘시도 장래 TFR × 시군구 상대수준 + 상위 공간층위의 연령 패턴’과 같은 관계형 기준 모형을 병행하여 비교할 수 있다. 사망력에서도 현행의 다단계 모형과 함께 ‘시도 장래 성·연령별 사망률 스케줄 × 시군구 상대 사망력’ 또는 ‘시도 기대수명 경로 + 시군구 상대 격차’와 같은 보다 단순한 관계형 대안을 설정하여 비교할 수 있다.

특히 시군구 추계에서는 각 시군구의 장래 경로를 독립적으로 예측하기보다 기준율의 안정성을 우선적으로 확보하는 접근이 중요하다. 시군구의 전체 인구 규모가 충분하더라도 성·연령별 출생·사망 사건 수는 적을 수 있으며, 저출산 상황에서는 일부 연령의 출생 건수가 크게 변동할 수 있고 사망력에서도 영아·청년층·초고령층의 사망률이 특히 불안정할 수 있다. 따라서 최근 여러 해의 평균, 시도 스케줄의 차용, 인구 규모나 사건 수에 따른 신뢰도 가중, 경험적 베이스 등의 수축 추정을 지역 자료의 규모와 안정성에 따라 적응적으로 적용하는 방안을 고려할 수 있다. 자료가 충분한 대도시의 자체 정보를 상대적으로 많이 유지하고, 규모가 작은 군 지역은 시도 정보를 더 많이 차용하도록 하는 방식이 그 한 예가 될 수 있다(Scherbov and Ediev, 2011; Simpson and Snowling, 2011; Williamson and Norman, 2011).

2) 전국-시도-시군구의 역할 분담과 검증

우리나라의 전국-시도-시군구를 하나의 추계체계로 보면 각 공간층위의 기능을 보다 명확하게 분담할 수 있다(표 5). 전국은 장기 출산력·사망력의 기준 경로와 고·중·저 등의 기본 시나리오를 설정하는 장래 경로 설정 단

표 5. 한국의 지역 출산력·사망력 추계체계의 개선 방향

핵심 영역	제안 방향	구현 원칙
모형 구조	모형 복잡성의 기능별 재배치	현행 모형과 단순한 관계형·계층형 기준 모형을 사후 검증하고, 지속적이고 실질적인 성능 향상을 제공하는 모형 요소를 선택적으로 유지
전체 수준과 연령 패턴	전체 수준과 연령별 패턴의 명시적 분리·연계	출산력은 TFR과 ASFR, 사망력은 기대수명 또는 전체 사망력 수준과 성·연령별 사망·생존 구조의 관계를 명시적으로 구성
공간층위 간 연계	전국·시도·시군구의 기능 분담	전국은 장래 경로 설정, 시도는 중간 준거, 시군구는 안정화된 상대차와 단계적 지역 특성의 추정에 중점
지역 기준율 안정화	각 시군구의 장기 경로를 독립적으로 예측하기보다 기준율의 안정성 확보를 우선	다년 평균, 상위 공간층위의 정보 차용, 신뢰도 가중, 수축 추정·경험적 베이스 등을 자료의 규모와 안정성에 따라 적응적으로 적용
시나리오	상위 공간층위에서 설정한 소수의 장래 시나리오 공유	전국의 고·중·저 경로가 시간적 불확실성을 나타내고, 지역 상대차의 유지·부분 수렴·갱신 등을 공간적 가정으로 설정
정합화	모형적 정합성과 산술적 정합성의 병행	상위 공간층위의 장래 경로를 하위 공간층위에 전달하여 가정의 일관성을 확보하고, 필요한 경우 그 추계 결과를 상위 공간층위의 추계에 맞추어 조정

위, 시도는 전국과 시군구를 연결하면서 지역별 수준과 연령 패턴에 대한 준거를 제공하는 중간 준거 단위, 시군구는 자체 자료와 시도 정보를 결합하여 안정화된 상대차와 단계적 지역 특성을 추정하는 지역차 추정 단위로 설정할 수 있다. 이에 따라 출산력은 ‘전국 TFR·ASFR 경로 → 시도 상대수준과 연령 패턴 → 시군구 상대수준’, 사망력은 ‘전국 기대수명 또는 사망률 개선경로 → 시도 상대 사망력 → 시군구 상대 사망력’의 구조로 단계적으로 연계할 수 있다.

장래의 시간적 불확실성과 공간적 이질성 역시 구분하여 시나리오화할 필요가 있다. 전국 추계에서 설정되는 출산력·사망력의 고·중·저 경로는 장래 변화에 관한 시간적 불확실성을 나타내고, 시도와 시군구의 상대차는 유지·부분 수렴·갱신 등의 공간적 가정으로 표현할 수 있다. 이러한 방식은 특정 시나리오에서 출생아 수나 사망자 수가 달라지는 원인을 보다 명확하게 설명할 수 있으며, 각 지역마다 독립적인 복수의 장기 시나리오를 설정해야 하는 부담도 줄일 수 있다. 공식 인구추계가 정책적 의사소통의 수단이라는 점을 고려하면, 시나리오의 수를 늘리는 것보다 각 시나리오가 의미하는 인구학적 가정과 변화 경로를 명확하게 제시하는 것이 더욱 중요하다 (Smith *et al.*, 2013; Rees *et al.*, 2015).

다만 이러한 계층형 대안이 현행 모형보다 우수하다고 선형적으로 가정해서는 안 된다. 현행 Gompit·Li-Lee-Gerland·Brass-logit 기반 체계를 기존 모형으로 유지하

면서 국제 사례에 기초한 보다 단순한 계층형 대안을 병행 구축하고, 여러 과거 기준연도에서 5년 및 10년 후를 반복적으로 예측하는 롤링 오리진(rolling-origin) 방식의 사후 검증을 실시할 필요가 있다. 검증에서는 전체 예측 오차뿐 아니라 지역규모별·연령별·출산력 및 사망력 수준별 오차, 연도별 변동성, 상·하위 공간층위 간 정합성, 설명가능성 및 유지관리 비용을 함께 비교해야 한다. 추가적인 복잡성을 갖는 모형 요소가 지속적이고 실질적인 예측 성능 향상을 제공하는 경우에만 이를 선택적으로 유지하는 방식이 합리적이다(Wilson, 2016; 2018; Rees and Wilson, 2023).

따라서 개편의 목표는 단순히 모형의 수를 줄이는 것이 아니라, 통계 모형과 인구학적 장래 가정의 역할을 구분하고 각 공간층위의 기능과 책임을 명확히 하는 데 있다. 통계 모형은 실적자료의 불안정성을 완화하고 지역의 상대적 위치를 신뢰성 있게 추정하는 데 활용하며, 장래의 불확실성은 전국·시도 수준에서 설정한 명시적 시나리오와 지역차 처리 규칙을 통해 표현하는 것이 바람직하다. 장래 가정의 설정단위, 지역차의 추정단위, 최종 결과의 정합화 단계를 방법론 문서에서 명확히 구분하여 제시하고, 이를 동일한 프로그램 체계에서 재현 가능하도록 관리한다면 코호트-요인법의 정교성을 유지하면서도 추계과정의 투명성, 유지관리의 용이성, 공간층위 간 일관성을 높일 수 있다.

VI. 결론

본 연구는 미국, 캐나다, 브라질, 영국(잉글랜드), 노르웨이, 덴마크, 오스트레일리아, 일본의 공식 지역 인구추계에서 출산력과 사망력 컴포넌트가 어떠한 방식으로 설정되는지를 비교하였다. 국가별 방법을 개별적으로 나열하는 데 그치지 않고, 기준율의 안정화, 장래의 전체 수준과 연령별 패턴, 공간적 상대차, 상·하위 공간층위 간 연계와 정합화라는 공통 비교축을 중심으로 공식 추계의 구조를 재구성하였다.

첫째, 출산력과 사망력 모두에서 장래의 시간적 경로, 연령별 패턴, 지역의 공간적 상대차를 가능한 한 구분하여 처리하는 경향이 확인되었다. 출산력은 TFR, ASFR, CWR 등 서로 다른 운영 지표를 사용하고 사망력 역시 기대수명, 사망률, 사망확률, 생존율 등 다양한 지표를 사용하지만, 여러 국가에서는 각 지역의 모든 세부율을 독립적인 장기 모형으로 예측하기보다 상위 공간층위에서 설정한 장래 경로와 지역의 상대적 위치를 결합한다. 따라서 특정 모형의 명칭보다 전체 수준, 연령별 패턴, 지역차를 어느 공간층위에서 설정하고 이를 어떠한 방식으로 결합하는가가 보다 일반적인 설계 문제라고 할 수 있다.

둘째, 통계적 정교화는 각 지역의 먼 미래를 개별적으로 복잡하게 예측하는 데에만 사용되지 않는다. 다년 평균, 평활화, 상위 공간층위의 정보 차용, 경험적 베이스, 관계모형 및 정합모형 등은 작은 수로 인해 불안정한 기준율을 안정화하고, 지역의 상대적 위치를 신뢰성 있게 추정하거나 관련 지역 간 장기적 일관성을 확보하는 데 중요한 역할을 한다. 노르웨이와 덴마크는 이러한 특징을 특히 분명하게 보여주며, 장래의 시간적 변화는 보다 안정적인 전국 또는 상위 공간층위에서 설정하여 각 지역에 전달한다. 이는 복잡성과 단순성의 이분법보다 통계적으로 정교한 모형을 어떠한 기능과 단계에 배치할 것인가가 더 중요함을 의미한다.

셋째, 공간층위는 단순한 결과 공표 체계가 아니라 추계 모형을 구성하는 핵심적인 방법론적 장치로 기능한다. 상위 공간층위는 장기 경로와 시나리오를 제공하고, 하위 공간층위는 지역적 상대수준과 단기적 특성을 제공하며, 필요한 경우 중간 공간층위가 두 공간층위를 연결한다. 하위 공간층위의 지역을 직접 추계한 뒤 상위 공간층위로 합산하는 상향식 산출과 상위 공간층위의 장래 가정 및 통계 총계를 그 아래 공간층위에 전달하는 하향식

원리는 서로 배타적이지 않으며 함께 사용될 수 있다. 이에 따라 정합성도 하위 공간층위의 추계 결과 합계가 상위 공간층위의 총계와 일치하는 산술적 정합성과, 서로 다른 공간층위의 가정이 공통의 인구학적 논리와 장래 경로를 공유하는 모형적 정합성을 함께 고려해야 한다.

이러한 결과가 한국의 현행 지역 출산력·사망력 추계 체계를 즉시 단순한 모형으로 대체해야 함을 의미하는 것은 아니다. 보다 현실적인 개선 방향은 전국은 장기 출산력·사망력 경로와 기본 시나리오의 설정, 시도는 중간 준거와 지역적 수준 및 연령 패턴의 제공, 시군구는 안정화된 상대차와 단기적 지역 특성의 추정에 각각 중점을 두도록 공간층위별 기능을 보다 명확하게 재배치하는 데 있다. 현행 통계 모형 가운데 기준율의 평활화와 지역의 상대 수준 추정에서 성능이 확인되는 부분은 유지하되, 장래의 불확실성은 소수의 해석 가능한 전국 또는 상위 공간층위의 시나리오와 지역차의 유지·갱신·수렴에 관한 가정으로 표현할 수 있다.

다만 국제 사례에서 널리 활용되는 방식이 한국에서도 자동적으로 우수하다고 단정할 수는 없다. 국가마다 자료 체계와 공간층위, 추계 기간 및 제도적 목적이 다르며, 본 연구는 공식 문서에 기술된 방법론의 구조를 비교하였을 뿐 동일한 기준으로 국가별 예측 오차를 재평가하지 않았다. 향후에는 현행 모형과 계층형 대안 모형을 동일한 과거 실적자료에 적용하는 롤링 오리진 방식의 사후검증을 통해 정확성, 안정성, 연령별 패턴의 타당성, 공간층위 간 정합성, 설명가능성 및 유지관리 비용을 함께 비교할 필요가 있다. 이러한 경험적 검증을 바탕으로 복잡한 모형 요소가 지속적이고 실질적인 성능 향상을 제공하는 경우에만 이를 선택적으로 유지하는 것이 바람직하다.

그럼에도 8개국의 공식 추계에서 반복적으로 나타나는 방향은 비교적 분명하다. 지역 출산력과 사망력 추계의 발전은 더 많은 지역별 장기 예측 모형을 추가하는 것 자체보다 신뢰할 수 있는 기준율을 구축하고, 전체 수준과 연령별 패턴을 구분하며, 장래의 시간 경로와 지역의 공간적 차이를 적절한 공간층위에서 분담하여 설정하고, 이를 전국과 그 아래의 여러 공간층위 사이에서 일관되게 연결하는 데 있다. 즉, ‘상위 공간층위의 장래 경로 + 중간 공간층위의 상대 수준과 연령 패턴 + 하위 공간층위의 상대차 안정화 + 공간층위 간 정합화’는 서로 다른 제도와 방법을 가진 국가들에서 반복적으로 확인되는 공통의 설

계 원리이며, 한국의 지역 인구추계가 정교성을 유지하면서도 보다 투명하고 재현 가능하며 공간층위 간 일관성을 갖춘 체계로 발전하기 위한 유용한 준거를 제공한다.

참고문헌

- 국가데이터처, 2024a, 「장래인구추계 통계정보보고서」, 대전: 국가데이터처.
- 국가데이터처, 2024b, 「장래인구추계(시도편): 2022~2052년」, 대전: 국가데이터처.
- 국가데이터처, 2024c, 「2022년 기준 시군구 장래인구추계 지침서」, 대전: 국가데이터처.
- 김태현·김동희·정구현, 2006, “코호트 요인법을 이용한 시군구별 장래인구추계,” 통계연구, 11(2), 1-39.
- 오진호, 2025, “시도별 출산율 추계의 합리적 모색방안,” 한국인구학, 48(1), 27-48.
- 이상림·조영태, 2005, “H-P 기법을 이용한 기초자치단체의 장래인구추계,” 한국인구학, 28(1), 149-172.
- 이상일·조대현, 2020, “우리나라 소지역 인구 추계를 위한 방법론 연구: 추세외삽법을 중심으로,” 지리교육논집, 64, 1-19.
- 조대현·이상일, 2022, “우리나라 소지역 인구추계를 위한 방법론 비교 분석,” 한국지도학회지, 22(2), 51-67.
- 国立社会保障・人口問題研究所, 2024, 「日本の地域別将来推計人口 ―令和2(2020)~32(2050)年(令和5年推計)―」, 人口問題研究資料第349号, 東京: 国立社会保障・人口問題研究所.
- Australian Bureau of Statistics, 2023a, *Population Projections, Australia, 2022 (base) - 2071*, Canberra: Australian Bureau of Statistics.
- Australian Bureau of Statistics, 2023b, *Population Projections, Australia Methodology, 2022 (base) - 2071*, Canberra: Australian Bureau of Statistics.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2025, *Projeções da população: Brasil e Unidades da Federação: estimativas e projeções: revisão 2024*, 3. ed., Série Relatórios Metodológicos, v. 40, Rio de Janeiro: IBGE.
- Kim, K. W. and Kim, O. S., 2020, Super aging in South Korea unstoppable but mitigatable: A sub-national scale population projection for best policy planning, *Spatial Demography*, 8, 155-173.
- Leknes, S. and Løkken, S. A., 2026, *Befolkningsframskrivninger for kommunene 2026*, Rapport 2026/22, Oslo-Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
- Li, N. and Lee, R., 2005, Coherent mortality forecasts for a group of populations: An extension of the Lee-Carter method, *Demography*, 42(3), 575-594.
- National Institute of Population and Social Security Research (IPSS), 2023, *Population Projections for Japan: 2021 to 2070 (2023 Revision)*, Tokyo: IPSS.
- Office for National Statistics, 2025a, *Methodology Used to Produce the 2022-based Subnational Population Projections for England*, London: Office for National Statistics.
- Office for National Statistics, 2025b, *National Population Projections, Fertility Assumptions: 2022-based*, London: Office for National Statistics.
- Office for National Statistics, 2025c, *National Population Projections, Mortality Assumptions: 2022-based*, London: Office for National Statistics.
- Rees, P., Wohland, P., Norman, P., and Lomax, N., 2015, *Sub-national Projection Methods for Scotland and Scottish Areas: A Review and Recommendations*, Research Report, Leeds: University of Leeds.
- Rees, P. and Wilson, T., 2023, Accuracy of local authority population forecasts produced by a new minimal data model: A case study of England, *Population Research and Policy Review*, 42, 91.
- Scherbov, S. and Ediev, D., 2011, Significance of life table estimates for small populations: Simulation-based study of estimation errors, *Demographic Research*, 24(22), 527-550.
- Ševčíková, H., Li, N., Kantorová, V., Gerland, P., and Raftery, A. E., 2016, Age-specific mortality and fertility rates for probabilistic population projections, in Schoen, R., ed., *Dynamic Demographic Analysis*, Cham: Springer, 285-310.
- Ševčíková, H., Raftery, A. E., and Gerland, P., 2018, Probabilistic projection of subnational total fertility rates, *Demographic Research*, 38(60), 1843-1884.

- Simpson, L. and Snowling, H., 2011, Estimation of local demographic variation in a flexible framework for population projections, *Journal of Population Research*, 28(2-3), 109-127.
 - Smith, S. K., Tayman, J., and Swanson, D. A., 2013, *A Practitioner's Guide to State and Local Population Projections*, Dordrecht: Springer.
 - Statistics Canada, 2025, *Technical Guide on Demographic Estimates at Statistics Canada*, Catalogue no. 91-528-X, Ottawa: Statistics Canada.
 - Statistics Canada, 2026, *Population Projections for Canada (2025 to 2075), Provinces and Territories (2025 to 2050): Technical Report on Methodology and Assumptions*, Catalogue no. 17-20-0003, Ottawa: Statistics Canada.
 - Statistics Denmark, 2026, *Documentation of Statistics for Population Projections 2026*, Copenhagen: Statistics Denmark.
 - Tømmerås, A. M., Thomas, M. J., Skjerpen, T., and Pham, D. Q., 2026, *Nasjonale befolkningsframskrivinger 2026, Rapportør 2026/21*, Oslo-Kongsvinger: Statistisk sentralbyrå.
 - U.S. Census Bureau, 2005, *Interim Population Projections for States by Age and Sex: 2004 to 2030, Methodology Summary*, Population Projections Branch, Population Division, U.S. Census Bureau.
 - U.S. Census Bureau, 2024, *Population Projections*, Census Academy One-Pager, U.S. Census Bureau.
 - Williamson, L. and Norman, P., 2011, Developing strategies for deriving small population fertility rates, *Journal of Population Research*, 28(2-3), 129-148.
 - Wilson, T., 2011, *A Review of Sub-Regional Population Projection Methods*, Queensland Centre for Population Research, Brisbane: The University of Queensland.
 - Wilson, T., 2016, Evaluation of alternative cohort-component models for local area population forecasts, *Population Research and Policy Review*, 35(2), 241-261.
 - Wilson, T., 2018, Evaluation of simple methods for regional mortality forecasts, *Genus*, 74, 14.
 - Wilson, T., Grossman, I., Alexander, M., Rees, P., and Temple, J., 2022, Methods for small area population forecasts: State-of-the-art and research needs, *Population Research and Policy Review*, 41(3), 865-898.
 - Wilson, T. and Rees, P., 2005, Recent developments in population projection methodology: A review, *Population, Space and Place*, 11(5), 337-360.
- 교신 : 구형모, 02504, 서울특별시 동대문구 서울시립대로 163, 서울시립대학교 공간정보공학과(이메일: hmokoo@uos.ac.kr)
- Correspondence: Hyeongmo Koo, 02504, 163 Seoulsiripdaero, Dongdaemun-gu, Seoul, South Korea, Department of Geoinformatics, University of Seoul (Email: hmokoo@uos.ac.kr)
- 투고접수일: 2026년 8월 19일
심사완료일: 2026년 9월 7일
게재확정일: 2026년 9월 14일