

지역별 온열질환 발생과 정신건강 간 관계 및 사회경제적 요인 분석*

Analysis of Regional Relationships among Heat-Related Illness Incidence, Mental Health and Socioeconomic Factors

오 후** · 신지영***

Oh, Hoo · Shin, Ji-Young

Abstract

Extreme heatwaves driven by climate change have emerged as a major public health threat to cities and local communities, affecting not only physical health but also mental well-being. Despite growing attention to these impacts, empirical studies that systematically examine regional differences in heat-related mental health outcomes and their socioeconomic contexts remain limited. This study investigates how the relationships between heat-related illness incidence and mental health outcomes vary across regions and examines the socioeconomic factors associated with these variations using a spatial analytical approach. Using data from 229 local governments in South Korea, a multi-step spatial analysis was conducted. First, a Geographically Weighted Regression (GWR) model was applied to estimate the region-specific effects of heat-related illness incidence rates on major mental disorder incidence rates and age-standardized suicide rates. Second, the GWR-derived local coefficients were treated as dependent variables in spatial regression models to identify socioeconomic factors associated with regional differences in these effects. The results reveal clear regional variation in the associations between heat-related illness incidence and mental health outcomes. The effects on major mental disorder incidence rates were most pronounced in the northwestern metropolitan area, while the effects on age-standardized suicide rates were stronger in southern rural regions. Furthermore, stronger effects on mental disorder incidence rates were significantly associated with a higher proportion of semi-basement and rooftop dwellings, whereas stronger effects on suicide rates were linked to higher proportions of agricultural, forestry, and fishery workers and higher unemployment rates. These findings indicate that the mental health impacts of heat-related illness are shaped by regional socioeconomic conditions rather than occurring uniformly across space. This study underscores the importance of region-specific climate adaptation strategies that integrate housing conditions, employment stability, and mental health support to strengthen local resilience under climate change.

주제어 기후변화, 폭염, 정신건강, 사회경제적 요인, 공간분석

Keywords Climate Change, Heatwave, Mental Health, Socioeconomic Factors, Spatial Analysis

1. 서론

전 세계적으로 폭염의 발생 빈도와 강도가 증가하면서 이에 따

른 사회적·경제적 피해가 지역사회 전반으로 확산되고 있다. 특히 폭염은 태풍, 홍수, 폭설 등 다른 기상재해와 달리 물리적 시설 피해보다 인명피해의 비중이 높다는 특징을 지닌다. 고온 노출은

* 본 논문은 한국환경연구원에서 기후에너지환경부의 수탁과제로 수행된 「국가 기후위기 적응대책 수립 및 주류화 지원(2025-001-01)」의 지원으로 작성되었습니다.

** Visiting Research Fellow, Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute (First Author: hoh@kei.re.kr)

*** Chief Research Fellow, Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute (Corresponding Author: sjirang@kei.re.kr)

인체의 열 스트레스를 증가시켜 열사병·열실신·열경련 등 다양한 온열질환을 유발하며, 심각한 경우 사망에까지 이를 수 있다(채수미 외, 2020).

우리나라에서는 2018년 기록적인 폭염을 계기로 폭염의 위험성이 본격적으로 인식되었으며, 이후 폭염은 법적으로 자연재난의 범주에 포함되었다. 현재 폭염은 기후위기 대응정책의 핵심의제로 자리 잡았고, 전국 지자체에서 추진 중인 기후위기 적응대책 중 폭염 관련 대책이 약 48%를 차지할 정도로 정책적 비중이 확대되었다(박진한, 2023). 이에 따라 폭염으로 인한 질병부담을 완화하고, 지역 차원의 전략을 마련하기 위한 논의 역시 확대되고 있다(양희진·윤희연, 2020).

최근에는 폭염으로 인한 영향이 신체적 건강문제를 넘어 정신건강 영역으로 확장되고 있다는 점에 주목하고 있다. 국제적으로는 2022년 IPCC 제6차 평가보고서에서 기후변화로 인한 불안과 스트레스를 설명하는 '기후불안(climate anxiety)' 개념이 처음 제시되었으며, 미국 질병예방통제센터(CDC) 역시 정신건강을 기후변화에 따른 주요 공중보건 이슈로 다루고 있다. 우리나라에서도 제3차 국가 기후위기 적응대책(2021)을 기점으로 기후재난으로 인한 정신건강 문제를 국가 차원의 기후위험으로 관리하기 시작하였으며, 기후변화에 따른 정신건강 영향 조사체계 구축 및 실태조사, 기후재난 트라우마 심리지원 등이 추진되고 있다. 국내의 다수 선행연구에서도 폭염 노출이 불안, 우울, 자살위험 증가 등 정신건강과 유의미한 관련성을 지닌다는 점이 지속 보고되고 있다(Padhy et al., 2015; Berry et al., 2018; Kabir, 2018; Thompson et al., 2023; 신지영 외, 2023; Gianfredi, 2024; 김진현, 2025).

그럼에도 불구하고 기후변화와 건강 영향의 연관성을 다룬 기존 연구들은 주로 감염성 질환이나 심혈관질환 등 신체적 건강 영향에 초점을 두어 왔다(신지영 외, 2023). 폭염으로 인한 열 스트레스가 기분장애, 우울감, 불안 등 정신건강 수준을 악화시키는 요인으로 작용할 수 있음이 제시되고 있으나(Padhy et al., 2015), 폭염이 정신건강 문제로 이어지는 구체적인 경로에 대한 분석은 상대적으로 제한적이다. 특히 열악한 주거환경, 불안정한 고용상태, 제한된 의료접근성, 고령화 등으로 인한 사회경제적 취약성이 정신건강 위험을 가중시킬 수 있음에도 불구하고(Chen et al., 2019; White et al., 2023; Janzen, 2025; 김진현, 2025), 이러한 맥락을 종합적으로 고려한 연구는 충분하지 않다. 즉, 폭염은 직접적인 고온 노출뿐만 아니라 야외활동 제한, 경제활동 위축, 사회적 고립 심화 등 사회경제적 요인에 기반한 간접적 경로를 통해서도 정신건강에 영향을 미칠 수 있음에도, 이를 체계적으로 분석한 연구는 드문 실정이다. 더욱이 다수의 선행연구에서는 폭염일수나 열대야일수와 같은 기후 노출 지표를 활용함으로써, 고온 노출과 그로 인해 실제로 발생한 건강피해를 구분하지 못하는 한계가 있다. 이러한 접근은 폭염 피해가 지역의

인구구조, 주거환경, 의료접근성, 사회경제적 조건 등에 따라 어떻게 다른지를 충분히 설명하는 데 제약이 된다.

이에 본 연구는 폭염이라는 기후 노출 그 자체보다는, 폭염으로 인해 실제로 발생한 건강피해의 결과인 온열질환 발생률에 주목한다. 온열질환 발생률은 단순한 고온 노출 수준을 반영하는 지표가 아니라, 지역의 사회경제적 여건 등이 종합적으로 반영된 인간 중심의 건강 결과 지표로 볼 수 있다. 본 연구는 이러한 온열질환 발생률이 정신건강 결과에 어떠한 영향을 미치는지, 그리고 그 영향이 지역별로 어떻게 다르게 나타나는지를 공간분석을 통해 규명하고자 한다.

구체적으로는 대한민국 229개 기초지자체를 대상으로, 온열질환 발생률이 주요 정신질환 발생률과 연령표준화 자살률에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 지리가중회귀모형(Geographically Weighted Regression, GWR)을 적용하여 지역별 영향 수준을 추정하고, 이후 GWR 분석을 통해 도출된 지역별 회귀계수를 종속변수로 설정하여 사회경제적 요인이 이러한 지역별 영향 차이와 어떠한 관련성을 지니는지를 공간회귀분석을 통해 검토하였다. 본 연구는 폭염으로 인한 건강피해인 온열질환과 정신건강 간의 관계를 지역 맥락 속에서 실증적으로 분석함으로써, 지역 차원의 맞춤형 기후적응 전략 수립과 회복탄력성 제고를 위한 정책적 시사점을 제공하는 데에 의의를 지닌다.

II. 선행연구 고찰

1. 폭염과 정신건강의 연관성에 관한 고찰

최근 기후변화와 정신건강 간의 연관성에 대한 사회적 관심이 증가하고 있다. 기후변화와 정신건강의 관계를 다룬 문헌고찰 연구에 따르면, 다양한 기후요인 중에서도 기온과 관련된 연구가 가장 활발히 수행되고 있는 것으로 나타났다(Charlson et al., 2021). 특히, 폭염과 같은 극한 고온은 불쾌감과 스트레스를 증가시키고 공격성을 높여, 신체적 폭력이나 살인과 같은 행동으로까지 이어질 수 있는 것으로 보고되고 있다(Anderson, 2001; Stevens et al., 2019). 또한 폭염으로 인해 야기되는 신체적 건강 악화나 경제적 어려움의 직접적인 경험은 정신적 부담을 가중시키며, 이러한 영향을 직접 경험하지 않더라도 관련된 정보를 접하고 문제를 인식하는 것만으로도 불안, 좌절감, 분노, 무력감과 같은 부정적 정서를 유발할 수 있다(Cisse et al., 2022; Clemens et al., 2022; Whitmarsh et al., 2022; 채수미 외, 2024). 이처럼 폭염이 정신건강에 미치는 영향은 단일 경로보다는 생리학적 반응, 인지적 평가, 사회적 환경변화 등이 상호작용하는 복합적 경로를 통해 광범위하게 나타난다(김진현, 2025).

폭염과 정신건강 간의 연관성은 국내외 다수의 실증연구를 통해 확인되고 있다. 국외 연구로는 Liu et al.(2021)이 메타분석을

통해 폭염과 정신건강 악화 간의 부정적 연관성이 다양한 연구에서 일관되게 나타남을 확인하였다. Padhy et al.(2015)은 폭염으로 인한 열 스트레스가 불안, 우울, 수면장애 등 기분장애 증상을 악화시키는 요인으로 작용함을 제시하였으며, Hansen et al.(2008)은 호주 사례를 통해 폭염 기간 동안의 온열 스트레스가 정신질환 이환율과 사망률을 증가시키는 것을 확인하였다. Burke et al.(2018) 역시 미국과 멕시코를 대상으로 한 분석에서 월평균 기온 상승이 자살률 증가와 통계적으로 유의한 연관성을 갖는다고 보고하였다. Thompson et al.(2023)은 일최고기온이 35℃ 이상으로 3일 이상 지속될 경우 정신질환으로 인한 입원율이 폭염이 없는 시기 대비 약 9.7% 증가함을 실증적으로 분석하였다. 아울러 Kabir(2018)과 Gianfredi et al.(2024)는 기후변화에 대한 위험 인식이 높을수록 우울, 불안, 스트레스 등 부정적 정서의 상대적 위험이 증가한다고 보고하였다.

국내에서도 기후변화와 정신건강을 주제로 한 연구는 점차 증가하는 추세를 보이고 있다. 신지영 외(2023)의 국내 연구동향 분석에 따르면, 관련 연구는 2015년 이전에 비해 뚜렷한 증가를 보이고 있다. Jang et al.(2023)은 우리나라 인구집단을 대상으로 기후불안 수준을 최초로 조사하였으며, 채수미 외(2023)는 해당 기후불안 척도를 활용한 성인 2,000명 대상 조사에서 90.8%가 기후변화로 불안을 느끼고 있음을 확인하였다. Hwang et al.(2024)은 기온 상승이 성인의 우울 증상 증가와 관련됨을 실증분석하였고, Park et al.(2025)은 실외온도 상승이 자살 시도 및 폭력 발생 증가와 연관됨을 분석하였다. 김진현(2025) 역시 기후변화 불안감이 클수록 자살 충동의 상대적 위험도가 높아지는 경향을 확인하였다.

이상의 선행연구들은 폭염이 단순한 물리적 건강피해를 유발하는 자연현상에 그치지 않고, 인간의 심리적 안정성과 사회적 적응 과정에까지 영향을 미치는 복합적 재난임을 시사한다. 그러나 국외 연구에 비해 국내에서는 폭염과 정신건강 간의 관계를 체계적으로 분석한 연구는 여전히 제한적인 실정이다. 또한 국가 차원의 기후변화 대응 과정에서 정신건강 문제가 본격적으로 고려되기 시작한 것은 비교적 최근의 일로, 관련 법률과 제도에서도 정신건강 영향에 대한 구체적 논의는 충분히 이루어지지 못하고 있다(채수미 외, 2023). 이러한 문제 인식 속에서 폭염으로 인한 온열질환 발생과 정신건강 간의 연관성이 어떠한 방식으로 나타나는지, 그 영향이 지역별로 어떻게 달라지는지, 그리고 어떠한 사회경제적 조건에서 강화되는지를 실증적으로 규명할 필요가 있다.

2. 폭염 피해와 사회경제적 요인에 관한 고찰

동일한 강도의 폭염이 발생하더라도 그 피해 양상은 지역의 물리적 환경, 사회경제적 구조, 개인과 지역사회의 대응역량 등에 따라 상이하게 나타날 수 있다(김기욱 외, 2020; 강수영 외,

2022; 오 후·원정훈, 2023). 특히 폭염으로 인한 건강 피해는 저소득층, 고령자, 사회적 약자 등 특정 집단에 집중되는 경향을 보이며, 이는 지역 간 피해 수준의 차이를 심화시키는 요인으로 작용한다(서정은·김홍순, 2024). 이러한 사실은 폭염이 단순한 기상학적 위험을 넘어, 도시의 사회적·공간적 조건과 결합되는 복합적 현상임을 시사한다.

이와 관련하여 Klinenberg(2018)는 1995년 미국 시카고 폭염 사례를 분석하며, 당시 폭염으로 인한 사망을 ‘사회적 죽음(social death)’으로 개념화하였다. 이를 통해 폭염 그 자체보다는 사회적 단절과 배제, 지역공동체의 붕괴가 폭염으로 인한 사망을 증폭시킨 요인임을 지적하며, 폭염 피해가 사회적 구조와 밀접하게 연관되어 있음을 강조하였다. 또한 Lindley et al.(2011)은 사회적 취약성과 기후변화 위험이 공간적 맥락과 밀접하게 연관되어 있음을 밝혔고, Chow et al.(2012)은 기온과 사회적 특성 간의 관계를 공간분석을 통해 검증하였다. 국내 연구에서도 채수미 외(2016)는 기후변화로 인한 건강 영향이 지역별로 상이하게 나타남을 확인하였으며, 전희정·강승엽(2021)은 지역의 건강 수준이 무작위적으로 분포하는 것이 아니라 공간적 상호 의존성을 통해 형성될 수 있음을 제시하였다. 서정은·김홍순(2024) 역시 자연환경, 사회환경, 도시환경 요인을 종합적으로 고려하여 폭염 피해의 지역적 분포를 기후정의 관점에서 논의하였다.

이상의 선행연구들은 폭염 피해가 지역의 인구구조, 주거환경, 복지 인프라 등에 따라 다르게 나타날 수 있음을 공통적으로 제시하며, 폭염 피해를 이해하기 위해서는 기후요인뿐 아니라 사회경제적 요인을 함께 고려할 필요가 있음을 시사한다. 이러한 맥락에서 Kovats and Hajat(2008)은 폭염 피해를 완화하기 위한 정책적 대응으로 주택 개선, 만성질환 관리, 노인 및 취약계층 돌봄 강화 등 다양한 사회적·제도적 개입의 필요성을 제시한 바 있다. Walker et al.(2011) 또한 기후적응이 효과적으로 이루어지기 위해서는 지역 및 인구집단의 특성을 반영한 맞춤형(localized) 전략이 필요함을 강조하였으며, 최예슬 외(2018)는 폭염 대응정책이 중앙정부 중심의 일괄적 접근보다는 지방정부나 시정부 단위의 로컬 수준에서 추진될 때 효과성이 높다고 제시하였다.

종합하면, 지역별 사회경제적 요인의 차이는 폭염 노출 수준과 회복 능력의 격차로 이어질 수 있으며, 이는 결과적으로 폭염 피해의 지역적 차이로 나타난다. 따라서 폭염이 미치는 영향을 분석할 때에는 단순히 기후·환경적 요인에 국한하기보다 사회경제적 맥락을 함께 고려할 필요가 있다. 그러나 현재까지의 연구는 지역별 폭염 취약성을 지수화하여 상대적 수준을 비교하는 연구가 대부분이다(Berry et al., 2018). 이에 따라 점점 더 심화되는 기후변화 상황 속에서 보다 효과적인 폭염 대응 전략을 마련하기 위해서는 단일한 평균효과 중심의 접근을 넘어, 지역 단위를 중심으로 사회경제적 구조와 특성을 반영한 공간 맞춤형 전략으로의 전환이 요구된다(Walker et al., 2011).

III. 분석 틀

1. 분석 방법

본 연구는 대한민국 229개 기초지자체를 공간 단위로 하여, 폭염으로 인한 건강피해를 반영하는 온열질환과 정신건강 간 관계를 지역별로 분석하고, 이러한 영향의 차이를 설명하는 사회경제적 요인을 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 분석 절차는 3단계로 구분된다(Figure 1).

1단계에서는 주요 변수들의 기본적인 분포 특성을 파악하기 위해 기술통계 분석과 공간분포 분석을 수행하였다. 아울러 정신건강 변수의 공간자기상관성(spatial autocorrelation)을 검증하기 위해 Moran's I 분석을 실시하였다. 일반적으로 Moran's I 값이 1에 가까울수록 양(+)의 공간자기상관성을, -1에 가까울수록 음(-)의 공간자기상관성을, 0에 가까울 경우 공간적 독립성을 의미한다(Anselin, 1995).

2단계에서는 지리가중회귀모형(GWR)을 적용하여 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 영향의 크기와 방향을 지역별로 추정하였다. GWR은 종속변수와 독립변수 간의 관계가 지리적 위치에 따라 달라질 수 있다는 점을 고려하여, 각 지역별로 국지적 회귀계수를 추정한다(Fotheringham et al., 2002). 이를 통해 지역 간 영향력의 차이와 공간적 패턴을 시각적으로 제시할 수 있다는 장점을 지닌다. GWR 분석에서 도출된 회귀계수는 각 지역에서 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 상대적 영향의 방향과 강도를 의미하며, 회귀계수의 값이 클수록 해당 지역에서 변수 간 관계가 상대적으로 강하게 나타남을 시사한다. 이러한 특성으로

인해 GWR은 종속변수와 독립변수 간 관계의 지역별 차이와 공간적 패턴을 분석하는 데에 활용되어 왔다(정기성·홍사흠, 2019; 김성아 외, 2023; 배웅규·김혜진, 2024; 이희연·노승철, 2024).

3단계에서는 GWR 분석을 통해 도출된 지역별 회귀계수를 종속변수로 설정하고, 각 지역의 사회경제적 요인을 독립변수로 하여 회귀분석을 수행하였다. 이는 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 영향의 지역별 차이가 어떠한 사회경제적 요인과 연관되는지를 탐색적으로 검토하기 위한 분석 단계이다. 기존모형으로는 공간적 상호작용을 반영하지 않는 일반회귀모형(Ordinary Least Squares, OLS)을 적용하였으며, 대안모형으로는 공간적 상호작용을 반영하는 공간시차모형(Spatial Lag Model, SLM)과 공간오차모형(Spatial Error Model, SEM)을 비교하였다. SLM은 종속변수 간의 공간적 상호작용을, SEM은 오차항에 존재하는 공간적 상호작용을 각각 반영하는 모형이다. 최종 모형 적합도는 AIC(Akaike Information Criterion), 로그우도(Log-likelihood), 결정계수(R-squared)를 종합적으로 고려하였으며, 일반적으로 AIC가 4 이상 감소하고, 로그우도와 결정계수가 증가할 경우 모형의 적합성이 향상된 것으로 판단한다(Anselin, 1995).

2. 분석 자료

앞서 제시한 분석 방법의 적용을 위해, 본 연구에서는 변수를 폭염으로 인한 건강피해, 정신건강 결과, 사회경제적 요인의 세 범주로 구분하여 선정하였으며, 모든 변수는 행정통계 및 공공데이터를 기반으로 구축하였다(Table 1).

먼저 폭염으로 인한 건강피해 변수는 국민건강보험공단에서 제공하는 시군구 단위 온열질환자 자료를 활용하여, 인구 십만 명당 발생 건수로 표준화한 온열질환 발생률(명/십만 명당)로 설정하였다. 온열질환은 폭염 노출로 인한 건강 영향을 직접적으로 반영하는 대표적인 결과 지표로, 폭염이 실제로 초래한 건강피해의 강도를 평가할 수 있다는 점에서 의의를 갖는다(채수미 외, 2020; 서정은·김홍순, 2024).

정신건강 결과 변수는 주요 정신질환 발생률(%)과 연령표준화 자살률(명/십만 명당)로 구성하였다. 주요 정신질환 발생률은 폭염이 정신적 건강 상태에 미치는 영향을 대표적으로 반영하는 지표로, 건강보험심사평가원에서 공개하는 주요 정신질환(ADHD, 불면증, 불안장애, 우울증, 조울증, 조현병)의 진료통계를 활용하였다. 연령표준화 자살률은 폭염과 같은 환경적 스트레스 요인이 극단적인 정신건강 결과로 이어질 수 있음을 반영하는 지표로, 한국생명존중희망재단에서 제공하는 지역별 자살현황 통계를 활용하였다. 이는 지역 간 연령 구조 차이를 통제함으로써 비교가능성을 확보할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

사회경제적 요인 변수는 선행연구를 바탕으로 주거환경, 사회

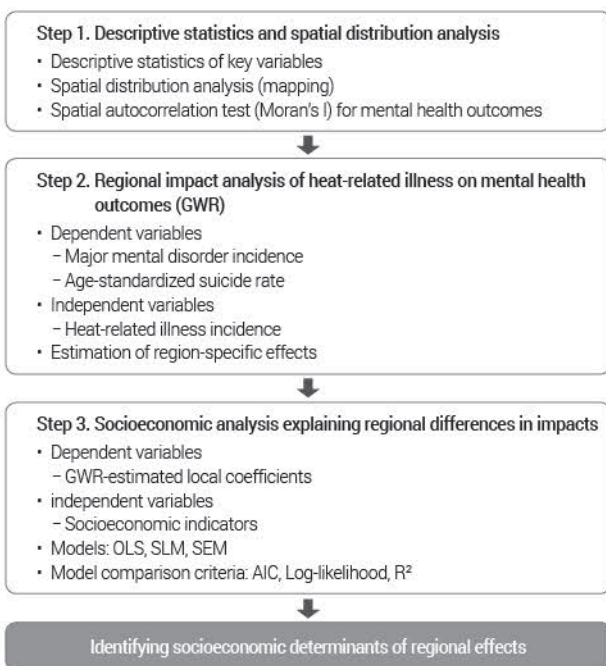


Figure 1. Analytical framework

Table 1. Variables used in the analysis

Category	Variable (unit)	Data source (year)
Heat-related health impact	Heat-related illness incidence rate (per 100,000 population)	National Health Insurance Service (2023)
	Major mental disorder incidence rate (%)	Health Insurance Review & Assessment Service (2023)
Mental health outcomes	Age-standardized suicide rate (per 100,000 population)	Korea Foundation for Suicide Prevention (2023)
	Employment in agricultural, forestry, and fisheries (%)	Ministry of Employment and Labor (2023)
Socioeconomic factors	Semi-basement and rooftop dwellings (%)	Statistics Korea (2020)
	Elderly single-person households (%)	Statistics Korea (2023)
	Single-person households (%)	Statistics Korea (2023)
	Multicultural households (%)	Ministry of the Interior and Safety (2023)
	Basic livelihood security recipients (%)	Korea Social Security Information Service (2023)
	Unemployment rate (%)	Statistics Korea (2023)

적 고립, 경제적 불안정성, 노동 구조 등 폭염에 취약한 계층의 특성을 반영하여 구성하였다. 구체적으로, 경제적 빈곤, 사회적 고립, 정보 접근성 제약 및 공공 지원체계 이용의 어려움 등으로 인해 대표적인 폭염 취약계층으로 활용되어 온 반지하·옥탑방 거주 가구, 독거노인 가구, 다문화가구를 활용하였다(최예슬 외, 2018; 김기욱 외, 2020; 강수영 외, 2022; 오 후·원정훈, 2023; 서정은·김홍순, 2024). 이와 함께 질병관리청의 직업별 온열질환 신고현황에 따르면, 매년 무직자와 농림어업 종사자가 주요 발생 집단으로 보고되고 있다. 이를 반영하여 옥외노동 노출 수준이 높고 계절적 소득 불안정성을 내포한 농림어업 종사자 비율, 경제적 불안정성과 사회적 스트레스 수준을 반영하는 실업률도 사회경제적 요인 변수에 포함하였다. 더 나아가, 최근 연구에서는 폭염 상황에서 사회적 고립과 정서적 지지 부족에 따른 생활 안전망의 취약성을 반영하는 지표로 1인가구 비율까지 활용하고 있어 본 연구에서도 포함하였다(박민호·김형규, 2021; 김선인·이달별, 2024; 이송주 외, 2025). 모든 변수는 지역 간 규모 차이를 고려하여 인구 또는 가구 단위로 표준화하였다.

IV. 분석 결과

1. 기술통계 및 공간분포 분석

주요 변수들의 기본적인 분포 특성과 지역별 공간 분포 양상을 파악하기 위해 기술통계 분석(Table 2)과 공간분포 분석(Figure 2)을 수행하였다.

분석 결과, 온열질환 발생률은 제주도와 남부 내륙 일부 지역에서 상대적으로 높게 나타났으며, 서귀포시(615.29), 경남 창녕군(412.14명/십만 명당) 등이 대표적이다. 반면 강원 산간 및 도서 지역(정선군, 인제군, 울릉군 등)에서는 상대적으로 낮은 발생률을 보였다. 정신건강 결과의 공간분포를 살펴보면, 주요 정신질환 발생률은 서울 종로구(25.8%)·강남구(18.8%), 대구 중구(18.9%) 등 서울 및 광역시를 중심으로 한 대도시 지역에서 상대적으로 높게 나타났다. 이에 비해 연령표준화 자살률은 충남 청양군(55.8명/십만 명당), 전북 임실군(50.2명/십만 명당), 충북 음성군(46.9명/십만 명당) 등 충청·전북·경북 농촌지역에서 높게

Table 2. Descriptive statistics of key variables

Category	Variable (unit)	Mean	S.D.	Min	Max
Heat-related health impact	Heat-related illness incidence rate (per 100,000 population)	50.8065	4.4570	0.0000	615.2946
	Major mental disorder incidence rate (%)	5.5411	0.2026	0.7207	25.7965
Mental health outcomes	Age-standardized suicide rate (per 100,000 population)	24.2555	0.4915	5.2000	55.8000
	Employment in agricultural, forestry, and fisheries (%)	0.2915	0.0243	0.0000	2.5663
Socioeconomic factors	Semi-basement and rooftop dwellings (%)	1.2246	0.1348	0.0751	11.0560
	Elderly single-person households (%)	13.5476	0.3903	4.7000	27.5000
	Single-person households (%)	37.1890	0.3427	17.9554	57.2813
	Multicultural households (%)	5.9621	0.1426	2.0440	12.3754
	Basic livelihood security recipients (%)	5.6328	0.1497	0.0144	12.2151
	Unemployment rate (%)	2.3035	0.0909	0.1000	6.2000

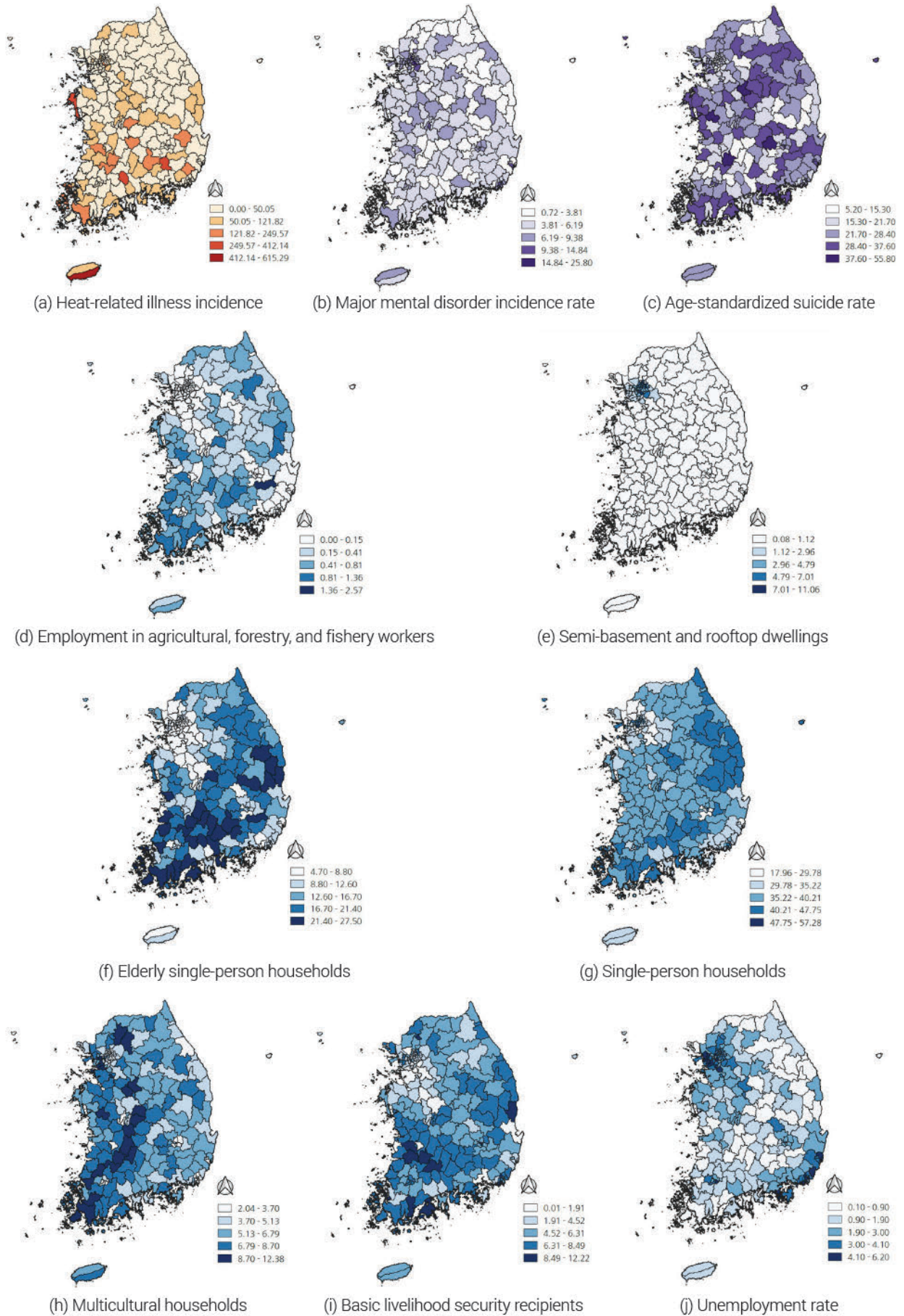


Figure 2. Spatial distribution patterns

나타나, 도시 지역과 상반된 공간적 분포 양상을 보였다. 사회경제적 요인의 공간분포를 살펴보면, 농림어업 종사자 비율은 부산 중구(2.57%), 경북 청도군(1.75%)·청송군(1.36%) 등에서 높게 나타났으며, 반지하·옥탑방 거주비율은 서울 광진구(11.06%)·강북구(9.87%), 경기 과천시(9.76%) 등 서울 및 수도권 지역에 집중되어 분포하는 경향을 보였다. 독거노인가구 비율은 경남 합천군(27.5%), 전남 고흥군(27.1%), 경남 의령군(26.8%) 등 고령화가 심화된 농촌지역에서 높게 나타난 반면, 1인가구 비율은 서울 관악구(57.28%), 부산 중구(54.83%) 등 대도시 지역에서 높게 나타나 도시 지역의 사회적 고립형 특성과 농촌 지역의 고령화 특성이 공간적으로 구분되어 나타남을 확인할 수 있었다. 다문화가구 비율은 전남 영암군(12.38%), 경기 시흥시(12.20%)·안산시(11.95%) 등 산업단지 인근에서, 기초생활수급자 비율은 부산 영도구(12.22%)·동구(12.17%)와 대구 남구(11.43%), 실업률은 인천 동구(6.2%)·부평구(6.0%), 서울 관악구(5.3%) 등 취약지역을 중심으로 높은 값을 보였다.

한편, 온열질환 발생률이 정신건강 결과에 미치는 영향을 분석하기에 앞서 종속변수의 공간자기상관성을 검증하기 위해 Global Moran's I 분석을 수행하였다(Figure 3). 그 결과, 주요

정신질환 발생률은 0.325, 연령표준화 자살률은 0.133으로 나타났으며, 두 지표 모두 유의수준($p < 0.01$)에서 유의한 양(+)의 공간자기상관성을 보였다. 이는 두 지표가 공간적으로 무작위 분포를 보이기보다는 일정한 군집 특성을 지니고 있음을 의미하며, 변수 간 관계를 분석함에 있어 공간적 특성을 고려한 분석 방법의 적용이 필요함을 시사한다.

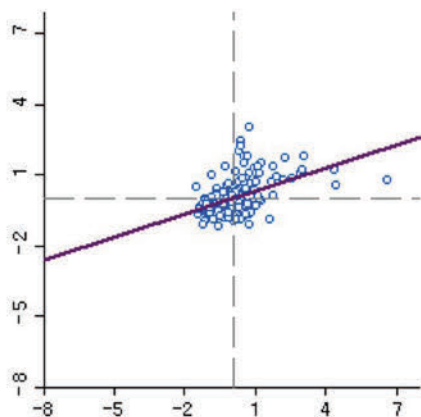
2. 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 지역별 영향 분석

앞선 공간분포 분석에서 주요 변수들의 지역별 특성과 분포 양상을 살펴보았다. 본 절에서는 지리가중회귀모형(GWR)을 적용하여 온열질환 발생률이 주요 정신질환 발생률과 연령표준화 자살률에 미치는 영향의 크기와 방향이 지역별로 어떻게 나타나는지를 분석하였다.

GWR 분석에 앞서 모형 적용의 타당성을 검토하기 위해 일반회귀모형(OLS)의 기본 가정인 오차 정규성과 이분산성 여부를 확인하였다(Table 3). 분석 결과, 두 종속변수 모두 오차의 정규성을 검증하는 Jarque-Bera 검정은 99% 유의수준에서 유의하게 나타난 반면, 오차의 이분산성을 검증하는 Koenker(Breusch-Pagan) 검정에서는 유의한 결과가 확인되지 않았다. 이는 OLS 모형이 전역적 평균관계를 추정하는 데에는 큰 문제가 없으나, 지역별 상이한 영향 구조와 오차의 공간적 차이를 충분히 설명하기에는 한계가 있음을 의미한다. 이와 함께 OLS 모형과 GWR 모형의 적합도를 비교한 결과에서도, GWR 모형이 OLS에 비해 설명계수(R-squared)가 높고 AIC 값은 낮게 나타나 더 적합함을 확인하였다.

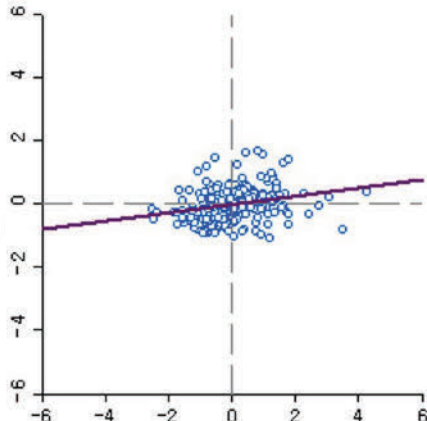
이에 GWR 결과를 중심으로 지역별 영향력을 해석하였다(Table 4). 분석 결과, 온열질환 발생률이 주요 정신질환 발생률에 미치는 지역별 회귀계수 범위는 $-0.0448 \sim 0.0746$ (평균 0.0043)으로 나타났다. 영향력은 수도권, 특히 서울·인천·경기 북서부 지역에서 상대적으로 강한 양(+)의 값을 보였는데, 이들 지역에서 온열질환으로 인한 열 스트레스가 불안, 우울 등

Moran's I: 0.325 (isolates in weights are removed)



(a) Major mental disorder incidence rate

Moran's I: 0.133 (isolates in weights are removed)



(b) Age-standardized suicide rate

Figure 3. Global Moran's I scatter plot

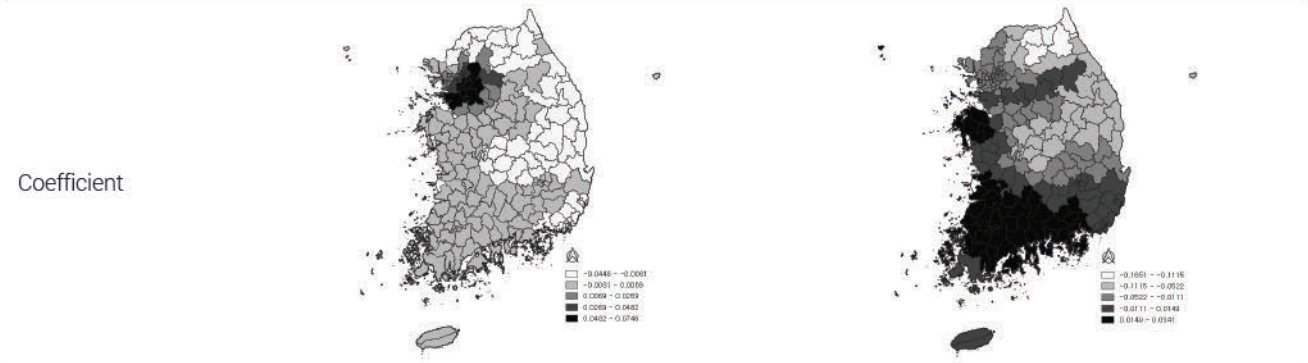
Table 3. Comparison of the result of model fit of OLS and GWR model

Variable	Major mental disorder incidence rate		Age-standardized suicide rate	
	OLS	GWR	OLS	GWR
R-squared	0.011	0.274	0.004	0.231
Adj R-squared	0.002	0.146	-0.005	0.119
AIC	1165.383	1142.58	1572.97	1553.52
Koenker (BP)	0.282		0.002	
Jarque-Bera	1275.61***		39.383***	

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Table 4. Results of GWR

Category	Major mental disorder incidence	Age-standardized suicide rate
Mean~Max	-0.0448~0.0746	-0.1651~0.0341
Median	-0.0040	-0.0132
Mean	0.0043	-0.0158



정신질환 발생률 증가와 밀접하게 연관될 가능성을 시사한다. 반면 강원 북부 및 일부 영·호남 지역에서는 음(-)의 영향이 확인되었으며, 이는 농촌 및 산간 지역에서의 의료접근성이나 사회적 응집성 수준에 따라 상이한 지역적 요인이 복합적으로 작용한 결과로 해석할 수 있다.

한편, 온열질환 발생률이 연령표준화 자살률에 미치는 지역별 회귀계수 범위는 -0.1651~0.0341(평균 -0.0158)로 나타났다. 주로 전남·경남·제주 등 남부 농촌지역을 중심으로 양(+의 값)이 나타났는데, 이는 이들 지역에서 온열질환 발생률이 연령표준화 자살률 증가와 연관되는 경향이 상대적으로 강하게 나타남을 의미한다. 반면 강원 북부 및 충청 일부 지역에서 음(-)의 값이 관측되었으며, 이는 이들 지역의 산업구조나 인구 규모 등에 따라 작용한 결과로 해석된다.

종합하면, 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 영향은 전국적으로 균등하지 않으며, 도시와 농촌 차이를 비롯한 지역의 도시 구조와 사회경제적 특성에 따라 영향력의 강도와 방향이 상이한 것으로 나타났다. 특히 일부 지역에서 관측된 음(-)의 회귀계수는 폭염 영향이 없거나 반대 방향으로 작용했음을 의미하기보다는, 온열질환과 정신건강 간 관계가 지역이 지닌 특성의 차이에 따라 서로 다른 결과로 전이될 수 있음을 보여주는 결과로 해석할 수 있다. 이러한 지역별 영향의 차이를 보다 체계적으로 이해하기 위해 다음 절에서는 사회경제적 요인과의 관계를 추가적으로 분석하였다.

3. 지역별 영향 차이를 설명하는 사회경제적 요인 분석

지리가중회귀모형(GWR)을 통해 도출된 지역별 회귀계수는 단순한 추정 결과만으로 보기보다는, 변수 간 관계가 지역별로 어떻게 달라지는지를 이해하기 위한 분석 대상 자체로도 볼 수 있

다(Fotheringham et al., 2002). 이에 일부 선행연구에서도 산출된 지역별 회귀계수를 후속 분석의 입력자료로 활용하여 계수의 공간적 패턴을 군집화·유형화하거나 지역 간 차이를 설명하는 요인을 검토한 바 있다(Li et al., 2016; Kopczevska and Ćwikowski, 2021; Areed et al., 2023).

본 연구에서도 이러한 접근에 기반하여, GWR 분석을 통해 도출된 지역별 회귀계수를 종속변수로 설정하여, 지역별 영향 차이를 설명하는 사회경제적 요인을 분석하였다. 이를 위해 기준모형으로 일반회귀모형(OLS)을 설정하였으며, 대안모형으로 공간회귀모형인 공간시차모형(SLM)과 공간오차모형(SEM)을 설정하고 두 모형 간 Lagrange Multiplier(LM) 검정을 실시하였다(Table 5). 그 결과, 주요 정신질환 발생률과 연령표준화 자살률을 대상으로 한 분석 모두에서 LM(lag)만이 통계적으로 유의하게 나타나, SLM이 SEM에 비해 상대적으로 적합한 것으로 확인되었다.

또한 모든 설명변수의 분산팽창지수(VIF)는 10 미만으로 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 확인되었으며, 모형 적합도를

Table 5. LM test results

TEST	Major mental disorder incidence rate		Age-standardized suicide rate	
	MI/DF	Value	MI/DF	Value
Moran's I (error)	0.4718	11.85***	0.7848	19.45***
LM (lag)	1	193.40***	1	370.86***
Robust LM (lag)	1	70.72***	1	31.77***
LM (error)	1	122.78***	1	339.70***
Robust LM (error)	1	0.09	1	0.61
LM (SARMA)	2	193.50***	2	371.47***

***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05

Table 6. Results of spatial regression models explaining regional differences of heat-related illness on mental health outcomes

Category	VIF	Major mental disorder incidence			Age-standardized suicide rate			
		OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM	
(Constant)	-	0.0176	0.0032	-0.0037	-0.0402	-0.0045	-0.0060	
Socioeconomic factors	Employment in agricultural, forestry, and fisheries (%)	2.263	0.0000	-0.0004	-0.0006	0.0217*	0.0071*	0.0059*
	Semi-basement and rooftop dwellings (%)	1.335	0.0065***	0.0005*	0.0002	-0.0026	-0.0004	-0.0007
	Elderly single-person households (%)	4.839	-0.0001	0.0001	0.0001	0.0013	0.0002	0.0001
	Single-person households (%)	1.477	-0.0005**	-0.0001	-0.0000	-0.0009	-0.0002	-0.0002
	Multicultural households (%)	1.236	0.0018***	0.0000	0.0000	0.0011	0.0004	0.0003
	Basic livelihood security recipients (%)	2.040	-0.0022***	-0.0002	0.0000	0.0004	-0.0001	0.0000
	Unemployment rate (%)	2.901	0.0018	0.0003	0.0005	0.0133	0.0029***	0.0027**
R-squared		0.6276	0.9400	0.9415	0.1476	0.9188	0.9177	
Log likelihood		663.903	835.55	831.91	439.701	670.706	666.192	
AIC		-1311.81	-1653.10	-1647.82	-863.402	-1323.41	-1316.38	
Spatial effect		-	$\rho=0.949^{**}$	$\lambda=0.979^{***}$	-	$\rho=0.954^{***}$	$\lambda=0.968^{***}$	

***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05

평가한 결과에서도 SLM이 OLS 및 SEM에 비해 전반적으로 우수한 적합도를 나타냈다(Table 6). 이에 따라 SLM 분석 결과를 중심으로 살펴보면, 주요 정신질환 발생률에 대한 온열질환 발생률의 지역별 영향은 반지하·옥탑방 거주비율(%)과 통계적으로 유의한 양(+)의 관계를 보였다(p<0.05). 이는 주거환경이 열악할수록 온열질환 발생률이 주요 정신질환 발생에 미치는 영향이 강화되는 경향을 의미한다. 즉, 열 차폐 성능이 낮고 냉방 접근성이 제한된 주거환경 등이 집중된 지역일수록 동일한 수준의 온열질환이 발생하더라도 주요 정신질환 발생률에 미치는 영향이 증가할 가능성이 높음을 의미한다. 이러한 결과는 주거환경의 질이 폭염으로 인한 신체적 피해가 정신건강 문제로 전이되는 과정에서 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 보여준다.

한편, 연령표준화 자살률에 대한 온열질환 발생률의 지역별 영향은 농림어업 종사자 비율(%)과 실업률(%)에서 통계적으로 유의하게 나타났다(p<0.05). 이는 옥외노동 노출 수준이 높고, 계절적 소득 변동성이 큰 지역일수록 폭염으로 인한 온열질환 발생이 자살 위험 증가로 이어질 가능성이 높음을 의미한다. 또한 실업률의 유의성은 온열질환이라는 건강피해의 급성 스트레스 요인이 기존의 경제적 불안정성과 고용 불안정 상태 등과 결합될 경우 부정적 정신건강 결과로 표출될 수 있음을 보여준다.

분석 결과를 종합하면, 온열질환 발생률이 주요 정신질환 발생률에 미치는 영향은 주거환경과 같은 일상적·만성적 생활 조건의 영향을 더 크게 받는 반면, 연령표준화 자살률은 고용환경 및 경제상황 불안정성 등 구조적 스트레스 요인과 결합될 때 더 민감하게 반응하는 것으로 해석할 수 있다. 이는 폭염 대응 정책이 단일

한 접근이 아니라, 정신건강 결과의 유형과 지역의 사회경제적 특성을 고려한 차별화된 대응 전략으로 설계될 필요성을 시사한다.

V. 결론

본 연구는 폭염으로 인한 온열질환 발생이 정신건강 결과에 미치는 지역별 영향과 이와 관련된 사회경제적 요인을 실증적으로 분석하였다. 지리가중회귀모형(GWR)과 공간회귀모형(SLM, SEM)을 결합한 단계적 분석을 수행한 결과, 온열질환 발생률이 정신건강 결과에 미치는 영향은 지역별로 상이하게 나타났으며, 일부 주거환경과 고용·경제 여건 등의 사회경제적 취약성이 그 차이를 형성하는 주요 요인으로 확인되었다. 주요 결과와 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 영향은 지역별로 상이하며, 이에 따라 지자체 단위에서의 맞춤형 기후-보건 대응 전략이 필요하다. 주요 정신질환 발생률과 연령표준화 자살률은 모두 양(+)의 공간자기상관성을 보이며, GWR 분석 결과 온열질환 발생률과의 관계 역시 지역별 회귀계수의 크기와 방향이 음(-)과 양(+)의 방향으로 혼재되어 나타났다. 이는 온열질환이 정신건강 결과에 미치는 영향이 전국적으로 균등하지 않으며, 지역의 특성에 따라 다르게 작용함을 의미한다. 따라서 중앙정부 주도의 획일적 정책보다는, 지역별 위험 수준과 영향 특성을 반영한 대응이 필요하다.

둘째, 폭염과 정신건강 문제는 행정구역 단위 개별 대응과 함께 광역 단위의 협력적 대응체계 구축이 중요하다. 공간회귀분석

을 수행한 결과, SLM이 가장 높은 적합도를 보였으며 이는 온열질환 발생과 정신건강 간 관계가 인접 지역과의 상호작용을 통해 확산되는 공간적 파급효과를 지남을 의미한다. 따라서 폭염 대응 및 정신건강 정책 역시 기초지자체 단위의 개별 대응과 함께 광역 단위의 협력적 대응체계, 인접 지역 간 자원 연계, 권역별 네트워크 구축도 필요하다.

셋째, 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 영향은 사회경제적 조건에 따라 상이하며, 대상 집단별·요인별 차별화된 정책 수단이 필요하다. SLM을 중심으로 지역별 영향 차이를 설명하는 사회경제적 요인을 분석한 결과, 주요 정신질환 발생률은 주거환경 요인이 핵심적으로 작용하였다. 이는 열에 취약한 주거환경 개선, 냉방 설비 지원, 주거 리모델링, 공공임대주택의 열환경 기준 강화 등 주거정책과의 연계를 통해 폭염으로 인한 장기적·만성적 영향을 완화할 필요가 있음을 시사한다. 반면, 연령표준화 자살률은 노동 구조와 경제적 불안정성 요인이 핵심적으로 작용하였다. 이는 농촌 및 육의노동 종사자가 많은 지역을 중심으로 작업환경 개선, 노동시간 조정, 소득 안정장치 마련, 실업자 대상 정신건강 지원을 결합한 기후-노동-보건 통합 정책이 필요함을 시사한다. 전반적으로 이러한 결과는 폭염 대응 정책이 단기적 피해 저감을 넘어, 사회경제적 요인의 구조개선과 정신건강 보호를 결합한 다부문 통합 전략으로 확장될 필요가 있음을 시사한다.

본 연구는 온열질환 발생이 정신건강에 미치는 영향을 지역별로 도출하고, 이를 분석 대상으로 활용하는 단계적 공간분석을 통해 지역의 사회경제적 요인에 따라 지역별 영향이 다르게 나타남을 실증적으로 분석하였다. 이를 통해 아직 국내에서 폭염과 정신건강 관계를 지역 단위에서 체계적으로 분석한 연구가 충분하지 않은 상황에서, 단순히 영향이 큰 지역(where)을 식별하는 데에 그치지 않고, 이를 설명하는 요인(why)까지 고려하기 위한 분석 틀과 연구 가능성을 제안했다는 점에서 방법론적 차별성과 의의를 지닌다.

다만 GWR 회귀계수는 추정치로서 불확실성을 내포하며, 이를 종속변수로 활용한 분석은 결과 해석에 신중함이 요구된다. 또한 정신건강 변수와 사회경제적 변수의 범위가 제한적이라는 한계도 존재한다. 향후 연구에서는 지표의 다양화 및 자료 축적, 시계열 및 패널자료를 활용한 동태적 분석, 다층모형이나 구조방정식 모형을 통한 정교한 인과구조 분석 등을 통해 폭염 피해-정신건강 결과 간의 관계를 보다 입체적으로 분석해 나갈 필요가 있다.

인용문헌 References

1. 강수영·양혜미·홍지수·송재민, 2022. "사회경제적 인자를 고려한 서울시 폭염 취약지역 유형화", 한국지역개발학회 2022년 추계학술대회, 춘천시: 강원대학교.
Kang, S.Y., Yang, H.M., Hong, J.S., and Song, J.M., 2022. "Classifying Heatwave Vulnerable Areas in Seoul Considering Socio-economic Factors", Paper presented at the 2022 autumn conference of the Korea Regional Development Association, Chuncheon: Kangwon National University.
2. 김기욱·박봉철·허종재·강지윤·이인재, 2020. "IPCC 기후변화 취약성 평가 체계를 적용한 부산지역 폭염 취약성 평가", 「국토연구」, 104: 23-38.
Kim, K.W., Park, B.C., Heo, J.B., Kang, J.Y. and Lee, I.J., 2020. "Assessment of Heat Wave Vulnerability in Busan Using the IPCC Climate Change Vulnerability Assessment Framework", *The Korea Spatial Planning Review*, 104: 23-38.
3. 김선연·이달별, 2024. "자연재난이 기초자치단체 재난관리예산에 미치는 영향: 폭염을 중심으로", 「한국콘텐츠학회논문지」, 24(8): 304-312.
Kim, S.I. and Lee, D.B., 2024. "Impact of Natural Disasters on Local Governments' Disaster Safety Budgets: Focusing on Heatwave", *The Journal of the Korea Contents Association*, 24(8): 304-312.
4. 김성아·이종혁·박세진·안세현·김홍순, 2023. "서울시 고령자의 대중교통 이용에 영향을 미치는 도시특성 분석: 교통카드 데이터의 활용", 「국토지리학회지」, 57(4): 377-390.
Kim, S.A., Lee, J.H., Park, S.J., An, S.H., and Kim, H.S., 2023. "Analyzing Urban Characteristics Affecting Public Transportation Use of the Elderly in Seoul: Using Transportation Card Data", *The Geographical Journal of Korea*, 57(4): 377-390.
5. 김진현, 2025. "기후변화 불안감이 자살충동에 미치는 영향", 「한국기후변화학회지」, 16(2): 147-155.
Kim, J.h., 2025. "The Impact of Climate Change Anxiety on Suicidal Impulses", *Journal of Climate Change Research*, 16(2): 147-155.
6. 박민호·김형규, 2021. "폭염 취약성이 수도권 청년 1인 가구 분포에 미치는 영향", 「한국도시설계학회지」, 22(3): 41-53.
Park, M.H. and Kim, H.K., 2021. "Effects of Heat Vulnerability on the Distribution of Young Single-person Households in the Seoul Metropolitan Area", *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 23(3): 41-53.
7. 박진한, 2023. "기후위험 대응을 위한 지자체 적응 평가체계 개발 및 적용", 「한국기후변화학회지」, 14(6-1): 849-857.
Park, J.H., 2023. "Assessment of Local Adaptation Plans Addressing Climate Risk", *Journal of Climate Change Research*, 14(6-1): 849-857.
8. 배웅규·김해진, 2024. "COVID-19 확진자 수에 미치는 서울시 행정동별 도시특성요인의 영향요인 선별 및 영향력 분석", 「한국도시설계학회지」, 25(6): 119-136.
Bae, W.K. and Kim, H.J., 2024. "Selection of Factors Influencing the Number of Confirmed COVID-19 Cases and Analysis of the Influence of Urban Characteristics Factors by Admin-

- istrative District of Seoul”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 25(6): 119-136.
9. 서정은·김홍순, 2024. “서울시 폭염 피해와 도시특성 간의 관련성 분석: 기후정의의 관점에서”, 『국토지리학회지』, 58(4): 319-333.
Suh, J.E. and Kim, H.S., 2024. “Relationship between Heatwave Impacts and Urban Attributes in Seoul: In the Point of View of Climate Justice”, *The Geographical Journal of Korea*, 58(4): 319-333.
 10. 신지영·백주하·채수미, 2023. “기후변화와 정신건강에 대한 국내 연구 동향: 스코핑 리뷰”, 『한국기후변화학회지』, 14(6-2): 989-1003.
Shin, J.Y., Back, J.H., and Chae, S.M., 2023. “Climate Change and Mental Health in Korea: A Scoping Review”, *Journal of Climate Change Research*, 14(6-2): 989-1003.
 11. 양희진·윤희연, 2020. “기후위험에 대비한 폭염 적응정책의 효과성 평가: 지역수준 건강영향평가 방법론의 적용”, 『국토계획』, 55(2): 101-110.
Yang, H.J. and Yoon, H.Y., 2020. “Evaluating the Effectiveness of Heat-Wave Adaptation Policies against Climate Risk: Application of Local-Level Health Impact Assessment”, *Journal of Korea Planning Association*, 55(2): 101-110.
 12. 오 후·원정훈, 2023. “사회불안 지표를 반영한 폭염 취약성 평가”, 『한국기후변화학회지』, 14(6-1): 637-650.
Oh, H. and Won, J.H., 2023. “Heat Wave Vulnerability Assessment Reflecting Social Anxiety”, *Journal of Climate Change Research*, 14(6-1): 637-650.
 13. 이송주·동아현·강정은, 2025. “폭염 불평등 요인의 변화와 기후 정의를 고려한 폭염정의지수 개발”, 『지역과 지리』, 31(4): 738-758.
Lee, S.J., Dong, A.H., and Kang, J.E., 2025. “Development of a Heatwave Justice Index Considering Changes in Heatwave Inequality Factors and Climate Justice”, *Region and Geography*, 31(4): 738-758.
 14. 이희연·노승철, 2024. 『고급통계분석』, 고양: 문우사.
Lee, H.Y. and Noh, S.C., 2024. *Advanced Statistical Analysis*, Goyang: Moonwoosa.
 15. 전희정·강승엽, 2021. “지역 간 건강 불평등의 공간적 분포: 지역 사망률을 통한 탐색적 연구”, 『국토계획』, 56(5): 228-238.
Jun, H.J. and Kang, S.Y., 2021. “Spatial Distribution of Local Health Inequities: An Analysis of Local Mortality”, *Journal of Korea Planning Association*, 56(5): 228-238.
 16. 정기성·홍사흠, 2019. “공간 분석을 통한 지역별 수도권 인구유입에 영향을 미치는 요인 연구: 지리정보시스템과 지리적가중회귀모형을 이용하여”, 『국토계획』, 54(6): 116-127.
Jeong, K.S. and Hong, S.H., 2019. “A Study on the Influential Factors of Population Influx into the Capital Region by Spatial Analysis: GIS and Geographically Weighted Regression”, *Journal of Korea Planning Association*, 54(6): 116-127.
 17. 채수미·김남순·윤석준, 2016. “폭염의 건강영향을 완화하기 위한 지역사회 보건사업의 효과 평가”, 『보건사회연구』, 36(3): 179-203.
Chae, S.M., Kim, N.S., and Yoon, S.J., 2016. “The Effectiveness of Community Public Health Interventions in Alleviating the Health Impacts of High Temperatures”, *Health and Social Welfare Review*, 36(3): 179-203.
 18. 채수미·김혜윤·이수빈·신지영·백주하·김태현·전진아, 2023. 『기후위기가 정신건강에 미치는 영향』, 세종: 한국보건사회연구원.
Chae, S.M., Kim, H.Y., Lee, S.B., Shin, J.Y., Baek, J.H., Kim, T.H., and Jun, J.N., 2023. *The Impact of Climate Crisis on Mental Health*, Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs.
 19. 채수미·김혜윤·이수빈, 2024. “한국인의 기후불안 수준 및 특성”, 『보건사회연구』, 44(1): 245-267.
Chae, S.M., Kim, H.Y., and Lee, S.B., 2024. “Characteristics of Climate Anxiety in South Korea”, *Health and Social Welfare Review*, 44(1): 245-267.
 20. 채수미·최지희·최소영·황남희·우경숙·정휘철, 2020. 『폭염 민감계층의 건강피해 최소화 방안』, 세종: 한국보건사회연구원.
Chae, S.M., Choi, J.H., Choi, S.Y., Hwang, N.H., Woo, K.S., and Jeong, H.C., 2020. *Adaptation to the Health Effects of Heat Waves in Sensitive Groups*, Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs.
 21. 최예슬·김재원·임업, 2018. “서울시 폭염 취약지역의 공간적 패턴 및 적응능력 취약지역 분석”, 『국토계획』, 53(7): 87-107.
Choi, Y.S., Kim, J.W., and Lim, U., 2018. “An Analysis on the Spatial Patterns of Heat Wave Vulnerable Areas and Adaptive Capacity Vulnerable Areas in Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 53(7): 87-107.
 22. Anderson, C.A., 2001. “Heat and Violence”, *Current Directions in Psychological Science*, 10(1): 33-38.
 23. Anselin, L., 1995. “Local Indicators of Spatial Association-LISA”, *Geographical Analysis*, 27(2): 93-115.
 24. Areed, W.D., Price, A., Arnett, K., Thompson, H., Malseed, R., and Mengersen, K., 2023. “Assessing the Spatial Structure of the Association between Attendance at Preschool and Children’s Developmental Vulnerabilities in Queensland, Australia”, *PLOS ONE*, 18(8): e0285409.
 25. Berry, H.L., Waite, T.D., Dear, K.B.G., Capon A.G., and Murray V., 2018. “The Case for Systems Thinking about Climate Change and Mental Health”, *Nature Climate Change*, 8: 282-290.
 26. Burke, M., Conzalez, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S., and Hsiang, S., 2018. “Warming Increases Suicide Rates in the United States and Mexico”, *Nature Climate Change*, 8(8): 723-729.
 27. Charlson, F., Ali, S., Benmarhnia, T., Pearl, M., Massazza, A., Augustinavicius, J., and Scott, J.G., 2021. “Climate Change and Mental Health: A Scoping Review”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9): 4486.
 28. Chen, N.T., Lin, P.H., and Guo, Y.L., 2019. “Long-term Exposure to High Temperature Associated with the Incidence of Major Depressive Disorder”, *Science of the Total Environment*, 659: 1016-1020.
 29. Chow, W.T., Chuang, W.C., and Gober, P., 2012. “Vulnerability to Extreme Heat in Metropolitan Phoenix: Spatial, Temporal, and Demographic Dimensions”, *The Professional*

Geographer, 64(2): 286-302.

30. Cissé, G., McLeman, R., Adams, H., Aldunce, P., Bowen, K., Campbell-Lendrum, D., Clayton, S., Ebi, K.L., Hess, J., Huang, C., Liu, Q., McGregor, G., Semenza, J., and Tirado, M.C., 2022. "Health, Wellbeing, and the Changing Structure of Communities", In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by Pörtner, H.O., Roberts, D.C., Tignor, M., Poloczanska, E.S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., and Rama, B., 1041-1170, Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
31. Clemens, V., von Hirschhausen, E., and Fegert, J.M., 2022. "Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Implications for the Mental Health Policy of Children and Adolescents in Europe - A Scoping Review", *European Child & Adolescent Psychiatry*, 31: 701-713.
32. Fotheringham, A.S., Brunson, C., and Charlton, M., 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, New York: Wiley.
33. Gianfredi, V., Mazziotta, F., Clerici, G., Astorri, E., Oliani, F., Cappellina, M., Catalini, A., Dell'Osso, B.M., Pregliasco, F.E., Castaldi, S., and Benatti, B., 2024. "Climate Change Perception and Mental Health. Results from a Systematic Review of the Literature", *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 14(1): 215-229.
34. Hansen, A., Bi, P., Nitschke, M., Ryan, P., Pisaniello, D., and Tucker, G., 2008. "The Effect of Heat Waves on Mental Health in a Temperate Australian City", *Environmental Health Perspectives*, 116(10): 1369-1375.
35. Hwang, H.A., Kim, A.Y., Lee, W.H., Yim, H.W., and Bae, S.H., 2024. "Association between Increase in Temperature due to Climate Change and Depressive Symptoms in Korea", *Journal of Affective Disorders*, 367: 479-485.
36. Jang, S.J., Chung, S.J., and Lee, H., 2023. "Validation of the Climate Change Anxiety Scale for Korean Adults", *Perspectives in Psychiatric Care*, 2023: 9718834.
37. Janzen, B., 2025. "Temperature and Mental Health: Evidence from Helpline Calls", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 12(6): 1431-1457.
38. Kabir, S.M.S., 2018. "Psychological Health Challenges of the Hill-tracts Region for Climate Change in Bangladesh", *Asian Journal of Psychiatry*, 34: 74-77.
39. Klinenberg, E., 2018. *Palaces for the People*, New York: Crown Publishing Group.
40. Kopczevska, K. and Cwiakowski, P., 2021. "Spatio-temporal Stability of Housing Submarkets. Tracking Spatial Location of Clusters of Geographically Weighted Regression Estimates of Price Determinants", *Land Use Policy*, 103: 105292.
41. Kovats, R.S. and Hajat, S., 2008. "Heat Stress and Public Health: A Critical Review", *Annual Review of Public Health*, 29: 41-55.
42. Li, X., Wang, L., and Liu, S., 2016. "Geographical Analysis of Community Resilience to Seismic Hazard in Southwest China", *International Journal of Disaster Risk Science*, 7: 257-276.
43. Lindley, S., O'Neill, J., Kande, J., Lawson, N., Christian, R., and O'Neill, M., 2011. *Climate Change, Justice and Vulnerability*, UK: Joseph Rowntree Foundation.
44. Liu, J., Varghese, B.M., Hansen, A., Xiang, J., Zhang, Y., Dear, K., Gourley, M., Driscoll, T., Morgan, G., Capon, A., and Bi, P., 2021. "Is There an Association between Hot Weather and Poor Mental Health Outcomes? A Systematic Review and Meta-analysis", *Environment International*, 153: 106533.
45. Padhy, S.K., Sarkar, S., Panigrahi, M., and Paul, S., 2015. "Mental Health Effects of Climate Change", *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 19(1): 3-7.
46. Park, J.W., Oh, J.E., Lee, W.H., Kim, Y.S., Park, J.H., Kim, H., and Hwang, S.S., 2025. "Association of Ambient Temperatures with Suicide Attempts and Violence with the Future Projections under Climate Change Scenarios: a Nationwide Time-stratified Case-crossover Study in South Korea", *BMC Public Health*, 25(457): 1-12.
47. Stevens, H.R., Beggs, P.J., Graham, P.L., and Chang, H.C., 2019. "Hot and Bothered? Associations between Temperature and Crime in Australia", *International Journal of Biometeorology*, 63(6): 747-762.
48. Thompson, R., Lawrance, E.L., Roberts, L.F., Grailey, K., Ashrafi, H., Maheswaran, H., Toledano, M.B., and Darzi, A., 2023. "Ambient Temperature and Mental Health: A Systematic Review and Meta-analysis", *The Lancet Planetary Health*, 7(7): 580-589.
49. Walker, R., Hassall, J., Chaplin, S., Congues, J., Bajayo, R., and Mason, W., 2011. "Health Promotion Interventions to Address Climate Change Using a Primary Health Care Approach: A Literature Review", *Health Promotion Journal of Australia*, 22(4): 6-12.
50. White, B.P., Breakey, S., Brown, M.J., Smith, J.R., Tarbet, A., Nicholas, P.K., and Ros, A.M.V., 2023. "Mental Health Impacts of Climate Change among Vulnerable Populations Globally: An Integrative Review", *Annals of Glob Health*, 89(1): 66.
51. Whitmarsh, L., Player, L., Jiongco, A., James, M., Williams, M., Marks, E., and Kennedy-Williams, P., 2022. "Climate Anxiety: What Predicts It and How Is It Related to Climate Action?", *Journal of Environmental Psychology*, 83: 101866.

Date Received	2025-11-10
Reviewed(1 st)	2026-01-12
Date Revised	2026-01-30
Reviewed(2 nd)	2026-02-19
Date Accepted	2026-02-19
Final Received	2026-02-20