

가구주율법에 의한 소지역 장래가구추계 프레임워크의 정립과 적용 가능성 분석

조대현*

A Headship Rate–Based Framework for Small–Area Household Projections and an Assessment of Its Applicability

Daeheon Cho*

요약 : 이 연구는 우리나라의 광역 단위에 공식적으로 사용되는 가구추계 기법인 가구주율법을 소지역(시군구)에 적용하기 위한 프레임워크를 정립하고, 그 적용성을 실증 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 연령·혼인상태 및 연령·가구원수 기준의 2가지 집단 구분과 4가지 수정지수법을 결합하여 모두 8개 실행 대안을 설정하였다. 이어 대구·경북 시군구를 사례지역으로 하여 2022–2024년 가구 수를 추계하고, 실제 자료와 비교하였다. 분석 결과, 최적 방법 기준으로 오차는 평균 2~4% 정도로 소지역에 대한 가구주율법 적용의 유효성이 확인되었다. 세부적으로 보면 혼인상태 기반 추계는 단기 수정지수법과 결합할 때 전반적인 오차가 낮고 안정적이었다. 하지만 가구원수 방식은 가중 N-시점 수정지수법 적용 시 규모가 큰 지역에서 상대적으로 우수한 성능을 보였다. 오차의 공간분포에서는 가구원수 방식이 양의 공간적 자기상관을 보이며 군집하는 경향을 나타낸 반면, 혼인상태 방식은 뚜렷한 군집성이 확인되지 않았다. 오차 발생의 주된 요소는 미래 가구주율과 전체 인구 설정에 있었으며, 소형가구 증가 추세와 변동성 및 지역 규모가 지역별 오차 크기와 밀접하게 관련되었다. 본 연구는 가구주율법의 소지역 확장 가능성을 규명하였으며, 지역 특성과 정책 목적에 따라 추계 방식을 선택적으로 활용할 필요가 있음을 시사한다.

주요어 : 소지역, 가구추계, 가구주율법, 수정지수법, 가구구조 변화

Abstract : This study aims to establish a framework for applying the headship-rate method, primarily used for national and provincial household projections, to small areas (si-gun-gu), and to empirically assess its applicability. Eight alternatives were formulated by combining two subpopulation frameworks—age by marital status and age by household size—with four modified exponential methods. These were applied to project 2022–2024 households in Daegu and Gyeongbuk municipalities, with the results compared against observed data. The results show that, based on the best-performing methods, projection errors ranged from approximately 2% to 4%, confirming the applicability of the headship-rate method to small-area household projections. The marital-status approach showed relatively low and stable errors when combined with the short-term modified exponential method, whereas the household-size approach performed better in large cities when combined with the weighted N-point modified exponential method. In terms of spatial error patterns, the household-size approach exhibited positive spatial autocorrelation, indicating spatial clustering of similar errors, while no clear spatial clustering was observed for the marital-status approach. Error decomposition and correlation analyses further showed that assumptions about future headship rates and total population, changes in the growth trend of small households, and regional population size were closely associated with regional differences in projection errors. This study demonstrates the applicability and limitations of extending the headship-rate method to small-area household projections and suggests that projection methods should be selected flexibly according to regional characteristics and policy purposes.

Key Words : Small area, Household projection, Headship rate method, Modified exponential method, Household structure change

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

I. 서론

2020년대 들어 우리나라는 총인구가 감소하는 가운데 수도권 중심의 인구증가 지역과 지방의 인구감소 지역 간 격차가 심화되고 있으며, 그에 따라 지방소멸론이 대두되었다. 그러나 인구와 달리 가구는 전국 대부분 지역에서 증가하고 있어 인구와 가구 변화 간 디커플링 현상이 나타나고 있다. 이는 1인 가구의 폭발적 증가로 인한 가구 구조 변화 때문으로, 2024년 기준 1인 가구가 약 36.1% (22,294천 가구 중 845천 가구)로 가장 높은 비중을 차지하고 있다(국가통계포털, kosis.kr). 이러한 현상은 인구를 중심으로 이루어진 전통적 공간정책 수립에 도전과제를 제기한다. 인구감소 지역에서도 1·2인 가구 급증으로 소형주택, 돌봄서비스 등 특정 수요는 오히려 증가할 수 있는 것이다. 즉, 인구감소 국면에서 정주기반의 유지 관리가 가구에 초점을 둘 필요가 있으며, 맞춤형 정책 수립을 위해서는 가구구조 변화를 면밀히 분석해야 한다.

가구와 관련하여 정책의 가장 중요한 관심사는 가구 수와 가구구조의 미래 변화라 할 수 있고, 이는 가구추계와 직결된다. 관련하여 우리나라의 정부 공식추계는 국가데이터처(구 통계청)에서 이루어지고 있는데, 전국 및 시도 수준에서 주기적으로 수행되고 있다. 그런데, 개별 가구에 보다 직접적으로 영향을 미치는 정책이나 계획은 중앙정부나 광역자치단체보다는 기초 지방자치단체에 의해 비롯된다. 예를 들어 도시기본계획이나 주거기본계획의 수립은 시군구 수준에서 이루어지며, 사회복지 서비스와 같은 특정 정책 역시 그러하다. 따라서, 인구나 가구의 변화 분석 역시 시군구 수준에서 이루어질 필요가 있다. 인구는 시군구별 추계가 광역자치단체를 중심으로 공식적으로 이루어지고 있는 반면 가구에 대한 분석이나 추계는 여전히 이루어지지 못하고 있다.

이 연구는 소지역 가구추계에 대한 필요성과 중대성이 커지고 있는 상황에도 불구하고 공식 추계가 부재한 실정을 개선하고자 하는 필요성에서 출발한다. 공식 추계와는 달리 학술연구에서는 최근 소지역 추계에 대한 관심이 늘어나고 있다. 인구추계의 경우 공식추계와 더불어 이미 국내외적으로 학술 연구가 다양하게 시도되고 있다(조대현·이상일, 2022; Wilson *et al.*, 2022; 구형모·강혜운, 2026). 학령인구 감소가 미치는 영향을 고려하여 소지역 단위의 학생 수 추계에 대한 연구도 늘어나고 있다(엄문영, 2015; 조대현, 2023). 우리나라에서 가구추계 관련 연구는 1990

년대 후반 이후 늘어나기 시작했다. 1997년 통계청은 가구추계 기법에 대한 연구를 수행하였으며(변용찬 등, 1997), 장영식 등(1998)과 김형석(2002)은 우리나라 전국의 가구를 가구주율법으로 추계한 바 있다. 2002년에는 중앙정부에 의한 전국 가구추계가, 2007년에는 시도별 가구추계가 처음 공표되었다. 가구추계에 대한 학술연구는 인구추계에 비해 상대적으로 부족한데, 이는 가구추계가 인구추계에 비해 훨씬 역동적이고 복잡한 특성이 있기 때문으로 볼 수 있다(이상일, 2012). 하지만, 인구는 감소하지만 가구는 여전히 늘어나고 있는 최근의 상황은 오히려 소지역 단위의 가구추계에 대한 연구의 시급성을 드높이고 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 그동안 주로 광역적인 공간 단위에서 적용되던 가구추계 기법을 소지역 단위로 확장함으로써 학술적인 측면에서, 그리고 정책적인 측면에서 가구 변화를 세밀히 이해하고, 나아가 효과적인 정책 수립에 기여하는 것을 궁극적인 목적으로 한다. 구체적으로 본 연구의 주된 목표는 현재 우리나라 공식 가구추계 기법인 가구주율법(headship rate method)에 주목하여 시군구 수준에 적용될 수 있는 프레임워크를 정립하고, 그 적용성을 분석하는 것이다. 이를 위해 먼저 선행연구를 리뷰하고, 연구방법 측면에서 가구주율법의 원리를 정리하여 소지역 가구추계 기법의 적용을 위한 시사점을 제시한다. 이어, 우리나라 시군구의 실정을 고려하여 가구주율법을 적용할 수 있는 추계 프레임워크를 정립하되 대안적인 실행 방법을 고안한다. 이어, 사례지역(대구·경북 시군구)을 대상으로 가구추계를 실시하고 실제 데이터와 비교함으로써 그 적용성을 검토한다.

II. 선행연구

가구추계(household projection)는 주어진 경험 데이터와 특정한 조건에 따라 미래의 가구 수 및 가구구조의 변화를 추정하는 것을 말한다. 가구추계를 위한 방법은 다양한데, 그간 다양한 글을 통해 그 분류와 세부 기법에 대해 정리된 바 있다(Bell *et al.*, 1995; 김형석, 2002; 이상일, 2012; 오진호, 2015; Keilman, 2018; 송창길 등, 2024). 가구추계 기법의 분류는 대부분 거의 유사한데, 크게 정태적 기법과 동태적 기법으로 구분하고 각각은 다시 거시적 기법과 미시적 기법으로 구분하는 방식이다. 정태적 기법은 가구의 속성을 각 시점 간에 비교하는 방식의 접

근이라면 동태적 기법은 가구의 속성이 변화해 가는 전이 특성에 토대하는 접근이라 할 수 있다. 거시와 미시는 추계의 단위에 따른 구분으로 거시적 기법은 집단을 대상으로, 미시적 기법은 개체를 대상으로 함을 의미한다. 가구주율법, 가구성향법(개인특성법)은 정태적 모형에, 생명표법, 가구전이율법은 동태적 모형에 속한다.

다양한 기법 가운데 정태적이며 거시적인 기법에 해당하는 가구주율법이 가장 널리 사용된다. 가구주율은 성이나 연령 등에 의해 구분되는 하위 집단의 전체 인구 중 가구주의 비율로 정의된다. 가구주율법은 요구되는 자료나 계산 과정이 상대적으로 단순하여 우리나라를 비롯해 미국 및 캐나다, 영국 등의 국가 공식 추계 기법으로 사용되고 있다(이상일, 2012; 송창길 등, 2024; 통계청, 2024). 가구주율법은 학술 연구에서도 여전히 주된 방법으로 다루어지고 있다. 전술한 것처럼 김형석(2002)은 전국 가구를 가구주율법으로 추계한 바 있으며, 이상일(2012)은 가구주율법을 비교적 단순화하는 방식으로 우리나라 시도별 장래가구추계를 위한 방법론을 제안하였다. 송창길 등(2024)은 보건복지 정책이라는 특정 분야를 대상으로 하는 가구추계를 수행하였는데, 역시 가구주율법을 바탕으로 전국 추계를 수행하였다.

물론 대안적인 가구추계 기법에 대한 연구도 이루어지고 있다. 예를 들어 이지혜·이철희(2024)는 돌봄서비스 수요 추정을 위한 가구추계를 수행하였는데, 패널 데이터를 토대로 가구유형별 전이확률을 이용하는 동태적 추계 방법의 적용을 시도하였다. 또한 문소현·이건학(2024)은 서울의 자치구 단위로 가구추계를 수행하였다. 소지역을 대상으로 할 뿐만 아니라 LSTM이라는 딥러닝 기법을 활용하였다는 점에서 새로운 시도로 평가할 만하다. 이 연구는 LSTM과 가구주율법을 비교하는 방식을 취했는데, 가구주율법의 경우 시도 가구추계를 구 단위로 배분하는 형태여서 소지역 가구주율법에 대한 면밀한 검토는 이루어지지 못했다.

가구주율법은 해외에서도 매우 오랜 역사를 가지고 있는데, 20세기 중반부터 널리 사용되어 왔다(Keilman, 2018). 전통적인 가구주율법 외에 이를 확장하는 연구들도 이루어졌는데, 예를 들어 전통적인 가구주율법이 남성 가구주와 여성 가구주를 단순 분리하여 추계하는데 반해, Mason and Racelis(1992)는 특정 연령대의 가구주와 그 배우자의 연령을 동시에 고려하여 적용하는 방안을 제시하였다. O'Neill and Jiang(2007)은 가구의 연령별-가구원수별 가구주율법을 산출하고, 그 값이 시간의 흐름에 따

라 변화하는 여러 방식을 비교하였다. 그 결과 경험 데이터에서 도출된 결혼, 출산 등이 가구주율의 변화와 연관되도록 하는 방법이 가장 의미있는 결과를 산출한 것으로 결론지었다. 가구주율법에서 벗어나 동태적 모형을 통해 가구추계를 시도한 연구도 있다. 예를 들어 Zeng *et al.* (2013)은 ProFamy라는 기법에 의거 결혼, 출산, 사망 등 인구학적 이벤트를 통해 인구 및 가구를 추계하고 있는데, 미국을 대상으로 주와 하위 지역 단위에 적용하는 연구를 수행하였다. Feng *et al.*(2020) 역시 ProFamy 기법을 사용하였는데, 카운티 수준에 적용함으로써 소지역에의 적용 가능성을 보고하였다. 이 두 연구에 공통적으로 사용된 기법은 일종의 다차원 모델이지만 자료 요구량이 크다는 점은 한계로 지적할 수 있다.

이상 선행연구 리뷰가 본 연구에 시사하는 점은 다음과 같다. 첫째, 국내외적으로 가구추계에 관한 연구와 공식 통계는 상당히 축적되어 있지만, 대부분 국가 또는 광역 단위에 집중되어 있어 시군구와 같은 소지역 단위에서의 연구는 아직 많지 않다. 특히 가장 보편적으로 사용되어 온 가구주율법조차 소지역 단위에서 직접 적용하고 그 성능을 검증한 사례는 매우 제한적이다. 둘째, 새로운 기법에 대한 연구가 있지만, 가구주율법은 국가 공식추계와의 연계성, 방법의 투명성, 데이터 구득 가능성, 실행 용이성 측면에서 여전히 중요한 의미를 가진다. 나아가 LSTM, 가구전이율법, ProFamy와 같은 새로운 방법을 적용하게 되더라도, 그 성능을 평가하기 위한 비교 기준으로서 가구주율법은 여전히 필요하다. 셋째, 소지역을 대상으로 하지만 다양한 실행 방식을 검토할 필요가 있다. 소지역 가구주율법에 대한 체계적인 검토가 없었던 만큼 전통적 집단 구분뿐만 아니라 대안적인 시도도 요구된다. 특히 가구구조의 변화는 가구원수별 가구의 변화와 직결되는 바 이를 적극 고려할 필요가 있다. 또한, 가구주율법이 정태적인 속성을 가지고 있긴 하지만 가구주율은 고정되기 보다는 시간의 흐름에 따라 변화되도록 하고, 그 방식 또한 다양하게 이루어질 필요가 있다.

III. 연구방법

1. 가구주율법에 의한 가구추계

이 연구에서 채택하는 주된 방법은 가구추계에 널리 사

용되고 있는 가구주율법이다. 앞서 살펴본 것처럼 가구주율법에 대해서는 그간 많은 연구가 수행되어 왔고, 따라서 그 방법론의 내용 역시 거의 안정화되어 있다. 가구주율법은 전체 인구 중 가구 수를 결정하는 가구주의 비율이 인구 집단에 따라 상당히 이질적이라는 데 주목한다. 즉, 가구를 형성하는 주체가 사람들의 특성에 따라 다르므로 가능한 그 차이를 잘 포착할 수 있는 형태로 집단을 구분하고 그 집단별로 가구주율을 산출, 적용할 때 추계의 정확도가 높아질 수 있다고 본다. 현재 우리나라 공식 가구추계에서는 가구주를 중심으로 집단을 구분하는데, 성과 연령 외에 혼인상태를 추가적으로 고려하고 있다. 연령은 5세 단위로, 혼인상태는 미혼, 유배우자, 사별, 이혼까지로 구분되므로 상당히 세부적이다. 이때의 가구주율은 예를 들어 ‘미혼인 30대 여성 인구 중 가구주의 비율’, ‘결혼한 40대 남성 인구 중 가구주의 비율’과 같다.

가구주율법에 의한 추계는 이런 집단별 가구주율을 경험 데이터로부터 산출한 후, 이를 미래 인구에 적용해 집단별 가구 수를 산출한다. 과거의 가구주율을 미래에도 그대로 적용하는 경우 해당 집단의 미래 인구만 주어지면 집단별 가구 수를 산출할 수 있다. 예를 들어 결혼한 40대 남성 인구 중 가구주의 비율이 70%이고, 미래에 결혼한 40대 남성 인구가 10,000명이라면 가구 수는 7천이 될 것이다. 하지만, 여기서 고려해야 할 점은 미래의 인구, 특히 혼인상태별 인구가 미리 주어져 있어야 하며, 또한 경험 데이터로부터 산출된 가구주율이 미래에는 변화할 수 있다는 점이다.

먼저, 미래의 성별-연령별 인구, 나아가 혼인상태별 인구의 설정은 다음과 같이 이루어진다. 우선 각 지역별 성별-연령별 인구는 통상 가구추계에 선행해서 수행되는 공식 인구추계의 결과를 활용한다. 예를 들어 우리나라는 시도별 인구추계를 먼저 수행한 후 그 결과를 가구추계에 투입한다. 이 추계인구(성별-연령별)로부터 혼인상태별 인구가 추정되는데, 우리나라 공식 가구추계는 이 과정에서 혼인상태 간의 전이확률을 추정, 적용한다. 즉 경험 데이터로부터 혼인상태 간 변화(예: 미혼 → 초혼, 유배우 → 이혼, 이혼 → 재혼, 유배우 → 사별, 사별 → 재혼 등)의 전이확률을 구축한 후, Lee-Carter, Li and Lee 모형 등을 토대로 그 값의 미래 변화를 추정한다(통계청, 2024). 미래의 전이확률이 설정되면 이를 추계 기준인구에 적용하여 다음 시기 혼인상태별 인구가 산출되는 방식이다. 가구주율법이 정태적인 추계기법이지만, 이 혼인

상태의 변화를 추정하는 부분은 동태적인 요소로 평가할 수 있다.

이어, 가구주율의 미래 변화를 설정한다. 현재의 가구 변화 특성을 고려하면 경험 데이터로부터 산출된 가구주율을 불변하는 것으로 가정하는 것은 불합리하다. 따라서 각 집단에서의 가구주율이 미래에 어떻게 변화해 갈 것인가를 설정할 필요가 있는데, 그 방법은 다양할 수 있다. 가구주율의 변화를 추정하는 방법은 크게 수학적 모델링, 경제적 모델링, 코호트 진행법으로 구분된다(Bell *et al.*, 1995). 앞서 살펴본 O'Neill and Jiang(2007)은 인구와 가구의 연령구조 변화, 결혼 및 출산과 같은 이벤트에 따른 변화 등을 고려하여 가구주율을 변화시키는 연구를 수행한 바 있다. 이는 코호트 진행법의 일환으로 볼 수 있는데, 상당히 다양한 데이터와 복잡한 연산을 요구한다는 점은 장애 요인이 된다. 우리나라 공식 가구추계에서는 수학적 모델링 기법을 활용하는데, 외삽법의 일종인 수정지수법(modified exponential method)을 사용하고 있다. 수정지수법의 원리에 대해서는 이상일(2012), 통계청(2024; 2025)에 잘 정리되어 있다. 이 기법은 과거 두 시점 간 가구주율의 변화가 증가하는지, 감소하는지 판단 후, 증가 비율 혹은 감소 비율을 미래에 지수적으로 누적 적용한다. 예를 들어 5년간 가구주율이 10% 감소하였다면 향후 5년간에도 기존 대비 10% 감소하고, 그 다음 5년간에도 직전 시점 대비 다시 10%가 감소하는 방식이다.

최근에는 외삽에 있어 과거 두 시점만을 사용하는 수정지수법에 의문을 제기하며 다수 시점을 활용하는 방안도 연구되고 있다. 예를 들어, Jeon and Kwon(2024)은 과거 두 시점(시점, 종점)간 변화율을 산출하는 틀을 유지하되 시점의 값을 설정함에 있어 여러 해의 데이터를 평균하여 활용하는 방법을 제시하였다. 예를 들어 과거 수년간의 가구주율을 가중평균한 값을 시점으로 사용하는 방법, 다수의 과거 데이터가 있을 때 회귀분석을 통해 추세선을 구하고, 시점과 종점의 값을 그 추세선 상의 기댓값으로 사용하는 방법 등을 제시하였다.

한 가지 더 지적할 것은 가구원수별 가구에 대한 것이다. 현재 우리나라 가구추계는 혼인상태 기반이므로 가구원수별 가구가 직접적으로 추계되지 않는다. 다만, 혼인상태 기반으로 가구 수가 추계되고 나면 가구원수별 가구의 비율을 고려하여 배분하는 방식을 택하고 있다. 하지만 선행연구(O'Neill and Jiang, 2007)에서처럼 가구원수 기반의 가구주율법의 적용이 가능하고, 현재까지 그

가능성에 거의 검토된 바가 없어 이 연구에서 이를 확인해 보고자 한다.

2) 소지역 가구 추계를 위한 프레임워크

위에서 살펴본 가구주율법은 규모가 큰 지역을 대상으로 적용되어 왔다. 하지만 주지하는 것처럼 시군구와 같은 소지역에서는 가용한 데이터가 부족하기도 하며, 시점 간의 가변성도 커져 안정적인 추계를 하기 어려워진다. 따라서 소지역 가구추계를 함에 있어 가구주율법의 기본 논리와 방법은 유지하면서도 소지역의 특성을 반영하고자 한다. 이는 크게 두 측면에서의 고려를 요구하는데, 첫 번째는 하위집단의 구성 및 미래 인구의 설정과 관련된 것이며, 두 번째는 과거 데이터로부터 산출된 하위 집단별 가구주율의 미래 변화와 관련된다.

먼저 하위 집단 구성과 관련해서는 가구주의 연령-혼인상태별 구분을 기본으로 하되 대안으로 연령-가구원수별 구분의 적용 가능성을 검토한다. 인구 규모가 작은 군 단위 지역에서의 가구 특성을 고려해 집단 구분을 세분화하지 않고 축소한다. 가구주의 연령은 15-29세, 30-39세, 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70세 이상의 6개 그룹으로 하며, 성별은 별도 구분하지 않는다. 혼인상태의 경우 배우자 있음과 없음으로 단순화한다. 혼인상태의 대안으로 고려하는 가구원수 기반 추계에서 가구원수별 구분은 1인 가구, 2인 가구, 3인 가구, 4인 이상 가구로 단순화한다. 이렇게 구분된 집단에 대해 인구수 대비 가구주율을 구해 가구주율을 산정된다. 하지만, 여기서 주의할 것은 가구원수별 가구와 관련된 인구(일반 가구원 수)에 대한 데이터는 연령별만 공개된다는 점이다. 예를 들어, 가구가 30-34세이면서 2인 가구에 해당하는 사람의 비율은, 30-34세이면서 2인 가구에 속하는 인구를 기준으로 하는 것이 아니라 30-34세 전체 인구를 기준으로 하게 된다는 점이다. 이는 우리나라의 데이터 공개 특성이기도 하지

만 선행연구에서도 동일한 방식을 사용한바 있다(O'Neill and Jiang, 2007).

가구추계를 위해 주어져야 하는 미래 인구(연령별)는 추계의 신뢰도나 국가 통계와의 일관성을 위해 공표된 시군구 인구추계를 활용한다. 이때 주의할 것은 집단별 가구주율 산출시 사용되는 인구가 센서스나 인구추계 상의 총인구가 아니라는 점이다. 혼인상태별 인구는 내국인만을 대상으로 하며, 가구원수별 인구는 일반 가구원만을 대상으로 한다. 따라서, 추계 기준 시점에서 구득 가능한 가장 최근의 데이터를 통해 총인구와 내국인 인구, 일반 가구원 인구 간의 비율을 파악하고, 이를 시군구 인구추계 값에 적용하여 활용하도록 하였다.

미래의 지역별 인구(연령별)가 설정되면, 연령-혼인상태별 가구추계에서는 미래 시점의 연령-혼인상태별 인구가 산출되어야 하고, 이는 다시 미래 시점에서의 혼인상태별 인구의 비율을 필요로 한다. 전술한 것처럼 국가나 시도추계에서는 다양한 혼인상태 간의 전이확률에 대한 모델링을 토대로 산출할 수 있지만, 시군구 수준에서는 이를 위한 데이터가 공개되지 않을 뿐만 아니라 시점 간의 가변성도 크다. 따라서 혼인상태를 배우자 있음과 없음으로 단순화할 뿐만 아니라 그 비율을 전이확률이 아니라 선행연구와 같이 수정지수법을 통해 추정하고자 한다(이상일, 2012).

이어 가구주율의 미래 변화와 관련해서는 소지역 추계에 가장 효과적인 방법을 모색한다는 면에서 4개의 대안을 설정, 비교 분석한다. 우리나라에서 공식적으로 사용하고 있는 수정지수법은 그대로 유지하지만 구체적인 적용 방식을 달리한다. 가장 최근에 시도된 시도 공식 추계에서는 2005년과 2022년 두 시점의 가구주율을 이용해 수정지수법으로 미래 변화를 추정하였다. 시군구는 행정구역의 잦은 변화로 인해 일관성 있는 데이터 구득 기간이 길지 않고, 또 시기 간 변화 폭도 클 수 있음을 고려하

표 1. 수정지수법의 4가지 대안

구분	적용 방법	비고
단기(최근 5년) 수정지수법	2015-2020년간 가구주율의 변화 기반	최근 변화에 민감
중장기(최근 10년) 수정지수법	2010-2020년간 가구주율의 변화 기반	장기 추세 안정형
가중 N-시점 수정지수법	2010년·2015년 가구주율의 가중평균-2020년 가구주율 간 변화 기반	과거 경향을 요약하면서도 최근 변화 고려
기간 가중 수정지수법	2010-2015년간 가구주율의 변화, 2015-2020년간 가구주율의 변화를 가중 평균	가구주율 변화의 속도 둔화·가속 반영

여 상대적으로 기간을 짧게 설정하였다. 요구되는 모든 데이터를 종합적으로 보자면 공통적으로는 5년 단위로 구득이 가능해 2010, 2015, 2020년까지를 경험 데이터로 활용하였다(표 2 참고).

수정지수법을 적용하는 4개의 대안은 단기간(2015-2020년)의 변화 방식(단기 수정지수법), 중·장기간(2010-2020년)의 변화 방식(중장기 수정지수법), 다시점 평균 대비 변화 방식(2010년과 2015년을 가중평균한 것과 2020년 간의 변화, 가중 N-시점 수정지수법), 다기간 변화 추세 방식(2010-2015년 간의 변화와 2015-2020년 간의 변화

에 대한 가중평균, 기간 가중 수정지수법)으로 설정하였다. 다시점 평균 대비 변화 방식은 선행연구(Jeon and Kwon, 2024)에서 좋은 결과를 보였던 것을 택한 것이며, 다기간 변화추세 방식은 기간에 따라 가구주율의 변화율이 달라질 수 있음을 고려한 것이다.

본 연구의 사례 지역은 인구학적 특성이 혼재되어 있는 대구광역시 및 경상북도의 모든 시군구를 대상으로 한다. 지역 간에 인구 규모나 산업 특성이 다양할 뿐만 아니라 도시는 물론 농·산·어촌, 도서 등 여러 유형의 지역이 포함되어 있다. 대구광역시로 통합된 군위군은 시군구 인

표 2. 가구주율법에 의한 가구추계를 위한 데이터

구분	데이터원	시점	출처
인구	미래 연령별 인구	대구광역시 시군구별 장래인구추계 경상북도 시·군 장래인구추계	2022-2024년
	연령별·혼인상태별 인구	성, 연령 및 혼인상태별 인구	2010, 2015, 2020, 2022-2024년
	연령별 일반 가구원 수	성, 연령 및 가구주와의 관계별 인구(일반 가구)	2010, 2015, 2020, 2022-2024년
가구	연령별·가구원수별 가구	가구주의 연령 및 가구원수별 가구(일반 가구)	2010, 2015, 2020, 2022-2024년
	연령별·혼인상태별 가구	가구주의 성, 연령 및 혼인상태별 가구(일반 가구)	2010, 2015, 2020, 2022-2024년

시군구 가구추계를 위한 연구 프레임워크

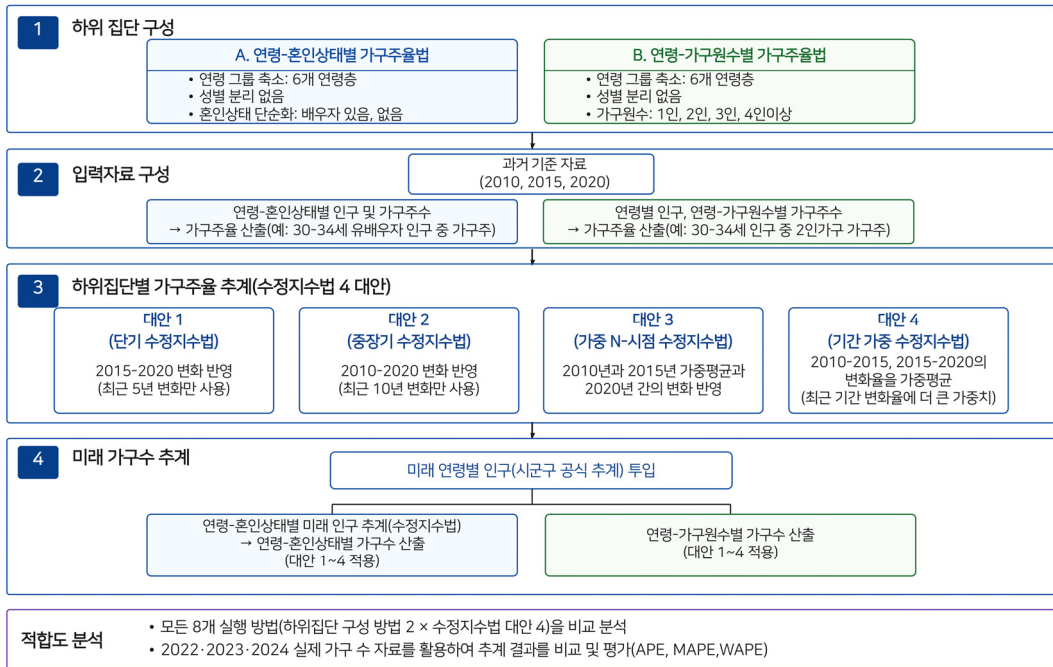


그림 1. 가구주율법에 의한 소지역 가구추계를 위한 실행 프레임워크

구추계 데이터와의 일관성을 위해 경상북도에 속하는 것으로 하였다. 2010~2020년까지의 경험 데이터를 바탕으로 시군구별로 미래(2022~2024) 가구 수를 추계하고, 실제 데이터와 비교하여 적합도를 평가하였다. 적합도는 시군구별 전체 가구 수를 기준으로 APE(Absolute Percentage Error)를 산출하고 다시 전역 평균 및 시도별 평균으로 요약하였다. 평균 지표로는 MAPE(Mean Absolute Percentage Error)와 시군구의 가구 규모를 가중치로 고려한 WAPE(Weighted Absolute Percentage Error)를 함께 사용하였다. 오차의 시기별 변동과 관련해서는 3년 평균 오차와 연도별 오차를 별도로 살펴보았다. 사용하는 데이터는 표 2와 같다. 이상 소지역 가구추계에 대한 내용을 도식으로 정리하자면 그림 1과 같다.

IV. 추계 결과 분석

앞서 설정한 가구주율법 추계 프레임워크를 실제 사례 지역에 적용하여 그 결과를 살펴보았다. 분석은 크게 세 단계로 진행되는데, 먼저 전역 및 시도 수준에서 하위집단 구성 방식 별로 네 가지 수정지수법의 평균적인 성능을 비교 분석한다. 둘째, 시군구 수준에서 가장 적절한 방법은 등질적인지, 그리고 오차의 크기는 어떤 패턴을 보

이는지 살펴본다. 셋째, 오차의 특성을 이해하기 위해 주요 요소별로 분해하고, 지역의 인구학적 특성과 어떤 연관성을 갖는지 살펴본다.

1. 전역적 분석

먼저, 소지역 가구주율법의 전반적인 성능을 살펴본 결과는 다음과 같다(그림 2). 혼인상태 기반추계와 가구원수 기반 추계에 대해 4가지 수정지수법의 적용 결과를 비교하였다. 분석 결과, 가장 우수한 방법의 토대로 하자면 MAPE 기준으로는 1.96%(혼인상태 기반 추계)과 3.92%(가구원수 기반 추계), WAPE 기준으로는 1.81%(혼인상태 기반 추계)과 2.21%(가구원수 기반 추계)로 나타났다. 이는 기존의 선행연구에 비추어 볼 때 상당히 유의미한 결과라 할 수 있다. 서울 자치구에 대해 LSTM과 전통적 기법을 비교한 선행연구(문소현·이건학, 2024)에서 3년 평균 MAPE는 약 8.4%, LSTM은 약 3.9%로 나타났다. 정부에서 수행된 2022년 기준 시도추계에서 2024년 대구광역시 추정 가구를 인구총조사 결과와 비교하면 약 2%의 오차가 있음을 고려하더라도 위 결과는 주목할 만하다. 이 연구를 통해 소지역에서도 가구주율법의 기본 원리를 따를 때 유의한 결과가 산출될 수 있음이 확인되었다.

혼인상태 기반 추계와 가구원수 기반 추계는 전역적인

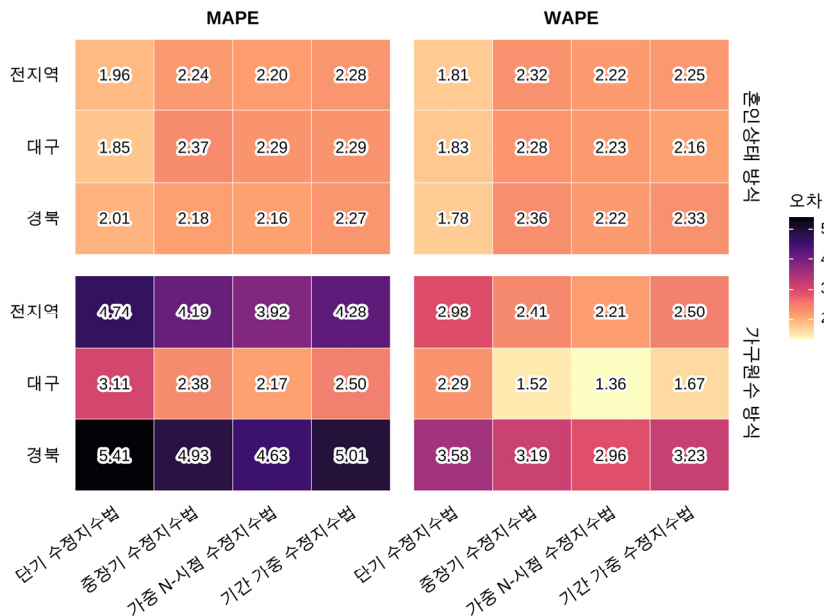


그림 2. 가구주율법 실행 방법별 전역적 오차

오차 수준과 4가지 수정지수법 간 비교에서 차이를 보였다. 혼인상태 기반 추계의 경우 전역 및 시도 수준에서 수정지수법 간 오차 차이가 상대적으로 크지 않았다. 전역적인 수준에서 4개 수정지수법 간에 평균을 산출하면 약 2.2%이었으며, 그 결과는 MAPE와 WAPE 모두에서 유사했다. 특정 수정지수법이 압도적으로 우수하다기보다는 전반적으로 유사한 성능을 보였는데, 이는 혼인상태를 단순화한 구분이 안정적으로 작동하고 있음을 시사한다. 수정지수법 가운데는 단기 수정지수법의 오차가 4방법의 평균 보다 약 10%(MAPE)~16%(WAPE) 정도 더 낮아 가장 우수한 성능을 보였고 기간 가중 수정지수법은 상대적으로 적합도가 낮았다.

반면 가구원수 방식의 추계는 혼인상태 기반 추계와 달랐으며, 수정지수법 간에도 상대적으로 차이가 더 크게 나타났다. MAPE 기준으로는 4 방법 평균이 약 4.3%, WAPE 기준으로는 2.5%로 나타났다. MAPE와 WAPE 모두 가중 N-시점 수정지수법의 오차가 4 방법 평균 보다 약 9%, 13% 정도 더 낮아 가장 우수했다. 혼인상태 기반 추계에서 우수했던 단기 수정지수법이 오히려 적합도가 가장 낮게 나타났다. MAPE와 WAPE를 비교하면 WAPE가 MAPE에 비해 상당히 낮은 값을 보였다. 이는 가구원수 기반 추계가 지역 간에 차별적으로 적용될 수 있음을 시사하는데 이는 아래에서 더 살펴본다.

혼인상태 기반 추계와 가구원수 기반 추계를 더 비교해

보면 MAPE와 WAPE에 따라 그 결과가 유사하면서도 일부 차이가 나타난다. 4가지 수정지수법에 대한 평균을 기준으로 MAPE에서는 혼인상태 기반 추계가 약 98% 더 우수한 반면 WAPE 방식에서는 17% 가량 더 우수했다. 즉, 전반적으로 가구원수 기반 추계 보다는 혼인상태 기반 추계가 시군구 수준에서 더 효과적으로 작동하는 것으로 나타났다. 그런데, WAPE 기준의 결과는 조금 더 면밀히 살펴볼 필요가 있다. WAPE는 시군구의 가구 규모를 가중치로 사용하기 때문에 대도시에서의 추계 결과가 미치는 영향이 크다. 전역적으로 보면 대부분의 경우에서 MAPE에 비해 WAPE의 값이 작다. 이는 대도시인 대구에서의 오차가 상대적으로 작은 경향을 반영하는데, 특히 가구원수 기반 추계에서 두드러진다. 결과적으로 전역적인 수준에서 혼인상태 기반 추계가 평균적으로 더 우수하지만 가중 N-시점 수정지수법과 같이 특정 방법에 따라서는 그 차이가 미미한 경우도 있다. 나아가 비록 단기간이지만 대구와 같은 대도시를 대상으로 하는 경우는 가구원수 기반 추계가 더 우수할 수도 있음은 주목할 만하다.

전반적인 성능 비교에 이어 2022년부터 2024년까지의 테스트 기간 동안 추계오차가 어떻게 변화하는지를 살펴 보았다(그림 3). 시기별 추세를 확인하는 것은 소지역 가구추계의 적용 가능성을 평가하는 데 중요하다. 단기적으로는 평균 오차가 작더라도 시간이 지남에 따라 오차가 빠르게 증가한다면, 해당 방법은 실무적 활용성이 제한

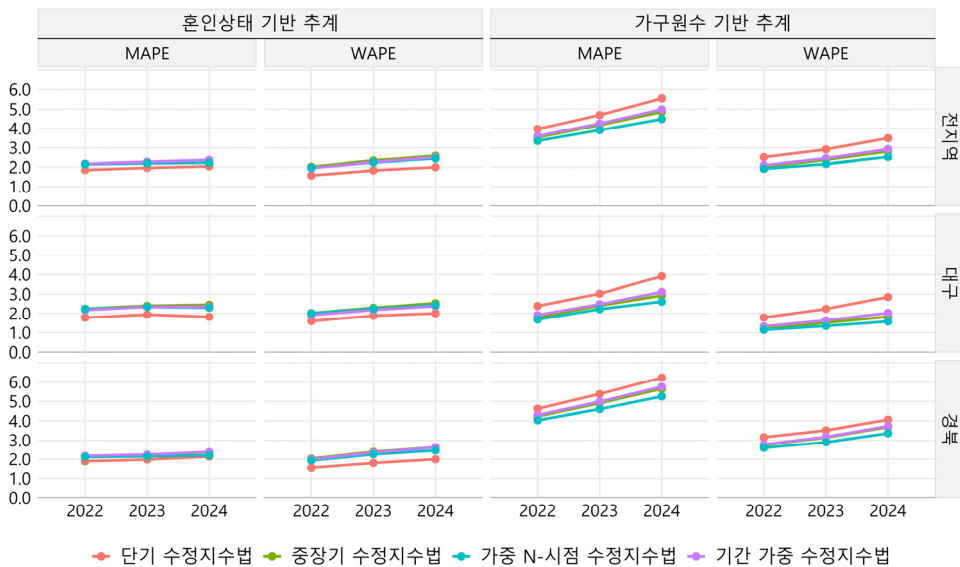


그림 3. 가구추계법 실행 방법별 오차의 변화

될 수 있기 때문이다.

혼인상태 기반 추계의 경우 연도별 오차 변화는 비교적 안정적이었다. MAPE와 WAPE 모두에서 2022년, 2023년, 2024년 사이의 변화폭이 크지 않았으며, 네 가지 수정지수법 간의 순위도 크게 흔들리지 않았다. 네 방법 평균 기준으로 2024년의 오차는 2022년에 비해 약 7% 늘어나는 수준이다. 이는 혼인상태 방식이 단기간의 추계에서는 비교적 안정적으로 작동할 수 있음을 보여준다. 물론 혼인상태별 인구구조 자체는 장기적으로 변화할 수 있으나, 본 연구에서처럼 같은 단기 범위에서는 그 변화가 총가구수 추계오차를 급격히 확대시키지는 않을 것으로 보인다.

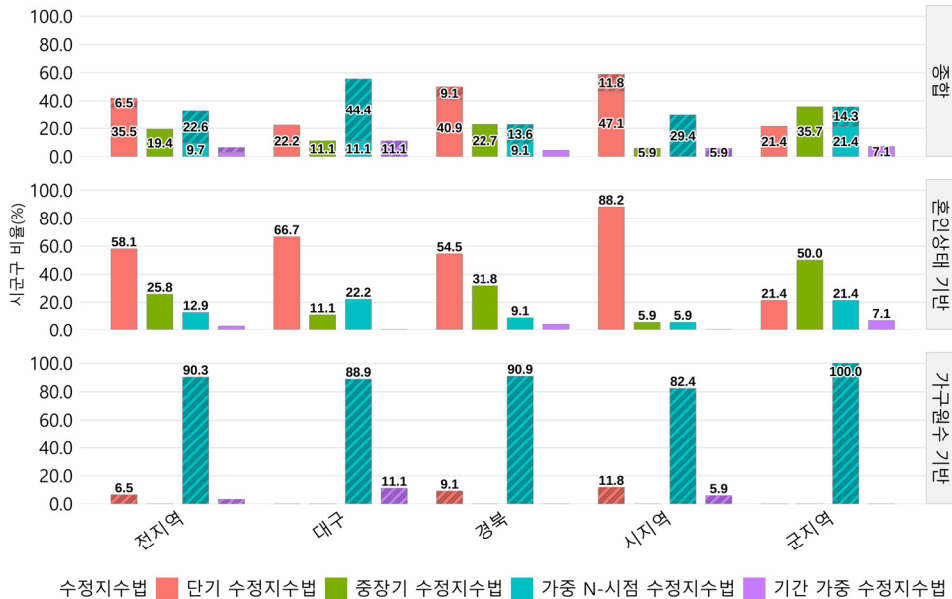
반면 가구원수 방식은 시간에 따른 오차 증가가 상대적으로 뚜렷하다. 특히 MAPE 기준에서는 2022년에서 2024년으로 갈수록 오차가 비교적 큰 폭으로 증가하는 경향이 확인된다. 가구원수 방식에서 가장 우수한 가중 N-시점 수정지수법은 WAPE에서의 변화폭이 상대적으로 크진 않아 가능성을 보여주지만 증가 추세는 부정하기 어렵다. 가구원수 방식은 실제 가구 규모 변화를 직접 반영한다는 장점이 있지만, 시간 경과에 따라 오차가 누적되면서 적합도가 빠르게 떨어질 수 있음을 보여준다.

정리해보자면, 전반적으로 가구주율법에 의한 가구추계는 소지역에서도 유의하게 적용될 수 있으며, 특히 혼

인상태 기반의 가구추계는 대부분의 상황에서 상당히 안정적으로 작동할 수 있음이 확인되었다. 가구원수 기반 추계는 혼인상태 기반 추계에 비해 대체로 오차가 더 크고, 시간에 따른 증가 추세가 뚜렷했으며, 지역에 따른 차이도 더 컸다. 하지만, 단기간에 걸쳐 대구와 같은 대도시를 대상으로 하는 경우는 가구원수 기반 추계가 더 우수할 수 있는 것으로 나타났다. 채택하는 수정지수법도 다소간의 차이를 드러냈는데, 혼인상태 기반 추계 보다는 가구원수 기반 추계에서 더 편차가 컸다. 따라서 소지역 가구주율법 추계는 지역과과 추계기법의 특성을 고려해 최적의 실행 방법을 설정할 필요가 있다.

2. 국지적 분석

사례지역에 대한 전역적인 분석에 이어, 각 시군구별 결과를 살펴보았다. 전지역 및 시도 수준에서 가장 우수한 방법이 확인되었더라도, 시군구 간에는 규모, 인구 및 가구 구조, 이들의 변화 경로가 상이할 가능성이 크다. 따라서 여기에서는 각 시군구의 특성에 따라 적합한 방식이 어떻게 나타나는지, 특정 공간적 패턴이 있는지를 살펴보고자 하였다. 혼인상태 기반 추계와 가구원수 기반 추계의 4가지 수정지수법에 대해 3년간의 평균적인 오차를



추계방식 □ 혼인상태 기반 ▨ 가구원수 기반

그림 4. 최적 추계 방법의 시군구별 분포

산정한 후, 각 시군구 입장에서 가장 우수한 방법을 선정하였다. 이때 혼인상태 기반 추계와 가구원수 기반 추계를 구분하지 않고 가장 우수한 방법, 혼인상태 기반 추계에서 가장 우수한 방법, 가구원수 기반 추계에서 가장 우수한 방법을 선정해 시군구 간의 차이를 종합적으로 살펴 보았다(그림 4).

분석 결과, 혼인상태 방식과 가구원수 방식 모두에서 시군구별 최적 방법은 동일하게 나타나지 않았다. 두 방식을 구분하지 않고 각 시군구 입장에서 가장 우수한 방법을 택하면 대구와 경북 전체에서는 혼인상태 기반의 수정지수법이 70% 이상의 시군구에서 더 적합했는데, 특히 단기 수정지수법이 35.5%를 차지해 가장 빈도가 높았다. 다음으로는 가구원수 기반의 가중 N-시점 수정지수법이 22.6%, 혼인상태 기반의 중장기 수정지수법이 19.4%로 나타났다. 지역별로 보면 대구에서는 가구원수 기반 가중 N-시점 수정지수법의 비율(44.4%)이 상대적으로 더 높은 반면 경북(13.6%)에서는 더 낮다. 시(시, 구) 지역에서는 혼인상태 기반 단기 수정지수법의 비중(47.1%)이 매우 높지만, 군 지역에서는 비교적 고른 비율을 보인다. 혼인상태 기반 추계만을 별도로 살펴보면 전체적으로 대부분 단기 수정지수법의 비중이 매우 높는데, 군 지역에서는 중장기 수정지수법의 비중이 더 높아 도시와 촌락 간에 적합도가 높은 방법에 차이가 나타났다. 이와 달리 가구원수 기반의 추계에서는 가중 N-시점 수정지수법의 적합도가 모든 지역 유형에 있어 압도적으로 높은 비중을 보였다.

정리해 보자면, 전반적으로 혼인상태 기반의 추계가 대부분의 시군구에서 가장 우수한 방법이지만, 대도시인 대구, 그리고 시 지역에서는 가구원수 기반의 추계가 우수한 곳도 상당했다. 혼인상태 기반에서는 단기 수정지수법이, 가구원수 기반 추계에는 가중 N-시점 수정지수법의 비중이 높아 수정지수법 간에도 차이가 나타났다. 군 단위 지역에서는 혼인상태 기반 수정지수법이 압도적으로 우수한 적합도를 보였지만 수정지수법 간에 비교적 고른 분포를 보였다. 이러한 결과는 시군구 가구추계에서 방법 선택이 단순한 평균 정확도의 문제가 아니라는 점을 보여준다. 혼인상태 방식에서는 최근 변화 반영이 중요하게 작용한 반면, 가구원수 방식에서는 과거 경향을 요약하고 변동성을 완화하는 방식이 더 효과적이었다. 즉, 하위집단의 성격에 따라 적절한 수정지수법의 형태가 달라진다. 이는 앞서도 살펴본 것처럼 소지역 가구주율 가구추계는 하위집단 구성과 가구주율 설정 둘 다 고려 사항이 됨을 재확인 시켜준다.

다음으로 WAPE 기준으로 전지역 평균에서 가장 우수했던 방법을 각 시군구에 적용하고, 시군구별 APE(3년 평균)의 공간적 분포를 살펴보았다. 분석 결과, 혼인상태 방식과 가구원수 방식은 시군구별 오차 분포에서 서로 다른 양상을 보였다(그림 5). 혼인상태 방식의 경우 지역별 오차가 비교적 분산되어 나타났으며, 특정 권역에 오차가 강하게 집중되는 양상은 제한적이었다. 이는 뒤에서 살펴볼 Moran's *I* 분석에서 혼인상태 방식이 음의 공간적 자기상관을 보인 것과도 연결된다.

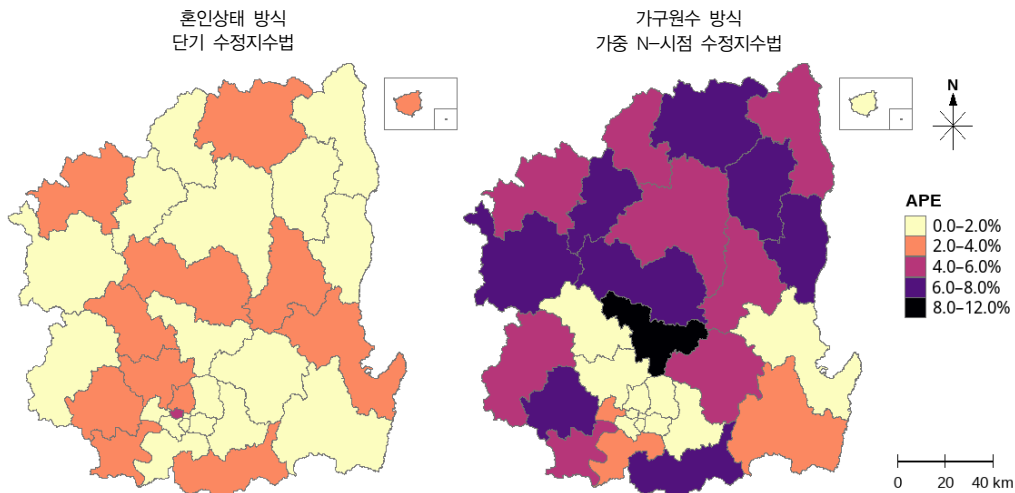


그림 5. 최적 추계 방법에 따른 시군구별 오차 분포

반면 가구원수 방식의 경우 오차가 공간적으로 더 뚜렷하게 구조화되어 나타났다. 지도상에서 일부 경북 지역은 상대적으로 높은 오차를 보였고, 대구의 구 지역은 낮은 오차를 보였다. 경북에서도 포항과 구미 등 규모가 큰 지역에서 오차가 낮게 나타나고 있다. 즉, 전술한 것처럼 가구원수 방식은 지역 간에 오차의 크기가 달리 나타났는데, 시군구 수준에서도 그런 경향성이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있다. 이는 가구원수별 가구구성 변화가 지역적 맥락과 밀접하게 관련되어 있음을 의미한다.

시군구별 오차 분포가 공간적으로 유의미한 패턴을 갖는지 확인하기 위해 Moran's I 분석을 실시하였다. 분석 대상은 전지역 WAPE 평균 기준으로 최적 방법에 따른 시군구별 APE(3년 평균)의 분포이다. Moran's I 분석 결과, 가구원수 방식에서는 양의 공간적 자기상관이 확인되었다. Moran's I 는 0.290으로 나타났고, p-value는 0.004로 통계적으로 유의하였다. 이는 가구원수 방식의 오차가 공간적으로 무작위 분포하지 않으며, 유사한 오차 수준을 갖는 지역들이 인접하여 나타나는 경향이 있음을 의미한다. 즉, 오차가 큰 지역 주변에는 오차가 큰 지역이, 오차가 작은 지역 주변에는 오차가 작은 지역이 위치하는 공간적 군집성이 존재한다. 반면 혼인상태 방식에서는 Moran's I 가 -0.166으로 나타났고, p-value는 0.231로 유의하지 않았다. 즉, 혼인상태 방식에서는 오차가 높은 지역에 오차가 낮은 지역이 인접하는 경향이 있지만 통계적으로 유의할 정도는 아니었다. 따라서, 혼인상태 기반의 가구추계는 시군구 수준에서 지역에 따라 큰 차별성 없이 고루 적용될 수 있는 방식이라는 것을 다시 한번 확인할 수 있다.

이러한 공간분석 결과는 소지역 가구추계의 개선 방향과 관련하여 중요한 의미를 갖는다. 특히 가구원수 방식에서 양의 공간적 자기상관이 확인된다는 것은 오차 발생이 인접 지역 간에 공유되는 구조적 요인과 관련될 가능성이 있음을 의미한다. 따라서 가구원수 방식의 개선을 위해서는 개별 시군구의 과거 변화율만이 아니라 주변 지역의 변화 패턴을 함께 고려하는 공간적 보정이 필요할 수 있음을 시사한다. 반대로 혼인상태 방식에서 유의하지 않았으나 음의 공간적 자기상관이 나타났다는 것은 오차가 주변 지역과 같은 방향으로 누적되기보다는 지역별 특수성이 더 크게 작용함을 의미한다. 이는 혼인상태 방식의 경우 공간적 평활화나 인접 지역 보정이 항상 효과적이지 않을 수 있음을 시사한다. 따라서 혼인상태 방식에서는 공간적 군집보다는 개별 지역의 혼인상태별 인구

구성 변화, 특히 배우자 있음·없음 비중 변화와 같은 지역 내부 구조를 보다 정밀하게 반영하는 방향의 개선이 필요하다.

3. 시군구별 오차 요인

오차의 패턴 분석에 이어 오차의 요인과 관련된 사항을 추가적으로 분석하였다. 이는 크게 두 가지 방식으로 이루어졌는데, 첫 번째는 전체 오차를 구성 요소 단위로 분해하는 것이고, 두 번째는 지역별 오차를 지역의 인구 및 가구 특성 요인과 연관지어 살펴보는 것이었다. 먼저, 오차 분해는 오차의 원인이라기보다는 어느 과정에서 오차가 상대적으로 크게 나타나고 있는지를 살펴보기 위함이다. 추계 가구(전체 가구 수)는 하위집단별 추계를 합산한 것으로, 그 오차는 하위집단별 추계과정에서 사용된 입력 요소들에 따른 차이가 누적된 결과로 볼 수 있다. 따라서 여기서는 전체 가구 수에서의 오차를 전체 인구 설정에서 비롯된 것, 각 하위집단별 인구 비율 설정에서 비롯된 것, 하위집단별 가구주율 설정에서 비롯된 것의 3요소로 분해하였다. 오차분해는 위 3요소를 하나씩 실제값으로 대체하여 추계결과에서 나타나는 변화를 파악하는 방식으로 수행하였다. 먼저 각 요소를 추계 상황과 동일하게 재현 후, 기준이 되는 전체 인구를 실제 인구로 바꾸어 추계한다. 이어, 기준이 되는 전체 인구의 하위 집단별 비율을 실제와 동일하게 바꾼 후 추계하고, 이어 가구주율 역시 실제와 동일하게 바꾸어 추계를 한다. 이 과정을 수행하면, 기준이 되는 전체 인구를 실제 값으로 바꾸었을 때 전체 가구 수의 변화가 산출되고, 다시 인구의 하위집단 비율 대체에 의한 변화, 가구주율 대체에 의한 변화가 산출되어, 3요소 각각에 의한 오차량을 파악할 수 있게 된다.

분석 결과는 다음과 같다(그림 6). 지역 간에 뚜렷한 차이는 없었는데, 대체로 가구주율에 기인하는 오차가 가장 큰 부분을 차지하고, 전체 인구에 의한 오차가 다음으로 나타났다. 전체 인구의 연령대별 비중이나, 각 연령대에서의 집단간 구성비에서의 오차는 상대적으로 크지 않았다. 혼인상태 기반 추계에서는 전체 인구에서의 오차와 가구주율에서의 오차가 유사하게 나타났다. 특히 가구원수 기반 추계에서는 설정된 가구주율에서의 부정확성이 오차의 대부분을 구성하는 것으로 나타났다. 이는 서로 연관된 두 가지 측면이 동시에 작용한 것으로 볼 수 있다. 먼저, 연령-가구원수별 가구주율 산출 시 분모에 해당

연령대의 전체 인구가 사용되는 것을 지적할 수 있다. 가구주율에 적용되는 인구의 값이 상대적으로 크기 때문에 가구주율의 설정이 크게 벗어나지 않아도 추계 오차는 커질 수 있는 것이다. 이는 연령별-가구원수별 인구 통계가 공개될 경우 일부 해결될 수 있는 부분이기도 하다. 다음으로는 혼인상태에 비해 가구원수별 유형이 4개로 세분된 점을 지적할 수 있다. 이는 분모는 전체 인구로 큰 상황에서 분자에 해당하는 유형별 가구원 수의 크기를 줄여가

가구주율의 불안정성을 높이는 요인이 된다. 한편, 혼인상태 기반 추계에서는 미래 가구주율 설정 뿐 아니라 전체 인구의 설정 역시 오차 감소에 기여할 것으로 기대된다.

이어, 두번째로 오차가 지역의 인구 및 가구 특성과 어떤 연관이 있는지를 살펴보았다(그림 7). 오차가 큰 지역과 작은 지역이 어떤 인구 및 가구 변화 특성을 갖는지를 살펴보기 위해, 시군구별 오차(3년 평균 APE)와 주요 관련 변수간의 Pearson 및 Spearman 상관계수를 검토하였

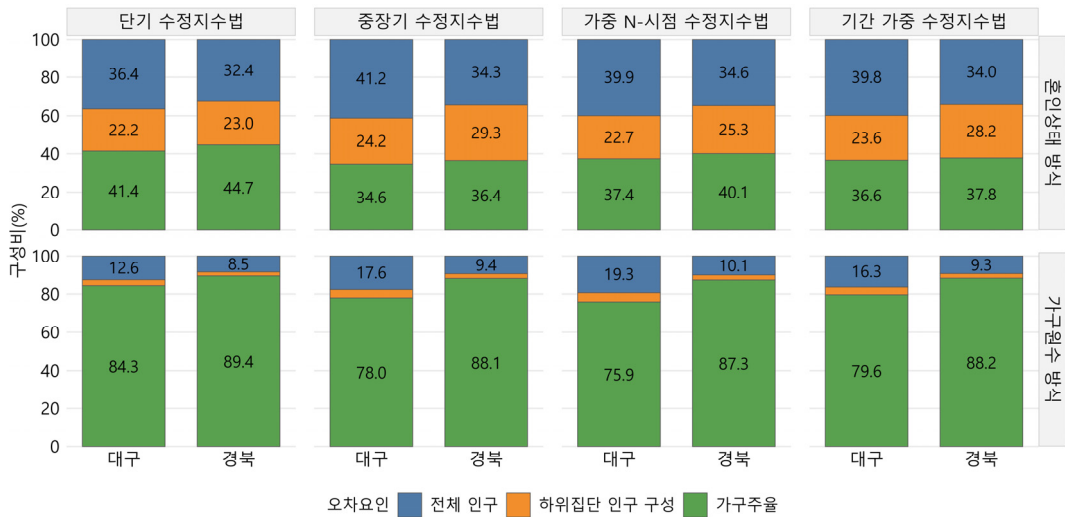


그림 6. 가구주율법 실행 방법별 오차 분해

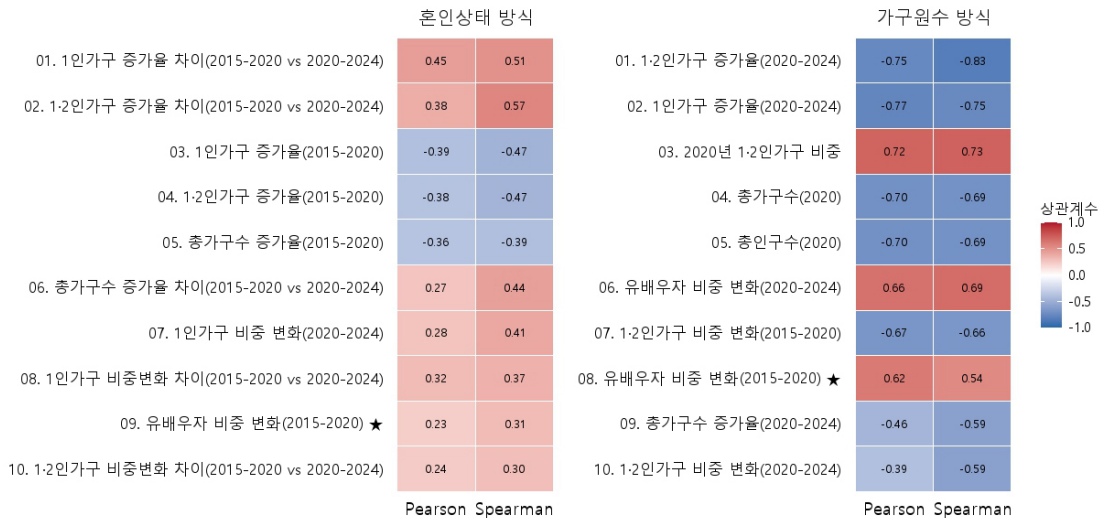


그림 7. 시군구별 가구추계 오차와 관련 변수와의 상관성

주) *(그림 속 별 표시)은 혼인상태 방식과 가구원수 방식 둘 다에 포함되는 변수를 나타냄.

다. 관련 변수로는 총가구 수, 총인구 수, 그리고 1인가구, 1·2인가구, 유배우자 가구 등에 대해 2020년의 값, 2015-2020년 증가율, 2020-2024년 증가율, 그리고 이 두 시기 간 증가율의 차이로 구성하였다.

분석 결과 소지역 가구추계의 오차와 관련된 변수는 크게 3가지 정도로 구분된다. 먼저, 가장 두드러진 요인은 소형가구의 변화 흐름이다. 혼인상태 방식에서는 2015-2020년과 2020-2024년 사이의 1인 가구 증가율 차이와 1·2인 가구 증가율 차이가 오차와 양의 상관관계를 보였다. 이는 과거 추세와 최근 추세 사이에 소형가구 증가 흐름이 크게 달라진 지역일수록 혼인상태 방식의 오차가 커지는 경향을 의미한다. 반면 가구원수 방식에서는 2020-2024년의 실제 1인가구 및 1·2인가구 증가율이 오차와 강한 음의 상관관계를 보였다. 최근 소형가구가 실제로 많이 증가한 지역일수록 가구원수 방식의 오차는 작아지는 경향이 있다. 추계 기준시점에서의 소형 가구 비중은 특히 가구원수 방식에서 중요한 요인으로 나타났다. 2020년 1·2인가구 비중은 가구원수 방식의 오차와 강한 양의 상관관계를 보였다.

이를 정리해보자면 수정지수법에 의한 가구추계는 소형가구의 증가 패턴을 포착하고 있지만 최근 안정화되고 있거나 급변하는 것과 같이 추세가 변화된 지역에서는 오차가 커짐을 알 수 있다. 즉, 소형가구 변화는 두 추계 방식 모두의 오차와 밀접하게 관련되는데, 혼인상태 방식은 과거 추세와 최근 추세 사이의 변화에 취약한 모습이다. 반면 가구원수 방식은 최근 소형가구 증가 패턴 자체는 비교적 잘 반영하고 있지만 이미 소형가구화가 진행된 지역의 구조적 수준이나 포화상태는 충분히 반영하지 못할 수 있음을 시사한다.

이어, 지역의 규모 역시 오차와 밀접하게 관련된다. 2020년 총가구 수와 총인구 수는 모두 가구원수 방식의 오차와 Pearson -0.70, Spearman -0.69의 음의 상관관계를 보였다. 이는 규모가 큰 지역일수록 오차가 작고, 규모가 작은 지역일수록 오차가 커지는 경향을 보여준다. 혼인상태 기반 추계에서는 총가구 수 증가율이 높을수록 오차가 작아지는 경향을 보여 역시 규모와 연관성을 드러내었다. 결과적으로 소지역은 인구학적 변동성이 크고 따라서 미래 불확실성 또한 크다는 점을 재확인할 수 있다.

마지막으로 혼인상태 변화도 오차와 관련되어 있었다. 가구원수 기반 추계에서 2020-2024년 유배우자 비중 증가는 Pearson 0.66, Spearman 0.69, 2015-2020년 유배우자 비중 증가는 Pearson 0.62, Spearman 0.54로 나타났

다. 혼인상태 기반 추계에서는 값이 크진 않았지만 유배우자 가구 비중 증가(2015-2020)가 양의 상관관계를 보였다. 이는 혼인상태 변화가 가구원수 변화, 특히 소형가구의 변화와 밀접하게 관련됨을 보여준다. 특히 가구원수 기반 추계에서의 오차를 해석할 때 혼인상태 변화도 보조적으로 고려할 필요가 있다. 요약하자면 혼인상태 방식은 최근 소형가구 증가 흐름이 과거와 달라지는 지역에서 취약하고, 가구원수 방식은 기준시점의 소형가구화 수준과 지역 규모에 더 민감하게 반응한다고 정리할 수 있다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 우리나라 공식 가구추계 방법론인 가구주율법을 소지역 가구추계에 적용하기 위한 프레임워크를 설정하고, 그 적용성을 실증적으로 검토하였다. 가구주율법은 전국 및 시도 수준의 장래가구추계에서 널리 활용되어 왔으나 시군구와 같이 규모가 작고 따라서 하위 집단별 변동성이 큰 소규모 지역에 대한 적용은 드물었다. 이 연구는 자료의 구득이나 계산 상의 용이성 등 가구주율법이 가진 강점을 살리면서도 소지역의 특성을 고려하여 완화된 가구주율법의 적용 가능성을 검토하고자 하였다. 따라서 이 연구에서는 소지역의 특성을 고려한 가구주율법의 실행 프레임워크를 제안하고, 사례지역에 대한 실제 관찰 데이터를 대상으로 추계를 실행 후 적합도를 분석하였다.

소지역의 특성을 고려하여 본 연구에서 제안한 가구추계 방법은 다음과 같다. 먼저 하위 집단에 있어 크게 두 가지 방식을 설정, 비교하였다. 하나는 전통적으로 사용되는 연령과 혼인상태 기반의 추계이며, 다른 하나는 연령과 가구원수 기반의 추계이다. 데이터의 구득 가능성 및 변동성 완화를 위해 하위 집단의 세부 구분은 가능하면 단순화하였다. 각 지역별로 미래에 해당하는 전체 인구는 광역자치단체의 공식 추계(시군구 단위)를 활용하되, 혼인상태별 인구는 복잡한 전이 과정을 사용하지 않고 수정지수법을 통해 추정한다. 미래 가구주율 설정에 참고가 될 과거 가구주율은 5년 단위로 3시점을 준비하되 필요에 따라 적절한 방식으로 활용하였다. 가구주율의 변화는 수정지수법으로 설정하되 4가지 종류의 대안을 설정, 비교하였다. 이상의 방식으로 대구·경북의 시군구를 대상으로 2022-2024년의 기간에 대한 가구추계를 시행하였으며 그 결과를 분석하여 적합도를 검토하였다.

분석 결과, 가구주율법은 시군구 수준의 소지역 가구추계에도 일정한 적용 가능성을 보였다. 최적방법 기준으로 혼인상태 방식은 MAPE 1.96%, WAPE 1.81%, 가구원수 방식은 MAPE 3.92%, WAPE 2.21%로 나타났다. 이는 소지역에서도 가구주율법의 기본 원리를 적용할 경우 의미 있는 수준의 추계 정확도를 확보할 수 있음을 보여준다. 다만 혼인상태 방식은 전반적으로 오차가 낮고 연도별 변화가 안정적인 반면, 가구원수 방식은 MAPE 기준 오차가 더 크고 연도별 증가추세이지만 대도시에 대한 단기간 추계에서 우수한 성능을 보였다.

수정지수법의 적용에서 두 방식은 차이를 보였다. 혼인상태 방식에서는 단기 수정지수법이 가장 우수했다. 반면 가구원수 방식에서는 가중 N-시점 수정지수법이 가장 우수하였다. 이는 혼인상태 방식에서는 최근 변화가 단기 추계와 잘 연결되는 반면, 가구원수 방식에서는 소지역의 변동성을 완화하기 위해 과거 경향을 요약하는 방식이 더 안정적으로 작동함을 의미한다. 각 시군구 수준에서 최적 방법은 지역에 따라 달랐다. 전체적으로는 혼인상태 기반 방법이 다수 지역에서 우수했지만, 대구와 같은 대도시 및 일부 시 지역에서는 가구원수 기반 가중 N-시점 수정지수법이 우수한 경우도 나타났다. 반대로 군 단위 지역에서는 혼인상태 방식이 상대적으로 안정적이었다. 오차 분포의 공간 패턴도 두 방식의 차이를 보여준다. 시군구별 오차 분포에서 혼인상태 방식은 뚜렷한 공간적 군집성이 확인되지 않아, 개별 지역 내부의 인구 구성 및 가구주를 변화가 더 중요하게 작용할 가능성이 있다. 반면 가구원수 방식의 오차는 양의 공간적 자기상관을 보여 인접 지역 간 유사한 오차가 군집되는 경향이 있었고, 이는 가구원수 구조 변화가 광역적·국지적 맥락과 관련될 수 있음을 시사한다.

오차의 특성을 이해하기 위해 오차를 3가지 요소로 분해하고, 또 지역의 인구학적 변수와의 상관성을 분석하였다. 오차분해에서는 두 방식 모두 가구주율 설정에서 비롯되는 영향이 컸는데, 혼인상태 기반 추계에서는 전체 인구 설정에 연관되는 오차도 컸다. 가구원수 방식에서는 가구주율 요인이 오차의 대부분을 차지하였는데, 이는 하위집단 세분화 및 가구주율 산출 방식의 특성과 연관된 것으로 판단되었다. 오차의 지역 특성을 보면, 혼인상태 방식의 오차는 소형가구 증가 흐름이 과거 추세에서 벗어나는 지역에서 오차가 커지는 경향을 보였다. 가구원수 방식의 오차는 기준시점의 소형가구화 수준이 높고

지역 규모가 작을수록 커지는 경향을 보였다.

종합하면, 가구주율법은 시군구 수준에서도 활용 가능하지만, 그 성능은 하위집단 구성 방식, 수정지수법 적용 방식, 지역의 인구·가구구조 특성에 따라 달라진다. 혼인상태 방식은 평균적으로 안정적이고 다수 지역에서 우수하지만, 최근 소형가구 증가 흐름이 과거와 달라지는 지역에서는 한계가 있다. 가구원수 방식은 대도시와 규모가 큰 지역에서 활용 가능성이 높고 정책 수요와 직접 연결된다는 장점이 있지만, 시간에 따른 오차의 확대 경향이 뚜렷하고, 기준시점의 소형가구 비중, 지역 규모, 공간적 군집성에 민감하다. 따라서 소지역 가구추계에서는 두 방식을 경쟁적 대안으로만 보기보다, 하위집단 구성 방식 지역 규모와 도시·농촌적 성격, 가구구조 변화의 안정성을 함께 고려하여 선택적 또는 보완적으로 활용할 필요가 있다.

본 연구의 결과는 학술적·정책적 측면에서 함의를 갖는다. 학술적으로는 전국 또는 시도 수준에서 안정적으로 활용되어 온 가구주율법을 시군구 수준으로의 확장 가능성을 면밀히 검토하였다는 의의가 있다. 소지역에서도 가구주율법을 적용하는 프레임워크가 잘 설정되면 유의미하게 활용될 수 있음을 파악하였다. 특히 하위집단 구성 방식, 수정지수법의 기준 기간, 과거 추세 반영 방식, 공간적 오차 패턴이 소지역 가구추계의 성능에 중요한 영향을 미친다는 점을 확인하였다. 정책적으로는 시군구 단위의 가구 변화가 주거, 복지, 돌봄, 교통, 생활SOC 등 다양한 정책 수요와 연결된다는 점에서 소지역 가구추계의 필요성과 활용 가능성을 보여준다. 특히 1인가구 및 1·2인가구 증가, 유배우자 비중 변화, 지역 규모의 차이는 지역별 정책 수요를 예측하는 데 중요한 기준이 될 수 있다.

다만 본 연구에는 몇 가지 한계가 있다. 첫째, 하위집단을 세부적으로 구성하는 다양한 방식 중에 일부만을 대상으로 분석하였다는 점이다. 향후, 연령·혼인상태, 가구원수 등에 있어 다양한 방식의 집단 구성에 따른 추계 결과의 변동 특성을 연구할 필요가 있다. 둘째, 사례지역이 대구·경북으로 제한되고 검증기간이 짧아서 장기 추계에서의 성능을 평가하기에는 한계가 있다. 대구·경북의 지역 특성이 상당히 다양하긴 하지만 향후 여타 지역으로 확장해 일반화를 시도할 필요가 있다. 셋째, 오차의 패턴에 대한 분석은 탐색적이고, 2020~2024년의 실제 변화 변수를 활용하는 사후 진단의 성격이 있어 한계가 있다. 추후, 오차 패턴에서 파악된 특성, 예를 들어 가구주율의 변화를 추정하는 방법, 공간적 상관성 고려 등에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 구형모·강해운, 2026, “딥러닝 기반 시공간적 인구 동태 통합을 통한 소지역 인구 추계,” 2026년 한국도시지리학회 춘계학술대회 자료집, 49-51.
- 김순영, 2019, 「소지역 추정 기법의 최신 동향 연구」, 통계청 통계개발원.
- 김형석, 2002, “가구주율법에 의한 장래가구추계,” 조사연구, 3(1), 65-90.
- 문소현·이건학, 2024, “딥러닝 방법을 이용한 소지역 단위 장래가구추계 모델링: 다변량 LSTM 모델을 통한 서울시 자치구별 가구추계,” 대한지리학회지, 59(6), 790-801.
- 변용찬·장영식·김유경, 1997, 「가구 추계 기법, 1995 인구주택총조사 종합분석사업 보고서」, 통계청.
- 송창길·오진호·고경표, 2024, 「장래가구추계 모형 구축」, 한국보건사회연구원.
- 엄문영, 2015, “유·초·중등교육 학생수 추계 방법 개선방안 연구,” 교육행정학연구, 33(4), 205-231.
- 오진호, 2015, 「다양한 장래가구추계 최신 동향 검토」, 통계개발원.
- 이상일, 2012, “우리나라 시도별 장래 가구 추계: 시론적 연구,” 지리교육논집, 56, 1-16.
- 장영식·변용찬·김유경, 1998, “우리 나라에 적합한 가구 추계방법에 관한 연구,” 한국인구학, 21(1), 129-161.
- 조대현, 2023, “우리나라 시군구 초·중등학교 학생 수 추계 방법 비교 분석: 대구·경북을 사례로,” 한국지리학회지, 12(3), 491-508.
- 조대현·이상일, 2022, “우리나라 소지역 인구추계를 위한 방법론 비교 분석,” 한국지도학회지, 22(2), 51-67.
- 통계청, 2024, 장래가구추계(시도편): 2022~2052년 보도 자료.
- 통계청, 2025, 「장래가구추계 이용자용 통계정보보고서」, 통계청.
- Bell, M., Cooper, J. A., and Les, M., 1995, *Household and Family Forecasting Models: A Review*, Canberra: Department of Housing and Regional Development.
- Feng, Q., Wang, Z., Choi, S., and Zeng, Y., 2020, Forecast households at the county level: An application of the ProFamly extended cohort-component method in six counties of Southern California, 2010 to 2040, *Population Research and Policy Review*, 39, 253-281.
- Jeon, S. and Kwon, T. Y., 2024, N-point modified exponential model for household projections in Korea using multi-point register-based census data, *Communications for Statistical Applications and Methods*, 31(4), 377-391.
- Keilman, N., 2018, Family projection methods: A review, in Scheon, R.(ed.), *Analytical Family Demography*, Berlin: Springer, 277-301.
- Mason, A. and Racelis, R., 1992, A comparison of four methods for projecting households, *International Journal of Forecasting*, 8(3), 509-527.
- O'Neill, B. C. and Jiang, L., 2007, *Projecting U.S. Household Changes with a New Household Model*, IIASA Interim Report IR-07-017.
- 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, 865-898.
- Zeng, Y., Land, K. C., Wang, Z., and Gu, D. 2013, Household and living arrangement projections at the subnational level: An extended cohort-component approach, *Demography*, 50(3), 827-852.
- 통계청, 국가통계포털, <https://kosis.kr>
- 교신 : 조대현, 41566, 대구광역시 북구 대학로 80, 경북대학교 사범대학 지리교육과(이메일: dhcho@knu.ac.kr)
- Correspondence: Daeheon Cho, 41566, 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, South Korea, Department of Geography Education, Kyungpook National University (Email: dhcho@knu.ac.kr)
- 투고접수일: 2026년 6월 1일
심사완료일: 2026년 6월 23일
게재확정일: 2026년 6월 25일