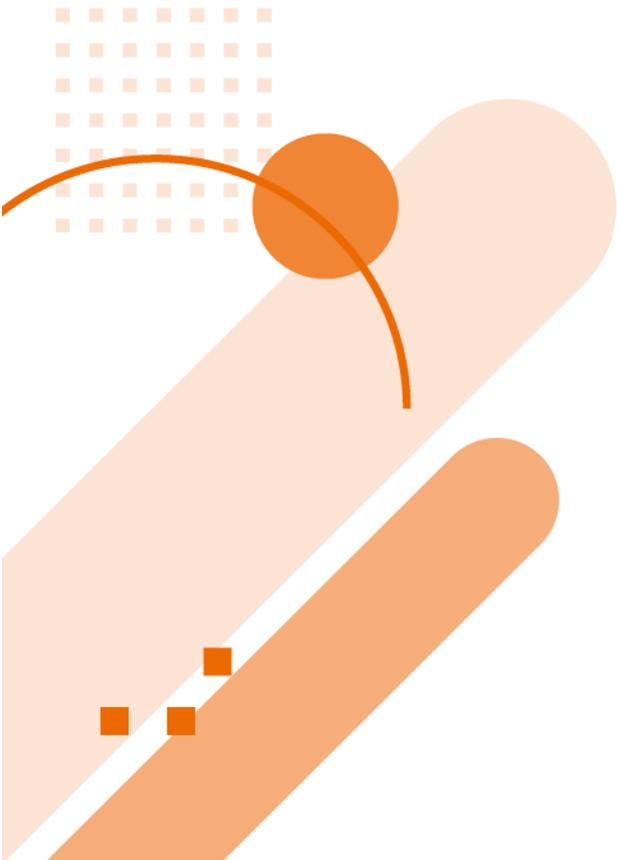


제 3 회 아동미래연구 공모전 2024

사하라 이남 아프리카의 주거 취약성, 이상 기후, 아동 보건의 관계 : 기후정의 관점에서 물, 위생, 주택, 에너지 지표의 활용

손휘주(University of North Carolina at Chapel Hill)



목차

I. 서론

II. 문헌 검토

1. 기후정의, 주거 취약성, 보건
2. 프레임워크
3. 연구 설계

III. 분석 방법

1. 데이터
2. 변수 측정
3. 회귀 모형

IV. 분석 결과

1. 주거환경의 보건 영향
2. 이상 기후의 보건 영향
3. 이상 기후와 주거환경의 상호작용

V. 토론

VI. 결론

사하라 이남 아프리카의 주거 취약성, 이상 기후, 아동 보건의 관계 : 기후정의 관점에서 물, 위생, 주택, 에너지 지표의 활용

Residential vulnerability, climate anomalies and child health in 32 sub-Saharan African countries: Focusing on water, sanitation, housing, and energy from a climate justice perspective

손휘주

초록 Abstract

본 연구는 사하라 이남 아프리카에서 주거환경 취약성과 이상 기후가 아동 보건에 미치는 영향을 분석하고, 기후정의 관점에서 국제개발협력의 기후변화 주류화를 위한 시사점을 도출한다. 이를 위해 32개국의 인구보건조사와 기후 자료를 활용하여 물, 위생, 주택, 에너지 환경과 이상 기온 및 강수가 5세 미만 아동의 사망률, 영양실조, 이환율에 미치는 효과를 규명한다. 분석 결과, 취약한 주거환경에 거주하는 아동보다 개선된 주거환경에 거주하는 아동은 사망하거나 영양실조 및 질환을 경험할 확률이 낮다. 고온과 강수 부족 및 과다의 이상 기후는 아동 건강에 부정적인 영향을 미치며, 개선된 주거환경은 기후의 보건 영향을 완화한다. 다만, 조절효과의 유의성과 크기는 주거환경 지표, 이상 기후 유형, 보건 지표, 정주지 유형(농촌 및 도시)에 따라 다르다. 이러한 결과는 지역별 기후와 정주지 특성을 고려하면서 주거환경 인프라와 연계하는 보건 정책 및 국제개발협력의 중요하다는 점을 시사한다.

1. 서론

아프리카에서 기후변화(climate change)와 이상 기후(climate anomaly)는 취약한 환경에서 거주하는 아동들의 건강에 큰 영향을 미친다(Amondo et al., 2023; Baker & Anttila-Hughes, 2020; Dimitrova et al., 2022; Ferguson, 1999; Heft-Neal et al., 2018; Wang et al., 2022; IPCC, 2022). 아프리카 전역의 많은 가정은 물, 위생, 주거, 에너지와 같은 필수 인프라와 서비스에 접근하지 못하는데, 기후변화와 이상 기상 현상은 식수와 식량 안보만이 아니라 생활 기반 시설도 위협한다(Agnolucci et al., 2020; Baker & Anttila-Hughes, 2020; Busby et al., 2014; Cooper et al., 2019; Stringer et al., 2021). 주거환경이 취약한 가정의 아동들은 기후변화로 인해 더 큰 보건 위험에 직면하는 것이다(Davenport et al., 2017; Wang et al., 2022). 이러한 사회-공간적 불평등에 주목하는 기후정의(climate justice) 관점을 바탕으로 변화하는 환경과 사회경제 요소를 연결하여 보건 문제를 살펴볼 필요성이 높아졌다(Amorim-Maia et al., 2022; B. S. Levy & Patz, 2015; Magrath, 2010; Schlosberg & Collins, 2014).

이러한 배경에서 최근 기후 요소, 주거환경, 건강의 관계에 대한 연구가 증가했다. 그러나 많은 연구가 기후의 건강 영향(Baker & Anttila-Hughes, 2020; Burkart et al., 2021; Johnson & Brown, 2014; Kjellstrom et al., 2016; Phalkey et al., 2015)과 주거환경 취약성의 건강 영향(Armah et al., 2018; Fink et al., 2011; Puzzolo et al., 2024; Tusting et al., 2020)에 집중하였고, 세 변수의 메커니즘은 충분히 연구되지 않았다. 최근 일부 연구가 세 변수의 상호작용을 연구하였으나 사례 지역이나 특정 취약성 지표에 초점을 맞추고 있다(Bitting & Chaves, 2024, 2024; Davenport et al., 2017; Ross et al., 2024; Wang et al., 2022). 실증 분석에 기반한 증거가 부족하여 지역 기후와 주거 취약성을 고려한 보건 정책 계획이 어려운 실정이다. 이와 같은 배경에서 아프리카 여러 국가를 아우르면서 이상 기후, 취약성, 아동 보건의 관계를 규명하는 연구가 필요하다.

본 연구는 사하라 이남 아프리카에서 주거환경 취약성과 이상 기후가 아동 보건에 미치는 효과를 분석하고, 국제개발협력의 기후변화 주류화(climate change mainstreaming)를 위한 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위해 아프리카 32 개국의 인구보건조사와 기후 자료를 활용하여, 5 세 미만 아동의 보건 기록, 가구 취약성 정보, 이상 기후 변수를 결합한다. 이상

기후는 기후 변동성과 편차를 고려하여 저온, 고온, 강수 부족, 강수 과다로 분류한다. 주거환경의 분석 요소는 주요 취약성 지표이자 아동 보건의 영향 요인인 물, 위생, 주택, 에너지이다.

본 연구는 세 가지 주요 단계로 구성된다. 첫째, 기후, 주거환경 취약성, 아동 보건의 관계 분석에 활용될 수 있는 개념적 프레임워크를 구체화한다. 둘째, 주거환경 취약성 및 이상 기후가 아동 보건의 영향을 미치는 효과를 분석한다. 분석의 초점은 이상 기후의 보건 영향을 개선된 주거환경이 완화하는지를 규명하는 것이다. 이를 위해 이상 기후와 주거환경 간 조절효과(moderation effect)를 분석한다. 셋째, 분석 결과를 활용하여 국제개발협력의 기후변화 주류화에 시사점을 제시한다.

II. 문헌 검토

1. 기후정의, 주거 취약성, 보건

기후정의는 환경정의(Environmental justice)와 뿌리를 공유하는 철학적 개념으로 기후변화와 관련된 불평등과 부정을 비판한다(Brulle & Pellow, 2006; Porter et al., 2020; Schlosberg & Collins, 2014; Sultana, 2022). 이 개념은 기후변화가 단순한 환경 문제가 아닌 사회·경제와 얽힌 문제이며 취약 계층에 집중되는 불균형적 피해에 주목한다. 기후정의는 이러한 불평등을 해결하기 위한 행동을 요구하는 실천적 개념이기도 하다. 특히, 자원의 공정한 분배와 책임 있는 의사결정을 주도하는 개선된 사회 제도와 정책을 요구한다(Amorim-Maia et al., 2022; Newell et al., 2021).

기후정의를 구체화하는 개념 중 하나는 분배 정의(distributional justice)인데, 이 개념은 기후변화로 취약성이 커지는 계층과 지역에 대한 자원 분배와 특별한 관심을 강조한다(Fisher, 2015; Newell et al., 2021; Schlosberg, 2004). 온실가스 배출 책임이 적음에도 불구하고 기후의 영향을 크게 받는 지역의 취약한 사회경제와 환경(Agnolucci et al., 2020; Burke et al., 2015)은 분배 정의 관점의 필요성을 보여준다.

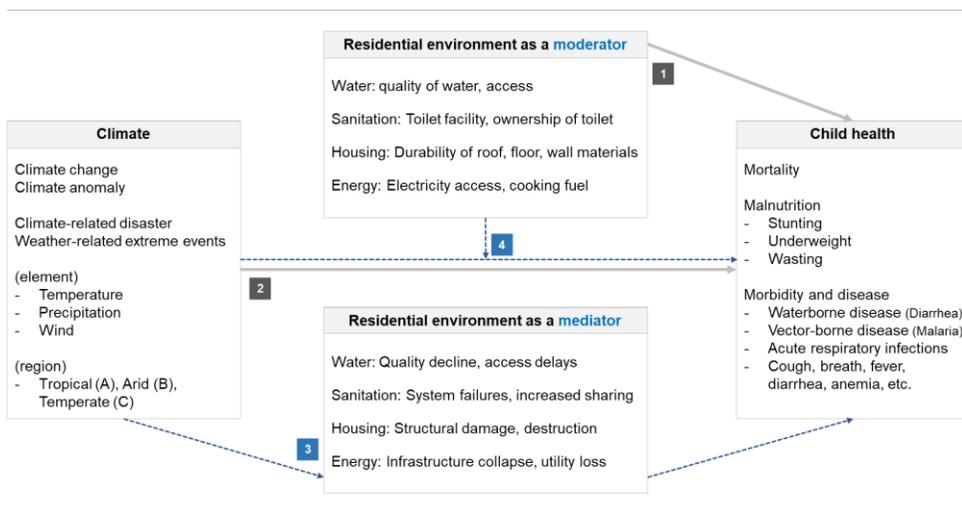
기후정의와 분배 정의는 기후변화와 보건 불평등이 교차하는 문제를 해결하기 위한 중요한 관점을 제공한다. 기후변화는 이미 보건 위험이 높은

취약한 계층에게 이중 부담을 가하며(Burkart et al., 2021; Conte Keivabu & Cozzani, 2022; Cooper et al., 2019; Dimitrova et al., 2022; Wang et al., 2022), 이는 불평등을 심화하는 사회구조와 환경 요인이 교차하는 문제이다(Baker & Anttila-Hughes, 2020; Desbureaux & Rodella, 2019; McMichael, 2013). 이러한 상황에서 기후변화 영향을 완화할 전략 중 하나는 취약 계층의 주거환경을 개선하는 것이다. 물, 위생, 주택, 에너지는 건강에 영향을 미치는 요소로, 주거환경을 개선한다면 보건 형평성을 증진하면서도 기후변화 대응력을 높일 수 있다.

2. 프레임워크

본 연구는 기후, 주거, 건강 사이의 관계를 고려한 정책 접근을 위해 기후-취약성-보건 프레임워크를 구체화한다. <그림 1>의 프레임워크는 주거환경 지표인 물, 위생, 주택, 에너지를 중심으로 구성되며, 이들 요소가 보건과 기후의 관계에서 수행하는 역할을 보여준다. 특히, 저소득국의 맥락에서, 주거환경 취약성과 기후가 보건에 미치는 직·간접적 영향을 조사하고자 한다. <그림 1>에서 표시된 네 유형의 관계는 (1) 주거환경의 보건 영향, (2) 기후의 보건 영향, (3) 주거환경의 매개효과(중재효과), (4) 주거환경의 조절효과(주거환경과 기후의 상호작용 효과)이다.

<그림 1> 기후, 주거환경, 보건 관계의 프레임워크



물은 수인성 질환과 영양실조에 영향을 미치는데, 깨끗한 식수의 접근성이 병원균 노출을 줄이고 건강을 유지하는 데 중요하기 때문이다(Armah et al., 2018; Bartram et al., 2005; Fink et al., 2011; Pickering & Davis, 2012). 그러나 홍수와 강수 과다는 식수 인프라를 훼손하고 가뭄과 강수 부족은 물 부족으로 위생 환경을 악화시키는데, 이는 수인성 질환과 면역력 약화로 이어질 수 있다(Bandyopadhyay et al., 2012; Blom et al., 2022; K. Levy et al., 2018; Wang et al., 2022). 한편, 가뭄으로 식수가 부족해지고 오염이 증가하면서 보건 위험이 높아지는 상황에서(Cooper et al., 2019; Leal Filho et al., 2022; Schewe et al., 2014), 견고한 식수 인프라는 조절 변수로서 물 관리를 가능하게 할 잠재력을 지닌다(Stringer et al., 2021).

위생 시설은 설사병과 기생충 감염에 영향을 미치며, 적절한 화장실 시설은 병원균 노출을 줄여 전염병 발병률을 낮춘다(Freeman et al., 2017; Ngunjiri et al., 2014; Wolf et al., 2018). 하지만 홍수는 배수 시스템과 화장실을 파괴하며 병원성 물질을 노출시켜 감염병 확산을 초래할 수 있다. 고온 건조한 지역에서는 수인성 질환과 영양실조 부담이 높는데(Bandyopadhyay et al., 2012; Blom et al., 2022; Carlton et al., 2016), 이상 기후로 인한 강수 부족은 위생 시설에 필요한 물 부족을 초래하여 그 부담을 더 높일 수 있다. 그러나 개선된 화장실과 위생 관행은 강수 과다나 부족 상황에서도 보건 부담을 완화할 수 있다(McMahon & Gray, 2021; Wang et al., 2022).

주택은 호흡기 질환, 말라리아, 열 스트레스에 영향을 미치는데, 견고한 주택은 외부 환경과 벡터 매개체로부터 아동을 보호해 면역력을 유지하도록 돕는다(Tusting et al., 2015, 2017, 2020; Weitzman et al., 2013). 기온 변화는 말라리아 증가(Caminade et al., 2014) 및 열 스트레스 관련 보건 위험을 높이지만(Xu et al., 2012), 열, 한기, 외부 병원균을 차단하는 주택 자재는 보건 위험을 완화할 수 있다. 내구성이 강한 주택은 재해 상황에서도 안전과 건강을 보호할 잠재력도 지닌다.

안정적인 에너지 접근은 음식 관리와 냉방과 같은 아동 건강 유지에 필요한 주거환경 관리에 중요하며, 깨끗한 연료 사용은 실내 공기 오염을 줄여 호흡기 감염 위험을 줄인다(Bede-Ojimadu & Orisakwe, 2020; Buchner & Rehfuess, 2015; Messie Pondie et al., 2024; Puzzolo et al., 2024). 이상 기온이 열 스트레스와 영양실조를 높이는 상황에서(Blom et al., 2022;

Burkart et al., 2021), 기후 재난으로 인한 인프라 훼손은 실내 열 및 공기 관리를 가로막고 영양실조 및 호흡기 질환을 더 증가시킬 수 있다. 한편, 기후변화로 농업 생산 및 질병 생태가 변화하지만(Agnolucci et al., 2020; Lobell et al., 2011; Zhao et al., 2017), 안정적인 에너지 접근성은 음식 관리와 실내 공기 질 관리에 기여하면서 보건 위험을 완화할 수 있다(Davenport et al., 2017).

3. 연구 설계

본 연구는 기후변화 시대에 아동 보건 증진을 위한 주거환경의 역할에 주목한다. 건강 요인에 대한 지식은 국제개발협력의 효과를 높이는 중요한 자료가 될 수 있다. 보건 향상을 위해 고려할 기후 및 주거환경 요소들을 탐색하고자 다음의 연구 질문을 설정하였다. 사하라 이남 아프리카에서 이상 기온 및 강수와 주거환경 취약성(물, 위생, 주택, 에너지)은 아동 보건(사망, 영양, 질병)에 어떤 영향을 미치는가? 이 질문에 답하기 위해 세 가지 가설을 세웠다.

연구 가설 1. 개선된 주거환경은 아동 보건 수준을 높인다.

연구 가설 2. 이상 기후는 아동 보건 수준을 낮춘다.

연구 가설 3. 개선된 주거환경은 이상 기후의 보건 영향을 완화한다.

본 연구는 변수의 직접 효과를 추정하는 회귀 분석으로 가설 1 과 2 를 검증한다. 두 변수의 상호작용을 포함하는 조절효과 분석으로 가설 3 을 검증한다. 회귀 분석에서는 연구 가설에 따라 분석 대상의 보건 지표를 다르게 설정한다. 연구 가설 1 은 표준 DHS 에서 제공하는 주요 보건 지표인 출생 기록(사망 및 생존 포함), 영양 상태(발육부진, 저체중, 쇠약증), 병적 상태(설사, 호흡기 질환)를 포함한다. 연구 가설 2 와 3 에서는 이상 기후가 장기간 노출된 변수임을 고려하여 사망률과 영양실조로 범위를 좁힌다.

III. 분석 방법

1. 데이터

본 연구는 미국국제개발처(U.S. Agency for International Development, USAID)의 인구보건조사(Demographic and Health Survey, DHS)를 사용한다(ICF International, 2005, 2012). DHS는 여러 국가 및 기간에 걸쳐 표준화된 방법론으로 인구보건 및 사회경제 정보를 수집한다. DHS는 국가 수준에서 대표성을 지니는 횡단면 자료로서, 2 단계 집락 표집을 활용한다. 행정 경계와 지리 특성을 고려하여 지역을 구분하고 조사구(클러스터)를 무작위로 할당한 뒤에 설문 대상자를 선정한다. 본 분석에서는 위·경도 좌표가 제공되는 이 조사구를 커뮤니티 수준의 공간적 단위로 설정한다.

본 연구는 아프리카 국가들에서 수행된 모든 DHS 자료를 취합하고 분석에 필요한 정보를 포함하는 DHS로 표본을 선별한 뒤, 기후 자료가 제공되는 2016년까지로 시간 범위를 제한하였다. 이렇게 선정된 표본은 2005년부터 2016년 사이에 진행된 32개국의 47개 DHS이다(표 1). 데이터 처리 후 연구에 포함된 5세 미만 아동은 655,279명이며 커뮤니티는 24,463개이다(그림 2).

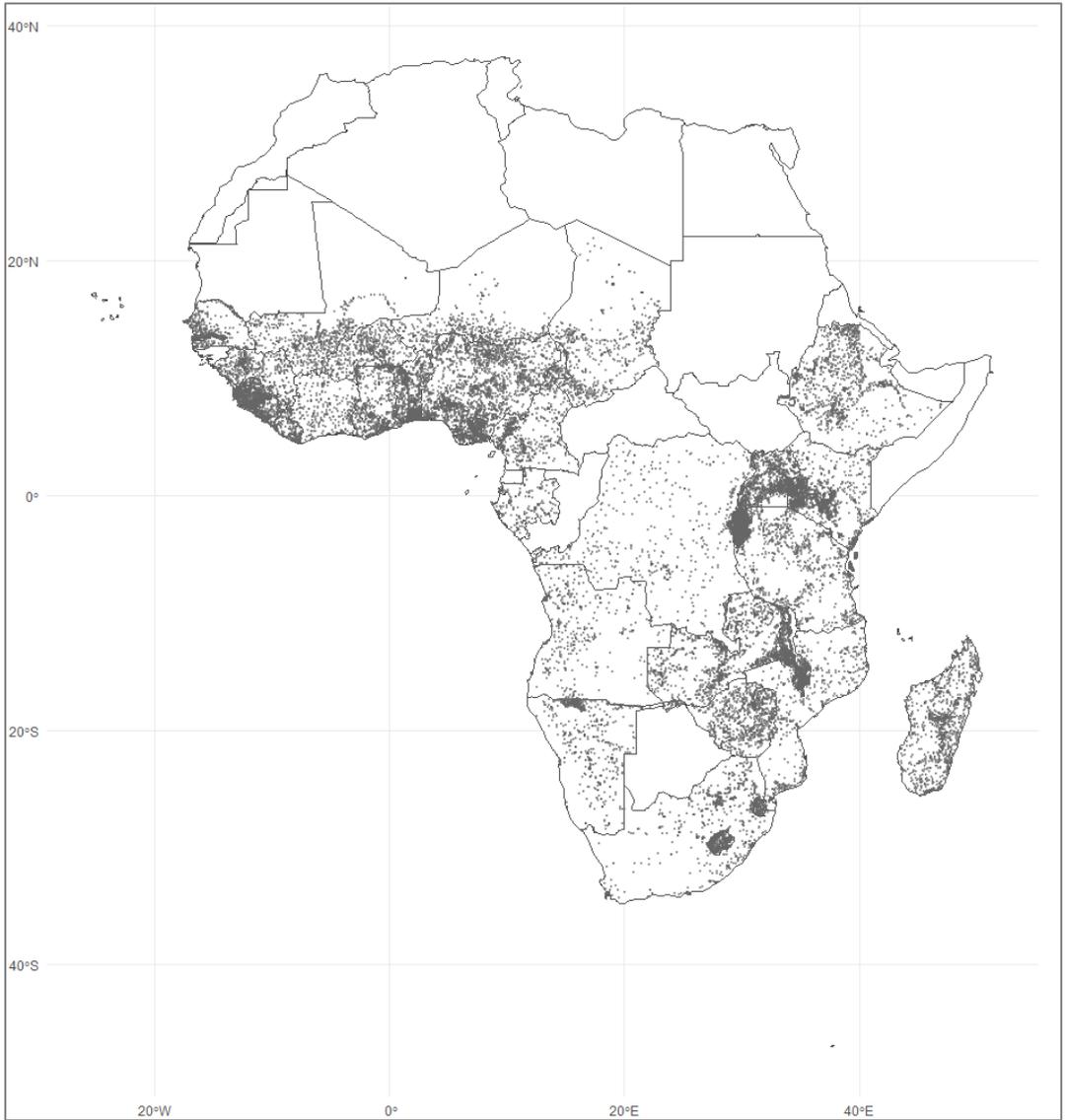
분석에 사용된 기후 자료는 UC Santa Barbara의 Climate Hazards Center에서 개발한 CHIRPS(Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data)와 CHIRTS_max(Climate Hazards Group InfraRed Temperature with Station data)이다(Funk et al., 2015, 2019). CHIRPS는 위성 기반의 강수량 추정치와 지상 관측소 데이터를 통합하여 0.05도(적도 지역에서 약 5km) 해상도의 월별 강수량 자료를 제공한다. CHIRTS는 일 최고기온의 월별 평균 기온 데이터를 제공하는데, 인간 및 생태계에 영향을 미치는 고온 환경 분석에 유용하다. 본 연구에서 측정 방식이 유지되고 두 데이터가 제공되는 1986년부터 2016년까지의 31년간 자료를 활용한다.

〈표 1〉 연구 대상 DHS 표본

Survey	County	Start	End	Cluster	Sample
A07	Angola	2015	2016	625	16,932
BF6	Burkina Faso	2010	2010	541	20,812
BJ6	Benin	2011	2012	746	15,640
BU6	Burundi	2010	2011	375	10,335
BU7	Burundi	2016	2016	322	9,962
CD6	Congo DR	2013	2014	492	21,958
CI6	Cote d'Ivoire	2011	2012	341	10,054
CM6	Cameroon	2011	2011	577	15,059
ET6	Ethiopia	2010	2011	571	16,305
ET7	Ethiopia	2016	2016	622	13,599
GA6	Gabon	2012	2012	331	6,957
GH5	Ghana	2008	2008	402	3,939
GH6	Ghana	2014	2014	423	7,302
GN6	Guinea	2012	2012	300	10,274
KE5	Kenya	2008	2009	397	7,498
KE6	Kenya	2014	2014	1,584	24,547
LB6	Liberia	2013	2013	322	11,416
LS5	Lesotho	2009	2010	395	4,550
LS6	Lesotho	2014	2014	397	3,591
MD5	Madagascar	2008	2009	585	15,780
ML6	Mali	2012	2013	413	12,849
MW5	Malawi	2010	2010	827	27,497
MW7	Malawi	2015	2016	850	22,531
MZ6	Mozambique	2011	2011	609	14,508
NG5	Nigeria	2008	2008	886	42,385
NG6	Nigeria	2013	2013	889	45,788
NI6	Niger	2012	2012	476	18,153
NM5	Namibia	2006	2007	489	5,678

NM6	Namibia	2013	2013	540	5,572
RW6	Rwanda	2010	2015	984	23,075
SL5	Sierra Leone	2008	2008	349	8,097
SL6	Sierra Leone	2013	2013	435	19,009
SN6	Senegal	2010	2011	385	15,493
SZ5	Eswatini	2006	2007	270	3,298
TD6	Chad	2014	2015	624	24,595
TG6	Togo	2013	2014	330	9,111
TZ5	Tanzania	2009	2010	458	9,948
TZ7	Tanzania	2015	2016	608	12,511
UG5	Uganda	2006	2006	336	10,688
UG6	Uganda	2011	2011	400	10,398
UG7	Uganda	2016	2016	685	19,457
ZA7	South Africa	2016	2016	670	3,982
ZM5	Zambia	2007	2007	319	8,411
ZM6	Zambia	2013	2014	719	16,922
ZW5	Zimbabwe	2005	2006	396	5,898
ZW6	Zimbabwe	2010	2011	393	5,959
ZW7	Zimbabwe	2015	2015	400	6,956

〈그림 2〉 DHS 클러스터 위치



2. 변수 측정

보건 지표에는 아동 사망률, 발육부진(Stunting), 저체중(Underweight), 쇠약증(Wasting), 설사, 호흡기 질환이 포함된다. 발육부진은 만성 영양실조를 반영하며, 신장 대 연령 지수(Height-for-Age Z-score, HAZ)가 -2 미만인 경우다. 저체중은 표준 영양실조를 나타내며, 체중 대 연령 지수(Weight-for-Age Z-score, WAZ)가 -2 미만인 경우다. 쇠약증은 급성 영양실조를 반영하며, 체중 대 신장 지수(Weight-for-Height Z-score, WHZ)가 -2 미만인 경우다. 설사는 지난 2 주 동안 설사 증상 유무를 기준으로 측정한다. 호흡기 질환은 견고한 측정을 위해 지난 2 주 동안의 기침(cough)과 발열(fever)이 동시에 나타난 경우로 정의한다.

가구별 주거환경 취약성 지표는 보건 및 주거환경 관련 문헌에서 사용되는 일반적인 방식과 최근 방법론을 혼합하여 측정하였다. UN-Habitat 에서 정의한 슬럼 가구 지표, OPHI(Oxford Poverty and Human Development Initiative)에서 제시한 다면적 빈곤 지수, WHO 와 UNICEF 의 위생 및 식수 시설 관련 지표 측정 방법을 기준으로 하였다(Abascal et al., 2022; Alkire et al., 2017; UN-HABITAT, 2018; WHO & UNICEF, 2017). 주거환경 취약성 지표는 물, 위생, 주택, 에너지의 네 요소로 구성되며, 각각은 하나 이상의 하위 지표를 포함한다. 특정 지표의 하위 지표 중 하나라도 기준을 충족하지 못할 경우, 해당 지표는 취약한 것으로 측정된다. 물 지표는 식수원 유형과 접근성을 측정하며, 위생 지표는 화장실 유형의 적절성 여부를 평가한다. 주택 지표는 바닥, 지붕, 벽 재료의 내구성을 기준으로 하며, 에너지 지표는 전기 사용 가능 여부와 안전한 조리 연료 사용 여부를 평가한다. <표 2>는 각 하위 지표별로 주거환경이 개선된 것으로 간주되는 기준을 보여준다.

〈표 2〉 주거환경 취약성 지표

Indicator	Sub-indicator	Measure
Water	Drinking water sources	Piped water, public taps, standpipes, tube wells, boreholes, protected dug wells and springs, rainwater, water delivered via a tanker truck or a cart with a small tank, and bottled water.
	Access to source	either on the premises or round-trip collection time of 30 minutes or less.
Sanitation	Toilet types	a flush/pour flush toilet that flushes the water and waste to a piped sewer system, septic tank, pit latrine, or unknown destination; a ventilated improved pit (VIP) latrine; a pit latrine with a slab; or a composting toilet
House	Floor material	Parquet or polished wood, vinyl or asphalt strips, ceramic tiles, cement, linoleum or rubber carpet
	Roof Material	Cement, stone with lime or cement, (burnt or unburnt) bricks with cement, cement blocks, wood planks or shingles, or sheet metal.
	Wall material	Zinc or aluminum, calamine or cement fiber, ceramic or brick tiles, cement, roofing shingles, asbestos or slate roofing sheets, or concrete slab
Energy	Electricity	Electricity available
	Cooking fuel	Electricity, LPG, natural gas, biogas, or petroleum/kerosene

본 연구에서 이상 기후(Climate anomaly)는 DHS 커뮤니티(클러스터) 위치에서 특정 기간의 기후가 장기 평균과 얼마나 다른지를 나타낸다. 기존 연구의 측정법(Davenport et al., 2017; Gray & Thiede, 2024; Thiede & Gray, 2024)을 고려하여 다음과 같이 계산한다. 우선, 모든 DHS 커뮤니티 위치에 31 년간 372 개월의 월별 기후 자료를 추출한다. 그 자료로 월별로 36 개월의 이동 평균을 계산한다. 이어, DHS 설문 시점 이전 36 개월 기후 특성(월별 이동 평균값)과 31 년간의 기후 특성(역사적 평균) 사이의 차이를 식별한다. 이는 아래와 같이 표준화 점수로 계산할 수 있다.

$$Z_{i,t} = \frac{\bar{X}_{i,t-35:t} - \tilde{\mu}_i}{\tilde{\sigma}_i}$$

$$\bar{X}_{i,t-35:t} = \frac{1}{36} \sum_{j=t-35}^t X_{ij}$$

$$\tilde{\mu}_i = \frac{1}{36} \sum_{k=1}^{36} \bar{X}_{i,k}$$

$$\tilde{\sigma}_i = \sqrt{\frac{1}{36} \sum_{k=1}^{36} (\bar{X}_{i,k} - \tilde{\mu}_i)^2}$$

$Z_{i,t}$ 는 i 커뮤니티에서 t 월(DHS 설문 시점)의 표준화된 기후 값(Z-score)을 의미한다. $\bar{X}_{i,t-35:t}$ 는 $t-35$ 월부터 t 월까지 36 개월간 이동 평균값을 나타내며, X_{ij} 는 j 커뮤니티에서 k 월의 온도 또는 강수량에 해당한다. $\tilde{\mu}_i$ 은 i 커뮤니티에서 측정된 31 년간의 이동 평균값들의 역사적 평균이다. $\tilde{\sigma}_i$ 는 그 이동 평균값들의 표준편차(standard deviation, SD)이다. 표준화된 기후값($Z_{i,t}$)이 1 표준편차 범위 내에 있으면 ‘평균 기후 범위’로 정의한다. 이 범위를 벗어나는 값은 이상 기후 범주로 분류한다. 이상 기온은 저온(-1 SD 이하)과 고온(1 SD 초과)으로 분류하고, 이상 강수량은 강수 부족(-1 SD 이하)과 과다(1 SD 초과)로 분류한다. 이렇게 이상 기후 범주를 계산한 결과로 전체 표본에서 정상 기온, 저온, 고온 범주에 속하는 비율은 60.5%, 1.16%, 38%이며, 정상 강수량, 강수 과다, 강수 부족 범주에 속하는 비율은 66.2%, 11.2%, 22.7%이다.

3. 회귀 모형

본 연구는 로지스틱 회귀 모델을 사용한다. 본 연구는 인구, 사회경제, 지리적 맥락에서 취약성 및 아동 보건과 관계가 있을 수 있는 요인들을 통제하였다. 모든 분석은 DHS 가 제공하는 가중치를 반영하고 커뮤니티 단위에서 클러스터-로버스트 표준 오차를 활용한다. 핵심 분석인 조절효과 모형은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{Logit}\{\text{Pr}(y_{ijc,my} = 1)\} = \beta_0 + \beta_1 R_{ijc} + \beta_2 C_{jc,my} + \beta_3 (R_{ijc} * C_{jc,my}) + \gamma X_{ijc,my} + \alpha_c + \alpha_m + \alpha_y + \varepsilon_{ijc,my}$$

$y_{ijc,my}$ 는 c 국가의 j 커뮤니티 내에 y 연도와 m 월에 측정된 i 아동의 보건 기록 및 상태를 의미한다. 종속변수는 특정 아동이 사망하거나 영양실조 또는 질병을 경험하는 경우 1, 그렇지 않으면 0 으로 기록된다. R_{ijc} 는 아동별로 측정되는 가구 수준의 주거환경 지표이며, 취약한 환경을 0, 개선된 환경을 1 로 코딩하였다. $C_{jc,my}$ 은 월별로 계산된 기후 자료를 바탕으로 개발된 범주형의 이상 기후 변수이며, 평균적인 기후 범주가 참조 집단으로서 0 으로 코딩되고, 다른 두 범주(기온의 경우 저온과 고온, 강수의 경우 강수 부족과 강수 과다)는 각각 1 과 2 로 코딩된다. $R_{ijc} * C_{jc,my}$ 는 두 변수의 상호작용을 나타내며, β_3 가 본 연구의 초점이 되는 추정치다. 이 값은 개선된 주거환경이 이상 기후의 보건 영향을 완화하는 효과(조절효과)를 의미한다. 통제변수 세트인 $X_{ijc,my}$ 는 아동 연령, 성별, 출생 순서, 모성 교육 수준, 정주지 유형을 포함한다. 기후 변수가 투입되는 회귀모형에서는 조사 시점 이전 36 개월 간의 기온 및 강수의 평균 및 편차를 추가로 통제한다. 국가별 고유 특성을 통제하기 위한 국가 고정 효과 α_c , 계절적 요인을 통제하기 위한 월별 고정 효과 α_m , 연도별 변화를 통제하기 위한 연도 고정 효과 α_y 를 포함한다.

IV. 분석 결과

1. 주거환경의 보건 영향

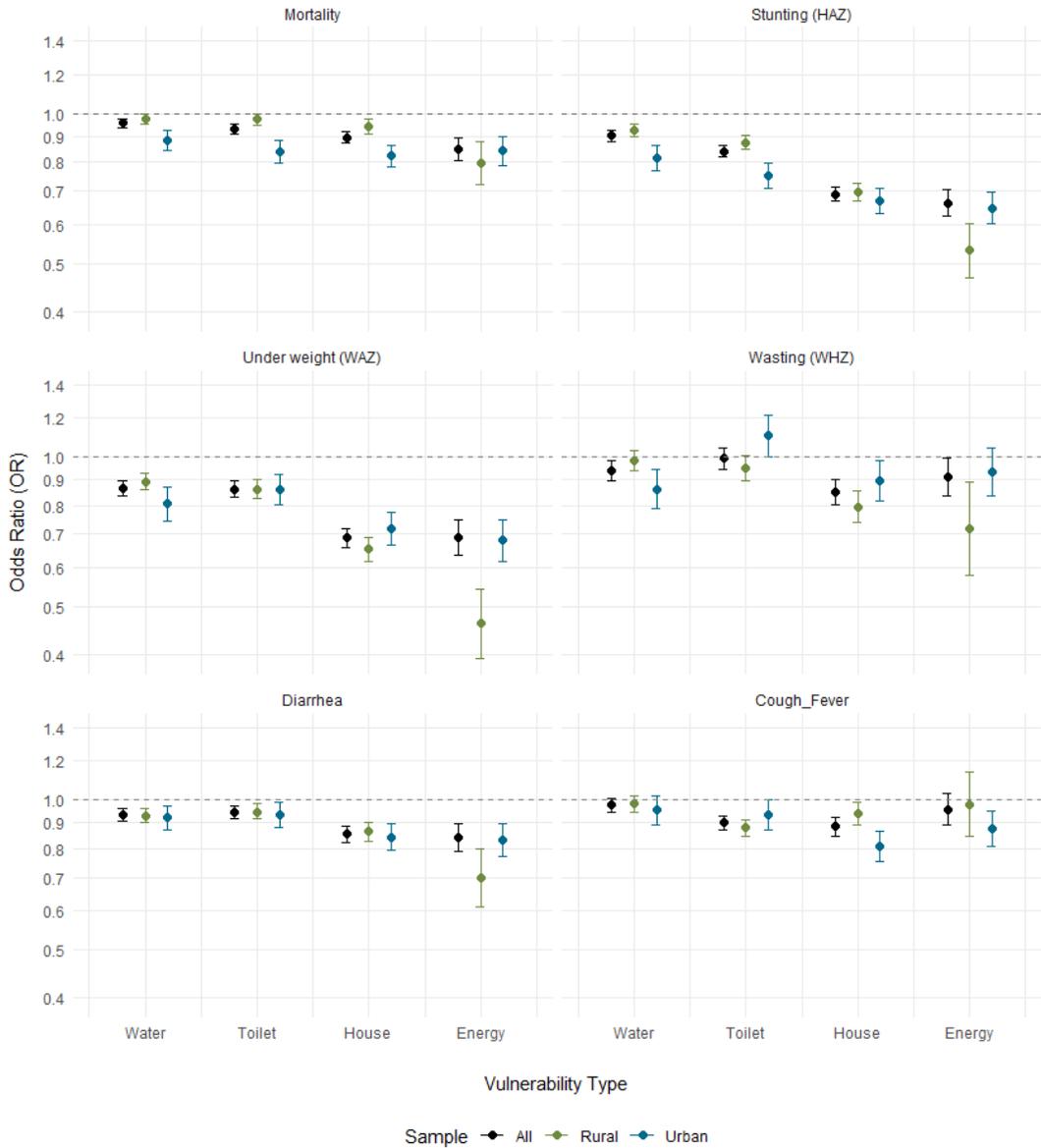
주거환경이 아동 보건에 미치는 효과를 분석한 결과는 <그림 3>에 제시되어 있다. 분석은 아동 사망(N = 655,279), 발육부진(N = 262,238), 저체중(N = 257,970), 쇠약증(N = 257,541), 설사(N = 437,211), 호흡기 질환(N = 436,563) 지표 순으로 진행된다. 분석 결과, 개선된 주거환경은 사망, 영양실조, 질환 위험을 줄이지만, 각 변수의 지표별로 그 효과에 차이가 있는 것으로 나타난다.

개선된 주거환경은 아동 사망 오즈를 낮추며, 그 음의 효과는 에너지(OR = 0.85), 주택(OR = 0.9), 위생(OR = 0.93), 식수(OR = 0.96) 순으로 크다. 개선된 주거환경이 발육부진 오즈를 낮추는 효과는 에너지(OR = 0.66), 주택(OR = 0.69), 위생(OR = 0.84), 식수(OR = 0.9) 순으로 크고, 저체중 오즈를 낮추는 효과는 주택(OR = 0.69), 에너지(OR = 0.69), 위생(OR = 0.86), 식수(OR = 0.87) 순으로 크다. 쇠약증 오즈는 식수(OR = 0.94), 주택(OR = 0.85)의 개선에 따라 감소한다. 개선된 주거환경이 설사 발생에 미치는 음의 효과는 위생(OR = 0.94), 식수(OR = 0.93), 주택(OR = 0.86), 에너지(OR = 0.84) 순으로 높다. 호흡기 질환 오즈 감소에는 식수(OR = 0.98), 주택(OR = 0.88)이 영향을 미친다.

개선된 주거환경의 보건 영향은 도시와 농촌 간 차이를 보인다. 아동 사망률, 발육부진, 저체중 모형에서 식수와 위생 환경의 개선 효과는 도시에서 강하지만, 에너지 환경 개선의 효과는 농촌에서 두드러진다. 설사 모형에서 농촌에서 에너지 개선의 역할이 중요하지만, 호흡기 질환 모형에서는 도시에서 주택과 에너지의 역할이 중요하다. 여러 보건 지표에서 식수 및 위생의 효과는 농촌보다 도시에서 크다.

요약하면, 주거환경 지표가 사망, 발육부진, 저체중, 설사 오즈를 줄이는 데 유의미한 효과를 나타낸다. 여러 보건 지표에서 에너지 환경 개선은 농촌에서, 식수와 위생 개선은 도시에서 더 효과적이다.

〈그림 3〉 개선된 주거환경의 보건 영향



Note. 모든 모형에서 참조 집단은 주거환경이 취약한 가구의 아동들이다. 오즈비는 그 아동들과 비교하여, 개선된 주거환경을 가진 가구의 아동들이 경험하는 보건 위험 확률을 나타낸다. 3 개 표본(전체, 농촌, 도시), 4 개 주거 취약성 지표, 6 개 보건 지표를 조합하여 72 번 분석을 수행하였다. 추정치는 <부록 표 1>에 제시하였다.

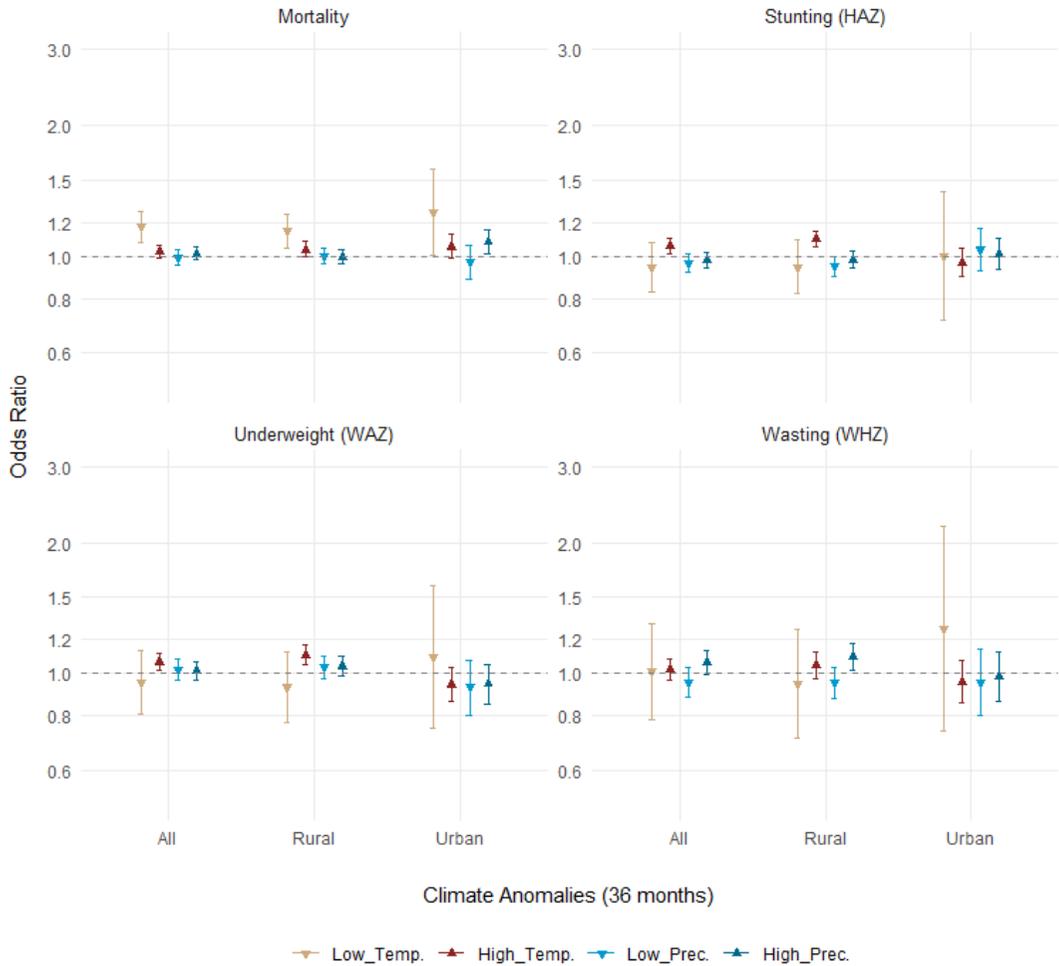
2. 이상 기후의 보건 영향

이상 기온 및 강수 변수가 5 세 미만 아동 보건에 미치는 효과를 분석한 결과는 <그림 4>에 제시되어 있다. 분석은 평균 기온 환경의 아동과 비교하여 고온 및 저온 환경의 아동들이 보건 위험을 경험할 확률과 평균 강수 환경의 아동과 비교하여 강수 과다 및 부족 환경의 아동들이 보건 위험을 경험할 오즈비를 산출하였다. 회귀분석 결과, 고온과 강수 과다 환경은 사망률과 영양실조 위험을 높이는 것으로 나타난다. 다만, 효과 유의성과 크기는 보건 지표 및 이상 기후 범주별로 달라진다.

평균 기후 환경 안의 아동들과 비교하여, 아동 사망률은 저온 환경(OR = 1.17)에서 오즈가 증가하며, 농촌(OR = 1.15)보다 도시(OR = 1.27)에서 더 크다. 강수 과다는 도시(OR = 1.08)에서는 사망률 오즈를 유의하게 높인다. 발육부진의 오즈는 고온 환경(OR = 1.06)에서 증가하며, 농촌(OR = 1.1)에서 더 큰 효과를 보인다. 저체중 가능성은 고온 환경(OR = 1.07)에서 증가하며, 농촌(OR = 1.11)에서 더 강한 효과가 나타난다. 쇠약증 오즈는 강수 과다 환경(OR = 1.06)에서 증가하며, 도시보다 농촌(OR = 1.09)에서 더 큰 음의 효과를 보인다.

이상 기온 및 강수는 아동 사망률, 발육부진, 저체중, 쇠약증에 서로 다른 영향을 미친다. 저온 환경은 사망률 오즈에 도시에서 유의한 영향을 미치지만, 세 가지 영양 상태 범주에 대해서는 유의한 효과를 보이지 않는다. 이 범주는 약 1%의 표본을 지니고 있어 안정적인 추정치를 산출하기 어렵기 때문에, 상호작용 분석에서 저온 범주를 제외한다. 고온 환경은 발육부진과 저체중 오즈를 높이는데, 그 효과는 농촌에서 강한 것으로 나타난다. 이상 강수 범주 중에서 강수 과다는 도시에서의 아동 사망률과 농촌에서의 쇠약증 가능성을 높인다.

〈그림 4〉 이상 기온 및 강수의 보건 영향



Note. 모든 모형은 기온 변수와 강수 변수를 함께 포함한다. 기온 및 강수 변수의 참조 집단은 각각 평균 기온 및 강수 범위를 보여주는 커뮤니티에 거주하는 아동들이다. 오즈비는 해당 커뮤니티의 아동들과 비교하여, 이상 기온 및 강수를 경험하는 커뮤니티의 아동들이 경험하는 보건 위험 확률을 나타낸다. 3 개 표본 그룹(전체, 농촌, 도시), 1 개 기후 변수 세트(기온 및 강수 변수 동시), 4 개 보건 지표를 조합하여 총 12 번 분석을 수행하였다. 구체적인 값은 <부록 표 2>에 제시하였다.

3. 이상 기후와 주거환경의 상호작용

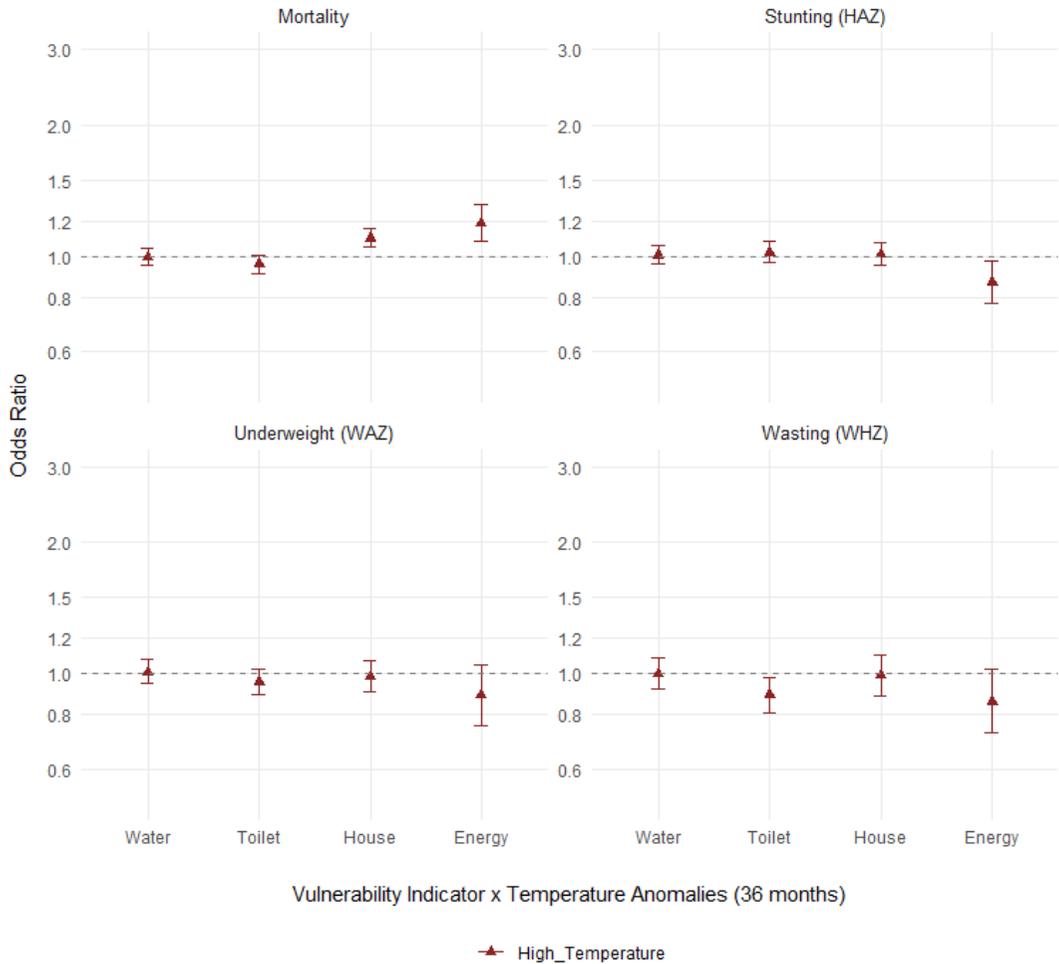
상호작용 분석의 초점은 개선된 주거환경이 이상 기후 환경에서 증가하는 보건 위험을 완화하는 조절효과에 있다. 따라서 상호작용 분석은 이상 기후의 보건 영향이 유의한 모형에 집중한다. 우선, <그림 5>는 고온과 주거 지표의 상호작용 효과를 보여준다. 개선된 에너지는 고온 환경에서 증가하는 발육부진 오즈를 조절하는 효과를 보이며(OR = 0.89), 개선된 위생은 쇠약증 오즈를 완화한다(OR = 0.87).

<그림 6>은 이상 강수와 주거환경 지표의 상호작용 효과를 보여준다. 강수 부족 환경에서 보건 위험이 증가할 때 개선된 화장실은 저체중 오즈(OR = 0.9)와 쇠약증 오즈(OR = 0.79)를 완화하며, 개선된 주택은 저체중 오즈(OR = 0.81)와 쇠약증 오즈(OR = 0.74)를 낮추는 조절효과를 보인다. 강수 과다 환경에서 보건 부담이 증가할 때, 개선된 주택은 사망률 오즈(OR = 0.92)를 낮추고, 개선된 에너지는 저체중 오즈(OR = 0.82)와 쇠약증 오즈(OR = 0.79)를 완화하는 효과를 보인다.

강수 과다가 여러 보건 지표에 영향을 주는데(그림 4), 개선된 주거환경의 조절효과도 강수 과다 환경에서 유의하다(그림 6). 강수 과다의 효과가 농촌과 도시에서 다르다는 점에서(그림 4), 개선된 주거 환경의 조절 효과를 농촌과 도시별로 분석할 필요가 있다. 그 분석 결과는 <그림 7>에 제시되어 있다. 강수 과다로 인해 보건 부담이 증가할 때, 도시에서는 개선된 식수가 사망률을 완화하고(OR = 0.88), 농촌에서는 개선된 주택이 사망률을 낮추는 조절효과를 보인다(OR = 0.88). 발육부진 모형에서 개선된 주거환경의 조절효과는 유의하지 않다. 도시의 강수 과다 환경에서 개선된 화장실은 저체중 오즈를 완화하고(OR = 0.86), 개선된 에너지는 쇠약증 오즈를 줄인다(OR = 0.81).

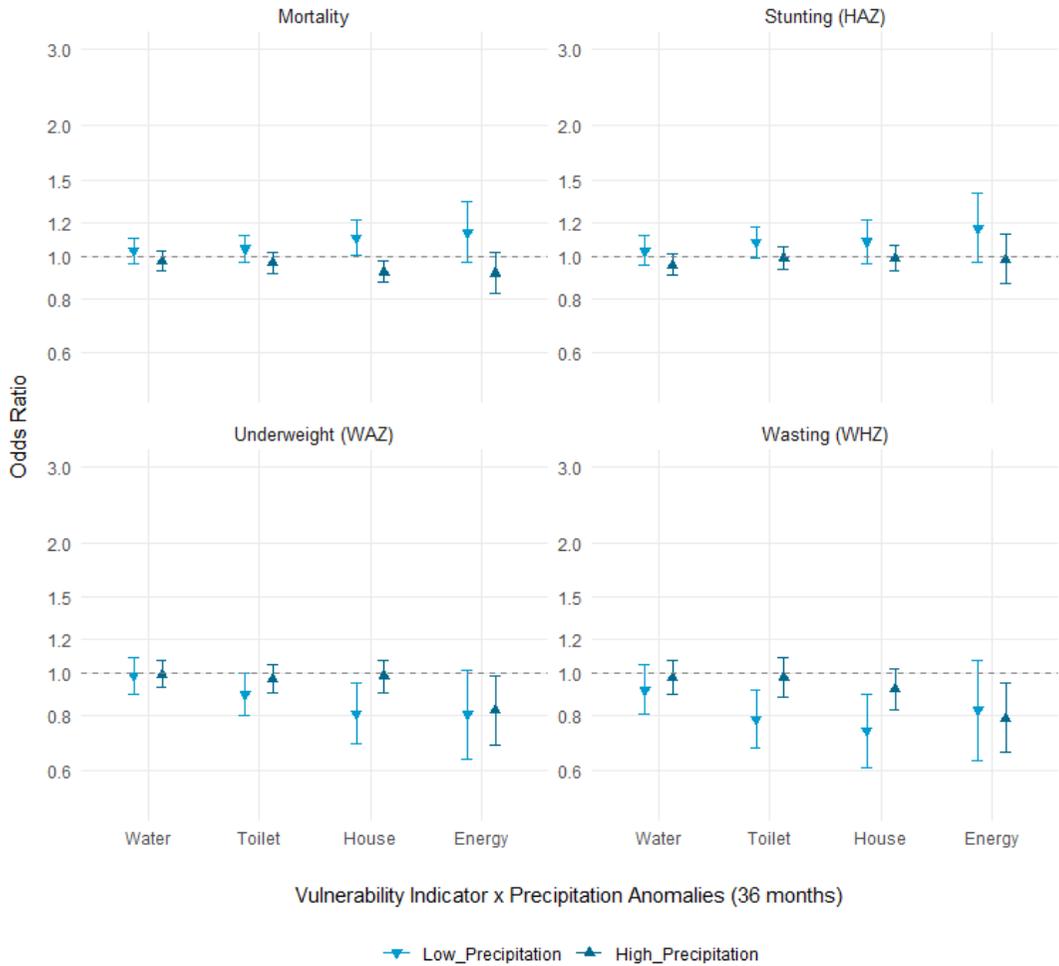
결론적으로, 이상 기후가 아동 보건에 미치는 부정적 영향은 개선된 주거환경을 통해 부분적으로 완화될 수 있다. 고온 환경에서 위생과 에너지가 영양실조 가능성을 조절한다. 강수 부족 환경에서 위생과 주택이 영양실조 가능성을 줄인다. 강수 과다 환경 안에서도 도시에서 식수와 위생, 농촌에서 주택이 특정 보건 부담을 낮추는 데 효과적이다.

〈그림 5〉 이상 기온의 보건 영향에 대한 개선된 주거환경의 조절효과



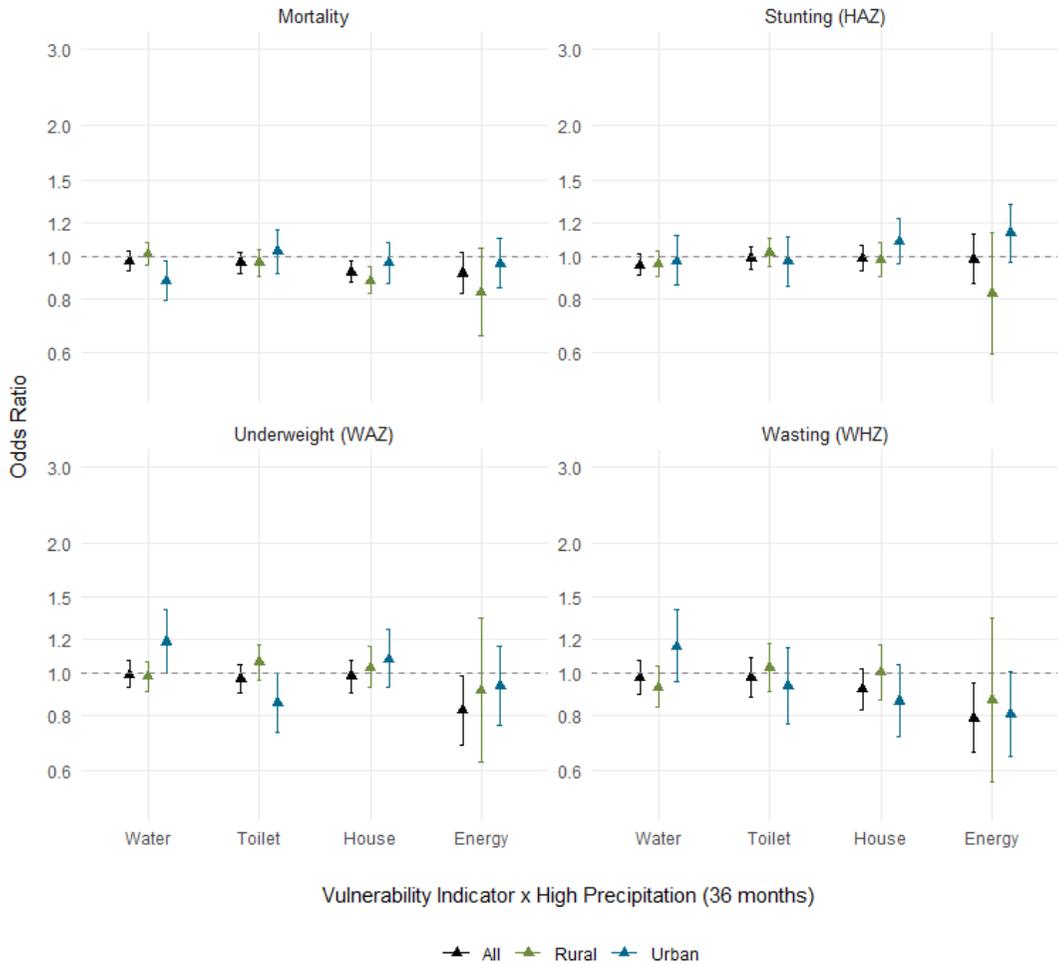
Note. 모든 모형에서 상호작용항의 참조 집단은 평균 기온 범주의 커뮤니티에 거주하면서 주거환경이 취약한 가구의 아동들이다. 그래프에 표시된 오즈비는 주거환경 개선이 고온 환경의 보건 영향을 조절하는 효과에 해당한다. 전체 표본을 대상으로, 4 개 주거 취약성 지표와 4 개 보건 지표를 조합하여 총 16 번 분석을 수행하였다. 구체적인 값은 <부록 표 3>에 제시하였다.

〈그림 6〉 이상 강수의 보건 영향에 대한 개선된 주거환경의 조절효과



Note. 모든 모형에서 상호작용항의 참조 집단은 평균 강수 범주의 커뮤니티에 거주하면서 주거환경이 취약한 가구의 아동들이다. 그래프에 표시된 오즈비는 주거환경 개선이 이상 강수 환경의 보건 영향을 조절하는 효과에 해당한다. 전체 표본을 대상으로, 4개 주거 취약성 지표와 4개 보건 지표를 조합하여 16번 분석을 수행하였다. 구체적인 값은 <부록 표 4>에 제시하였다.

〈그림 7〉 강수 과다 영향에 대한 주거환경의 조절효과(정주지 유형별)



Note. 모든 회귀모형에서 상호작용항의 참조 집단은 평균 강수 범주의 커뮤니티에 있으면서도 주거환경이 취약한 가구의 아동들로 설정되었다. 3 개의 표본 그룹(전체, 농촌, 도시), 4 개 주거 취약성 지표, 4 개 보건 지표를 조합하여 48 번 분석을 수행하였다. 전체 표본에서의 검은색 오즈비와 신뢰구간은 〈그림 6〉의 강수 과다 환경에서의 오즈비와 동일하며, 위 그림은 농촌 및 도시의 하위그룹 분석 결과를 추가로 보여준다. 구체적인 값은 〈부록 표 5〉에 제시하였다.

V. 토론

첫 번째 연구 가설과 관련하여 주거환경의 보건 영향을 분석한 결과, 식수, 위생, 주택, 에너지는 사망률, 영양실조, 설사, 호흡기 질환의 위험을 줄여준다. 에너지와 주택 개선이 가장 큰 효과를 보이며, 이는 안정적인 에너지 접근과 물리적 건축 자재의 질의 중요성을 강조한다(Messie Pondie et al., 2024; Tusting et al., 2020; Weitzman et al., 2013). 다만, 이러한 효과는 정주지 유형별로 달라진다. 도시에서는 위생과 식수 개선이 보건 향상에 기여했으며, 이는 인구 밀집 지역에서 깨끗한 물과 적절한 위생이 중요함을 시사한다(Armah et al., 2018; Ngunjiri et al., 2014). 농촌에서는 에너지 개선 효과가 두드러졌는데, 이는 전력 접근성과 안전한 연료 사용이 영양 관리와 호흡기 질환 예방에 중요함을 보여준다(Bede-Ojimidu & Orisakwe, 2020; Buchner & Rehfuess, 2015; Messie Pondie et al., 2024; Puzzolo et al., 2024).

두 번째 가설인 이상 기후의 보건 영향을 분석한 결과, 네 가지 이상 기후 범주인 저온, 고온, 강수 과다, 강수 부족은 보건 위험을 높인다. 고온 환경에서 발육부진과 저체중 위험이 증가하는데, 이는 고온이 영양 대사에 부정적일 뿐만 아니라 농업 수확량을 줄이거나 열대성 질병을 촉진하는 환경을 조성하는 것과 관련될 수 있다(Blom et al., 2022; Lobell et al., 2011; Thiede & Strube, 2020; Xu et al., 2012; Zhao et al., 2017). 강수 과다는 도시 거주 아동의 사망률과 농촌 거주 아동의 영양실조 위험을 높이는데, 이는 상하수도 손상과 식량 안보 위협과 연관될 수 있다. 강수 부족의 영향은 농촌에서만 유의한데, 이는 정주지 유형에 따라 강수 부족이 보건 위험으로 작용하는 경로가 다를 수 있음을 시사한다(Cooper et al., 2019; Davenport et al., 2017; Thiede & Strube, 2020; Wang et al., 2022).

세 번째 연구 가설 검정을 위한 분석 결과, 개선된 주거환경은 고온 및 이상 강수로 인해 증가하는 보건 부담을 완화하는 것으로 나타났다. 고온 환경에서는 에너지와 위생 개선이 각각 발육부진과 쇠약증 위험을 완화한다. 이는 에너지 접근성이 열 노출을 줄이고 위생 인프라가 질병 발생을 억제할 가능성을 시사한다(Freeman et al., 2017). 강수 부족 환경에서는 주택과 위생 시설의 개선이 저체중 및 쇠약증 부담을 완화하는데, 강수 부족으로 인한 보건 위험이 주거환경 개선으로 조절될 가능성을 보여준다(Davenport et al., 2017). 강수 과다 환경에서는 개선된 주택이 사망률을 줄이고 개선된

에너지는 저체중과 영양 저체중 위험을 줄이는데, 정주지 유형에 따라 유의한 효과를 보이는 주거 요소가 달랐다. 도시에서 식수와 위생이 사망 위험을 완화하고, 농촌에서는 주택이 사망 위험을 완화한다.

본 연구의 결과는 국제개발협력의 기후변화 주류화에 다음과 같은 시사점을 제시한다. 첫째, 기후변화 시대에 보건 문제를 완화하기 위해 물, 위생, 주택, 에너지와 같은 주거환경 요소를 아우르는 접근이 필요하다. 주거환경은 커뮤니티 및 정주지 단위의 생활 기반 시설과 연결된다는 점에서 상하수도, 주택, 에너지 인프라와 유틸리티를 아우르는 다분야 협력 체계가 중요하다. 둘째, 이상 기후가 보건 영향을 보건 지표별로 식별하고 이를 협력 전략에 반영하는 것이 필요하다. 이상 기후의 유형과 강도, 시공간 스케일에 따라 사망률, 영양실조, 이환율에 미치는 영향이 다르기 때문이다. 셋째, 정주지 유형 및 지역별 환경지리 특성을 반영하는 전략이 중요하다. 주거환경 및 기후의 보건 영향은 물론, 개선된 주거환경이 보이는 조절효과의 유의성도 정주지 유형별로 다르다. 분석 결과에 따르면, 농촌에서는 에너지 접근성과 주택 인프라 강화가 고온 및 강수 부족의 영향을 완화한다. 반면, 도시에서는 위생과 식수 인프라 개선이 강수 과다로 인한 보건 위험을 조절할 수 있다.

본 분석의 한계점은 다음과 같다. 첫째, DHS 데이터의 단면적 특성으로 인해 시간에 따른 개인 및 커뮤니티의 건강 변화와 이주 패턴을 충분히 반영하지 못했다. 추가적인 보건 및 이주 정보를 확보하고 더 정교한 모형을 활용해 인과 추론을 시도하는 연구가 필요하다. 둘째, 월별 평균 기후 데이터는 일일 변동성과 극단적 기후 패턴을 반영하지 못해 이상 기후가 보건 지표에 미치는 단기적 영향을 과소평가했을 가능성이 있다. 이상 기상, 극단적 날씨, 재난 특성을 유형화하고(AghaKouchak et al., 2020; Ridder et al., 2020), 그것의 보건 영향을 규명하는 분석이 요구된다. 셋째, 기후, 주거환경, 보건 사이의 중재 메커니즘을 다루지 못하였다. 기후변화가 주거 취약성을 높일 수 있기 때문에 주거환경이 기후와 보건을 매개하는 역할에 대한 추가 연구가 필요하다. 끝으로, 공간 분석은 지역별로 효과적인 자원 배분을 위한 실질적인 자료를 제공할 수 있다(Busby et al., 2014; Ridder et al., 2020; Sherbinin et al., 2017). 미시적 공간 단위에서 기후 변동이 크고 주거환경이 취약한 지역을 분석하거나 두 변수의 보건 영향이 유의한 지역을 식별하는 연구를 우선 고려할 수 있다.

VI. 결론

본 연구는 주거환경 취약성과 이상 기후가 아동 보건에 미치는 영향을 분석하였다. 네 가지 주거 요소(식수, 위생, 주택, 에너지)는 아동 사망률, 영양실조, 설사 등 주요 보건 지표 개선에 기여했으며, 정주지 유형에 따라 효과는 달라졌다. 고온, 강수 과다와 부족의 이상 기후는 보건 위험을 높이지만, 주거환경 개선은 그 영향을 완충할 가능성을 보여주었다. 본 연구는 기후, 주거환경, 보건의 세 변수를 연결하여 조절효과를 분석하고 각 변수별로 여러 지표를 활용해 분석하였다는 점에서 학술적 의의가 있다.

본 연구는 아동 보건 향상을 위한 기후변화 주류화의 근거를 제공한다는 실천적 의의를 지닌다. 분석 결과에 따라 기후변화와 보건 문제를 해결하기 위해 물, 위생, 주택, 에너지와 같은 주거환경 요소를 아우르는 통합적 접근이 필요하다는 점을 제안한다. 도시와 농촌의 지리 특성을 반영한 지역 맞춤형 계획도 필요하다. 이러한 연구 결과는 기후변화 시대에서 아동 보건과 거주 환경을 개선하는 데 중요한 자료가 될 수 있다.

〈부록 표 1〉 개선된 주거환경의 보건 영향

		Mortality	Stunting	Underweight
All	Water	0.96 (0.94-0.98)	0.9 (0.88-0.93)	0.87 (0.84-0.9)
All	Toilet	0.93 (0.91-0.96)	0.84 (0.82-0.87)	0.86 (0.83-0.9)
All	House	0.9 (0.87-0.92)	0.69 (0.67-0.72)	0.69 (0.66-0.72)
All	Energy	0.85 (0.81-0.9)	0.66 (0.62-0.7)	0.69 (0.63-0.75)
Urban	Water	0.89 (0.84-0.93)	0.82 (0.77-0.86)	0.81 (0.75-0.87)
Urban	Toilet	0.84 (0.8-0.88)	0.75 (0.71-0.8)	0.86 (0.8-0.92)
Urban	House	0.82 (0.78-0.87)	0.67 (0.63-0.71)	0.72 (0.66-0.77)
Urban	Energy	0.84 (0.79-0.9)	0.65 (0.6-0.7)	0.68 (0.62-0.75)
Rural	Water	0.98 (0.95-1)	0.93 (0.9-0.96)	0.89 (0.86-0.93)
Rural	Toilet	0.98 (0.95-1)	0.88 (0.85-0.91)	0.86 (0.83-0.9)
Rural	House	0.94 (0.91-0.98)	0.7 (0.67-0.72)	0.65 (0.62-0.69)
Rural	Energy	0.8 (0.72-0.88)	0.53 (0.47-0.6)	0.46 (0.39-0.54)
		Wasting	Diarrhea	Cough & Fever
All	Water	0.94 (0.9-0.98)	0.93 (0.91-0.96)	0.98 (0.95-1.01)
All	Toilet	0.99 (0.95-1.04)	0.94 (0.92-0.97)	0.9 (0.87-0.93)
All	House	0.85 (0.8-0.9)	0.86 (0.82-0.89)	0.88 (0.85-0.92)
All	Energy	0.91 (0.84-1)	0.84 (0.79-0.9)	0.96 (0.89-1.03)
Urban	Water	0.86 (0.79-0.94)	0.92 (0.87-0.98)	0.96 (0.89-1.02)
Urban	Toilet	1.1 (1-1.21)	0.93 (0.88-0.99)	0.93 (0.87-1)
Urban	House	0.9 (0.81-0.99)	0.84 (0.79-0.9)	0.81 (0.75-0.86)
Urban	Energy	0.93 (0.84-1.04)	0.83 (0.77-0.9)	0.88 (0.81-0.95)
Rural	Water	0.98 (0.94-1.03)	0.93 (0.9-0.96)	0.98 (0.95-1.02)
Rural	Toilet	0.95 (0.9-1.01)	0.95 (0.92-0.98)	0.88 (0.84-0.92)
Rural	House	0.8 (0.74-0.86)	0.86 (0.83-0.9)	0.94 (0.89-0.99)
Rural	Energy	0.72 (0.58-0.89)	0.7 (0.61-0.8)	0.98 (0.84-1.14)

Note. 위의 표는 3개의 표본 그룹, 4개의 주거 지표, 6개의 보건 지표별로 구성된 72개 분석 결과를 보여주며, <그림 3>에 사용된 오즈비와 일치한다.

〈부록 표 2〉 이상 기온 및 강수의 보건 영향

		Mortality	Stunting	Underweight	Wasting
All	Low Temp.	<u>1.17 (1.08-1.27)</u>	0.94 (0.83-1.08)	0.96 (0.81-1.13)	1.01 (0.78-1.31)
	High Temp.	1.03 (0.99-1.06)	<u>1.06 (1.02-1.1)</u>	<u>1.07 (1.02-1.12)</u>	1.02 (0.96-1.08)
	Low Prec.	1.00 (0.96-1.04)	0.97 (0.92-1.01)	1.02 (0.97-1.08)	0.96 (0.88-1.03)
	High Prec.	1.01 (0.98-1.05)	0.98 (0.94-1.02)	1.01 (0.97-1.06)	<u>1.06 (1.00-1.13)</u>
Rural	Low Temp.	<u>1.15 (1.05-1.25)</u>	0.95 (0.82-1.09)	0.93 (0.77-1.12)	0.95 (0.71-1.26)
	High Temp.	1.04 (1.00-1.08)	<u>1.1 (1.05-1.15)</u>	<u>1.11 (1.05-1.16)</u>	1.05 (0.98-1.12)
	Low Prec.	1.00 (0.96-1.05)	0.95 (0.9-1.00)	1.04 (0.97-1.1)	0.95 (0.88-1.04)
	High Prec.	1.00 (0.96-1.04)	0.98 (0.94-1.03)	1.04 (0.99-1.1)	<u>1.09 (1.02-1.18)</u>
Urban	Low Temp.	<u>1.27 (1.01-1.59)</u>	1.00 (0.71-1.41)	1.09 (0.75-1.6)	1.27 (0.74-2.19)
	High Temp.	1.05 (0.99-1.12)	0.97 (0.9-1.04)	0.95 (0.86-1.04)	0.96 (0.86-1.07)
	Low Prec.	0.97 (0.88-1.06)	1.04 (0.93-1.16)	0.93 (0.8-1.08)	0.95 (0.8-1.14)
	High Prec.	<u>1.08 (1.01-1.16)</u>	1.01 (0.93-1.1)	0.95 (0.85-1.05)	0.98 (0.86-1.12)

Note. 위의 표는 3 개의 표본 그룹과 4 개의 보건 지표별로 구성된 12 개 분석 결과를 보여주며, <그림 4>에 사용된 오즈비와 일치한다. 밑줄은 95% 신뢰구간에서 유의한 추정치를 표시한다.

〈부록 표 3〉 이상 기온 영향에 대한 개선된 주거환경의 조절효과

	Temp.	Mortality	Stunting	Underweight	Wasting
Water	High	1 (0.95-1.04)	1.01 (0.96-1.06)	1.01 (0.95-1.07)	1 (0.92-1.08)
Toilet	High	0.96 (0.91-1.01)	1.02 (0.97-1.08)	0.95 (0.89-1.02)	<u>0.89 (0.81-0.98)</u>
House	High	1.1 (1.05-1.16)	1.01 (0.95-1.08)	0.98 (0.9-1.07)	0.99 (0.89-1.1)
Energy	High	1.19 (1.08-1.32)	<u>0.87 (0.78-0.97)</u>	0.89 (0.76-1.04)	0.86 (0.73-1.02)

Note. 위의 표는 전체 표본을 대상으로 4 개의 주거 지표와 4 개의 보건 지표별로 구성된 16 개 분석 결과를 보여주며, <그림 5>에 사용된 오즈비와 신뢰구간과 일치한다. 밑줄은 95% 신뢰구간에서 유의한 추정치를 표시한다.

〈부록 표 4〉 이상 강수 영향에 대한 개선된 주거환경의 조절효과

	Prec.	Mortality	Stunting	Underweight	Wasting
Water	Low	1.03 (0.96-1.1)	1.03 (0.95-1.12)	0.99 (0.9-1.09)	0.92 (0.8-1.05)
	High	0.98 (0.93-1.03)	0.96 (0.9-1.01)	1 (0.93-1.07)	0.98 (0.89-1.08)
Toilet	Low	1.04 (0.97-1.12)	1.08 (0.99-1.17)	<u>0.9 (0.8-1)</u>	<u>0.79 (0.67-0.92)</u>
	High	0.97 (0.91-1.02)	0.99 (0.93-1.06)	0.97 (0.9-1.05)	0.98 (0.88-1.09)
House	Low	1.1 (1.01-1.21)	1.08 (0.96-1.21)	<u>0.81 (0.69-0.95)</u>	<u>0.74 (0.61-0.9)</u>
	High	<u>0.92 (0.87-0.97)</u>	0.99 (0.93-1.06)	0.99 (0.9-1.08)	0.92 (0.83-1.03)
Energy	Low	1.14 (0.97-1.34)	1.16 (0.97-1.4)	0.8 (0.64-1.02)	0.82 (0.63-1.07)
	High	0.92 (0.82-1.02)	0.99 (0.86-1.13)	<u>0.82 (0.68-0.99)</u>	<u>0.79 (0.66-0.95)</u>

Note. 위의 표는 전체 표본을 대상으로 4 개의 주거 지표와 4 개의 보건 지표별로 구성된 16 개 분석 결과를 보여주며, <그림 6>에 사용된 오즈비와 일치한다. 밑줄은 95% 신뢰구간에서 유의한 추정치를 표시한다.

〈부록 표 5〉 강수 과다 영향에 대한 주거환경의 조절효과(정주지 유형별)

		Mortality	Stunting	Underweight	Wasting
Rural					
Water	Low	1.01 (0.94-1.09)	1.03 (0.93-1.13)	1.03 (0.92-1.16)	0.88 (0.75-1.03)
	High	1.01 (0.95-1.07)	0.96 (0.9-1.03)	0.99 (0.91-1.06)	0.93 (0.84-1.04)
Toilet	Low	1.03 (0.95-1.12)	1.14 (1.03-1.27)	0.99 (0.86-1.14)	<u>0.81 (0.67-0.98)</u>
	High	0.97 (0.9-1.03)	1.02 (0.95-1.1)	1.06 (0.97-1.17)	1.03 (0.91-1.18)
House	Low	1.04 (0.92-1.17)	1.04 (0.9-1.2)	0.87 (0.69-1.09)	0.82 (0.6-1.14)
	High	<u>0.88 (0.82-0.95)</u>	0.98 (0.9-1.07)	1.04 (0.93-1.15)	1.01 (0.87-1.17)
Energy	Low	1.01 (0.77-1.32)	0.98 (0.66-1.47)	0.79 (0.48-1.3)	1.14 (0.54-2.39)
	High	0.83 (0.66-1.04)	0.82 (0.59-1.14)	0.92 (0.62-1.34)	0.87 (0.56-1.35)
Urban					
Water	Low	1.14 (0.97-1.34)	1 (0.83-1.2)	0.95 (0.74-1.22)	1.03 (0.77-1.39)
	High	<u>0.88 (0.79-0.98)</u>	0.98 (0.86-1.11)	1.19 (1.01-1.4)	1.16 (0.96-1.41)
Toilet	Low	1.08 (0.93-1.26)	0.87 (0.73-1.04)	<u>0.76 (0.61-0.96)</u>	<u>0.73 (0.55-0.97)</u>
	High	1.03 (0.92-1.16)	0.98 (0.86-1.11)	<u>0.86 (0.73-1)</u>	0.94 (0.77-1.15)
House	Low	1.23 (1.06-1.43)	1.16 (0.96-1.41)	0.84 (0.65-1.08)	<u>0.65 (0.5-0.86)</u>
	High	0.97 (0.87-1.07)	1.08 (0.96-1.23)	1.08 (0.93-1.26)	0.87 (0.72-1.05)
Energy	Low	1.12 (0.92-1.36)	1.18 (0.95-1.47)	0.89 (0.68-1.16)	0.78 (0.58-1.05)
	High	0.96 (0.85-1.1)	1.13 (0.97-1.32)	0.94 (0.76-1.16)	0.81 (0.64-1.01)

Note. 위의 표는 2 개 하위그룹 표본(농촌과 도시), 4 개의 주거 취약성 지표, 4 개의 보건 지표별로 구성된 32 가지 분석 결과를 보여주며, <그림 7>에 제시된 농촌 및 도시 대상의 오즈비와 일치한다. 밑줄은 95% 신뢰구간에서 유의한 추정치를 표시한다.

참고문헌

- Abascal, A., Rothwell, N., Shonowo, A., Thomson, D. R., Elias, P., Elsey, H., Yeboah, G., & Kuffer, M. (2022). “Domains of deprivation framework” for mapping slums, informal settlements, and other deprived areas in LMICs to improve urban planning and policy: A scoping review. *Computers, Environment and Urban Systems*, *93*, 101770. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101770>
- AghaKouchak, A., Chiang, F., Huning, L. S., Love, C. A., Mallakpour, I., Mazdiyasn, O., Moftakhari, H., Papalexiou, S. M., Ragno, E., & Sadegh, M. (2020). Climate Extremes and Compound Hazards in a Warming World. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, *48*(Volume 48, 2020), 519-548. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-071719-055228>
- Agnolucci, P., Rapti, C., Alexander, P., De Lipsis, V., Holland, R. A., Eigenbrod, F., & Ekins, P. (2020). Impacts of rising temperatures and farm management practices on global yields of 18 crops. *Nature Food*, *1*(9), 562-571. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00148-x>
- Alkire, S., Jindra, C., Robles Aguilar, G., & Vaz, A. (2017). Multidimensional Poverty Reduction Among Countries in Sub-Saharan Africa. *Forum for Social Economics*, *46*(2), 178-191. <https://doi.org/10.1080/07360932.2017.1310123>
- Amondo, E. I., Nshakira-Rukundo, E., & Mirzabaev, A. (2023). The effect of extreme weather events on child nutrition and health. *Food Security*, *15*(3), 571-596. <https://doi.org/10.1007/s12571-023-01354-8>
- Amorim-Maia, A. T., Anguelovski, I., Chu, E., & Connolly, J. (2022). Intersectional climate justice: A conceptual pathway for bridging adaptation planning, transformative action, and social equity. *Urban Climate*, *41*, 101053. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101053>
- Armah, F. A., Ekumah, B., Yawson, D. O., Odoi, J. O., Afitiri, A.-R., & Nyieku, F. E. (2018). Access to improved water and sanitation in sub-Saharan Africa in a quarter century. *Heliyon*, *4*(11), e00931. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00931>
- Baker, R. E., & Anttila-Hughes, J. (2020). Characterizing the contribution of high temperatures to child undernourishment in Sub-Saharan Africa. *Scientific Reports*, *10*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74942-9>

- Bandyopadhyay, S., Kanji, S., & Wang, L. (2012). The impact of rainfall and temperature variation on diarrheal prevalence in Sub-Saharan Africa. *Applied Geography, 33*, 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.07.017>
- Bartram, J., Lewis, K., Lenton, R., & Wright, A. (2005). Focusing on improved water and sanitation for health. *The Lancet, 365*(9461), 810-812. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)17991-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)17991-4)
- Bede-Ojimadu, O., & Orisakwe, O. E. (2020). Exposure to Wood Smoke and Associated Health Effects in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review. *Annals of Global Health, 86*(1). <https://doi.org/10.5334/aogh.2725>
- Bitting, C. D., & Chaves, C. (2024). Effect of Disasters Induced by Natural Hazards on Child Mortality in Africa. *Economics of Disasters and Climate Change*. <https://doi.org/10.1007/s41885-024-00163-3>
- Blom, S., Ortiz-Bobea, A., & Hoddinott, J. (2022). Heat exposure and child nutrition: Evidence from West Africa. *Journal of Environmental Economics and Management, 115*, 102698. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102698>
- Brulle, R. J., & Pellow, D. N. (2006). ENVIRONMENTAL JUSTICE: Human Health and Environmental Inequalities. *Annual Review of Public Health, 27*(Volume 27, 2006), 103-124. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102124>
- Buchner, H., & Rehfuess, E. A. (2015). Cooking and Season as Risk Factors for Acute Lower Respiratory Infections in African Children: A Cross-Sectional Multi-Country Analysis. *PLOS ONE, 10*(6), e0128933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128933>
- Burkart, K. G., Brauer, M., Aravkin, A. Y., Godwin, W. W., Hay, S. I., He, J., Iannucci, V. C., Larson, S. L., Lim, S. S., Liu, J., Murray, C. J. L., Zheng, P., Zhou, M., & Stanaway, J. D. (2021). Estimating the cause-specific relative risks of non-optimal temperature on daily mortality: A two-part modelling approach applied to the Global Burden of Disease Study. *The Lancet, 398*(10301), 685-697. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1)
- Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature, 527*(7577), 235-239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>
- Busby, J. W., Smith, T. G., & Krishnan, N. (2014). Climate security vulnerability in Africa mapping 3.0. *Political Geography, 43*, 51-67. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2014.10.005>
- Caminade, C., Kovats, S., Rocklöv, J., Tompkins, A. M., Morse, A. P., Colón-González, F. J., Stenlund, H., Martens, P., & Lloyd, S. J. (2014). Impact of climate change

- on global malaria distribution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3286-3291. <https://doi.org/10.1073/pnas.1302089111>
- Carlton, E. J., Woster, A. P., DeWitt, P., Goldstein, R. S., & Levy, K. (2016). A systematic review and meta-analysis of ambient temperature and diarrhoeal diseases. *International Journal of Epidemiology*, 45(1), 117-130. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv296>
- Conte Keivabu, R., & Cozzani, M. (2022). Extreme Heat, Birth Outcomes, and Socioeconomic Heterogeneity. *Demography*, 59(5), 1631-1654. <https://doi.org/10.1215/00703370-10174836>
- Cooper, M. W., Brown, M. E., Hochrainer-Stigler, S., Pflug, G., McCallum, I., Fritz, S., Silva, J., & Zvoleff, A. (2019). Mapping the effects of drought on child stunting. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(35), 17219-17224. <https://doi.org/10.1073/pnas.1905228116>
- Davenport, F., Grace, K., Funk, C., & Shukla, S. (2017). Child health outcomes in sub-Saharan Africa: A comparison of changes in climate and socio-economic factors. *Global Environmental Change*, 46, 72-87. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.009>
- Desbureaux, S., & Rodella, A.-S. (2019). Drought in the city: The economic impact of water scarcity in Latin American metropolitan areas. *World Development*, 114, 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.09.026>
- Dimitrova, A., McElroy, S., Levy, M., Gershunov, A., & Benmarhnia, T. (2022). Precipitation variability and risk of infectious disease in children under 5 years for 32 countries: A global analysis using Demographic and Health Survey data. *The Lancet Planetary Health*, 6(2), e147-e155. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00325-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00325-9)
- Ferguson, J. (1999). *Expectations of Modernity: Myths and Meanings of Urban Life on the Zambian Copperbelt*. University of California Press.
- Fink, G., Günther, I., & Hill, K. (2011). The effect of water and sanitation on child health: Evidence from the demographic and health surveys 1986-2007. *International Journal of Epidemiology*, 40(5), 1196-1204. <https://doi.org/10.1093/ije/dyr102>
- Fisher, S. (2015). The emerging geographies of climate justice. *The Geographical Journal*, 181(1), 73-82. <https://doi.org/10.1111/geoj.12078>
- Freeman, M. C., Garn, J. V., Sclar, G. D., Boisson, S., Medlicott, K., Alexander, K. T., Penakalapati, G., Anderson, D., Mahtani, A. G., Grimes, J. E. T., Rehfuess, E. A., & Clasen, T. F. (2017). The impact of sanitation on infectious disease and nutritional status: A systematic review and meta-analysis. *International*

- Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(6), 928-949.
<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.05.007>
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(1), 150066.
<https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>
- Funk, C., Peterson, P., Peterson, S., Shukla, S., Davenport, F., Michaelsen, J., Knapp, K. R., Landsfeld, M., Husak, G., Harrison, L., Rowland, J., Budde, M., Meiburg, A., Dinku, T., Pedreros, D., & Mata, N. (2019). *A High-Resolution 1983-2016 Tmax Climate Data Record Based on Infrared Temperatures and Stations by the Climate Hazard Center*. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0698.1>
- Gray, C., & Thiede, B. C. (2024). Temperature anomalies undermine the health of reproductive-age women in low- and middle-income countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(11), e2311567121.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2311567121>
- Heft-Neal, S., Burney, J., Bendavid, E., & Burke, M. (2018). Robust relationship between air quality and infant mortality in Africa. *Nature*, 559(7713), Article 7713. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0263-3>
- ICF International. (2005, 2016). *Demographic and health surveys (various) datasets. Funded by USAID*. Rockville, Maryland: ICF [Distributor].
- ICF International. (2012). *Demographic and health survey sampling and household listing manual (MEASURE DHS)*.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022 - Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Johnson, K., & Brown, M. E. (2014). Environmental risk factors and child nutritional status and survival in a context of climate variability and change. *Applied Geography*, 54, 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.007>
- Kjellstrom, T., Briggs, D., Freyberg, C., Lemke, B., Otto, M., & Hyatt, O. (2016). Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts. *Annual Review of Public Health*, 37(Volume 37, 2016), 97-112. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032315-021740>
- Leal Filho, W., Totin, E., Franke, J. A., Andrew, S. M., Abubakar, I. R., Azadi, H., Nunn, P. D., Ouweneel, B., Williams, P. A., & Simpson, N. P. (2022). Understanding responses to climate-related water scarcity in Africa. *Science of The Total*

- Environment*, 806, 150420.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150420>
- Levy, B. S., & Patz, J. A. (2015). Climate Change, Human Rights, and Social Justice. *Annals of Global Health*, 81(3), 310-322.
<https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.008>
- Levy, K., Smith, S. M., & Carlton, E. J. (2018). Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions. *Current Environmental Health Reports*, 5(2), 272-282.
<https://doi.org/10.1007/s40572-018-0199-7>
- Lobell, D. B., Bänziger, M., Magorokosho, C., & Vivek, B. (2011). Nonlinear heat effects on African maize as evidenced by historical yield trials. *Nature Climate Change*, 1(1), 42-45. <https://doi.org/10.1038/nclimate1043>
- Magrath, J. (2010). The injustice of climate change: Voices from Africa. *Local Environment*, 15(9-10), 891-901.
<https://doi.org/10.1080/13549839.2010.511642>
- McMahon, K., & Gray, C. (2021). Climate change, social vulnerability and child nutrition in South Asia. *Global Environmental Change*, 71, 102414.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102414>
- McMichael, A. J. (2013). Globalization, Climate Change, and Human Health. *New England Journal of Medicine*, 368(14), 1335-1343.
<https://doi.org/10.1056/NEJMra1109341>
- Messie Pondie, T., Engwali, F. D., Ongo Nkoa, B. E., & Noubissi Domguia, E. (2024). Energy poverty and respiratory health in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Energy*, 131158.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131158>
- Newell, P., Srivastava, S., Naess, L. O., Torres Contreras, G. A., & Price, R. (2021). Toward transformative climate justice: An emerging research agenda. *WIREs Climate Change*, 12(6), e733. <https://doi.org/10.1002/wcc.733>
- Ngure, F. M., Reid, B. M., Humphrey, J. H., Mbuya, M. N., Pelto, G., & Stoltzfus, R. J. (2014). Water, sanitation, and hygiene (WASH), environmental enteropathy, nutrition, and early child development: Making the links. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1308(1), 118-128.
<https://doi.org/10.1111/nyas.12330>
- Phalkey, R. K., Aranda-Jan, C., Marx, S., Höfle, B., & Sauerborn, R. (2015). Systematic review of current efforts to quantify the impacts of climate change on undernutrition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), E4522-E4529. <https://doi.org/10.1073/pnas.1409769112>

- Pickering, A. J., & Davis, J. (2012). Freshwater Availability and Water Fetching Distance Affect Child Health in Sub-Saharan Africa. *Environmental Science & Technology*, *46*(4), 2391-2397. <https://doi.org/10.1021/es203177v>
- Porter, L., Rickards, L., Verlie, B., Bosomworth, K., Moloney, S., Lay, B., Latham, B., Anguelovski, I., & Pellow, D. (2020). Climate Justice in a Climate Changed World. *Planning Theory & Practice*, *21*(2), 293-321. <https://doi.org/10.1080/14649357.2020.1748959>
- Puzzolo, E., Fleeman, N., Lorenzetti, F., Rubinstein, F., Li, Y., Xing, R., Shen, G., Nix, E., Maden, M., Bresnahan, R., Duarte, R., Abebe, L., Lewis, J., Williams, K. N., Adahir-Rohani, H., & Pope, D. (2024). Estimated health effects from domestic use of gaseous fuels for cooking and heating in high-income, middle-income, and low-income countries: A systematic review and meta-analyses. *The Lancet Respiratory Medicine*, *12*(4), 281-293. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(23\)00427-7](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(23)00427-7)
- Ridder, N. N., Pitman, A. J., Westra, S., Ukkola, A., Do, H. X., Bador, M., Hirsch, A. L., Evans, J. P., Di Luca, A., & Zscheischler, J. (2020). Global hotspots for the occurrence of compound events. *Nature Communications*, *11*(1), 5956. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19639-3>
- Ross, A., Mack, E. A., Marcantonio, R., Miller-Graff, L., Pearson, A. L., Smith, A. C., Bunting, E., & Zimmer, A. (2024). A mediation analysis of the linkages between climate variability, water insecurity, and interpersonal violence. *Climate and Development*, *16*(2), 134-148. <https://doi.org/10.1080/17565529.2023.2186746>
- Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N. W., Clark, D. B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B. M., Colón-González, F. J., Gosling, S. N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y., Portmann, F. T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., ... Kabat, P. (2014). Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(9), 3245-3250. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222460110>
- Schlosberg, D. (2004). Reconceiving Environmental Justice: Global Movements And Political Theories. *Environmental Politics*, *13*(3), 517-540. <https://doi.org/10.1080/0964401042000229025>
- Schlosberg, D., & Collins, L. B. (2014). From environmental to climate justice: Climate change and the discourse of environmental justice. *WIREs Climate Change*, *5*(3), 359-374. <https://doi.org/10.1002/wcc.275>
- Sherbinin, A. D., Apotsos, A., & Chevrier, J. (2017). Mapping the future: Policy applications of climate vulnerability mapping in West Africa. *The*

- Geographical Journal*, 183(4), 414-425.
<https://doi.org/10.1111/geoj.12226>
- Stringer, L. C., Mirzabaev, A., Benjaminsen, T. A., Harris, R. M. B., Jafari, M., Lissner, T. K., Stevens, N., & Tirado-von der Pahlen, C. (2021). Climate change impacts on water security in global drylands. *One Earth*, 4(6), 851-864.
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.05.010>
- Sultana, F. (2022). Critical climate justice. *The Geographical Journal*, 188(1), 118-124. <https://doi.org/10.1111/geoj.12417>
- Thiede, B. C., & Gray, C. (2024). Childhood Malnutrition and Mortality in a Changing Climate. *OSF.IO*. <https://osf.io/e3ksy/download>
- Thiede, B. C., & Strube, J. (2020). Climate variability and child nutrition: Findings from sub-Saharan Africa. *Global Environmental Change*, 65, 102192.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102192>
- Tusting, L. S., Bottomley, C., Gibson, H., Kleinschmidt, I., Tatem, A. J., Lindsay, S. W., & Gething, P. W. (2017). Housing Improvements and Malaria Risk in Sub-Saharan Africa: A Multi-Country Analysis of Survey Data. *PLOS Medicine*, 14(2), e1002234. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002234>
- Tusting, L. S., Gething, P. W., Gibson, H. S., Greenwood, B., Knudsen, J., Lindsay, S. W., & Bhatt, S. (2020). Housing and child health in sub-Saharan Africa: A cross-sectional analysis. *PLOS Medicine*, 17(3), e1003055.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003055>
- Tusting, L. S., Ippolito, M. M., Willey, B. A., Kleinschmidt, I., Dorsey, G., Gosling, R. D., & Lindsay, S. W. (2015). The evidence for improving housing to reduce malaria: A systematic review and meta-analysis. *Malaria Journal*, 14(1), 209.
<https://doi.org/10.1186/s12936-015-0724-1>
- UN-HABITAT, S. (2018). Indicator 11.1. 1 Training Module: Adequate Housing and Slum Upgrading. *United Nations Human Settlement Programme (UN-Habitat). Nairobi, 2018*, 20.
- Wang, P., Asare, E., Pitzer, V. E., Dubrow, R., & Chen, K. (2022). Associations between long-term drought and diarrhea among children under five in low- and middle-income countries. *Nature Communications*, 13(1), 3661.
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-31291-7>
- Weitzman, M., Baten, A., Rosenthal, D. G., Hoshino, R., Tohn, E., & Jacobs, D. E. (2013). Housing and Child Health. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 43(8), 187-224.
<https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2013.06.001>
- WHO, & UNICEF. (2017). *Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 update and SDG baselines*.

- Wolf, J., Hunter, P. R., Freeman, M. C., Cumming, O., Clasen, T., Bartram, J., Higgins, J. P. T., Johnston, R., Medlicott, K., Boisson, S., & Prüss-Ustün, A. (2018). Impact of drinking water, sanitation and handwashing with soap on childhood diarrhoeal disease: Updated meta-analysis and meta-regression. *Tropical Medicine & International Health*, 23(5), 508-525. <https://doi.org/10.1111/tmi.13051>
- Xu, Z., Etzel, R. A., Su, H., Huang, C., Guo, Y., & Tong, S. (2012). Impact of ambient temperature on children's health: A systematic review. *Environmental Research*, 117, 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.07.002>
- Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciais, P., Durand, J.-L., Elliott, J., Ewert, F., Janssens, I. A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Müller, C., ... Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326-9331. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114>

발행인 조명환 발행처 한국월드비전
주소 서울특별시 영등포구 여의나루로 77-1
Tel. 02-2078-7000 Fax. 02-2078-7082
www.worldvision.or.kr

