

사하라 이남 아프리카의 아동 보건과 정주환경 연구 : 도시성과 주거특성을 중심으로

A Study on Children Health and Settlement Environment in 26 sub-Saharan
African Countries : An Urbanity and Residential Characteristics

2022. 01. 31

손 휘 주
(특정주제 연구자)

제 출 문

재단법인 숲과나눔 이사장 귀하

본 보고서를 “사하라 이남 아프리카의 아동 보건과 정주환경 연구: 도시성과 주거특성을 중심으로”의 최종 연구 결과보고서로 제출합니다.

2022년 1월 31일

연 구 원 : 손휘주(특정주제연구자)

※ 본 보고서의 내용은 연구자의 의견이며, (재)숲과나눔의 공식적인 견해와는 다를 수 있습니다.

결과보고서 초록

연구원	손취주	구분	특정주제연구자
연구제목	한글	사하라 이남 아프리카의 아동 보건과 정주환경 연구 : 도시성과 주거특성을 중심으로	
	영문	A Study on Children Health and Settlement Environment in 26 sub-Saharan African countries : An Urbaninity Scale and Residential Characteristics	
연구기간	2021. 3. 1. ~ 2021. 12. 31.		
색인어	한글	사하라 이남 아프리카, 아동 보건, 정주환경, 도시성, 주거특성	
	영문	sub-Saharan Africa, children health, settlement environment, urbanicity, residential characteristics	

본 연구는 사하라 이남 아프리카 26개국을 대상으로 5세 미만 아동의 보건 문제(사망, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)와 정주환경의 관계를 규명하고 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴을 분석하였다. 특히, 커뮤니티 수준에서는 정주환경의 종합적인 특성인 도시성에 주목하여, 커뮤니티별로 다면적 도시성을 측정하고 정주지 유형을 6가지(주요 도시, 일반 도시, 도시 슬럼, 타운, 일반 농촌, 원격 농촌)로 구분하였다. 가구 수준에서는 주택, 위생시설, 식수 공급 등 3가지 주거특성을 중심으로 정주환경을 파악하였다.

분석 결과, 정주지의 도시성이 높아질수록 아동이 사망할 확률과 발열 및 빈혈 증상을 보일 확률이 유의하게 낮아졌다. 반면, 설사와 호흡기 질환 증상이 나타날 확률은 도시성이 높은 일부 정주지 유형에서 높아졌다. 도시 슬럼의 아동이 건강 문제를 겪을 확률은 다른 정주지에 비하여 유의하게 높았다. 적절한 주택과 위생시설, 안전한 식수 공급은 아동 건강에 긍정적인 영향을 주었다. 또한, 아동 보건 문제의 공간패턴은 질병 및 질환에 따라 서로 달랐으며, 주거환경의 공간패턴도 3가지 주거특성 요소에 따라 미시적으로 달라졌다.

본 연구의 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 도시성이 낮은 커뮤니티에 대한 아동 보건 정책 및 프로그램을 우선적으로 고려할 필요가 있다. 둘째, 질병의 종류에 따라 보건 정책 및 프로그램의 지역별 수요를 파악하는 것이 중요하다. 셋째, 커뮤니티의 도시성과 가구의 주거특성을 함께 고려하여 정책을 마련하고, 질병 및 질환 특성을 반영하여 정주환경 개선 프로그램을 구성하여야 한다. 넷째, 미시적인 스케일에서 보건 문제가 심각하고 주거환경이 열악한 커뮤니티를 파악하여 보건 프로그램의 대상 지역을 선정할 필요가 있다.

Abstract

This study aimed to analyze the association between health outcomes among children under five (mortality, fever, anemia, diarrhea, cough) and settlement environment and investigate spatial patterns of health outcomes and settlement environment. For settlement environment variables, the multi-dimensional urbanicity scale was developed at community level and all community were classified to one of six settlement types: major urban, urban, urban slum, town, rural, remote rural. As settlement environment at household level, three residential characteristics (housing, sanitation facilities, and drinking water) were examined.

The results of analysis show that there is an association between an increase in urbanicity and declining mortality, fever and anemia risk. However, the probability of diarrhea and respiratory disease symptoms has increased in some settlements types with high urbanicity. The probability of children in urban slums experiencing health problems was significantly higher than that of other settlements. Adequate housing, improved sanitation facility, and safe drinking water access showed significant association with low risk of child health problems. Also the spatial patterns of child health problems were different depending on the specific pathological condition, and the spatial patterns of residential characteristics were microscopically different depending on the three residential characteristics components.

The policy implications of this study are as follows. First, it is necessary to prioritize child health programs for communities with low urbanicity. Second, it is important to identify regional demands for health programs, considering the type of disease. Third, health programs related to settlement environment improvement should be prepared in consideration of the associations between specific disease and residential characteristics. Fourth, it is necessary to identify communities with a high burden of health problems and poor residential environments for health programs.

요약문

I. 제목

사하라 이남 아프리카의 아동 보건과 정주환경 연구: 도시성과 주거특성을 중심으로

II. 연구 목적 및 필요성

사하라 이남 아프리카 국가들은 높은 아동 사망률과 낮은 영양 상태 등 여러 보건 문제를 겪고 있는데, 최근 급격하게 진행된 도시화는 아동 보건에 큰 영향을 미쳤다. 따라서 도시화와 정주환경 변화가 아동 건강에 미치는 영향을 파악함으로써 정주환경을 고려한 보건 정책에 시사점을 제공하는 연구가 필요하다.

이러한 배경에서 본 연구는 사하라 이남 아프리카 26개국을 대상으로 5세 미만 아동의 보건 문제(사망, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)와 정주환경의 관계를 규명하고 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴을 분석하였다. 특히, 커뮤니티 수준에서는 정주환경의 종합적인 특성인 도시성에 주목하여, 커뮤니티별로 다면적 도시성을 측정된 뒤 정주지 유형을 6가지(주요 도시, 일반 도시, 도시 슬럼, 타운, 일반 농촌, 원격 농촌)로 구분하였다. 가구 수준에서는 주택, 위생시설, 식수 공급 등 3가지 주거특성을 중심으로 정주환경을 파악하였다.

III. 분석 자료 및 방법

본 연구는 미국국제개발처(USAID)의 인구보건조사(Demographic and Health Survey, DHS) 자료를 활용하였으며, 연구 대상 보건 문제는 5세 미만 아동 사망률과 4가지 병적 상태(발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환) 등 5가지이다. DHS 자료가 제공하는 조사구(cluster) 좌표를 커뮤니티 단위로 보고 커뮤니티의 도시성을 측정하였다. 도시성을 측정할 때는 글로벌 인간 정주 레이어(Global Human Settlement Layer, GHSL)와 인구밀도, 건조지수, 야간광도, 접근성 등 DHS 자료에 포함되는 다양한 지리정보를 활용하였다. 연구의 공간적 범위는 보건 및 정주환경 자료 구득이 가능한 사하라 이남 아프리카 26개국이며, 시간적 범위는 2011년부터 2019년까지이다.

실증 분석은 두 단계로 이루어진다. 첫째 다섯 가지 보건 문제(사망, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)와 도시성 및 주거특성의 관계를 규명한다. 아동 보건 문제들은 모두 이분형 변수이며 설명변수가 개인과 커뮤니티 수준으로 구성된다는 점을 고려하여, 다수준 로지스틱 회귀모형(Multilevel logistic regression model)을 활용하였다. 둘째, 아동 보건 문제와 주거특성의 공간 패턴을 분석하여 보건 문제가 심각하고 주거환경이 열악한 지역과 커뮤니티를 파악한다. 커뮤니티(DHS 조사구)의 분포가 불규칙하다는 점을 고려하여, 역거리 가중 보간법(Inverse distance weighted method, IDW)을 활용하여 20km 격자 단위의 지도를 도출하였다.

IV. 연구 결과

회귀분석 결과, 정주지의 도시성이 높아질수록 아동이 사망할 확률과 발열 및 빈혈 증상을 보일 확률이 유의하게 낮아졌다. 반면, 설사와 호흡기 질환(기침) 증상이 나타날 확률은 도시성이 높은 일부 정주지 유형에서 높아졌다. 도시 슬럼의 아동 사망과 발열 및 빈혈 확률은 다른 정주지에 비하여 유의하게 높았다. 적절한 위생 시설(화장실)은 4가지 병적 상태(발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)를 경험할 확률을 낮추는 것으로 나타났다. 적절한 주택 상태는 아동 사망 및 발열 증상의 확률을 낮추고, 안전한 식수 공급은 설사의 확률을 낮추었다.

공간분석 결과, 아동 보건 문제의 공간 패턴은 질환 및 증상별로 다르게 나타났다. 일반적으로 도시성이 낮은 농촌, 산림, 접근성이 낮은 지역에서 보건 문제의 부담이 컸지만, 특정 병적 상태의 부담은 미시적인 스케일에서 공간적 격차가 있었다. 주거특성의 공간 패턴도 주거특성 요소에 따라 차이를 보였다. 일반적으로 도시성이 낮은 지역에서 주거환경이 열악하였으나 미시적인 패턴은 3가지 요소가 모두 다르게 나타났다.

V. 연구 시사점 및 의의

본 연구의 결과는 사하라 이남 아프리카의 아동 보건 정책 및 프로그램에 네 가지 시사점을 제시한다. 첫째, 도시성이 낮은 커뮤니티에 대한 아동 보건 정책 및 프로그램을 우선적으로 고려할 필요가 있다. 둘째, 질병의 종류에 따라 보건 정책 및 프로그램의 지역별 수요를 파악하는 것이 중요하다. 셋째, 커뮤니티의 도시성과 가구의 주거특성을 함께 고려하여 정책을 마련하

고, 질병 및 질환 특성을 반영하여 정주환경 개선 프로그램을 구성하여야 한다. 넷째, 미시적인 스케일에서 보건 문제의 부담이 크고 주거환경이 열악한 커뮤니티를 파악하여 보건 프로그램의 대상 지역을 선정할 필요가 있다.

본 연구의 학술적 의의는 사하라 이남 아프리카 26개국을 대상으로 다면적 도시성을 측정하고 정주지 유형을 구분한 뒤, 아동 보건 문제와의 관계를 규명하였다는 데 있다. 특히, 다양한 공간정보를 활용하여 도시 지역과 농촌 지역을 구분한 뒤, 다면적 도시성에 기반하여 정주지의 세부 유형을 구분하였다는 점에서 방법론적 차별성을 지닌다. 도시성과 주거특성 등 정주환경 변수들이 아동 보건 문제에 미치는 영향을 아동 사망과 4가지 병적 상태 등 여러 가지로 나누어 비교 분석하였다는 데에도 의의가 있다.

본 연구는 사하라 이남 아프리카의 아동 보건 문제를 해결하기 위한 보건 프로그램에 시사점을 제공한다는 데 실천적 의의가 있다. 보건 문제별로 관심을 가져야 할 정주지 유형과 주거특성이 다르다는 분석 결과와 질병 및 질환의 종류와 주거환경의 요소에 따른 공간 패턴의 차이를 보여주는 지도들은 보건 정책의 대상 지역을 선정하고 정주환경 개선 프로그램을 마련하는데 객관적인 자료가 될 수 있다.

목 차

I. 서론.....	1
1. 연구 배경 및 목적.....	1
2. 연구 구성.....	2
II. 문헌 검토.....	3
1. 보건 문제와 정주환경의 관계.....	3
1) 도시화와 도시성.....	3
2) 주거특성.....	5
2. 연구 차별성.....	6
III. 자료 및 분석 방법.....	7
1. 분석 자료 및 범위.....	7
2. 종속 변수: 아동 보건.....	9
3. 독립 변수: 정주환경.....	11
1) 도시성.....	11
2) 주거특성.....	21
4. 설명 변수.....	23
5. 분석 방법.....	24
6. 윤리적 고려.....	24
IV. 분석 결과.....	25
1. 아동 보건과 정주환경의 관계.....	25
1) 아동 사망과 도시성 및 주택특성.....	25
2) 아동 병적 상태와 도시성 및 주택특성.....	27
3) 소결.....	28
2. 아동 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴.....	29
1) 아동 보건 문제의 공간 패턴.....	29
2) 도시성 및 주택특성의 공간 패턴.....	32
3) 소결.....	32

V. 결론.....	35
1. 연구의 요약 및 시사점.....	35
2. 연구의 의의 및 한계.....	36
부록.....	38
참고문헌.....	43

표 목차

[표 1] 분석 대상 국가 및 표본	8
[표 2] 아동 보건 문제 기술통계.....	10
[표 3] 다면적 도시성의 측정 요소 및 자료.....	12
[표 4] 지역 및 정주지 유형별 도시성의 백분위 기술통계	14
[표 5] 슬럼 가구 판별 지표	15
[표 6] 도시성 및 정주지 유형 기술통계	16
[표 7] 정주지 유형별 정주환경 기술통계	18
[표 8] 도시 슬럼의 정주환경 기술통계.....	19
[표 9] 국가별 정주지 유형 기술통계.....	20
[표 10] 주거특성 요소 및 하위지표.....	21
[표 11] 국가별 주택특성 기술통계.....	22
[표 12] 설명 변수 기술통계	23
[표 13] 아동 사망 요인 분석 결과.....	26
[표 14] 아동 보건 문제와 정주환경의 관계 분석 결과.....	28
[부록 표 1] 아동 발열 요인 분석 결과.....	39
[부록 표 2] 아동 빈혈 요인 분석 결과.....	40
[부록 표 3] 아동 설사 요인 분석 결과.....	41
[부록 표 4] 아동 호흡기 질환 요인 분석 결과.....	42

그림 목차

[그림 1] 연구 구성	2
[그림 2] 아동 병적 상태의 국가별 현황	9
[그림 3] 정주지 유형 구분 절차.....	11
[그림 4] 다면적 도시성의 히스토그램과 백분위 순위	14
[그림 5] 사하라 이남 아프리카의 도시성 및 정주지 유형 지도.....	17
[그림 6] 도시 슬럼 유형 사례 지도	19
[그림 7] 아동 발열과 빈혈의 공간 패턴	30
[그림 8] 아동 설사와 호흡기 질환의 공간 패턴	31
[그림 9] 도시성 및 주택 상태의 공간 패턴.....	33
[그림 10] 위생 시설 및 식수 공급의 공간 패턴.....	34
[부록 그림 1] 분석 대상 국가 및 커뮤니티(DHS 조사구) 지도.....	38

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

2000년대 이후 UN과 국제사회는 사하라 이남 아프리카에 거주하는 아동의 보건 문제를 해결하기 위해 다양한 측면에서 노력해왔다(UN, 2016, 2019; WHO-AFRO, 2020). 그러나 여전히 사하라 이남 아프리카의 여러 국가는 다른 대륙의 국가보다 아동 사망률이 높고 영양상태는 낮은 등 많은 아동이 여러 건강 문제를 안고 살아간다(WHO-AFRO, 2018). 특히, 최근 아프리카 국가들의 급격한 도시화와 정주환경 변화는 아동 보건 문제에 많은 영향을 주었는데, 주목할 점은 도시화 수준 또는 정주지 유형에 따른 여러 보건 문제의 공간적 격차이다(Corker, 2017; Doumbe-Belisse et al., 2021; Henderson et al., 2019; Jones et al., 2016). 보건 분야에서 정주환경과 보건 문제의 관계에 관한 연구는 지속되어 왔으나 도시성의 다면적 측면과 정주지 유형의 다양성을 고려하지 못하였다는 한계가 있다. 아동 사망, 병적 상태 등 여러 보건 문제를 비교 분석하거나 사하라 이남 아프리카의 다수 국가를 대상으로 하는 연구는 부족한 실정이다.

이러한 배경에서 본 연구는 사하라 이남 아프리카의 아동 보건 문제와 정주환경의 관계를 규명하고 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴을 분석하여, 보건 분야 지원 방안에 시사점을 제공하는 데 목적이 있다. 먼저, 아동 보건 문제는 5세 미만 아동의 사망률과 4가지 병적 상태(발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환) 등 5가지 주요 문제를 대상으로 한다. 자료 구득이 가능한 26개 사하라 이남 아프리카 국가를 포함하면서, 보건 문제와 정주환경 간 관계를 면밀하게 규명하고자 한다.

정주환경으로는 커뮤니티 수준의 도시성과 가구 수준의 주거특성에 주목하였는데 이 두 가지는 보건 연구에서 가장 활발하게 논의되는 정주환경 요소에 속한다. 우선, 정주환경의 종합적인 특성으로서 커뮤니티의 도시성에 주목하여 새로운 도시성 변수를 개발한 뒤, 이에 기반하여 정주지 유형을 6가지(주요 도시, 일반 도시, 도시 슬럼, 타운, 일반 농촌, 원격 농촌)로 구분하고 보건 문제에 미치는 효과를 실증하고자 하였다. 이어, 주택 상태, 위생시설 상태, 식수 공급 상태 등 가구 수준의 주요 주거특성이 아동 보건 문제에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고자 하였다.

실증 분석은 두 단계로 이루어진다. 첫째, 다섯 가지 보건 문제(사망, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)와 도시성 및 주거특성의 관계를 규명한다. 둘째, 보건 문제별 및 주거특

성 요소별로 공간 패턴을 분석하여 보건 문제가 심각하고 주거환경이 열악한 지역 및 커뮤니티를 파악한다. 본 연구는 아동 보건에 영향을 미치는 정주환경을 파악하고 보건 분야에서 정주환경 개선을 위한 지원 방안을 마련하는 데 객관적인 자료를 제공한다는 데 의의가 있다.

2. 연구 구성

본 연구의 나머지 장은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 도시성 및 주택 특성과 보건 문제의 관계를 분석한 선행 연구를 고찰한다. 3장에서는 커뮤니티의 도시성을 다면적으로 측정하고 주택특성 변수를 설정하는 방법을 정리하고 분석 방법을 서술한다. 4장에서는 5가지 아동 보건 문제와 도시성 및 주택특성 간 관계를 분석한 결과를 정리하고, 아동 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴 분석 결과를 서술한다. 5장에서 정책 시사점을 제시하고 연구의 의의 및 한계를 논한다.



[그림 1] 연구 구성

II. 문헌 검토

1. 보건 문제와 정주환경의 관계

정주환경과 도시화는 그곳에 거주하는 사람들의 건강과 커뮤니티의 보건 수준에 다양한 경로로 영향을 미친다(Betsinger & DeWitte, 2021; Birn et al., 2017). 최근 20년간 사하라 이남 아프리카의 급격한 도시화와 정주환경 변화는 보건 문제에 많은 영향을 주었다(Boadi et al., 2005). 특히, 도시화로 인한 사람들의 행동 및 도시 환경 변화는 HIV, 장질 환(enteric disease), 말라리아, 호흡기 질환 등 다양한 전염병에 영향을 준다(Alirol et al., 2011; Boyce et al., 2019). 도시화는 암과 심혈관 질환 등 여러 종류의 만성병에도 영향을 준다(Allender et al., 2008). 다만, 정주환경의 변화는 보건 문제를 해결하는 기회 요소를 줄 수도 있고 새로운 보건 문제를 낳거나 건강 격차를 유발하는 위협 요소를 줄 수도 있다고 알려져 있다(Eckert & Kohler, 2014; Günther & Harttgen, 2012). 이처럼 다양한 보건 연구가 도시화와 정주환경을 분석해왔으며, 정주환경은 분석의 공간 단위에 따라 커뮤니티 수준의 도시성과 가구 수준의 주거특성 등 두 가지로 나눌 수 있다.

1) 도시화와 도시성

도시화가 보건 문제에 미치는 영향을 규명하기 위한 다양한 시도가 있었는데, 많은 경우 커뮤니티 수준에서 도시 지역 여부 또는 도시화 수준을 파악하는 것이었다. 특히 사망률을 대상으로 한 연구가 많으며(Beatriz et al., 2018; Corker, 2017; Günther & Harttgen, 2012; Yaya et al., 2019), 영양 상태(Jones et al., 2016), 말라리아(Kabaria et al., 2017; Qi et al., 2012), 설사(Dunn & Johnson, 2018) 등 다양한 보건 문제를 대상으로 도시화와 보건 문제에 관한 연구가 이어졌다.

도시화와 보건 문제의 관계를 분석한 기존 연구는 행정적으로 지정된 도시-농촌 구분법을 따라 정주지 유형을 구분하거나 인구(규모 및 밀도)와 같은 자료를 활용하여 도시화 수준을 측정하였다(Beatriz et al., 2018; Corker, 2017; Jones et al., 2016). 일부 연구는 위성 이미지에 기반한 도시 범위 및 인구 자료가 증가하면서 이를 활용하여 보건 문제를 분석하였다(Henderson et al., 2019; Kabaria et al., 2017; Qi et al., 2012; Tatem et al., 2008). 그러나 행정적 도시-농촌 구분과 위성 자료는 정주지 유형을 단순화하거나 농촌

지역의 정주지 유형 구분을 세분하기 어려우며, 커뮤니티 수준에서 다양한 정주환경 특성을 고려하지 않는다는 단점이 있다.

최근에는 정주환경의 다양한 측면(dimension)과 요소(component)를 종합하여 다면적 도시성을 변수를 개발하고 도시성과 보건 문제의 관계를 분석하는 연구가 증가하고 있다. 다면적 도시성 개념을 활용한 연구들의 변수 개발 방법은 일반적으로 도시-농촌 연속체(continuum)의 관점에서 도시성을 파악한다는 장점도 지니고 있다.

먼저, 척도 개발(scale development) 방법론(DeVellis & Thorpe, 2017; Netemeyer et al., 2003)으로 도시성 변수를 개발한 대표적인 연구들과 그 내용은 다음과 같다. Dahly and Adair (2007)는 메트로 세부(Metro Cebu)의 건강영양조사(Cebu longitudinal health and nutrition survey, CLHNS) 자료를 활용하여 인구 규모, 인구 밀도, 통신, 교통, 교육 시설, 보건 서비스, 상업시설(markets) 등 7가지 측면으로 도시성을 측정하였다. 이 연구는 정주환경의 각 측면의 값을 최대 10점으로 부여함으로써, 모든 측면을 더한 도시성 값은 최대 70점이 나올 수 있도록 설정하였다. Jones-Smith and Popkin (2010)는 중국건강영양조사(China Health and Nutrition Survey, CHNS) 자료를 활용하여 인구 밀도, 경제 활동, 전통 상업시설(traditional markets), 현대 상업시설(modern markets), 교통, 위생, 통신, 주택, 교육, 다양성, 보건 인프라, 사회 서비스 등 12가지 측면으로 도시성을 계산하였다. Novak et al. (2012)은 에티오피아, 인도, 페루의 57개 커뮤니티 및 가구 조사 자료를 활용하여 인구 규모, 경제 활동, 건조 환경, 통신, 교육, 다양성, 보건서비스 등 7가지 측면으로 도시성을 측정하였다. 여기서 각 측면의 요소별로 다양한 요소를 포함하는데 최대 점수는 10점이 나오도록 배정하였다.

추가적으로 Riha et al. (2014)는 우간다의 횡단면 자료를 활용하여 인구 규모, 경제활동, 건조환경, 통신 서비스, 교육 시설, 보건 서비스, 다양성 등 7가지 측면에서 도시성을 파악하였다. Frank et al. (2016)는 가나의 병원 조사 자료를 활용하여 인구 규모, 경제활동, 교육, 보건 서비스, 교통, 서비스, 위생, 주택 등 8가지 측면으로 도시성을 측정하였다. 각 측면은 최대 10점을 부여하여 최대 도시성 점수를 0점과 80점 사이로 설정하였다. Kigozi et al. (2015)는 커뮤니티 내 가구 밀도, 토지 피복, 식생, 야간광도 등 4가지 측면에서 도시성을 파악하고 사례 지역의 특성에 따라 도시성을 2개 그룹을 나누었다.

이어, 주성분 분석(Principal component analysis, PCA)을 활용하여 도시성의 다면성과 연속성을 반영하여 변수를 설정하기도 한다. Larson et al. (2021)는 인구 밀도, 보건 시설, 고도, 하천 인접성, 호수 인접성, 도로 등 6가지 측면으로 주성분 분석을 실시하고, 첫 번째 및 두 번째 주성분 값을 더하여 도시성을 측정하였다. Deutsch-Feldman et al.

(2020)는 DHS 공간 정보를 활용하여 건조 환경, 야간 광도, 인구 규모, 인구 밀도, 가까운 도시까지의 거리 등 5가지 측면으로 주성분 분석을 한 뒤, 첫 번째 주성분 값의 상위 25%를 도시, 나머지 커뮤니티를 농촌으로 지정하였다. Antai and Moradi (2010)는 나이지리아 DHS 자료를 활용하여 물 공급, 화장실 위생, 전기, 요리 연료, 모성 고용, 모성 교육 수준, 가구 내 밀도, 자산 등 8가지 측면으로 주성분 분석을 한 뒤 도시성을 파악하고 5분위로 도시성을 분류하였다. Siri et al. (2008)는 케냐 키수무(Kisumu)의 조사 자료를 활용하고 군집 분석과 요인분석을 결합하여, 인구밀도, 식생, 교육, 전기, 물, 주택 소유권 등으로 도시성을 측정된 뒤 정주지 유형을 도시, 근교, 농촌으로 구분하였다.

2) 주거특성

많은 연구가 미시적인 스케일에서 정주환경의 구성 요소로 가구 수준의 주거특성에 주목해왔다. 기존 연구는 주택 상태와 말라리아, 설사, 호흡기 질환, 빈혈, 아동 성장 등 다양한 아동 보건 문제의 관계를 규명하였다(Florey & Taylor, 2016; Gao et al., 2021; Tusting et al., 2017; Tusting et al., 2020).¹ 또한, 화장실을 비롯한 위생 및 수도시설의 중요성을 지적하는 목소리도 증가해왔다(Huang et al., 2021; Null et al., 2018; Park et al., 2016; Zhou et al., 2018). 식수 또는 생활용수의 질과 위생시설이 보건 문제와 깊은 관계가 있기 때문에, 적절한 위생 시설과 안전한 식수를 확보하는 것이 중요하다는 것이다(Azage et al., 2020; Cronk et al., 2021; Deshpande et al., 2020; Munamati et al., 2019; Yang et al., 2020).

주택, 위생시설, 식수 등 3개 주거특성은 생활에 필요한 기본 조건과도 같아 빈곤 문제에서도 주요 지표로 활용된다. UN-habitat는 주택 상태, 위생시설 상태, 식수 공급, 주거면적 등 주거특성을 중심으로 슬럼 가구를 판별해왔다(UN-Habitat, 2018). 또한 OPHI(Oxford Poverty and Human Development Initiative)의 다면적 빈곤지수(multidimensional poverty index, MPI)의 세 가지 측면 중 생활수준 측면에서 3가지 주거특성이 하위 지표로 포함되어 있다(Alkire et al., 2021). 요약하면, 적절한 주택 건축자재와 위생시설 및 안전한 식수는 보건 문제와 관련된 주요 주거 특성이라고 볼 수 있다.

¹ 일부 연구는 천장, 처마, 집의 높이 등 주택 특성을 본 연구도 있으나 대부분의 경우 지붕, 바닥, 벽의 건축 자재에 초점을 두고 있으며(Tusting et al., 2015). 최근에는 사하라 이남 아프리카를 대상으로 주택 상태의 변화를 지도화하는 노력으로도 이어졌다(Tusting et al., 2019).

2. 연구 차별성

아프리카의 급격한 도시화와 정주환경 변화를 고려하여 커뮤니티의 도시성 및 가구의 주거특성이 아동 건강에 미치는 영향을 규명하는 것은 중요하다. 그러나 기존 연구는 도시성의 다면성과 연속성을 고려하지 않고 정주지 유형을 단순화하거나, 특정 국가 및 지역을 사례로 분석하였다는 한계가 있다. 특히, 정주환경의 특성을 커뮤니티 수준의 도시성과 가구 수준의 주거특성으로 구분하고, 정주환경 특성들이 주요 아동 보건 문제에 미치는 영향을 비교 분석하는 보건 연구가 부족한 실정이다.

본 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 도시성을 다면적으로 측정하여 정주지 유형을 세분하였다. 지리정보 자료와 사회경제 특성 자료를 혼합하여 커뮤니티 수준에서 다면적 도시성을 측정하고, 정주지 유형을 다섯 가지(주요 도시, 일반 도시, 타운, 일반 농촌, 원격 농촌)로 세분하였다. 또한, 아프리카 도시 지역의 슬럼 문제를 고려하여, 도시 슬럼(저소득층 커뮤니티)을 별도의 정주지 유형으로 추가하였다.

둘째, 아동 사망, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환 등 5가지 보건 문제를 대상으로 정주환경의 영향을 비교 분석하였다. 즉, 아동 사망과 특정 병적 상태에 따라 도시성 및 주택특성이 미치는 영향이 어떻게 달라지는지 파악하고자 하였다.

셋째, 보건 자료 및 정주환경 자료를 확보할 수 있는 사하라 이남 아프리카 국가들을 분석 대상에 대부분 포함하였다. 다면적 도시성을 측정한 기존 연구는 주로 특정 국가 및 사례 지역을 대상으로 하지만, 본 연구는 26개국을 대상으로 동일한 기준을 적용하여 도시성을 측정하고 정주지 유형을 세분하였다.

넷째, 다양한 보건 문제와 주거환경 문제를 지도로 제시하여 보건 정책 및 프로그램의 시행 지역 및 커뮤니티 선정에 시사점을 제공하고자 하였다. 질병 및 질환의 종류와 3가지 주거특성 요소에 따라 달라지는 나타나는 보건 문제와 주거환경의 공간 패턴을 시각적으로 표현하였다. 이는 보건 정책 수립을 위한 근거 자료로 활용될 수 있다는 정책적 의의를 지닌다.

Ⅲ. 자료 및 분석 방법

1. 분석 자료 및 범위

본 연구는 미국국제개발처(USAID)의 인구보건조사(Demographic and Health Survey, DHS) 자료를 활용하여 사하라 이남 아프리카 아동의 보건 문제를 분석하였다. DHS의 표본은 2단계 집락 표집(two-stage cluster samplings)에 의해 선정되는데, 무작위로 선정되는 설문 조사구(cluster) 내에서 15-49세 여성을 대상으로 가구 설문이 진행된다. 본 연구는 이 조사구를 커뮤니티 수준(community level)으로 설정하였다. 연구의 대상은 사하라 이남 아프리카의 5세 미만 아동이기 때문에, 5년 이내 출생한 자녀가 없는 가구는 분석 대상에서 제외하였다.²

정주환경 관련 공간정보는 글로벌 인간 정주 레이어(Global Human Settlement Layer, GHSL)로 파악하였다. GHSL은 유럽연합 집행위원회(European Commission)의 공동연구센터(Joint Research Centre, JRC)가 다양한 위성 자료 및 인구조사를 취합하여 제공하는 공간정보 데이터 세트이다. 본 연구는 여러 GHS 자료 중에서 GHS-SMOD(Settlement Model grid), GHS-BUILT(built-up area grid), GHS-UCDB(Urban Centre Database), GHS-FUA(Functional Urban Areas)를 활용하였다.

연구의 공간적 범위는 DHS 자료와 정주환경 관련 공간자료를 확보할 수 있는 모든 사하라 이남 아프리카 국가를 포함한다(표 1). 가장 최근의 GHS 자료가 구축된 연도가 2015년이라는 점을 고려하여, 2015년과 가장 가까운 연도의 DHS 자료들을 취합하였다. 2010년 이전 자료만 제공되는 국가, 정주지 유형별 통계량을 확보하기 어려울 정도로 면적이 작고 인구가 적은 국가 등을 제외하고 26개국을 분석 대상에 포함하였다. 최종 선정된 DHS 자료들의 시간적 범위는 2011년부터 2019년까지이다.

분석의 공간단위는 개인과 가구, 커뮤니티, 국가, 거시지역 등이며, 거시지역은 사하라 이남 아프리카를 대상으로 하는 보건 연구에서 주로 활용되는 구분(Murray et al., 2012)에 따라 나누었다.

² 다만, 커뮤니티 수준의 도시성과 정주환경 특성을 파악할 때는 모든 가구를 포함하였다.

[표 1] 분석 대상 국가 및 표본

Macro region	Country	ISO	Year	Sample		
				Cluster	Household	Children
Central	Angola	AGO	2015-16	625	8,848	17,722
West	Burkina Faso	BFA	2010	573	9,456	22,338
East	Burundi	BDI	2016-17	554	9,292	16,937
Central	Congo DR	COD	2013-14	536	11,219	24,439
West	Cote d'Ivoire	CIV	2011-12	351	4,962	10,672
West	Cameroon	CMR	2018	429	5,884	12,269
East	Ethiopia	ETH	2016	643	7,969	14,370
Central	Gabon	GAB	2012	335	3,786	7,296
West	Ghana	GHA	2014	427	4,581	7,607
West	Guinea	GIN	2018	401	4,971	10,456
East	Kenya	KEN	2014	1,593	15,796	25,490
West	Liberia	LBR	2019-20	325	4,547	8,568
East	Malawi	MWI	2015-16	850	14,492	22,881
East	Mozambique	MOZ	2011	610	7,828	15,045
West	Nigeria	NGA	2018	1,389	20,987	46,748
South	Namibia	NAM	2013	541	3,676	5,816
East	Rwanda	RWA	2014-15	492	6,683	10,723
West	Sierra Leone	SLE	2019	576	7,449	14,473
West	Senegal	SEN	2015-16	428	6,239	17,140
West	Chad	TCD	2014-15	624	11,062	26,122
West	Togo	TGO	2013-14	330	4,834	9,319
East	Tanzania	TZA	2015-16	608	7,003	13,091
East	Uganda	UGA	2016	696	10,748	20,417
South	South Africa	ZAF	2016	673	3,025	4,168
East	Zambia	ZMB	2018	545	7,365	12,599
South	Zimbabwe	ZWE	2015	400	4,844	7,264
Total				15,554	207,546	403,970

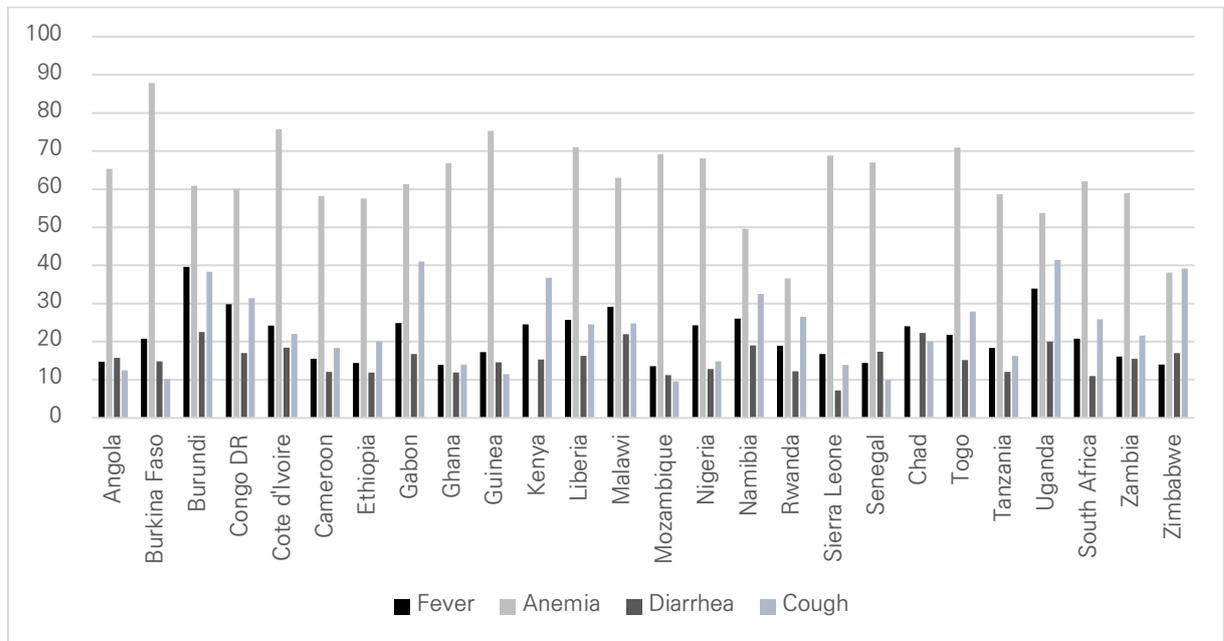
주: 연구에 사용된 DHS는 Standard DHS 자료이며, 세네갈의 경우 continuous DHS 자료를 활용하였다.

2. 종속 변수: 아동 보건

종속 변수는 5세 미만 아동의 사망 여부, 4가지 병적 상태 유무(발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환) 등 다섯 가지이며, 모든 변수는 이분형으로 구축하였다. 구체적으로 사망률의 경우, 5세가 되기 전에 사망한 아동은 1, 5세가 되지 않았지만 생존한 아동은 0으로 설정하였다. 발열, 설사, 호흡기 질환(기침) 변수는 최근 2주간 해당 증상이 나타난 경우에는 1, 그렇지 않은 경우는 0으로 설정하였다. 빈혈은 검사 결과로 10.9 g/dl 이하인 경우는 1, 이를 초과하는 경우는 0으로 설정하였다.

분석 대상인 5세 미만 아동의 사망 비율은 29.6%이었다(표 2). 다만, 이 비율은 코호트에 기반하여 계산되는 일반적인 5세 미만 아동 사망률(under-five mortality rate, U5MR)과는 다르다. 5세 미만 아동이 최근 2주 이내에 경험한 병적 상태 및 질환의 비율은 발열 22.5%, 설사 15.8%, 호흡기 질환 22.7%이었다. 또한 빈혈 검사를 통해 약한 수준의 빈혈이라도 경험하고 있는 아동의 비율은 63%로 나타났다. 이러한 아동 보건 문제의 심각성은 국가에 따라 큰 차이를 보였으며, 각 국가별로 주요 아동의 건강 문제도 다른 것으로 확인되었다(그림 2).

[그림 2] 아동 병적 상태의 국가별 현황



주: 영향 요인을 분석하는 본 연구는 5세 미만 아동 사망률 계산에 필요한 일부 표본을 분석 대상에서 제외하였기 때문에, 국가별 보건 문제 현황에서는 4가지 병적 상태를 중심으로 정리하였다.

[표 2] 아동 보건 문제 기술통계

Country	Mortality		Fever		Anemia		Diarrhea		Cough	
	N	P. (%)	N	P. (%)	N	P. (%)	N	P. (%)	N	P. (%)
Angola	17,140	26.1	12,536	14.8	5,221	65.3	12,535	15.7	12,540	12.5
Burkina Faso	22,646	38.2	13,898	20.8	6,043	87.9	13,890	14.9	13,900	10.3
Burundi	17,758	27.8	12,775	39.6	5,588	60.9	12,774	22.5	12,774	38.3
Congo DR	23,853	28.7	16,794	29.8	7,164	60.1	16,767	17.0	16,785	31.4
Cote d'Ivoire	10,032	31.6	6,660	24.2	2,693	75.7	6,652	18.5	6,654	22.1
Cameroon	12,736	25.9	9,364	15.5	4,191	58.3	9,339	12.1	9,357	18.3
Ethiopia	15,003	30.6	10,340	14.5	8,482	57.6	10,337	11.9	10,353	20.1
Gabon	6,029	19.6	4,605	24.9	2,513	61.3	4,571	16.8	4,608	41.0
Ghana	7,215	24.7	5,388	13.9	2,312	66.8	5,366	11.9	5,379	14.0
Guinea	10,286	30.0	7,154	17.3	2,973	75.3	7,147	14.6	7,152	11.4
Kenya	23,806	21.4	18,550	24.6	-	-	18,517	15.4	18,550	36.7
Liberia	7,568	35.7	4,724	25.8	1,901	71.1	4,695	16.3	4,721	24.6
Malawi	23,283	28.9	16,361	29.2	4,677	63.0	16,336	21.9	16,372	24.8
Mozambique	16,155	32.9	10,730	13.6	4,640	69.2	10,722	11.2	10,734	9.6
Nigeria	47,245	34.6	30,773	24.3	10,222	68.1	30,773	12.8	30,781	14.8
Namibia	5,553	17.4	4,240	26.1	1,412	49.6	4,199	19.1	4,244	32.5
Rwanda	11,016	30.2	7,612	18.9	3,283	36.6	7,616	12.2	7,603	26.6
Sierra Leone	14,401	38.2	8,721	16.8	3,459	68.9	8,712	7.2	8,727	13.9
Senegal	15,158	21.6	11,439	14.4	9,825	67.0	11,454	17.3	11,482	10.0
Chad	26,905	37.5	16,607	24.0	-	-	16,601	22.3	16,582	20.1
Togo	8,733	28.0	6,224	21.8	2,771	70.9	6,214	15.2	6,211	27.9
Tanzania	12,956	26.5	9,314	18.3	7,828	58.7	9,268	12.1	9,320	16.2
Uganda	20,001	27.5	14,204	34.0	3,893	53.8	14,153	20.0	14,183	41.4
South Africa	4,138	16.8	3,260	20.8	816	62.0	3,236	11.0	3,271	25.9
Zambia	12,383	24.4	9,186	16.1	7,626	59.0	9,183	15.5	9,187	21.6
Zimbabwe	7,675	21.1	5,955	14.0	4,354	38.1	5,944	17.1	5,963	39.2
Total	399,673	29.6	277,414	22.5	113,887	63.0	277,003	15.8	277,433	22.7

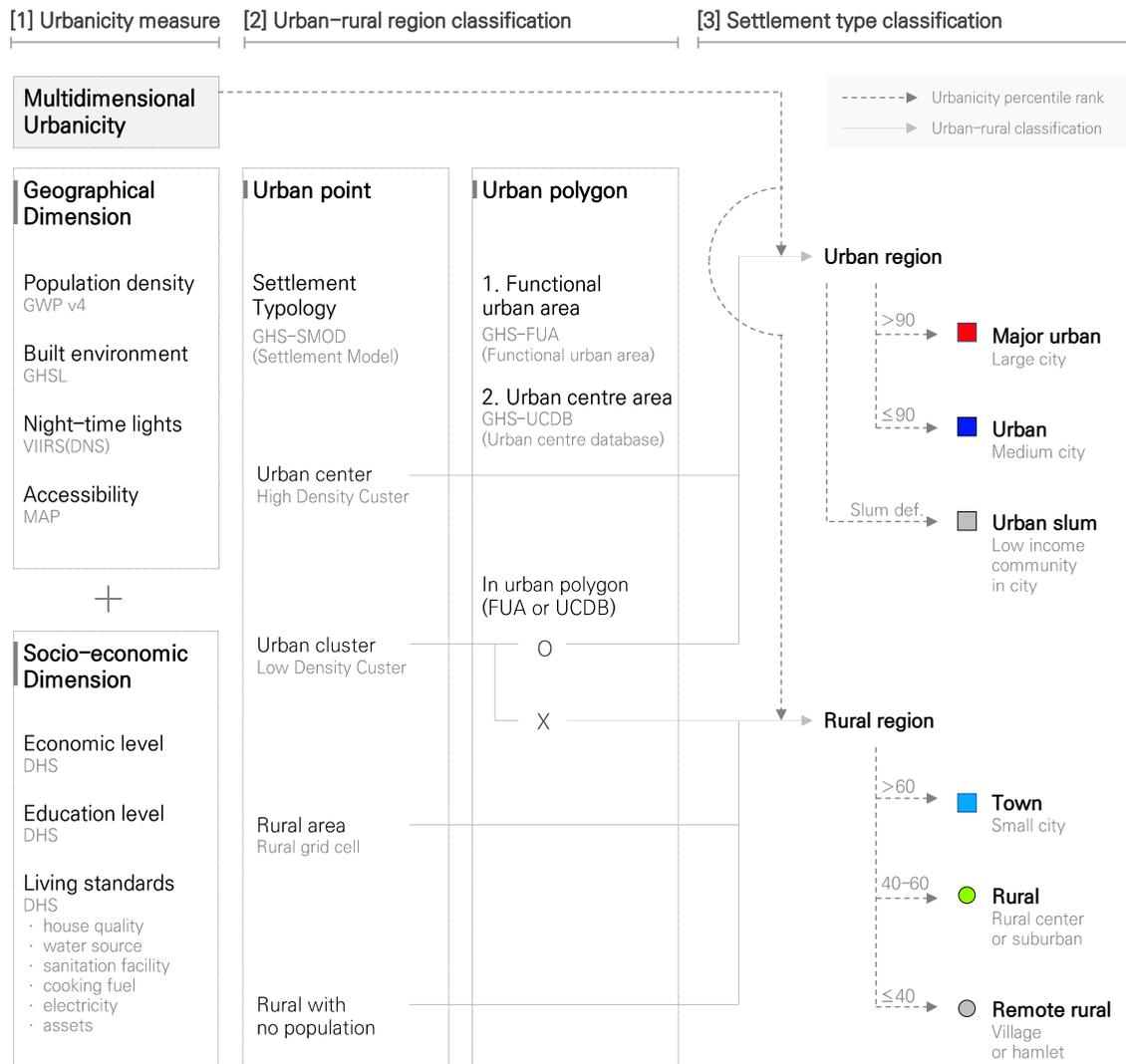
주: 모든 기술통계는 표집 가중치를 부여하여 계산하였다. 케냐, 차드 DHS에는 빈혈 자료가 없어 제외하였다. P. (%)는 해당 질병 및 질환의 증상을 보이는 아동의 비율(positive ratio)을 의미한다.

3. 독립 변수: 정주환경

정주환경은 도시성과 주거특성 등 두 가지로 나뉜다. 본 연구는 커뮤니티 수준의 정주환경을 요약하는 특성으로 도시성 및 정주지 유형 변수를 설정하고, 가구 수준의 정주환경 변수는 주거특성으로 설정하였다. 구체적인 변수 설정과 기술통계는 다음과 같다.

1) 도시성

도시성은 커뮤니티의 여러 정주환경 특성을 종합하여 측정한 뒤 5가지 정주지 유형으로 나누었다. 나아가, 도시 지역 특성을 고려하여 도시 슬럼 유형을 추가하였다.



[그림 3] 정주지 유형 구분 절차

[표 3] 다면적 도시성의 측정 요소 및 자료

Component	Short description (unit)	Data source, year	Weight
Geographical dimension			
Population density	Number of people per square kilometer	GWP v4 2015	1/8
Built environment	Built-up index between 0.00 (extremely rural) and 1.00 (extremely urban)	GHSL 2014	1/8
Night-time lights	The average nighttime luminosity (Composite cloud-free radiance values)	VIIRS(DNS) 2015	1/8
Travel time to the nearest city	The average time (minutes) required to reach a high-density urban center	MAP 2015	1/8
Socio-economic dimension			
Economic level	Mean of household wealth quintile (1=poorest, 2=poor, 3=middle, 4=rich, 5=richest)	DHS survey year	1/6
Education level	Mean of mother education level (1=no education, 2=primary, 3=secondary, 4=higher education)	DHS survey year	1/6
Living standards	Living standards index between 0 and 1 (housing quality, water source, sanitation facility, cooking fuel, ¹ electricity, assets ²)	DHS survey year	1/6

주: 지리 특성 4가지는 DHS 자료에 포함된 공간정보를 통해 확인하였다(Mayala et al., 2018).

¹ electricity, LPG, natural gas, biogas, petroleum or kerosene.

² radio, TV, telephone, computer, animal cart, bicycle, motorbike, or refrigerator

(1) 변수 설정

첫째, 커뮤니티 수준에서 여러 정주환경 특성을 반영한 다면적 도시성을 측정하였다. 이때 위성 및 인구조사 기반의 지리 특성과 커뮤니티의 사회경제 특성 등 두 가지 측면을 조합하였다(표 3).³ 지리환경 특성은 인구밀도(CIESIN, 2016), 건조지수(Pesaresi et al., 2015), 야간광도(NCEI, 2015), 접근성(Weiss et al., 2018) 등 4가지 요소를 종합하였다. 사회경제 특성은 커뮤니티에 속한 가구의 평균 경제 수준, 평균 모성 교육 수준, 평균 생활 수준 등 3가지 요소를 종합하였다. 평균 경제 수준은 DHS 자료에서 제공하는 5분위

³ 공간정보만 사용하는 경우 개인정보보호를 위한 DHS 조사구의 좌표 이동으로 인해 커뮤니티 정보의 정확성이 떨어질 수 있다. 또한, 커뮤니티의 사회경제 특성만 활용하는 경우에는 표본이 적은 커뮤니티의 평균적인 특성을 파악하기가 어렵다.

값의 커뮤니티별 평균이며, 평균 모성 교육 수준은 가구별 모성의 교육 수준을 4단계로 구분한 뒤 계산한 커뮤니티별 평균이다. 생활 수준은 다면적 빈곤지수(MPI)의 3가지 차원(dimension) 중 하나인 생활 수준 지표를 활용하였다. 즉, 주택 상태, 위생 시설 상태, 식수 공급, 전기, 요리 연료, 자산 등 6가지 하위 지표들을 구하고, 이를 종합하여 가구별 생활 수준을 계산한 뒤 커뮤니티별로 생활수준의 평균을 구하였다.

둘째, GHS 자료를 활용하여 커뮤니티를 도시 지역과 농촌 지역으로 구분하였다. 이 단계는 앞서 측정한 다면적 도시성으로 정주지 유형을 구분하는 데 필요한 기준을 마련하기 위해 실시하였다. 위성 이미지 및 인구조사를 종합한 GHS 공간정보에서 각 커뮤니티(DHS 조사구)가 '도시'에 속하는지를 확인하였다. 정주지 유형 구분 자료를 제공하는 GHS-SMOD(Settlement Model), 인구의 15%가 도시중심지(urban centre)로 통근하는 기능적 도시권 자료를 제공하는 GHS-FUA(Functional urban area), 도시 중심지의 범위를 제공하는 GHS-UCDB(Urban Centre Database) 등 3가지 GHS 자료로 도시 지역과 농촌 지역을 구분하였다. 구체적으로 SMOD 자료에서 도시 센터(urban center)에 속하는 커뮤니티, SMOD 자료에서 도시 클러스터(urban cluster)에 속하면서 기능적 도시권(FUA)나 도시 중심지(UCDB)에 속하는 커뮤니티는 도시지역(urban region)으로 분류하였다. 그리고 나머지 커뮤니티를 농촌지역(rural region)으로 분류하였다.

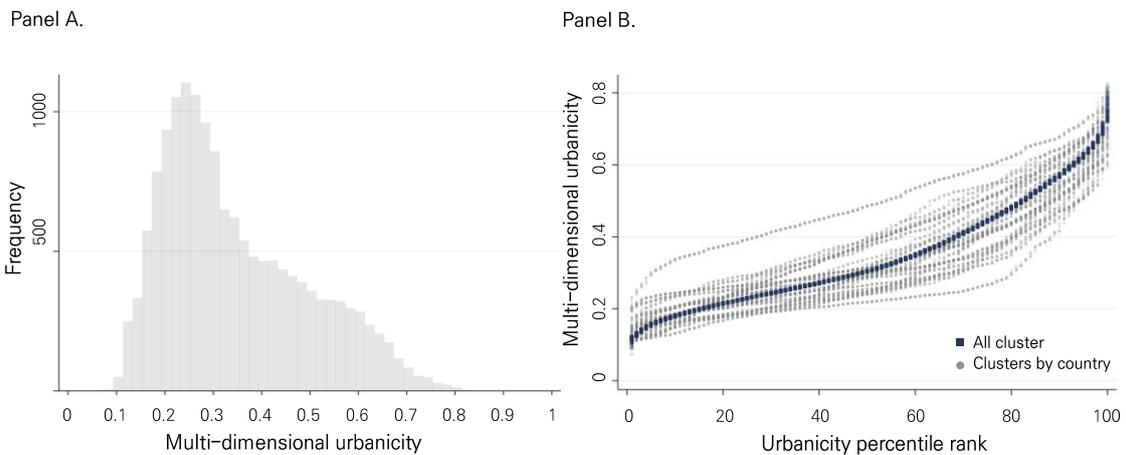
셋째, 도시지역 및 농촌지역의 도시성을 바탕으로 지역별로 정주지 유형 구분의 기준을 마련하고, 2개 도시 정주지 유형과 3개 농촌 정주지 유형으로 구분하였다. 우선, 도시성의 백분위 순위를 계산하여 기술통계를 분석하였다. 그 결과, 도시 지역 커뮤니티의 도시성 평균은 85.4, 중앙값은 88이었으며 농촌 지역 커뮤니티의 도시성 평균은 40.1, 중앙값은 39였다(표 4). 이를 참고하여, 도시 지역의 커뮤니티를 두 가지(주요 도시와 일반 도시)로 나누는 기준을 90분위로 정하고, 농촌 지역의 커뮤니티를 두 가지(일반 농촌과 원격 농촌)로 구분하는 기준을 40분위로 정하였다. 한편, [그림 4] panel A에서 0.2와 0.3 사이의 다면적 도시성을 지닌 커뮤니티가 가장 많다는 것을 알 수 있다. 국가별로 도시성 백분위를 나누어 계산한 [그림 4] panel B에서는, 60분위를 지나면서 도시성이 빠르게 증가하며 국가별 도시성의 분산이 커진다는 것을 알 수 있다. 따라서 농촌 지역 도시성의 3분위 값(59)을 고려하여 40분위를 기준으로 농촌 지역 커뮤니티를 세분하였다.

요약하면, 도시 지역 커뮤니티 중에서 다면적 도시성의 상위 10%를 보여주는 커뮤니티를 주요 도시, 그 외 커뮤니티를 일반 도시로 지정하였다. 농촌 지역 커뮤니티 중에서 상위 40%의 다면적 도시성을 보여주는 커뮤니티를 타운, 하위 40%의 커뮤니티를 원격 농촌, 그 사이의 도시성을 보여주는 커뮤니티를 일반 농촌으로 구분하였다.

[표 4] 지역 및 정주지 유형별 도시성의 백분위 기술통계

Region classification	Stat.				Urbanicity rank cutoff	Settlement type	Stat.	
	Mean	First Q.	Median	Third Q.			Mean	Std. D
Urban region	85.4	79	88	95	>90	Major urban	95.6	2.9
					≤90	Urban	78.1	11.3
Rural region	40.1	20	39	59	>60	Town	72.6	8.4
					40-60	Rural	50.4	5.8
					≤40	Remote rural	20.5	11.5
					-	Urban slum	68.8	18.3

주: 표에 기술된 모든 통계량은 다면적 도시성의 백분위를 활용한 값이다. 즉, 0과 1 사이의 값을 가지는 다면적 도시성의 기술통계가 아니다. 한편, 도시성의 백분위 순위는 분석 대상 커뮤니티를 모두 포함하여 계산하였기 때문에, 정주지 유형 구분에 활용되는 도시성 백분위의 기준점도 모든 커뮤니티를 대상으로 계산된 도시성 백분위이며, 지역별(도시 및 농촌)로 구분되어 계산된 백분위가 아니다.



[그림 4] 다면적 도시성의 히스토그램과 백분위 순위

주: Panel A는 0과 1 사이의 값을 가지는 다면적 도시성의 히스토그램이다. 대부분의 커뮤니티가 0.2와 0.3 사이의 도시성을 지니는 것으로 나타났다. Panel B는 전체 커뮤니티를 대상으로 구한 도시성의 백분위(검은색)와 국가별로 계산한 도시성의 백분위(회색)를 함께 보여준다. 국가별 도시성 백분위가 높은 것은 다른 국가에 비해 도시화 수준이 전반적으로 높은 경우라고 볼 수 있다. 한편, 대부분의 국가에서 도시성 백분위가 높아질수록 도시성이 빠르게 증가하는 것으로 나타났다.

[표 5] 슬럼 가구 판별 지표

Indicator	Deprivation	Weight
Water source	Non-safe drinking water or more than 30-minute walk to water source	1/4
Sanitation facility	Unimproved or no sanitation facility or shared with others	1/4
Living area	More than three people share the same room	1/4
Housing quality	Unimproved housing material in any of the three components	1/4

주: 슬럼 가구를 판단하는 4개 지표의 가중치는 모두 동일하다. 거주 면적(living area)를 제외한 3가지 지표의 구체적인 기준은 주거특성 변수를 설명하는 [표 10]에 정리하였다. 즉, 슬럼 가구 판별에 활용된 3개 지표는 주거특성의 3가지 요소와 동일하다.

마지막으로, 별도의 정주지 유형으로 도시 슬럼을 파악하였다. 사하라 이남 아프리카의 급격한 도시화와 외연적 확산 및 비공식 거주지 확대 등으로 인한 슬럼 지역의 아동 보건 문제가 이어지고 있다는 사실을 고려하여 해당 변수를 설정하였다. 슬럼 가구를 판별하는 지표는 UN-habitat의 슬럼 정의(UN-Habitat, 2018)를 기준으로 하고 OPHI의 다면적빈곤지수(MPI) 지표(Alkire et al., 2021)의 측정 방식을 추가로 반영하여 구성하였다(표 5). UN-Habitat의 슬럼 가구 지표 중 거주 안전성은 DHS 자료에서 확인할 수 없어 제외하였다. 구체적인 슬럼 가구 판별 지표는 식수 공급, 위생 시설, 거주 밀도, 주택 상태 등 4가지이다. 이 중에서 2가지 이상이 충족되지 못하는 가구를 슬럼 가구로 분류하였으며, 슬럼 가구가 75% 이상을 차지하는 커뮤니티를 도시 슬럼으로 구분하였다. 한편, 도시 슬럼 정주지 유형은 비공식 거주지만을 의미하는 것이 아니라, 근교와 도심 등에 산재한 도시 지역의 저소득층 커뮤니티(low-income community)를 포괄하는 유형으로 봐야 한다.

(2) 변수 설정 결과

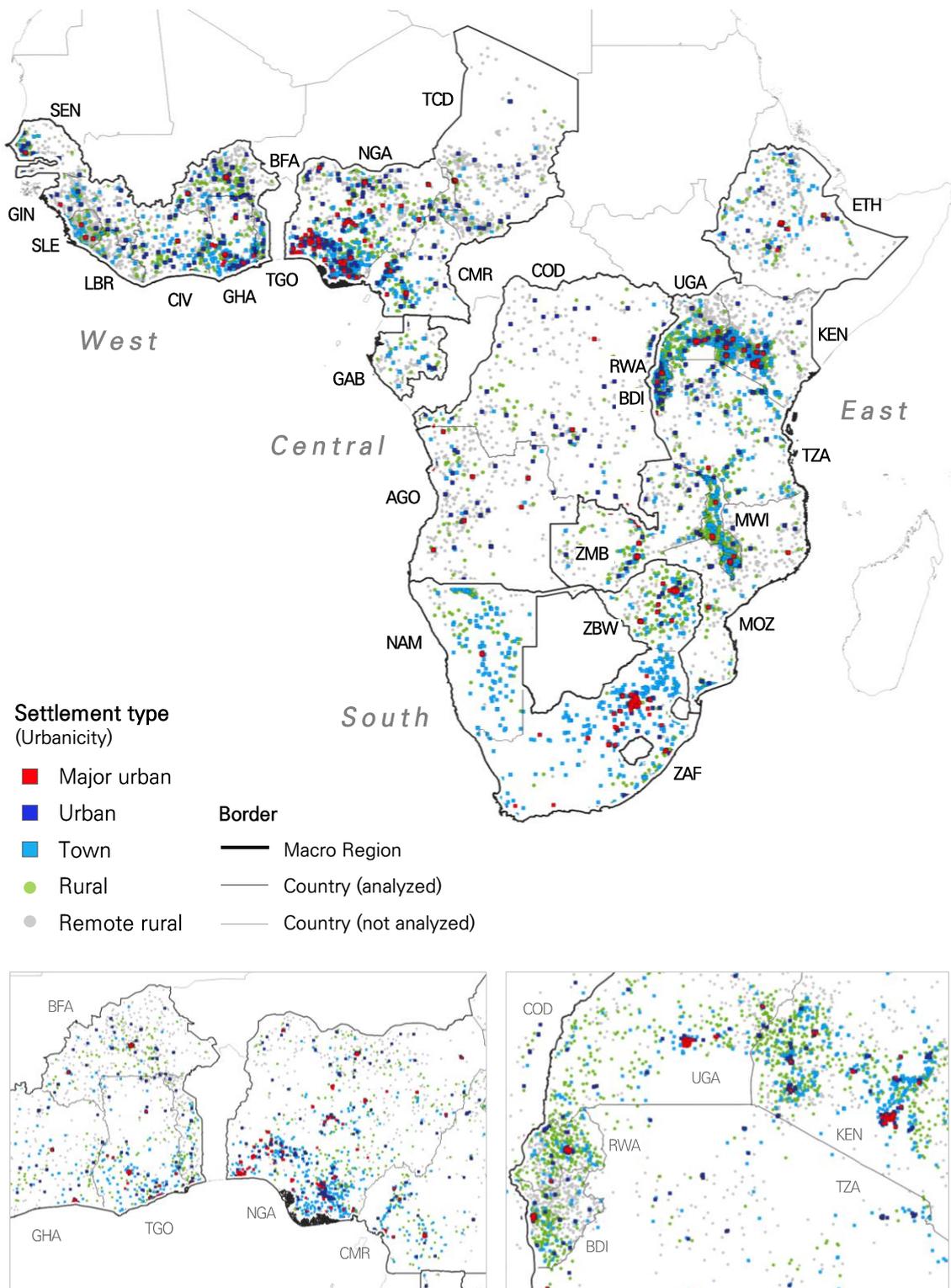
도시성 변수 설정 결과, 커뮤니티 기준으로 주요 도시는 14.8%, 일반 도시는 14.9%, 타운은 14.9%, 일반 농촌은 18.4%, 원격 농촌은 37.1%를 차지하였다(표 6). 도시 지역 커뮤니티는 30%, 농촌 지역 커뮤니티는 70%였다. 각 정주지 유형별 5세 미만 아동에 대한 기술 통계는 [표 6]에 정리하였다.

변수의 신뢰성 및 타당성은 도시성 변수를 연속형으로 구분한 뒤(주요 도시=5, 일반 도시=4, 타운=3, 일반 농촌=2, 원격 농촌=1), 세 가지 방법으로 확인하였다. 첫째, 내적 일관성은 본 연구가 개발한 도시성 변수와 변수 개발에 활용된 요소 간 상관관계를 확인하였다. 그 결과, 인구밀도(0.56), 건조지수(0.77), 야간광도(0.64), 접근성(0.42), 경제수준(0.87), 교육수준(0.75), 생활수준(0.96) 등 모든 정주환경 요소가 유의수준 0.1%에서 통계적으로 유의하게 높은 상관관계를 보였다. 둘째, 변수들의 내적 일관성을 확인할 때 활용되는 크론바흐 신뢰도 계수(Cronbach's coefficient α)를 계산한 결과, 신뢰성이 높은 것($\alpha=0.82$)으로 확인되었다. 셋째, 도시성 변수 개발에 사용되지 않았지만 정주지 유형 구분에 많이 활용되는 행정적 도시-농촌 유형 구분과 다면적 도시성의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 0.72(p-value < 0.001)로 높은 상관관계가 확인되었으며, 이는 도시성에 기반한 정주지 유형의 구분 기준에 타당성이 있다는 것을 의미한다.

[표 6] 도시성 및 정주지 유형 기술통계

Urbanicity	Settlement type	Community		Individual	
		N	%	N	%
Urban region					
5	Major urban	2,260.0	14.8	34,600.5	8.8
4	Urban	2,267.9	14.9	48,378.1	12.3
Rural region					
3	Town	2,268.7	14.9	40,414.9	10.3
2	Rural	2,802.8	18.4	71,636.0	18.2
1	Remote rural	5,651.1	37.1	197,984.0	50.4
Total		15,250.4		393,013.4	
Urban region					
-	Urban slum	381.9	2.5	10,381.0	2.6

주: 모든 기술통계는 표집 가중치를 부여하여 계산하였다. 도시 슬럼은 연속형의 도시성 변수에는 포함되지 않지만, 별도의 정주지 유형으로 구분한 변수이다. 한편, 도시 지역(urban)과 농촌 지역(rural region)은 하나의 정주지 유형이 아닌 여러 정주지 유형을 포괄하는 지역 유형에 해당한다.



[그림 5] 사하라 이남 아프리카의 도시성 및 정주지 유형 지도

주: 위의 지도는 분석 대상 15,554개 커뮤니티 중에서 도시성 변수 구축에 필요한 자료를 모두 포함하는 15,317개 커뮤니티를 포함한다.

[표 7] 정주지 유형별 정주환경 기술통계

	Geographical dimension				Socio-economic dimension		
	Population	Built up	Night time	Travel	Economic	Education	Living
	density	index	lights	time	level	level	standards
Major urban	7683.4 (7491)	0.74 (0.22)	15.95 (11.81)	0.4 (1.5)	4.63 (0.46)	2.83 (0.46)	0.78 (0.14)
Urban	2121.6 (2997.4)	0.36 (0.25)	4.96 (6.03)	3.2 (10.5)	4.05 (0.78)	2.32 (0.52)	0.56 (0.18)
Town	481.5 (583.5)	0.06 (0.09)	1.32 (2.71)	52.7 (96.8)	3.78 (0.77)	2.56 (0.45)	0.58 (0.18)
Rural	275.5 (315.1)	0.02 (0.04)	0.16 (0.69)	47.1 (43.8)	2.83 (0.54)	2.08 (0.41)	0.29 (0.11)
Remote rural	138.3 (191.3)	0.01 (0.02)	0.03 (0.17)	131.6 (136.8)	1.91 (0.6)	1.55 (0.43)	0.14 (0.09)
Total	1212.6 (3388.5)	0.14 (0.26)	2.47 (6.44)	75.6 (114.8)	2.97 (1.18)	2.06 (0.64)	0.36 (0.26)

주: 기술통계는 평균과 표준편차를 정리하였으며, 정주환경 요소별 단위는 [표 3]에 정리된 것과 같다.

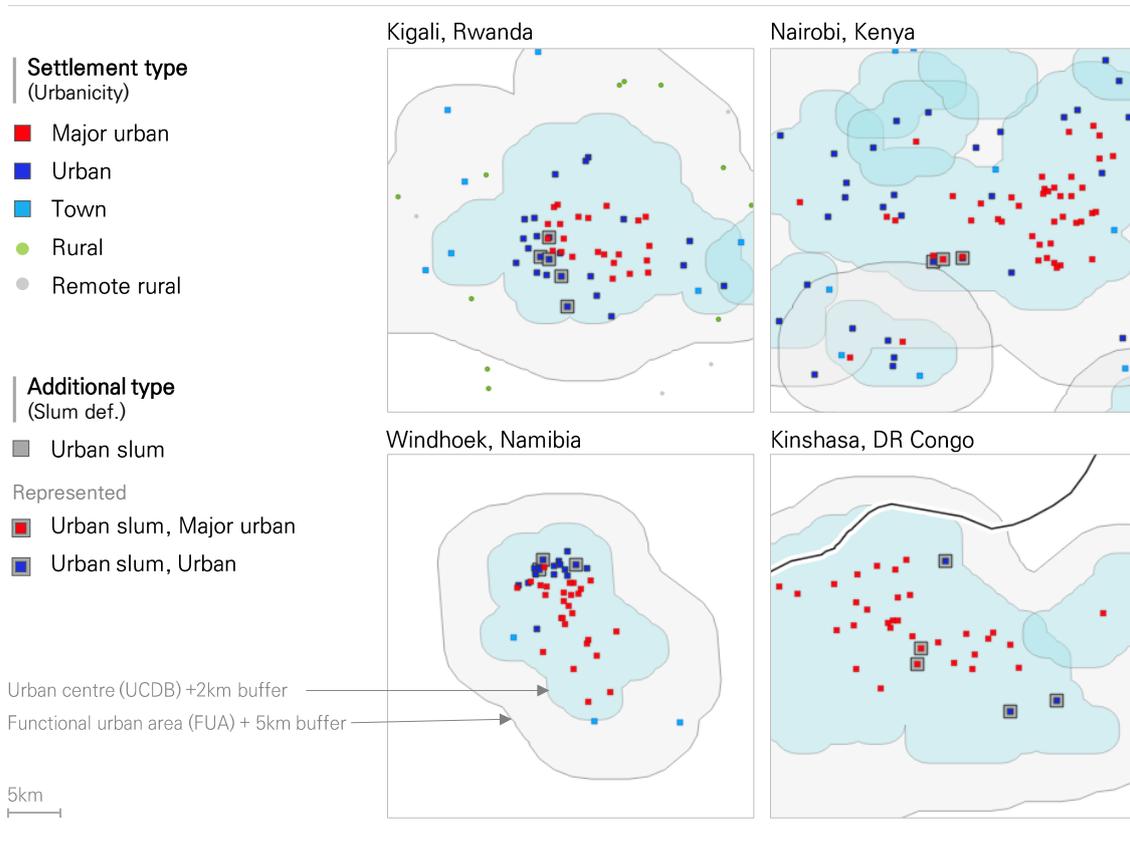
[표 7]은 정주지 유형별 특성을 보여준다. 주요 도시와 일반 도시는 인구밀도, 건조지수에서 3가지 농촌 지역 정주지 유형과 큰 차이를 보인다. 주요 도시는 지리적 측면에서 일반 도시에 비하여 높은 도시성을 지니는 것으로 나타났다. 일반 도시는 타운에 비하여, 지리적 측면에서 높은 도시성을 보여주지만, 사회경제 측면에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 오히려 교육 수준과 생활 수준은 타운이 높았다. 농촌 지역의 정주지 유형 중에서는 타운이 다른 두 유형보다 모든 정주환경 요소에서 높은 도시성을 보여주었다. 일반 농촌은 건조 지수를 제외한 모든 정주환경 요소에서 원격 농촌과 큰 차이를 보여주었다.

[표 8]에서 별도의 정주지 유형으로 구분한 도시 슬럼의 정주환경 특성을 요약하였다. [표 7]의 다른 정주지 유형들과 비교하면 도시 슬럼의 일반적인 특성을 파악할 수 있다. 도시 슬럼은 인구밀도, 건조지수, 야간광도에서 일반 도시보다 높은 도시성을 보여주지만, 사회경제 차원의 3가지 요소는 일반 도시보다 낮다. 특히, 도시 슬럼의 경제 수준, 교육 수준, 생활 수준은 농촌 지역 유형인 타운보다 낮은 것으로 나타났다. 여기에서 도시 슬럼이 도시 환경 속에 있으나 거주민의 생활 여건이 좋지 않다는 것을 알 수 있다. [그림 6]의 4 도시 사례를 통해, 사하라 이남 아프리카의 주요 도시에서 도시 슬럼의 위치를 확인할 수 있다.

[표 8] 도시 슬럼의 정주환경 기술통계

	Population density	Built up index	Night time lights	Travel time	Economic level	Education level	Living standards
Urban slum	3754.4 (6269.5)	0.38 (0.29)	5.33 (6.77)	9.3 (36.8)	3.73 (1.05)	2.13 (0.48)	0.34 (0.17)
Non-urban slum	1150.2 (3261.7)	0.13 (0.26)	2.4 (6.41)	84.8 (126.3)	2.95 (1.18)	2.06 (0.64)	0.37 (0.26)
Total	1212.6 (3388.5)	0.14 (0.26)	2.47 (6.44)	83 (125.4)	2.97 (1.18)	2.06 (0.64)	0.36 (0.26)

주: 'Non-urban slum'은 도시 슬럼이 아닌 모든 커뮤니티를 의미한다. 기술통계는 평균과 표준편차를 정리하였으며, 정주환경 요소별 단위는 [표 3]에 정리된 것과 같다.



[그림 6] 도시 슬럼 유형 사례 지도

주: DHS의 조사구 좌표는 개인정보보호를 위해 무작위로 이동되는데 도시는 2km, 농촌은 5km(1% 농촌은 10km)까지 적용된다(Burgert et al., 2013). 따라서 변수 설정 2단계에서 커뮤니티(DHS 조사구)의 도시 지역 여부를 확인할 때, GHS 폴리곤 자료들(UCDB, FUA)에 버퍼를 주어 좌표 이동에 대한 한계를 보완하였다. 한편, 위의 도시 슬럼 사례들은 각 도시에서 도시 슬럼의 위치와 도시 공간 구조를 간접적으로 확인할 수 있다. 키갈리(르완다 수도)에는 남서부, 빈트후크(나미비아 수도)에는 도심 북부, 킴바사(DR 콩고 수도)에는 도심 및 동부 외곽에 저소득층 커뮤니티가 많다. 나이로비(케냐 수도)의 저소득층 커뮤니티는 주요 슬럼 중 하나인 키베라와 그에 인접한 곳에 있다.

[표 9] 국가별 정주지 유형 기술통계

Country	Cluster units (%)						Children individual units (%)					
	Major urban	Urban	Town	Rural	Remote rural	Urban slum	Major urban	Urban	Town	Rural	Remote rural	Urban slum
	5	4	3	2	1	-	5	4	3	2	1	-
Angola	25.2	20.6	6.1	8.6	39.5	5.9	31.7	19.1	6.5	7.3	35.4	5.3
Burkina Faso	2.8	8.9	2.3	12.9	73.1	1.2	5.9	14.1	4.0	13.8	62.2	1.4
Burundi	1.7	4.9	5.5	25.0	62.9	1.0	3.1	6.1	5.8	25.5	59.5	1.0
Congo DR	11.2	13.3	6.3	12.7	56.5	12.3	13.7	13.3	6.5	12.9	53.6	11.8
Cote d'Ivoire	10.1	14.6	11.4	13.0	50.8	0.6	17.9	19.4	14.3	13.2	35.1	0.8
Cameroon	13.7	14.4	14.0	16.6	41.3	0.6	23.5	19.2	15.7	13.0	28.5	0.5
Ethiopia	1.4	3.0	5.8	8.5	81.3	1.8	4.4	6.6	10.7	8.8	69.6	4.6
Gabon	31.4	32.6	13.5	10.3	12.2	3.8	35.5	32.0	12.6	7.9	12.1	4.0
Ghana	23.2	8.9	25.7	15.1	27.1	0.1	32.0	11.0	28.3	12.7	16.0	0.2
Guinea	4.8	16.6	6.2	6.6	65.8	1.0	8.4	21.3	6.5	6.8	57.1	1.5
Kenya	9.0	12.3	15.8	31.3	31.6	1.9	13.0	16.3	21.4	28.0	21.3	2.3
Liberia	7.2	22.6	8.4	10.7	51.2	1.0	10.5	27.7	8.8	9.1	44.0	1.8
Malawi	3.2	8.6	8.6	41.9	37.7	1.7	4.5	10.3	10.5	41.2	33.4	1.8
Mozambique	6.3	8.8	6.9	14.9	63.1	4.1	10.9	10.9	8.5	14.8	54.9	4.5
Nigeria	11.0	15.6	14.6	15.4	43.4	2.5	20.7	17.1	21.9	13.5	26.8	2.5
Namibia	10.5	10.3	30.4	21.1	27.6	2.1	13.6	11.6	34.4	21.1	19.3	1.7
Rwanda	2.9	8.1	6.8	36.8	45.3	1.4	4.5	8.7	7.8	37.3	41.6	1.3
Sierra Leone	4.3	18.2	6.4	11.3	59.8	3.9	8.3	22.1	7.7	10.7	51.2	4.9
Senegal	11.7	16.3	13.1	12.3	46.5	0.6	24.3	21.2	11.8	11.5	31.3	0.7
Chad	1.7	9.7	3.4	6.3	78.9	4.8	2.9	13.7	4.0	6.1	73.3	6.5
Togo	10.4	17.4	7.9	11.5	52.8	2.2	16.3	23.1	11.0	13.2	36.4	2.3
Tanzania	4.7	10.8	12.5	18.5	53.6	0.2	7.9	14.5	16.6	20.3	40.6	0.1
Uganda	6.3	4.7	13.6	33.4	42.1	0.3	9.6	7.0	16.5	32.8	34.1	0.4
South Africa	31.3	14.9	39.0	10.8	4.0	1.3	40.2	14.2	35.4	8.1	2.1	1.0
Zambia	13.4	13.5	10.1	18.3	44.7	1.8	17.0	14.5	12.6	18.7	37.2	1.7
Zimbabwe	13.4	10.9	17.4	35.7	22.7	0.1	16.8	11.1	18.8	34.9	18.3	0.1
Total	8.8	12.3	10.3	18.2	50.4	2.6	14.8	14.9	14.9	18.4	37.1	2.5

주: 모든 기술통계는 표집 가중치를 부여하여 계산하였다.

2) 주거특성

주거특성은 주택 재료의 질, 위생 시설(화장실), 식수 공급 및 접근성 등 3가지로 파악하였다. 해당 지표들은 보건 문제에 영향을 주는 요인으로 주목받아 왔다. 주택 특성이 양호한 경우는 바닥, 지붕, 벽의 재료가 모두 적절할 때이다. 위생 시설이 개선된 경우는 화장실 위생 상태가 적절한 동시에 다른 가구와 공유하지 않을 때이다. 식수 공급이 적절한 경우는 안전한 식수를 구할 수 있으며 수원지까지 30분 이내의 접근성이 확보된 때이다. 구체적으로 기준은 [표 10]에 정리하였으며 이는 슬럼 가구를 판별하는 지표 3가지와 동일하다. 한편, [표 11]을 통해 국가별로 주거특성 현황은 3가지 요소에 따라 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

[표 10] 주거특성 요소 및 하위지표

Component & Deprivation	Sub-indicator	Details of measurement
Housing quality		
Unimproved housing material in any of the three components	- Improved floor	parquet or polished wood, vinyl or asphalt strips, ceramic tiles, cement, linoleum or rubber carpet
	- Improved roof	cement, stone with lime or cement, (burnt or unburnt) bricks with cement, cement blocks, wood planks or shingles, sheet metal.
	- Improved wall	zinc or aluminum, calamine or cement fiber, ceramic or brick tiles, cement, roofing shingles, asbestos or slate roofing sheets, concrete slab
Sanitation facility		
Unimproved or no sanitation facility or shared with others	- Improved sanitation facility	flush toilet or latrine, ventilated improved pit, pit latrine with a slab, composting toilet
Water source		
Non-safe drinking water or more than 30-minute walk to water source	- Safe drinking water	pipied water, pipied into dwelling, public tap, tube well or borehole, borehole with pump, protected well, protected spring, bottled water (if secondary source is also improved) or rainwater
	- Accessibility to water source	less than 30-minute walk to water source

주: 개선되지 않은 주택은 대부분 자연 재료를 사용한 경우이며(모래 바닥, 초가 지붕 등), 개선되지 않은 요리 연료도 대부분 자연 재료(숯, 나무, 짚 등)를 활용하는 경우이다.

[표 11] 국가별 주택특성 기술통계

Country	House quality (Wall, floor, roof material)		Sanitation facility (toilet quality)		Water source (quality & accessibility)	
	N	Improved %	N	Improved %	N	Improved %
Angola	16,981.1	38.5	16,981.1	39.7	16,981.1	41.1
Burkina Faso	22,475.6	19.1	22,478.3	11.3	22,465.0	52.2
Burundi	17,684.3	12.6	17,684.3	39.7	17,684.3	47.8
Congo DR	23,522.4	13.4	23,522.4	16.8	23,516.8	26.3
Cote d'Ivoire	9,832.1	57.1	9,819.7	15.9	9,830.1	63.2
Cameroon	12,222.3	41.6	12,222.3	36.7	12,222.3	53.3
Ethiopia	14,781.0	2.5	14,781.0	5.3	14,781.0	31.6
Gabon	5,870.8	44.6	5,870.8	31.6	5,854.5	75.7
Ghana	7,060.0	67.7	7,060.0	42.3	7,060.0	70.7
Guinea	10,159.9	47.8	10,159.9	21.4	10,159.9	50.0
Kenya	23,287.5	36.3	23,283.6	20.5	23,286.3	49.1
Liberia	7,413.0	43.1	7,413.0	18.6	7,413.0	65.4
Malawi	23,129.0	19.4	23,129.0	51.2	23,129.0	48.5
Mozambique	15,987.9	12.7	15,987.9	18.0	15,987.9	32.3
Nigeria	46,798.6	47.1	46,798.6	30.6	46,798.6	58.1
Namibia	5,412.2	47.2	5,410.0	26.4	5,408.3	70.5
Rwanda	10,877.5	16.1	10,863.9	54.7	10,876.8	37.6
Sierra Leone	14,281.1	42.3	14,281.1	13.8	14,281.1	48.3
Senegal	14,731.3	57.7	14,731.3	43.3	14,731.3	68.5
Chad	26,641.7	5.7	26,548.5	6.5	26,610.0	34.7
Togo	8,563.2	47.9	8,563.2	9.6	8,556.5	46.9
Tanzania	12,396.1	32.6	12,396.1	46.4	12,396.1	35.8
Uganda	19,411.1	27.1	19,411.1	16.9	19,411.1	38.6
South Africa	3,999.8	84.8	3,999.8	55.6	3,999.8	85.1
Zambia	12,059.4	35.1	12,059.4	28.0	12,059.4	56.3
Zimbabwe	7,374.3	58.1	7,374.3	31.1	7,374.3	54.2
Total	392,953.2	31.9	392,830.6	26.6	392,874.6	48.2

주: 모든 기술통계는 표집 가중치를 부여하여 계산하였다.

4. 설명 변수

아동 보건 문제와 정주환경의 관계를 분석할 때, 기존에 알려진 주요 영향 요인을 통제하기 위해 5가지 설명 변수를 모형에 담았다. 개인 수준에는 아동 연령, 성별, 출생 순서 변수를 추가하고, 가구 수준에서는 경제 수준과 가구 규모를 추가하였다. 구체적인 설명변수들의 범주 구성은 [표 12]에 정리하였다.

[표 12] 설명 변수 기술통계

Level	Variable	Category	N	%	
Individual level	Child age	0	133,422	33.4	
		1	74,424	18.6	
		2	68,618	17.2	
		3	64,328	16.1	
		4	58,880	14.7	
				399,673	
	Child sex	male	205,960	51.5	
		Female	193,713	48.5	
				399,673	
	Birth order	1	94,394	23.6	
		2	78,465	19.6	
		3	63,221	15.8	
		4	49,476	12.4	
		≥ 5	114,117	28.6	
				399,673	
Household level	Wealth index	Poorest	95,835	24.0	
		Poor	90,077	22.5	
		Middle	80,874	20.2	
		Rich	73,505	18.4	
		Richest	59,382	14.9	
				399,673	
	Household size	< 5	104,381	26.1	
		5 - 6	119,838	30.0	
		7 - 10	107,142	26.8	
		≥ 10	68,312	17.1	
			399,673		

주: 모든 기술통계는 표집 가중치를 부여하여 계산하였다.

5. 분석 방법

아동 보건 문제와 정주환경을 분석하는 본 연구는 크게 두 단계의 분석으로 이루어진다. 첫 번째 분석에서는 아동 보건 문제에 미치는 도시성 및 주택특성의 영향을 분석하였다. 아동 보건 문제들은 모두 이분형 변수로 설정되어 있으며 설명변수가 개인과 커뮤니티 등 다수준으로 구성된다. 따라서 다수준 로지스틱 회귀모형(Multilevel logistic regression model)을 활용하였다. 특히, 동일한 커뮤니티에서 거주하는 아동은 유사한 정주환경 특성을 공유한다는 점을 반영하고자 2개 수준의 임의절편모형(Random intercept model)으로 구축하였다. 즉, 독립변수와 통제변수들에 효과는 고정된 것으로 설정하고, 커뮤니티에 따라 절편이 달라질 수 있는 것으로 설정하였다. 변수들의 고정 효과는 보정 오즈비(adjusted odds ratio, aOR)로 정리하고, 커뮤니티 수준의 절편에 대한 임의 효과는 급내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)로 정리하였다. 급내상관계수는 전체 분산 중에서 커뮤니티 수준의 분산이 설명하는 비율을 보여준다.

분석 모형은 4가지로 구성하였다. 첫 번째 회귀 모형에서는 도시성에 기반하여 구분한 5가지 정주지 유형을 모형에 담고, 두 번째 회귀 모형에서 도시 슬럼 유형을 더미 변수로 추가하였다. 세 번째 회귀 모형은 주택특성 3가지를 모형에 담고, 네 번째 모형은 모든 정주환경 변수를 추가하였다. 한편, 모든 모형에는 5가지 설명 변수를 포함하였으며 국가를 통제하였다.

두번째 분석에서는 여러 아동 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴을 분석하여 보건 문제가 심각하고 주거환경이 열악한 지역과 커뮤니티를 파악하였다. 이때 역거리 가중 보간법(Inverse distance weighted method, IDW)을 활용하여 지도를 제시하였다. 이 보간법을 활용하여 DHS 조사구가 밀집한 지역은 대표적인 값을 찾으면서 DHS 조사구가 매우 적거나 없는 지역은 주변 지역의 값을 참고하여 추정하였다. 보간을 실시할 때 공간 단위는 20km 격자로 설정하여 미시적인 공간 단위에서 보건 문제를 파악하고자 하였다.

6 윤리적 고려

본 연구가 활용한 USAID의 DHS 자료에는 설문조사 참여자에 대한 식별자가 제거되어 있다. 또한, DHS 설문조사는 ICF 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 취득한 후 진행되었다.

IV. 분석 결과

1. 아동 보건과 정주환경의 관계

1) 아동 사망과 도시성 및 주택특성

다수준 로지스틱 회귀분석 결과, 정주지의 도시성이 높을수록 5세 미만 아동의 사망 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. [표 13]의 모형 1에서 원격 농촌 대비 사망 오즈비는 일반 농촌이 0.94(95% CI: 0.91 -0.98), 타운은 0.76(95% CI: 0.72 -0.80), 일반 도시는 0.82(95% CI: 0.77-0.86), 주요 도시는 0.69(95% CI: 0.64-0.74)이었다. 모든 오즈비는 통계적으로 유의한 음(-) 관계를 보였으며, 이는 원격 농촌에 비하여 도시성이 높은 정주지일수록 5세 미만 아동의 사망 확률이 감소한다는 것을 의미한다.

모형 2에서 도시 슬럼을 통제하였을 때, 도시 지역 유형(주요 도시와 일반 도시)의 원격 농촌 대비 오즈비는 더욱 낮아졌다. 도시 슬럼은 그렇지 않은 지역보다 사망 오즈비가 1.18(95% CI: 1.08-1.29)였으며 통계적으로 유의한 양(+)의 관계를 보여주었다. 이 결과에서 도시 슬럼이 도시 지역의 아동 사망에 큰 비중을 차지하고 있다는 것을 알 수 있다.

모형 3에서 주택 특성은 아동 사망과 유의한 관계가 있는 것으로 나타났다. 주택 상태가 양호하거나 식수 공급이 적절한 경우에 그렇지 않은 경우에 비하여 사망 오즈비가 유의하게 낮았다.

모든 정주환경 변수를 포함하는 모형 4에서도 도시성과 주택 특성이 아동 사망에 미치는 영향은 유의한 것으로 나타났다. 즉, 최종 모형에서 모든 정주지 유형이 원격 농촌 대비 사망 오즈비가 유의하게 낮았다. 도시 슬럼에 거주하는 경우는 그렇지 않은 경우에 비하여 아동 사망에 유의한 양(+)의 영향을 미쳤다(OR: 1.13, CI: 1.03-1.23). 또한 개선된 주택 상태는 낮은 아동 사망 확률과 관련이 있었다(OR: 0.90, CI: 0.86-0.94).

그 외 설명변수들을 보면 선행연구에서 밝혀진 바와 유사한 것으로 확인되었다. 가구의 경제 수준이 높아질수록, 가구 규모가 클수록 사망할 확률이 높아졌다. 또한, 아동 연령이 많을수록, 아동이 여성일수록, 출생 순서가 늦을수록 그렇지 않은 경우에 비하여 사망할 확률이 낮아졌다.

한편, 모든 모형에서 임의효과가 통계적으로 유의하였는데, 급내상관계수가 0.09 이상으로 커뮤니티 수준의 분산이 전체 분산의 9% 이상을 설명하는 것으로 확인되었다.

[표 13] 아동 사망 요인 분석 결과

		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
		OR	95% CI						
Fixed effect									
Community level									
Settlement type	Remote rural	1(ref)		1(ref)				1(ref)	
	Rural	0.94**	0.91-0.98	0.94**	0.91-0.98			0.95*	0.91-0.99
	Town	0.76***	0.72-0.80	0.75***	0.71-0.79			0.77***	0.73-0.82
	Urban	0.82***	0.77-0.86	0.78***	0.74-0.83			0.81***	0.76-0.86
	Major urban	0.69***	0.64-0.74	0.68***	0.63-0.73			0.70***	0.65-0.76
Urban slum	No			1(ref)				1(ref)	
	Yes			1.18***	1.08-1.29			1.13*	1.03-1.23
Household level									
Improved house	No					1(ref)		1(ref)	
(Wall, floor, roof)	Yes					0.87***	0.84-0.91	0.90***	0.86-0.94
Improved sanitation	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					1.04*	1.01-1.08	1.04*	1.01-1.08
Improved water source	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.96**	0.93-0.98	0.98	0.95-1.01
Wealth index	Poorest					1(ref)		1(ref)	
	Poor	0.93***	0.90-0.96	0.93***	0.90-0.96	0.93***	0.89-0.96	0.94***	0.90-0.97
	Middle	0.89***	0.86-0.93	0.90***	0.86-0.94	0.89***	0.85-0.92	0.91***	0.87-0.95
	Rich	0.82***	0.78-0.86	0.82***	0.78-0.86	0.79***	0.76-0.83	0.84***	0.80-0.89
	Richest	0.58***	0.55-0.62	0.58***	0.55-0.62	0.54***	0.51-0.57	0.61***	0.57-0.66
Household size	< 5	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	5 - 6	1.12***	1.08-1.16	1.12***	1.08-1.16	1.14***	1.1-1.18	1.14***	1.10-1.18
	7 - 10	1.22***	1.18-1.27	1.22***	1.18-1.27	1.26***	1.22-1.31	1.25***	1.21-1.30
	≥ 10	1.16***	1.11-1.21	1.16***	1.11-1.21	1.21***	1.15-1.27	1.19***	1.13-1.24
Individual level									
Child age	0	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	1	0.24***	0.23-0.24	0.24***	0.23-0.24	0.24***	0.23-0.24	0.23***	0.23-0.24
	2	0.19***	0.18-0.19	0.19***	0.18-0.19	0.18***	0.18-0.19	0.19***	0.18-0.19
	3	0.11***	0.11-0.11	0.11***	0.11-0.11	0.11***	0.11-0.11	0.11***	0.11-0.11
	4	0.06***	0.05-0.06	0.06***	0.05-0.06	0.06***	0.05-0.06	0.06***	0.05-0.06
Child sex	male	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Female	0.87***	0.85-0.88	0.87***	0.85-0.88	0.86***	0.85-0.88	0.86***	0.85-0.88
Birth order	1	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	2	0.85***	0.83-0.87	0.85***	0.83-0.87	0.84***	0.82-0.87	0.85***	0.82-0.87
	3	0.75***	0.72-0.77	0.75***	0.72-0.77	0.74***	0.71-0.76	0.74***	0.72-0.76
	4	0.66***	0.64-0.68	0.66***	0.64-0.68	0.64***	0.62-0.67	0.64***	0.62-0.67
	≥ 5	0.53***	0.51-0.55	0.53***	0.51-0.55	0.51***	0.5-0.53	0.51***	0.50-0.53
Random effect									
Community level									
τ ² : variance (SE)			0.32(0.01)		0.32(0.01)		0.33(0.01)		0.33(0.01)
ρ: ICC (Community)			0.09		0.09		0.09		0.09
Model fitness									
Log (pseudo) likelihood			-193,091		-193,084		-193,123		-189,698
Waldχ ²			32,498		32,552		32,621		32,352
Sample									
Num. of individuals			396,229		396,229		396,748		389,096
Num. of clusters			15,317		15,317		15,550		15,313

† p<.1, * p<.05, ** p<.01, *** p<.001

2) 아동 병적 상태와 도시성 및 주택특성

5세 미만 아동의 병적 상태와 정주환경의 관계를 분석한 결과는 [표 14]로 정리하였다. 다만, 병적 상태별로 모형 1부터 모형 4까지의 모든 분석 결과는 부록에 정리하였다. 구체적인 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 도시성이 높은 정주지 유형에 거주하는 아동일수록 발열 증상이 나타날 확률은 유의하게 감소하였다. 모형 2에서 도시 슬럼을 통제하는 경우, 일반 도시와 주요 도시의 발열 오즈비는 더욱 낮아졌다(부록 표 1). 모형 3에서 개선된 주택 상태와 양호한 위생 시설은 낮은 발열 확률과 유의한 관계가 있는 것으로 나타났다. 모형 4에서도 도시성이 높은 정주지에 거주할수록 발열 증상이 나타날 확률이 감소하는 것으로 나타났다(표 14). 또한, 도시 슬럼 거주와 발열은 유의한 양(+) 관계가 있었다. 개선된 주택 및 위생시설 상태와 아동 발열 사이에 음(-)의 관계도 통계적으로 유의하였다.

둘째, 원격 농촌에 비하여 정주지의 도시성이 높아질수록 빈혈 증상을 보일 확률은 통계적으로 유의하게 낮아졌다. 다만, 도시성의 효과는 정주지 유형에 따라 크게 달라지지 않았다. 모형 2에서 도시 슬럼을 통제하자 일반 도시와 주요 도시의 오즈비는 감소하였으며, 모형 3에서 양호한 위생 시설과 빈혈 증상 간 음(-)의 관계가 나타났다(부록 표 2). 최종 모형에서도 정주지 도시성과 개선된 위생 시설은 빈혈 확률을 낮추는 유의한 효과가 나타났으며, 도시 슬럼에 거주하는 것은 빈혈 확률을 높이는 것으로 나타났다.

셋째, 도시성과 설사의 관계는 정주지 유형에 따라 달라졌다. 설사 증상을 보일 확률은 원격 농촌에 비하여 타운 유형에서 낮았고 일반 도시에는 높았다. 모형 2에서 도시 슬럼을 통제하는 경우, 일반 도시의 감염 오즈비는 다소 낮아지고 도시 슬럼의 오즈비는 설사 확률과 유의한 양(+)의 관계를 보였다(부록 표 3). 모형 3에서 주택 상태, 위생 시설, 식수 공급 등이 개선되면 설사 증상을 보일 확률이 낮아졌다. 최종 모형에서 개선된 위생 시설과 안전한 식수 공급이 설사 증상과 유의한 음(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다.

넷째, 호흡기 질환(기침)의 오즈비는 도시성이 높아질수록 유의하게 높아졌다. 도시성과 병적 상태 간 양(+)의 관계를 보여주는 유일한 경우였다. 모형 2에서 도시 슬럼을 투입하는 경우에 일반 도시와 주요 도시의 오즈비는 모형 1에 비해 증가하였으며 도시 슬럼의 오즈비는 통계적으로 유의하지 않았다(부록 표 4). 모형 3에서 개선된 위생 시설이 호흡기 질환 확률을 낮추는 것으로 나타났으며, 최종 모형에서도 결과는 동일하였다.

한편, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환 분석 모형의 급내상관계수가 0.10 이상으로 커뮤니티 수준의 분산이 전체 분산의 10% 이상으로 설명한다고 볼 수 있다.

[표 14] 아동 보건 문제와 정주환경의 관계 분석 결과

	Mortality		Fever		Anemia		Diarrhea		Cough	
	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI	OR	95% CI
Fixed effect										
Community level										
Settlement type										
Remote rural	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Rural	0.95*	0.91-0.99	0.90***	0.85-0.94	0.83***	0.78-0.88	0.99	0.94-1.04	1.13***	1.08-1.19
Town	0.77***	0.73-0.82	0.81***	0.76-0.87	0.83***	0.77-0.90	0.91**	0.85-0.98	1.18***	1.10-1.26
Urban	0.81***	0.76-0.86	0.90**	0.83-0.96	0.83***	0.76-0.90	1.12**	1.04-1.21	1.25***	1.16-1.35
Major urban	0.70***	0.65-0.76	0.71***	0.65-0.77	0.81***	0.73-0.89	0.99	0.90-1.09	1.29***	1.18-1.41
Urban slum										
No	1(ref)		1(ref)							
Yes	1.13*	1.03-1.23	1.14*	1.02-1.27	1.18*	1.02-1.37	1.07	0.95-1.20	0.96	0.85-1.07
Household level										
Improved house										
No	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Yes	0.90***	0.86-0.94	0.94**	0.89-0.98	0.99	0.93-1.04	0.96	0.92-1.01	0.98	0.93-1.02
Improved sanitation										
No	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Yes	1.04*	1.01-1.08	0.93***	0.90-0.96	0.89***	0.85-0.93	0.87***	0.84-0.90	0.94**	0.91-0.98
Safe water source										
No	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Yes	0.98	0.95-1.01	1.01	0.97-1.04	1.03	0.98-1.07	0.96*	0.93-1.00	1.01	0.97-1.04
Random effect										
Community level										
τ ² : variance (SE)		0.33(0.01)		0.58(0.01)		0.48(0.02)		0.44(0.01)		0.44(0.01)
ρ: ICC (Community)		0.09		0.15		0.13		0.12		0.12
Sample										
Num. of individuals		389,096		270,750		111,149		270,435		270,752
Num. of clusters		15,313		15,298		12,671		15,298		15,298

주: 아동 보건 문제별 분석 결과(부록 표 1-4)에서 최종 모형(Model 4)의 정주환경 특성(도시성 및 주택특성) 분석 결과만 별도로 정리하였다. 즉, 모든 보정 오즈비 추정치는 국가와 5가지 설명변수(아동 연령, 성별, 출생순서, 가구 경제수준, 가구 규모 등)를 통제한 모형의 분석 결과이다.

† p<.1, * p<.05, ** p<.01, *** p<.001

3) 소결

분석 결과를 요약하면, 정주지의 도시성이 높아질수록 아동이 사망할 확률과 발열 및 빈혈 증상을 보일 확률이 유의하게 낮아졌다. 반면, 설사와 호흡기 질환(기침) 증상이 나타날 확률은 도시성이 높은 일부 정주지 유형에서 높아지기도 하였다.

또한, 적절한 위생 시설(화장실)은 아동 건강에 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다. 적절한 주택 상태는 아동 사망 및 발열 증상의 확률을 낮추고, 안전한 식수 공급은 설사 증상을 보일 확률을 낮추는 것으로 확인되었다.

2. 아동 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴

1) 아동 보건 문제의 공간 패턴

커뮤니티 수준에서 5세 미만 아동의 평균적인 병적 상태를 계산한 뒤, 역거리 가중 보간법으로 20km 격자 단위로 공간 패턴을 분석하였다. 그 결과, 보건 문제별로 공간 패턴이 상이하였으며 각 보건 문제의 심각성은 미시적인 지리적 스케일에서 크게 달라졌다. 구체적인 분석 결과는 다음과 같다.

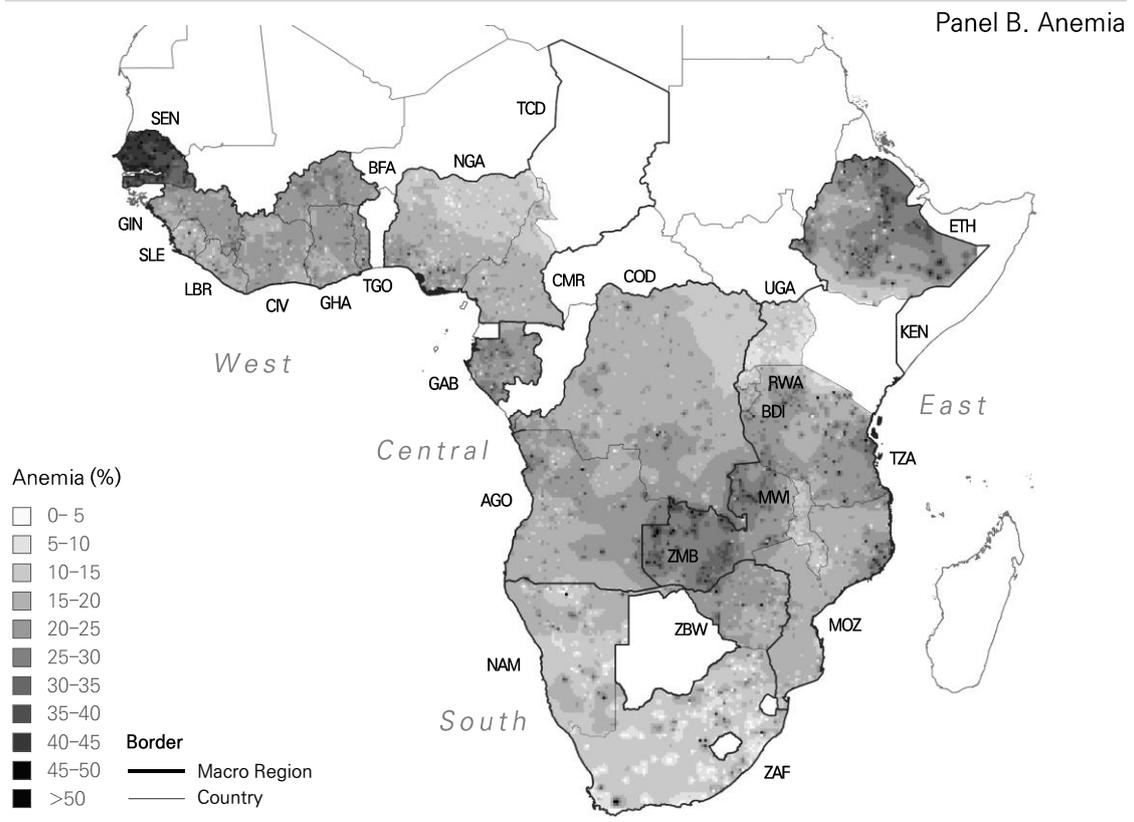
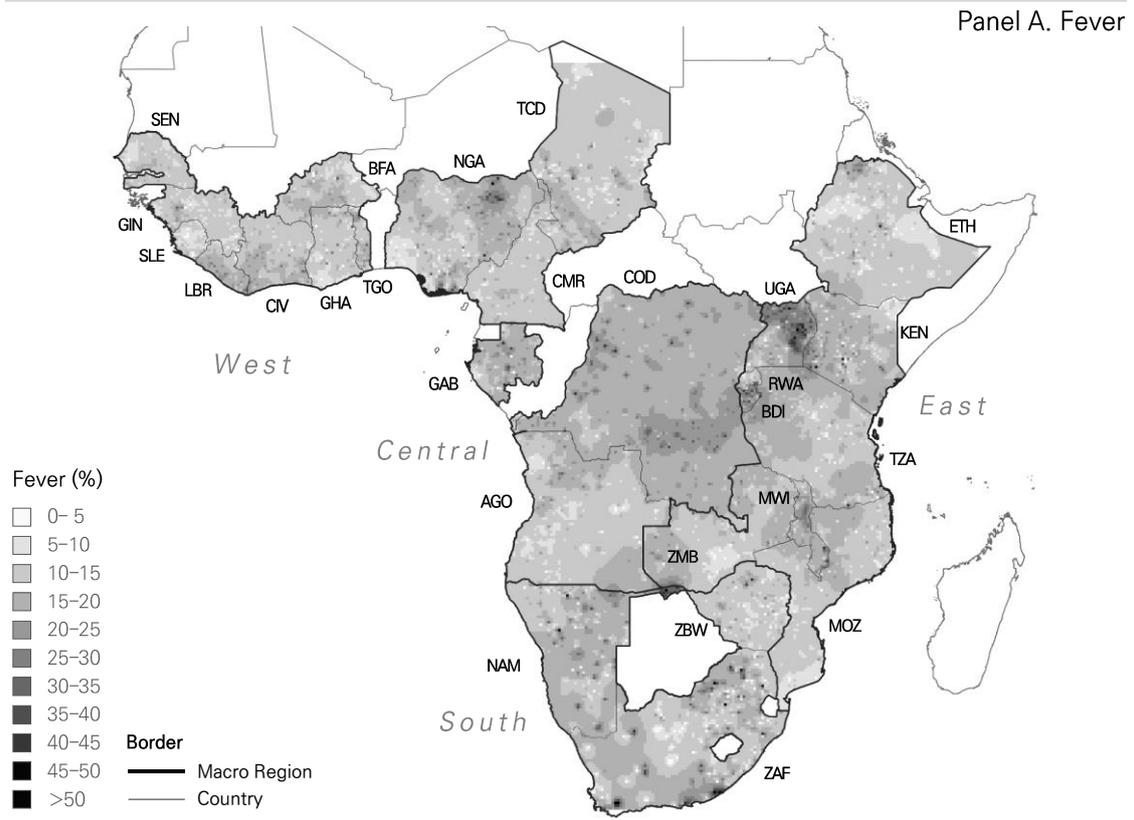
첫째, 국가별 아동 발열 비율은 부룬디, 우간다, DR 콩고, 말라위 등에서 높았는데(표 2), 미시적인 수준에서 국가별로 농촌 지역 또는 접근성이 낮은 지역에서 더 높은 부담을 안고 있는 것으로 나타났다(그림 7의 Panel A). 우간다의 북동부, DR 콩고의 중부 열대우림, 말라위의 북부에서 아동 발열 비율이 높았다. 발열 비율이 높은 국가 중 하나인 나이지리아는 북동부와 남서부 지역 간 발열 증상의 격차가 큰 것으로 확인되었다.

둘째, 국가별 빈혈 비율은 주로 서아프리카 국가에서 높았지만(표 2), 미시적으로 빈혈 비율은 큰 차이가 있는 것으로 나타났다(그림 7의 Panel B). 특히, 잠비아 서부와 북부, 에티오피아 북동부, 탄자니아와 모잠비크 동부 해안, 나이지리아 남부, 앙골라 동부, 세네갈 등의 지역에서 빈혈 증상의 부담이 컸다.

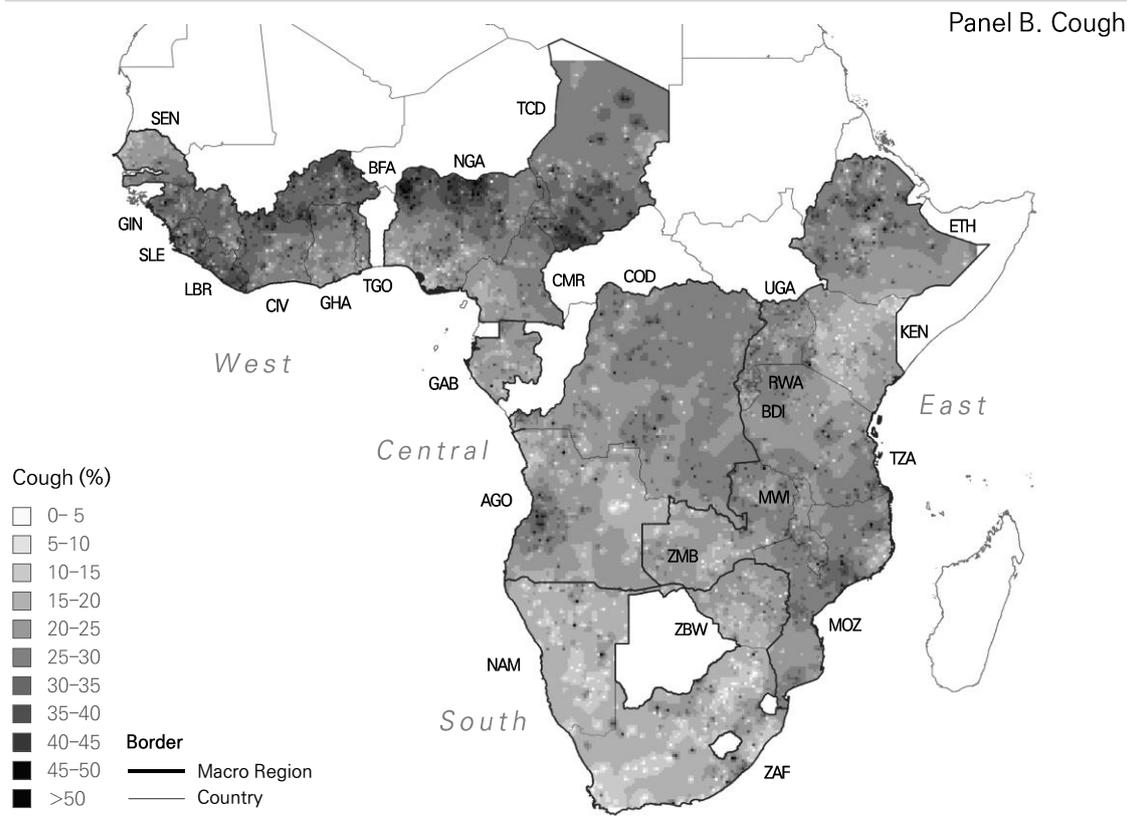
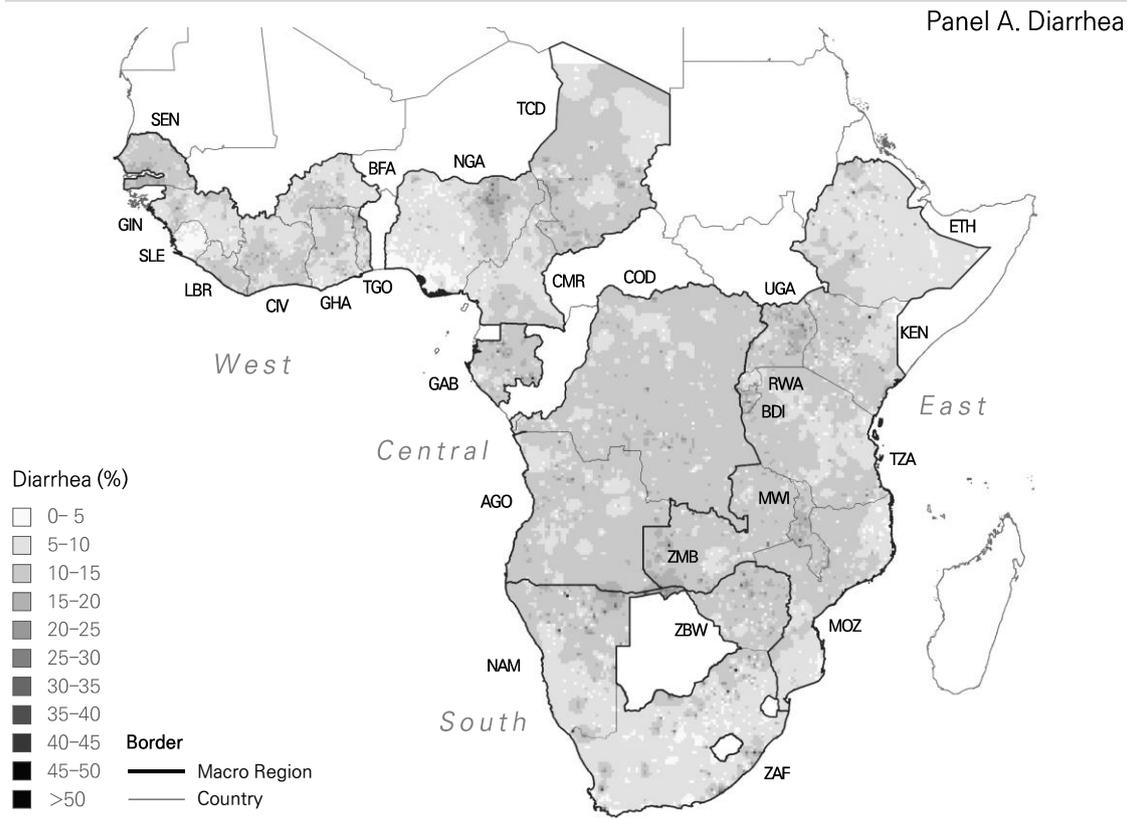
셋째, 국가별 설사 비율을 보면 부룬디, 차드, 말라위, 우간다, 나미비아 등에서 높았으며(표 2), 농촌 지역에 부담이 특히 높은 것으로 나타났다(그림 8 Panel A). 또한, 나이지리아 북동부, 차드 남부, 잠비아 서부와 나미비아 북부에서 특히 설사 부담이 컸다.

넷째, 국가별 호흡기 질환 증상의 비율은 우간다, 부룬디, 케냐 등 동아프리카 국가에서 높았는데(표 2), 미시적인 단위에서 호흡기 질환의 부담은 달라졌다. 또한, 차드 남부, 나이지리아 북부, 가봉 동부, 잠비아와 나미비아의 접경 지역, 모잠비크 북부 등의 지역에서도 호흡기 질환의 부담이 높았다(그림 8 Panel B).

아동 보건 문제의 공간 패턴을 요약하면, 각 보건 문제에 따라 질환 증상의 부담은 미시적인 공간 단위에서 크게 달라졌다. 일반적으로 접근성이 낮은 농촌 및 산림 지역에서 보건 부담이 큰 것으로 나타났지만 증상별 공간 패턴은 모두 다른 것으로 나타났다. 또한, 국가 수준의 평균적인 보건 문제에서는 심각한 수준이 아닌 경우에도, 특정 지역에 서는 건강 상태가 좋지 않은 경우가 다수 확인되었다.



[그림 7] 아동 발열과 빈혈의 공간 패턴



[그림 8] 아동 설사와 호흡기 질환의 공간 패턴

2) 도시성 및 주택특성의 공간 패턴

다면적 도시성의 공간 패턴(그림 9의 Panel A)을 통해 각국의 수도 및 대도시 지역이 높은 도시성을 가지고 있다는 것을 확인할 수 있다. 도시 지역의 건조 환경과 인프라를 고려하면 도시성과 주거특성은 높은 상관관계가 있지만, 앞선 회귀분석에서도 살펴보았듯이 이들이 보건 문제에 미치는 효과의 방향과 크기는 다르다. 또한, 한 국가 내에서도 각 주거 특성(주택, 위생시설, 식수 공급)의 현황은 크게 다르다(표 11). 따라서 아동 건강에 영향을 주는 것으로 확인된 3가지 주거특성의 공간 패턴을 파악하는 것이 보건 정책 수립을 마련하는 데 중요한 작업이라고 볼 수 있다. 아동 보건 문제와 동일한 방법으로 공간 분석을 한 결과는 다음과 같다.

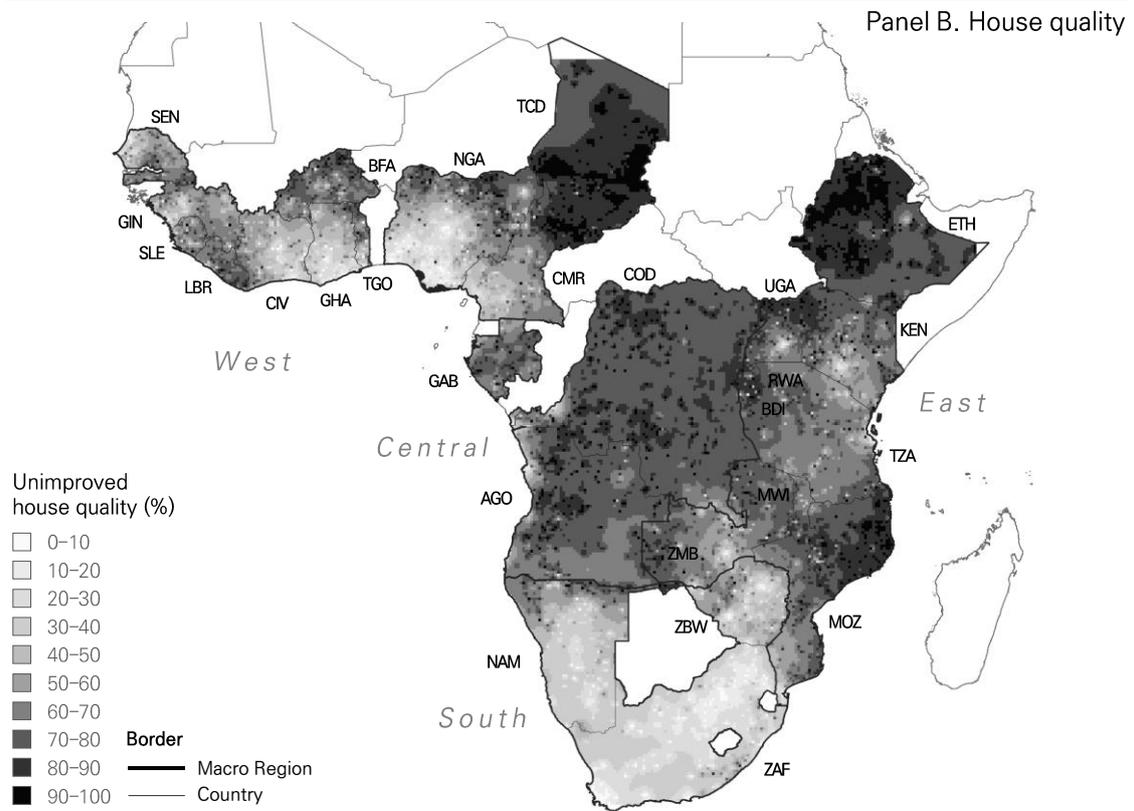
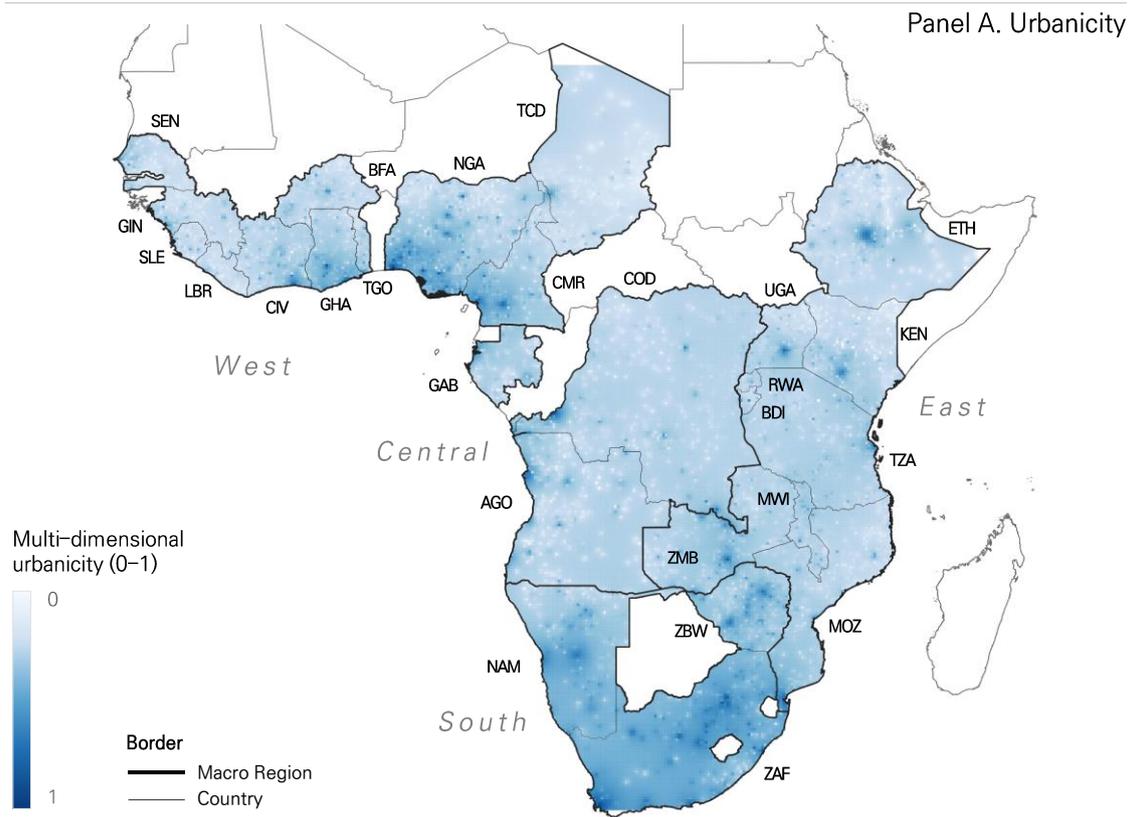
첫째, 국가별 주택 상태는 에티오피아, 차드, 부룬디, 모잠비크, DR 콩고 등에서 좋지 않았는데(표 11), 미시적으로 보면 에티오피아 북서부, 차드 남부, 부룬디 북부, 모잠비크 북동부에서 주거환경이 좋지 않은 것으로 나타났다(그림 9의 Panel B). DR 콩고와 부르키나파소에서 주택 상태가 열악한 곳은 여러 곳에 산재하고 있다. 케냐와 우간다 북부, 잠비아와 앙골라 서부, 말라위 남부 지역도 주택 상태가 좋지 않은 것으로 확인되었다.

둘째, 차드, 토고, 부르키나파소, 시에라리온 등 서아프리카 국가들의 농촌 지역에서 위생시설이 전반적으로 열악한 것으로 나타났다(표 11, 그림 10의 Panel A). 또한, 에티오피아 북부, 케냐와 우간다 북부, 잠비아 서부, 앙골라와 나미비아 접경 지역, 잠비아 서부 등의 지역에서 위생시설이 좋지 않았다.

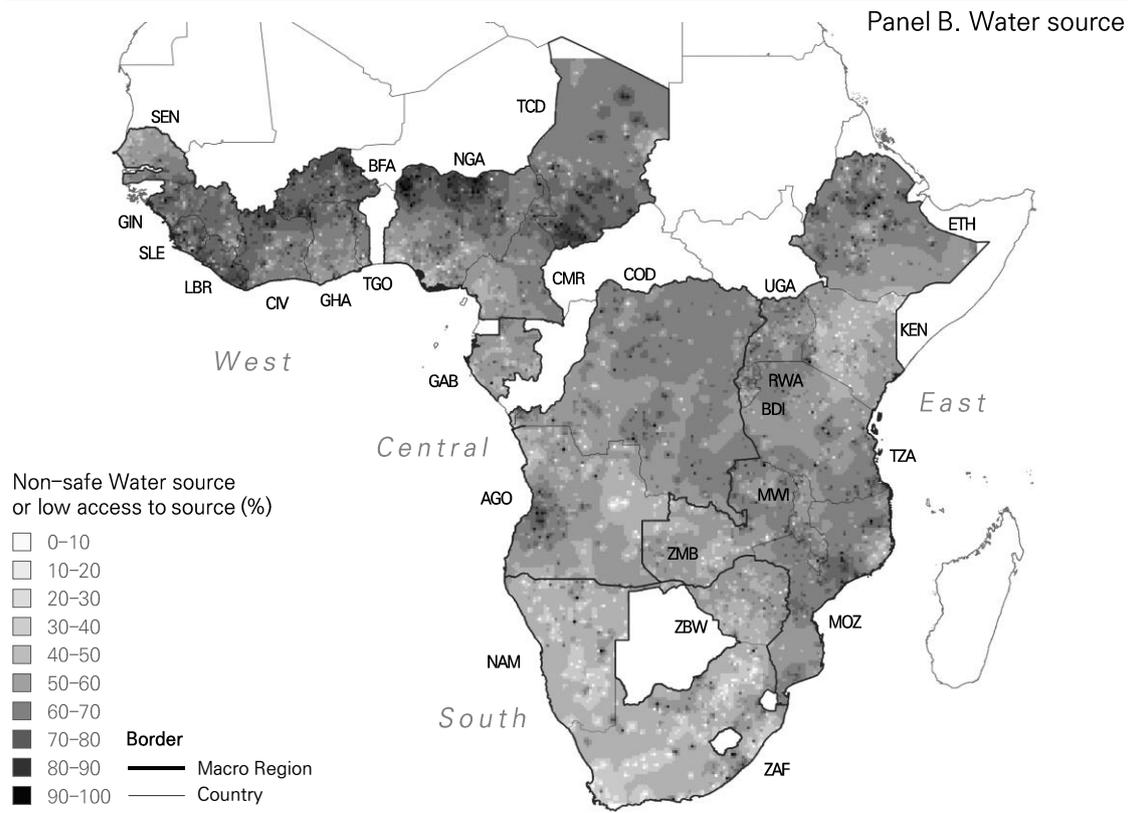
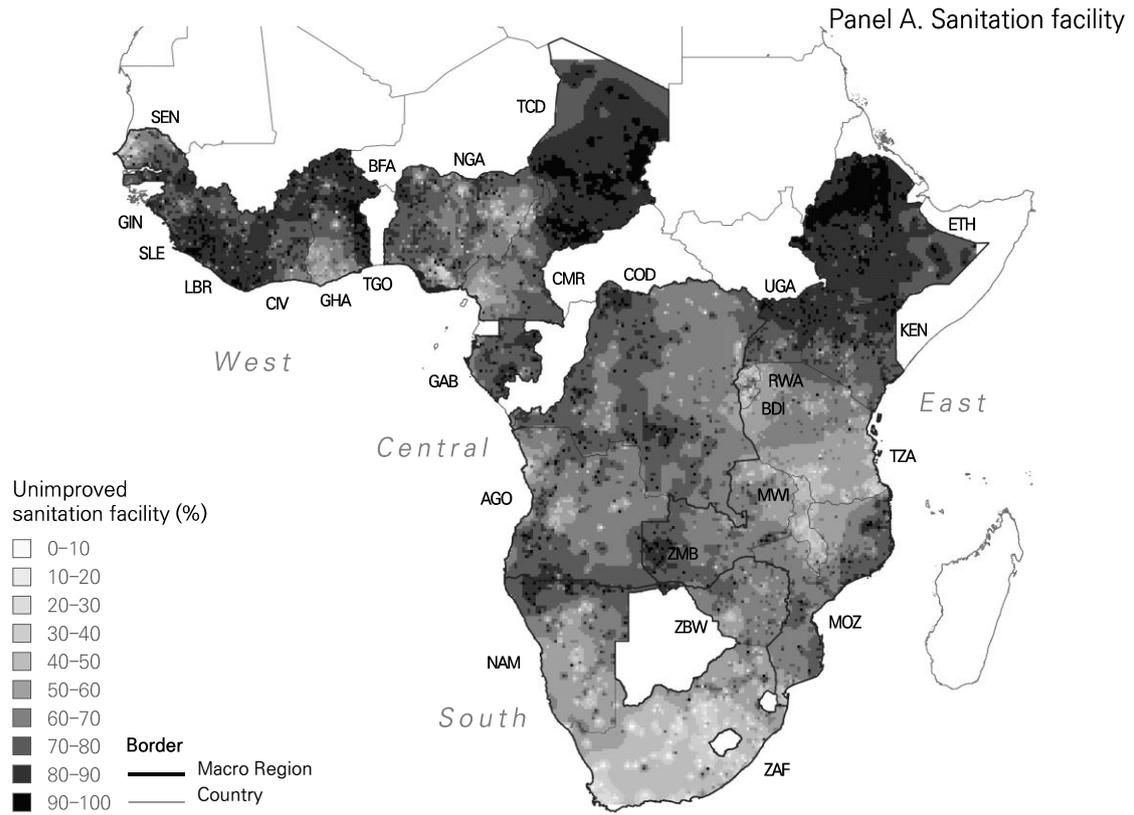
셋째, 식수 공급의 상태는 DR 콩고, 에티오피아 북부, 모잠비크 북동부, 차드 남부, 탄자니아 남부와 서부, 나이지리아 북부 등에서 열악한 것으로 나타났다(표 11, 그림 10의 Panel B). 시에라리온, 라이베리아, 부르키나파소에서는 식수 공급이 열악한 곳이 여러 지역에 산재하며, 앙골라 서부, 우간다 북서부, 잠비아 북부도 안전한 식수가 원활하게 공급되지 않는 것으로 확인되었다.

3) 소결

공간 분석 결과를 요약하면, 아동 보건 문제 및 주거특성의 공간 패턴은 특정 병적 상태 또는 주거특성 요소에 따라 차이가 있었다. 일반적으로 도시성이 낮은 농촌, 산림, 접근성이 낮은 지역에서 보건 수준이 낮고 주거환경도 열악하지만, 특정 질환과 주거특성 요소에 따라 더 큰 부담을 느끼는 지역과 커뮤니티는 미시적으로 달라졌다.



[그림 9] 도시성 및 주택 상태의 공간 패턴



[그림 10] 위생 시설 및 식수 공급의 공간 패턴

V. 결론

1. 연구의 요약 및 시사점

본 연구는 사하라 이남 아프리카 26개국을 대상으로 5세 미만 아동의 보건 문제(사망, 발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)와 정주환경의 관계를 규명하고 보건 문제와 정주환경의 공간 패턴을 분석하였다. 정주환경은 커뮤니티 수준의 도시성과 가구 수준의 주거특성으로 나누어 분석하였다. 커뮤니티 수준에서는 정주환경의 종합적인 특성인 도시성에 주목하여, 커뮤니티별로 다면적 도시성을 측정하고 정주지 유형을 6가지로 구분하였다. 가구 수준에서는 주택, 위생시설, 식수 공급 등 3가지 주거특성을 중심으로 정주환경을 파악하였다.

이들 변수를 활용한 실증 분석은 2단계로 진행되었다. 1단계에서는 다섯 가지 보건 문제와 도시성 및 주거특성의 관계를 규명하였다. 2단계에서는 아동 보건 문제와 주거특성의 공간 패턴을 분석하여 보건 문제가 심각하고 주거환경이 열악한 지역 및 커뮤니티를 파악하였다.

1단계 회귀분석 결과, 정주지의 도시성이 높아질수록 아동이 사망할 확률과 발열 및 빈혈 증상을 보일 확률이 유의하게 낮아졌다. 반면, 설사와 호흡기 질환(기침) 증상이 나타날 확률은 도시성이 높은 일부 정주지 유형에서 높아졌다. 도시 슬럼의 아동 사망과 발열 및 빈혈 확률은 다른 정주지에 비하여 유의하게 높았으며, 설사와 호흡기 질환 증상의 확률과는 유의한 관계를 보이지 않았다.

또한, 적절한 위생 시설(화장실)은 4가지 병적 상태(발열, 빈혈, 설사, 호흡기 질환)를 경험할 확률을 낮추는 것으로 나타났다. 적절한 주택 상태는 아동 사망 및 발열 증상의 확률을 낮추고, 안전한 식수 공급은 설사의 확률을 낮추는 것으로 확인되었다.

2단계 공간분석 결과, 아동 보건 문제의 공간 패턴은 질환 및 증상별로 다르게 나타났다. 일반적으로 도시성이 낮은 농촌, 산림, 접근성이 낮은 지역에서 보건 문제의 부담이 컸지만, 특정 병적 상태의 부담은 미시적인 스케일에서 공간적 격차가 있는 것으로 확인되었다. 주거특성의 공간 패턴도 주거특성 요소에 따라 차이를 보였다. 일반적으로 도시성이 낮은 지역에서 주거환경이 열악하였으나 미시적인 패턴은 3가지 요소가 모두 다르게 나타났다.

본 연구는 사하라 이남 아프리카의 아동 보건 정책 및 프로그램에 제시하는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 우선적으로 도시성이 낮은 커뮤니티에 대한 아동 보건 정책 및 프로그

램이 필요하다. 아동 사망이 가장 중요한 보건 문제 중 하나라는 점과 발열과 빈혈이 여러 질병의 공통적인 증상이라는 점을 고려하였을 때, 농촌 지역 안에서도 도시성과 접근성이 낮은 곳을 파악하는 것이 중요하다. 또한, 도시 지역 중 도시 슬럼에서 아동 보건 문제의 부담이 크다는 분석 결과는 도시 지역 내 저소득층 커뮤니티에 대한 특별한 관심이 필요하다는 것을 시사한다.

둘째, 아동 사망 및 질병 등 해결해야 할 문제에 따라 보건 정책 및 프로그램의 지역 및 커뮤니티별 수요를 파악하는 것이 중요하다. 본 연구의 분석 결과에서 확인되었듯이, 설사와 호흡기 질환 증상을 보일 확률은 농촌보다 도시성이 높은 정주지에서 더 높았다. 따라서, 보건 문제의 종류에 따라 정책 및 프로그램 대상 지역을 다르게 설정할 필요가 있다. 특히, 본 연구의 결과는 설사와 호흡기 질환과 관련하여 도시 환경의 위생 인프라 부족, 대기오염 등 도시 지역에 관심을 두어야 할 실증적 근거가 된다.

셋째, 커뮤니티 수준의 도시성과 가구 수준의 주거특성을 함께 고려하여 아동 보건 정책을 마련하고, 질병 및 질환 특성을 고려하여 정주환경 개선 프로그램을 진행하여야 한다. 동일한 정주지 유형에 있어도 적절한 주택, 위생시설, 식수 공급이 아동 건강 수준을 높인다는 분석 결과는 가구 수준의 주거환경을 개선하는 프로그램이 필요하다는 것을 시사한다. 다만, 질환의 종류에 따라 긍정적인 영향을 미치는 주거특성이 다르기 때문에, 해결하고자 하는 보건 문제에 따라 프로그램의 내용이 차별적으로 구성되어야 한다.

넷째, 미시적인 스케일에서 보건 문제의 부담이 크고 주거환경이 열악한 커뮤니티를 파악하여야 한다. 보건 문제별 및 주거특성별 공간 패턴은 미시적인 공간 단위에서 크게 달라지기 때문에, 보건 문제의 종류와 개선하고자 하는 주거환경 요소를 분리하여 공간 패턴을 파악하여 정책 및 프로그램의 대상 지역을 선정하는 것이 중요하다.

2. 연구의 의의 및 한계

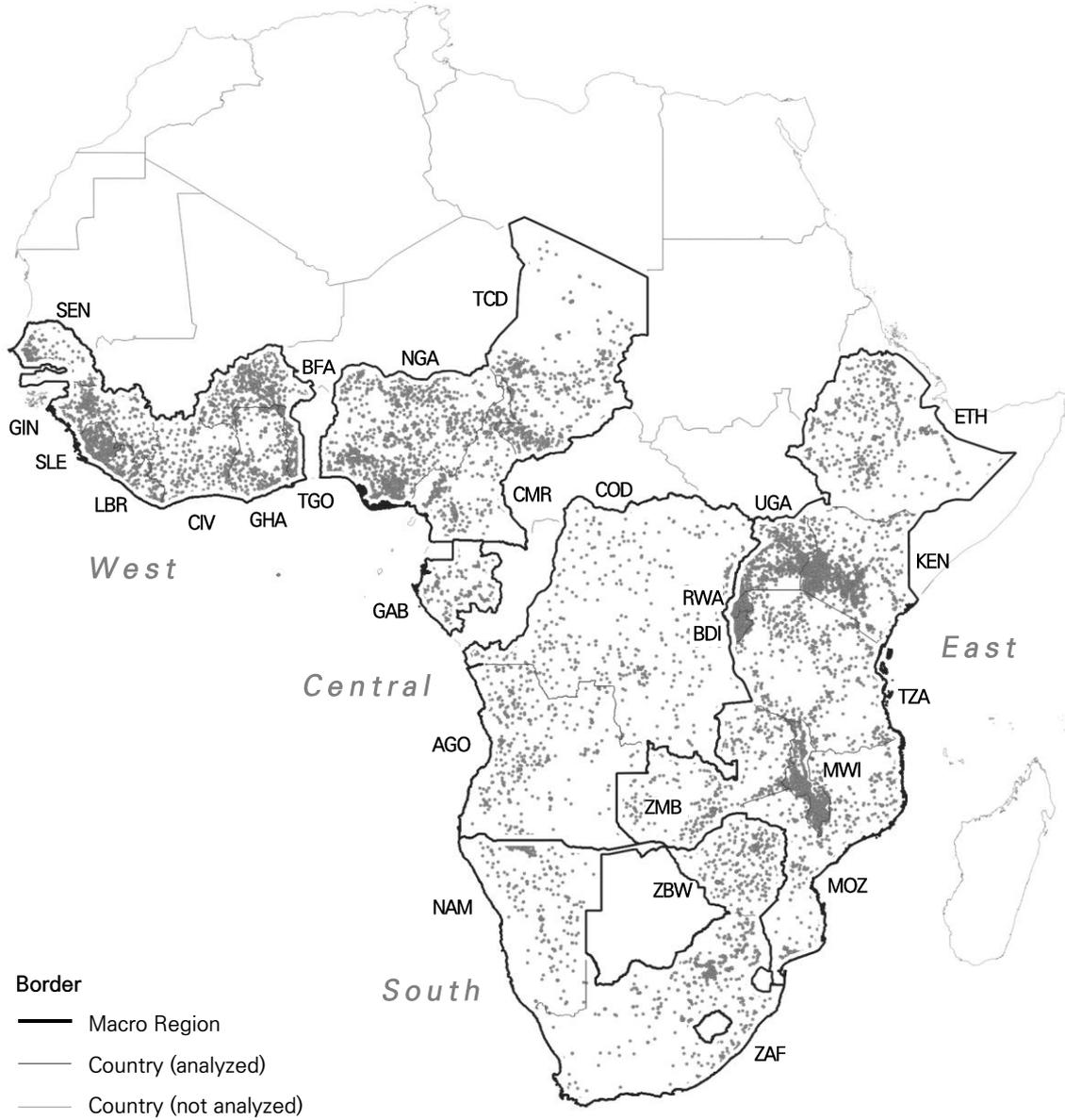
본 연구의 학술적 의의는 사하라 이남 아프리카 26개국을 대상으로 다면적 도시성을 측정하고 정주지 유형을 구분한 뒤, 아동 보건 문제와의 관계를 규명하였다는 데 있다. 특히, 임의의 기준으로 정주지 유형을 구분하기보다는 다양한 공간정보를 활용하여 도시 지역과 농촌 지역을 구분한 뒤, 다면적 도시성에 기반하여 정주지의 세부 유형을 구분하였다는 점에서 방법론적 차별성을 지닌다. 도시성과 주거특성 등 정주환경 변수들이 아동 보건 문제에 미치는 영향을 아동 사망과 4가지 병적 상태 등 여러 가지로 나누어 비교 분

석하였다는 데에도 학술적 의의가 있다. 즉, 보건 문제에 따라 도시성 및 주거특성의 효과가 달라진다는 것을 규명함으로써 보건과 정주환경 논의를 구체화하였다.

본 연구는 사하라 이남 아프리카의 아동 보건 문제를 해결하기 위한 보건 프로그램에 시사점을 제공한다는 데 실천적 의의가 있다. 보건 문제별로 관심을 가져야 할 정주지 유형과 주거특성이 다르다는 분석 결과와 질병 및 질환의 종류와 주거환경의 요소에 따른 공간 패턴의 차이를 보여주는 지도들은 보건 정책의 대상 지역을 선정하고 정주환경 개선 프로그램을 마련하는 데 객관적인 자료가 될 수 있다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. DHS의 설문 조사 시점이 국가별로 달라 국가 간 분석 결과를 비교하기 어렵다. 평균적으로 5년에 한 번 시행되기 때문에 빠르게 변화하는 상황이 DHS 자료에 반영되지 않을 수도 있다. 또한, 본 연구는 인구보건 자료가 있어도 지리정보 자료가 제공되지 않는 국가들을 분석 대상에서 제외하였기 때문에 분석 대상 국가가 제한적이었다. 한편, 개인정보보호를 위해 DHS 조사구의 좌표를 무작위로 이동시킨다는 점에서 보건자료를 지리정보와 결합하는 분석의 정확도가 낮아질 수 있다. 향후 연구에서는 개선된 방법으로 국가별로 다른 시기를 고려하고 다양한 공간 정보를 더욱 정확하게 결합함으로써 정주환경과 다양한 보건 문제 간 관계를 분석할 것으로 기대한다.

부록



[부록 그림 1] 분석 대상 국가 및 커뮤니티(DHS 조사구) 지도

[부록 표 1] 아동 발열 요인 분석 결과

		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
		OR	95% CI						
Fixed effect									
Community level									
Settlement type	Remote rural	1(ref)		1(ref)				1(ref)	
	Rural	0.89***	0.84-0.93	0.89***	0.84-0.93			0.90***	0.85-0.94
	Town	0.80***	0.75-0.85	0.80***	0.75-0.85			0.81***	0.76-0.87
	Urban	0.92**	0.86-0.98	0.88***	0.82-0.94			0.90**	0.83-0.96
	Major urban	0.71***	0.65-0.77	0.70***	0.64-0.76			0.71***	0.65-0.77
Urban slum	No			1(ref)				1(ref)	
	Yes			1.17**	1.06-1.31			1.14*	1.02-1.27
Household level									
Improved house (Wall, floor, roof)	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.92***	0.88-0.96	0.94**	0.89-0.98
Improved sanitation	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.93***	0.89-0.96	0.93***	0.90-0.96
Improved water source	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.98	0.95-1.01	1.01	0.97-1.04
Wealth index	Poorest	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Poor	0.98	0.94-1.02	0.98	0.94-1.02	0.98	0.94-1.02	0.99	0.95-1.03
	Middle	0.95*	0.91-0.99	0.95*	0.91-0.99	0.95*	0.91-0.99	0.98	0.93-1.02
	Rich	0.95*	0.90-1.00	0.95*	0.90-1.00	0.94*	0.89-0.99	0.99	0.93-1.04
	Richest	0.87***	0.81-0.93	0.87***	0.82-0.93	0.85***	0.8-0.91	0.93*	0.86-1.00
Household size	< 5	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	5 - 6	0.94**	0.91-0.98	0.94**	0.91-0.98	0.95*	0.92-0.99	0.95**	0.92-0.99
	7 - 10	0.92***	0.88-0.96	0.92***	0.88-0.96	0.93**	0.89-0.97	0.93***	0.89-0.97
	≥ 10	0.91***	0.87-0.96	0.91***	0.87-0.96	0.94*	0.9-0.99	0.92**	0.88-0.97
Individual level									
Child age	0	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	1	1.43***	1.38-1.49	1.43***	1.38-1.49	1.43***	1.37-1.48	1.43***	1.38-1.49
	2	1.16***	1.12-1.20	1.16***	1.12-1.20	1.16***	1.12-1.2	1.16***	1.12-1.21
	3	0.88***	0.85-0.92	0.88***	0.85-0.92	0.88***	0.84-0.91	0.88***	0.85-0.92
	4	0.74***	0.71-0.78	0.74***	0.71-0.78	0.74***	0.71-0.77	0.74***	0.71-0.77
Child sex	male	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Female	0.97*	0.95-0.99	0.97*	0.95-0.99	0.97*	0.95-1	0.97*	0.95-1.00
Birth order	1	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	2	0.96†	0.93-1.00	0.96†	0.93-1.00	0.96*	0.93-1	0.96*	0.93-1.00
	3	0.96†	0.92-1.01	0.96†	0.92-1.01	0.96†	0.92-1	0.96*	0.92-1.00
	4	1.05*	1.00-1.09	1.05*	1.00-1.09	1.04	0.99-1.08	1.04	0.99-1.08
	≥ 5	1.06**	1.02-1.10	1.06**	1.02-1.10	1.05*	1.01-1.1	1.05*	1.01-1.10
Random effect									
Community level									
τ ² : variance (SE)		0.57(0.01)		0.57(0.01)		0.58(0.01)		0.58(0.01)	
ρ: ICC (Community)		0.15		0.15		0.15		0.15	
Model fitness									
Log (pseudo) likelihood		-134,536		-134,531		-134,418		-132,081	
Waldχ ²		3,939		3,948		3,828		3,918	
Sample									
Num. of individuals		276,158		276,158		275,903		270,750	
Num. of clusters		15,304		15,304		15,534		15,298	

† p<.1, * p<.05, ** p<.01, *** p<.001

[부록 표 2] 아동 빈혈 요인 분석 결과

		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
		OR	95% CI						
Fixed effect									
Community level									
Settlement type	Remote rural	1(ref)		1(ref)				1(ref)	
	Rural	0.83***	0.79-0.88	0.83***	0.78-0.88			0.83***	0.78-0.88
	Town	0.84***	0.78-0.90	0.84***	0.78-0.90			0.83***	0.77-0.90
	Urban	0.86***	0.80-0.94	0.84***	0.77-0.91			0.83***	0.76-0.90
	Major urban	0.83***	0.75-0.92	0.82***	0.74-0.91			0.81***	0.73-0.89
Urban slum	No								
	Yes			1.19*	1.03-1.38			1.18*	1.02-1.37
Household level									
Improved house (Wall, floor, roof)	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.96	0.91-1.02	0.99	0.93-1.04
Improved sanitation	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.89***	0.85-0.93	0.89***	0.85-0.93
Improved water source	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					1	0.96-1.05	1.03	0.98-1.07
Wealth index	Poorest	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Poor	0.88***	0.83-0.93	0.88***	0.83-0.93	0.87***	0.82-0.92	0.89***	0.84-0.94
	Middle	0.79***	0.74-0.84	0.79***	0.74-0.84	0.77***	0.73-0.82	0.81***	0.76-0.86
	Rich	0.70***	0.65-0.75	0.70***	0.65-0.75	0.67***	0.63-0.72	0.73***	0.67-0.78
	Richest	0.50***	0.45-0.54	0.50***	0.46-0.55	0.48***	0.44-0.52	0.53***	0.48-0.58
Household size	< 5	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	5 - 6	1.02	0.97-1.08	1.02	0.97-1.08	1.03	0.98-1.08	1.03	0.97-1.08
	7 - 10	1.09**	1.03-1.15	1.09**	1.03-1.15	1.12***	1.05-1.18	1.10**	1.04-1.17
	≥ 10	1.15***	1.08-1.23	1.15***	1.08-1.23	1.17***	1.09-1.25	1.16***	1.09-1.25
Individual level									
Child age	0	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	1	0.79***	0.73-0.84	0.79***	0.73-0.84	0.78***	0.73-0.84	0.78***	0.73-0.84
	2	0.43***	0.40-0.46	0.43***	0.40-0.46	0.43***	0.4-0.46	0.43***	0.40-0.46
	3	0.30***	0.28-0.32	0.30***	0.28-0.32	0.3***	0.28-0.32	0.30***	0.28-0.32
	4	0.22***	0.20-0.24	0.22***	0.20-0.24	0.22***	0.21-0.24	0.22***	0.20-0.24
Child sex	male	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Female	0.87***	0.84-0.90	0.87***	0.84-0.90	0.86***	0.83-0.9	0.87***	0.84-0.90
Birth order	1	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	2	1.03	0.97-1.08	1.03	0.97-1.08	1.02	0.96-1.07	1.02	0.97-1.08
	3	1.04	0.98-1.10	1.04	0.98-1.10	1.04	0.98-1.11	1.05	0.99-1.11
	4	1.08*	1.02-1.15	1.08*	1.02-1.15	1.08*	1.01-1.15	1.09*	1.02-1.16
	≥ 5	1.01	0.96-1.07	1.01	0.96-1.07	1.01	0.95-1.06	1.01	0.96-1.07
Random effect									
Community level									
τ ² : variance (SE)		0.48(0.02)		0.48(0.02)		0.48(0.02)		0.48(0.02)	
ρ: ICC (Community)		0.13		0.13		0.13		0.13	
Model fitness									
Log (pseudo) likelihood		-65,625		-65,622		-65,683		-64,534	
Waldχ ²		6,226		6,241		6,200		6,246	
Sample									
Num. of individuals		113,121		113,121		113,378		111,149	
Num. of clusters		12,684		12,684		12,895		12,671	

† p<.1, * p<.05, ** p<.01, *** p<.001

[부록 표 3] 아동 설사 요인 분석 결과

		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
		OR	95% CI						
Fixed effect									
Community level									
Settlement type	Remote rural	1(ref)		1(ref)				1(ref)	
	Rural	0.98	0.93-1.03	0.98	0.93-1.03			0.99	0.94-1.04
	Town	0.89**	0.84-0.95	0.89***	0.84-0.95			0.91**	0.85-0.98
	Urban	1.12**	1.04-1.19	1.08*	1.01-1.16			1.12**	1.04-1.21
	Major urban	0.97	0.89-1.07	0.97	0.88-1.06			0.99	0.90-1.09
Urban slum	No								
	Yes			1.12*	1.00-1.26			1.07	0.95-1.20
Household level									
Improved house (Wall, floor, roof)	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.96†	0.92-1	0.96	0.92-1.01
Improved sanitation	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.87***	0.83-0.9	0.87***	0.84-0.90
Improved water source	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.96*	0.93-0.99	0.96*	0.93-1.00
Wealth index	Poorest	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Poor	0.98	0.93-1.02	0.98	0.93-1.02	0.99	0.95-1.03	0.99	0.95-1.03
	Middle	0.89***	0.85-0.94	0.89***	0.85-0.94	0.92**	0.88-0.97	0.92**	0.88-0.97
	Rich	0.87***	0.82-0.91	0.87***	0.82-0.92	0.93**	0.88-0.98	0.91**	0.86-0.97
	Richest	0.70***	0.65-0.75	0.70***	0.65-0.75	0.78***	0.73-0.83	0.76***	0.70-0.82
Household size	< 5	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	5 - 6	0.94**	0.90-0.98	0.94**	0.90-0.98	0.94**	0.9-0.98	0.94**	0.90-0.98
	7 - 10	0.95*	0.91-1.00	0.95*	0.91-1.00	0.95*	0.91-1	0.96†	0.91-1.00
	≥ 10	0.97	0.92-1.02	0.97	0.92-1.02	0.98	0.93-1.04	0.98	0.93-1.03
Individual level									
Child age	0	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	1	1.56***	1.50-1.62	1.56***	1.50-1.62	1.55***	1.49-1.61	1.55***	1.50-1.62
	2	0.86***	0.83-0.90	0.86***	0.83-0.90	0.86***	0.82-0.9	0.86***	0.83-0.90
	3	0.49***	0.46-0.51	0.49***	0.46-0.51	0.48***	0.46-0.51	0.48***	0.46-0.51
	4	0.32***	0.30-0.34	0.32***	0.30-0.34	0.32***	0.3-0.34	0.32***	0.30-0.34
Child sex	male	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Female	0.90***	0.88-0.93	0.90***	0.88-0.93	0.9***	0.88-0.93	0.90***	0.88-0.93
Birth order	1	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	2	0.94**	0.91-0.98	0.94**	0.91-0.98	0.94**	0.9-0.98	0.94**	0.90-0.98
	3	0.94**	0.90-0.98	0.94**	0.90-0.98	0.94*	0.9-0.99	0.94**	0.89-0.98
	4	0.93**	0.88-0.98	0.93**	0.88-0.98	0.93**	0.88-0.98	0.93**	0.88-0.97
	≥ 5	0.91***	0.87-0.95	0.91***	0.87-0.95	0.91***	0.87-0.95	0.90***	0.86-0.94
Random effect									
Community level									
τ ² : variance (SE)		0.44(0.01)		0.44(0.01)		0.45(0.01)		0.44(0.01)	
ρ: ICC (Community)		0.12		0.12		0.12		0.12	
Model fitness									
Log (pseudo) likelihood		-109,889		-109,887		-109,427		-107,659	
Waldχ ²		6,273		6,287		6,209		6,206	
Sample									
Num. of individuals		275,834		275,834		275,586		270,435	
Num. of clusters		15,304		15,304		15,534		15,298	

† p<.1, * p<.05, ** p<.01, *** p<.001

[부록 표 4] 아동 호흡기 질환 요인 분석 결과

		Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
		OR	95% CI						
Fixed effect									
Community level									
Settlement type	Remote rural	1(ref)		1(ref)				1(ref)	
	Rural	1.13***	1.08-1.19	1.13***	1.08-1.19			1.13***	1.08-1.19
	Town	1.17***	1.10-1.25	1.17***	1.10-1.25			1.18***	1.10-1.26
	Urban	1.24***	1.16-1.32	1.25***	1.16-1.34			1.25***	1.16-1.35
	Major urban	1.28***	1.17-1.40	1.29***	1.18-1.40			1.29***	1.18-1.41
Urban slum	No								
	Yes			0.97	0.87-1.08			0.96	0.85-1.07
Household level									
Improved house (Wall, floor, roof)	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.99	0.95-1.04	0.98	0.93-1.02
Improved sanitation	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					0.94**	0.91-0.98	0.94**	0.91-0.98
Improved water source	No					1(ref)		1(ref)	
	Yes					1.03	0.99-1.06	1.01	0.97-1.04
Wealth index	Poorest	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Poor	1.04	0.99-1.08	1.04	0.99-1.08	1.06**	1.01-1.1	1.04†	1.00-1.09
	Middle	1.05*	1.00-1.10	1.05*	1.00-1.10	1.1***	1.05-1.15	1.07***	1.02-1.12
	Rich	1.01	0.96-1.06	1.01	0.95-1.06	1.1**	1.04-1.16	1.03	0.98-1.09
	Richest	1.02	0.96-1.10	1.02	0.96-1.09	1.17***	1.09-1.25	1.07	0.99-1.15
Household size	< 5	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	5 - 6	0.98	0.95-1.02	0.98	0.95-1.02	0.99	0.95-1.03	0.99	0.95-1.03
	7 - 10	0.92***	0.88-0.96	0.92***	0.88-0.96	0.92***	0.88-0.95	0.92***	0.88-0.96
	≥ 10	0.92**	0.87-0.96	0.92**	0.87-0.96	0.91***	0.87-0.96	0.92**	0.88-0.97
Individual level									
Child age	0	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	1	1.21***	1.16-1.26	1.21***	1.16-1.26	1.2***	1.16-1.25	1.21***	1.16-1.26
	2	1.00	0.97-1.04	1.00	0.97-1.04	1	0.96-1.04	1.01	0.97-1.05
	3	0.82***	0.79-0.85	0.82***	0.79-0.85	0.82***	0.78-0.85	0.82***	0.79-0.86
	4	0.68***	0.65-0.70	0.68***	0.65-0.70	0.67***	0.64-0.7	0.68***	0.65-0.70
Child sex	male	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	Female	0.99	0.97-1.02	0.99	0.97-1.02	0.99	0.97-1.01	0.99	0.97-1.02
Birth order	1	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
	2	0.95**	0.91-0.98	0.95**	0.91-0.98	0.94**	0.91-0.98	0.94**	0.91-0.98
	3	0.97	0.93-1.01	0.97	0.93-1.01	0.96†	0.92-1	0.96†	0.92-1.00
	4	0.97	0.93-1.02	0.97	0.93-1.02	0.97	0.93-1.02	0.98	0.93-1.02
	≥ 5	0.94**	0.90-0.98	0.94**	0.90-0.98	0.94**	0.9-0.98	0.94**	0.90-0.98
Random effect									
Community level									
τ ² : variance (SE)		0.62(0.01)		0.62(0.01)		0.63(0.01)		0.44(0.01)	
ρ: ICC (Community)		0.16		0.16		0.16		0.12	
Model fitness									
Log (pseudo) likelihood		-130,978		-130,978		-130,605		-128,431	
Waldχ ²		6,452		6,461		6,416		6,420	
Sample									
Num. of individuals		276,161		276,161		275,904		270,752	
Num. of clusters		15,304		15,304		15,534		15,298	

† p<.1, * p<.05, ** p<.01, *** p<.001

참고문헌

- Alirol, E., Getaz, L., Stoll, B., Chappuis, F., & Loutan, L. (2011). Urbanisation and infectious diseases in a globalised world. *The Lancet Infectious Diseases*, *11*(2), 131-141.
- Alkire, S., Kanagaratnam, U., & Suppa, N. (2021). *The Global Multidimensional Poverty Index (MPI) 2020*: Oxford Poverty and Human Development Initiative, University of Oxford.
- Allender, S., Foster, C., Hutchinson, L., & Arambepola, C. (2008). Quantification of urbanization in relation to chronic diseases in developing countries: a systematic review. *J Urban Health*, *85*(6), 938-951.
- Antai, D., & Moradi, T. (2010). Urban area disadvantage and under-5 mortality in Nigeria: the effect of rapid urbanization. *Environ Health Perspect*, *118*(6), 877-883.
- Azage, M., Motbainor, A., & Nigatu, D. (2020). Exploring geographical variations and inequalities in access to improved water and sanitation in Ethiopia: mapping and spatial analysis. *Heliyon*, *6*(4), e03828.
- Beatriz, E. D., Molnar, B. E., Griffith, J. L., & Salhi, C. (2018). Urban-rural disparity and urban population growth: A multilevel analysis of under-5 mortality in 30 sub-Saharan African countries. *Health Place*, *52*, 196-204.
- Betsinger, T. K., & DeWitte, S. N. (2021). Toward a bioarchaeology of urbanization: Demography, health, and behavior in cities in the past. *Am J Phys Anthropol*, *175 Suppl 72*, 79-118.
- Birn, A.-E., Pillay, Y., & Holtz, T. H. (2017). Health and the Environment *Textbook of Global Health* (4 ed., pp. 425-476). New York: Oxford University Press.
- Boadi, K., Kuitunen, M., Raheem, K., & Hanninen, K. (2005). Urbanisation Without Development: Environmental and Health Implications in African Cities. *Environment, Development and Sustainability*, *7*(4), 465-500.
- Boyce, M. R., Katz, R., & Standley, C. J. (2019). Risk Factors for Infectious Diseases in Urban Environments of Sub-Saharan Africa: A Systematic Review and Critical Appraisal of Evidence. *Trop Med Infect Dis*, *4*(4).
- Burgert, C. R., Colston, J., Roy, T., & Zachary, B. (2013). *Geographic Displacement Procedure and Georeferenced Data Release Policy*: ICF International.
- CIESIN. (2016). Gridded Population of the World, Version 4 (GPWv4): Population Density Adjusted to Match 2015 Revision UN WPP Country Totals. Palisades, NY: NASA

Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

- Corker, J. (2017). Fertility and Child Mortality in Urban West Africa: Leveraging geo-referenced data to move beyond the urban/rural dichotomy. *Popul Space Place*, 23(3).
- Cronk, R., Guo, A., Fleming, L., & Bartram, J. (2021). Factors associated with water quality, sanitation, and hygiene in rural schools in 14 low- and middle-income countries. *Sci Total Environ*, 761, 144226.
- Dahly, D. L., & Adair, L. S. (2007). Quantifying the urban environment: a scale measure of urbanicity outperforms the urban-rural dichotomy. *Soc Sci Med*, 64(7), 1407-1419.
- Deshpande, A., Miller-Petrie, M. K., Lindstedt, P. A., Baumann, M. M., Johnson, K. B., Blacker, B. F., et al. (2020). Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000-17. *The Lancet Global Health*, 8(9), e1162-e1185.
- Deutsch-Feldman, M., Brazeau, N. F., Parr, J. B., Thwai, K. L., Muwonga, J., Kashamuka, M., et al. (2020). Spatial and epidemiological drivers of Plasmodium falciparum malaria among adults in the Democratic Republic of the Congo. *BMJ Glob Health*, 5(6).
- DeVellis, R. F., & Thorpe, C. T. (2017). *Scale development: Theory and applications*: Sage publications.
- Doumbe-Belisse, P., Kopya, E., Ngadjeu, C. S., Sonhafouo-Chiana, N., Talipouo, A., Djamouko-Djonkam, L., et al. (2021). Urban malaria in sub-Saharan Africa: dynamic of the vectorial system and the entomological inoculation rate. *Malar J*, 20(1), 364.
- Dunn, G., & Johnson, G. D. (2018). The geo-spatial distribution of childhood diarrheal disease in West Africa, 2008-2013: A covariate-adjusted cluster analysis. *Spat Spatiotemporal Epidemiol*, 26, 127-141.
- Eckert, S., & Kohler, S. (2014). Urbanization and health in developing countries: a systematic review. *World health & population*, 15(1), 7-20.
- Florey, L., & Taylor, C. (2016). *Using household survey data to explore the effects of improved housing conditions on malaria infection in children in Sub-Saharan Africa*. Rockville, Maryland, USA: ICF International.
- Frank, C., Krumkamp, R., Sarpong, N., Sothmann, P., Fobil, J. N., Foli, G., et al. (2016). Spatial heterogeneity of malaria in Ghana: a cross-sectional study on the association between urbanicity and the acquisition of immunity. *Malar J*, 15, 84.

- Gao, Y., Zhang, L., Kc, A., Wang, Y., Zou, S., Chen, C., et al. (2021). Housing environment and early childhood development in sub-Saharan Africa: A cross-sectional analysis. *PLoS Med*, *18*(4), e1003578.
- Günther, I., & Harttgen, K. (2012). Deadly Cities? Spatial Inequalities in Mortality in sub-Saharan Africa. *Population and Development Review*, *38*(3), 469-486.
- Henderson, J. V., Liu, V., Peng, C., & Storeygard, A. (2019). *Demographic and health outcomes by Degree of Urbanisation: Perspectives from a new classification of urban areas*. Luxembourg: European Union.
- Huang, L., Qiu, M., & Zhou, M. (2021). Correlation between general health knowledge and sanitation improvements: evidence from rural China. *npj Clean Water*, *4*(1).
- Jones-Smith, J. C., & Popkin, B. M. (2010). Understanding community context and adult health changes in China: development of an urbanicity scale. *Soc Sci Med*, *71*(8), 1436-1446.
- Jones, A. D., Acharya, Y., & Galway, L. P. (2016). Urbanicity Gradients Are Associated with the Household- and Individual-Level Double Burden of Malnutrition in Sub-Saharan Africa. *J Nutr*, *146*(6), 1257-1267.
- Kabaria, C. W., Gilbert, M., Noor, A. M., Snow, R. W., & Linard, C. (2017). The impact of urbanization and population density on childhood Plasmodium falciparum parasite prevalence rates in Africa. *Malar J*, *16*(1), 49.
- Kigozi, S. P., Pindolia, D. K., Smith, D. L., Arinaitwe, E., Katureebe, A., Kilama, M., et al. (2015). Associations between urbanicity and malaria at local scales in Uganda. *Malaria Journal*, *14*(1).
- Larson, P. S., Eisenberg, J. N. S., Berrocal, V. J., Mathanga, D. P., & Wilson, M. L. (2021). An urban-to-rural continuum of malaria risk: new analytic approaches characterize patterns in Malawi. *Malar J*, *20*(1), 418.
- Mayala, B., Fish, T., Eitelberg, D., & Dontamsetti, T. (2018). *The Geospatial Covariate Datasets Manual*. Rockville, Maryland, USA: The DHS Program, ICF.
- Munamati, M., Nhapi, I., & Misi, S. (2019). Exploring the sanitation success, sanitation technology and diarrhoeal mortality nexus in Sub-Saharan Africa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, *114*.
- Murray, C. J. L., Ezzati, M., Flaxman, A. D., Lim, S., Lozano, R., Michaud, C., et al. (2012). GBD 2010: design, definitions, and metrics. *The Lancet*, *380*(9859), 2063-2066.
- NCEI, N. (2015). 2015 VIIRS Nighttime Lights Annual Composite. from https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html

- Netemeyer, R. G., Bearden, W. O., & Sharma, S. (2003). *Scaling procedures: Issues and applications*: Sage Publications.
- Novak, N. L., Allender, S., Scarborough, P., & West, D. (2012). The development and validation of an urbanicity scale in a multi-country study. *BMC Public Health, 12*(1), 530.
- Null, C., Stewart, C. P., Pickering, A. J., Dentz, H. N., Arnold, B. F., Arnold, C. D., et al. (2018). Effects of water quality, sanitation, handwashing, and nutritional interventions on diarrhoea and child growth in rural Kenya: a cluster-randomised controlled trial. *The Lancet Global Health, 6*(3), e316-e329.
- Park, M. J., Clements, A. C., Gray, D. J., Sadler, R., Laksono, B., & Stewart, D. E. (2016). Quantifying accessibility and use of improved sanitation: towards a comprehensive indicator of the need for sanitation interventions. *Sci Rep, 6*, 30299.
- Pesaresi, M., Ehrlich, D., Florczyk, A. J., Freire, S., Julea, A., Kemper, T., et al. (2015). GHS built-up grid, derived from Landsat, multitemporal (1975, 1990, 2000, 2014), *European Commission, Joint Research Centre (JRC)*.
- Qi, Q., Guerra, C. A., Moyes, C. L., Elyazar, I. A. R. F., Gething, P. W., Hay, S. I., et al. (2012). The effects of urbanization on global Plasmodium vivax malaria transmission. *Malaria Journal, 11*(1), 403.
- Riha, J., Karabarinde, A., Ssenyomo, G., Allender, S., Asiki, G., Kamali, A., et al. (2014). Urbanicity and lifestyle risk factors for cardiometabolic diseases in rural Uganda: a cross-sectional study. *PLoS Med, 11*(7), e1001683.
- Siri, J. G., Lindblade, K. A., Rosen, D. H., Onyango, B., Vulule, J., Slutsker, L., et al. (2008). Quantitative urban classification for malaria epidemiology in sub-Saharan Africa. *Malar J, 7*, 34.
- Tatem, A. J., Guerra, C. A., Kabaria, C. W., Noor, A. M., & Hay, S. I. (2008). Human population, urban settlement patterns and their impact on Plasmodium falciparum malaria endemicity. *Malar J, 7*, 218.
- Tusting, L. S., Bisanzio, D., Alabaster, G., Cameron, E., Cibulskis, R., Davies, M., et al. (2019). Mapping changes in housing in sub-Saharan Africa from 2000 to 2015. *Nature, 568*(7752), 391-394.
- Tusting, L. S., Bottomley, C., Gibson, H., Kleinschmidt, I., Tatem, A. J., Lindsay, S. W., et al. (2017). Housing Improvements and Malaria Risk in Sub-Saharan Africa: A Multi-Country Analysis of Survey Data. *PLoS Med, 14*(2), e1002234.
- Tusting, L. S., Gething, P. W., Gibson, H. S., Greenwood, B., Knudsen, J., Lindsay, S. W., et

- al. (2020). Housing and child health in sub-Saharan Africa: A cross-sectional analysis. *PLoS Med*, *17*(3), e1003055.
- Tusting, L. S., Ippolito, M. M., Willey, B. A., Kleinschmidt, I., Dorsey, G., Gosling, R. D., et al. (2015). The evidence for improving housing to reduce malaria: a systematic review and meta-analysis. *Malar J*, *14*, 209.
- UN-Habitat. (2018). *SDG Indicator 11.1.1 Training Module: Adequate Housing and Slum Upgrading*. Nairobi: UN-Habitat.
- UN. (2016). *The Millennium Development Goals Report 2015*.
- UN. (2019). *The Sustainable Development Report 2019*.
- Weiss, D. J., Nelson, A., Gibson, H. S., Temperley, W., Peedell, S., Lieber, A., et al. (2018). A global map of travel time to cities to assess inequalities in accessibility in 2015. *Nature*, *553*(7688), 333-336.
- WHO-AFRO. (2018). *The state of health in the WHO African Region: an analysis of the status of health, health services and health systems in the context of the Sustainable Development Goals*.
- WHO-AFRO. (2020). *The Work of the World Health Organization in the African Region. Report of the Regional Director 1 July 2019–30 June 2020*.
- Yang, D., He, Y., Wu, B., Deng, Y., Li, M., Yang, Q., et al. (2020). Drinking water and sanitation conditions are associated with the risk of malaria among children under five years old in sub-Saharan Africa: A logistic regression model analysis of national survey data. *J Adv Res*, *21*, 1-13.
- Yaya, S., Uthman, O. A., Okonofua, F., & Bishwajit, G. (2019). Decomposing the rural-urban gap in the factors of under-five mortality in sub-Saharan Africa? Evidence from 35 countries. *BMC Public Health*, *19*(1), 616.
- Zhou, X., Li, Z., Zheng, T., Yan, Y., Li, P., Odey, E. A., et al. (2018). Review of global sanitation development. *Environ Int*, *120*, 246-261.