

연구 과제				
훈련자 인적사항 훈련내역	훈련과정	직무훈련	훈련기관	NC주립대
	성명	백운석	파견연도	2023
	훈련과제	기후변화에 따른 취약계층지원방안 연구		
보고주제 (제목)	미국의 기후변화 영향 및 대응사례			

I. 서론

□ 기후변화의 이해

지구의 기후는 변하고 있음. 기온과 강수 패턴이 변하고 해수온도와 해수면, 산도가 증가하고 있으며, 빙하와 해빙이 용해하고 있음. 극한 기상 현상의 빈도와 강도, 지속시간이 변하고 나무 등의 성장기 길이, 꽃의 개화시기, 새들의 이동 형태 등 생태계의 특성들이 변화하고 있음. 이러한 변화들은 대기의 온실가스 축적과 온실효과로 인한 지구온난화에서 그 원인을 찾을 수 있음. 온실 효과는 태양으로부터 오는 열을 가두어 지구의 온도를 일정하게 유지하는 순기능을 하지만 사람들의 활동 증가는 지구온난화를 가속시키고 대기 중에 열을 가두는 온실 가스의 양을 급격히 증가시키고 있음. 온실 가스는 에너지를 흡수하여, 열의 우주로의 손실을 늦추거나 막는 역할을 하는데, 담요와 같은 역할을 해서, 지구를 다른 때보다 따뜻하게 만들어 지구의 생명을 유지하는데 필수적인 기능을 수행하지만, 지나친 온실가스의 증가는 지구의 온도를 지속적으로 상승시키고 부정적인 결과들을 초래하고 있음.

1950년 이래 대부분의 온난화는 인간의 온실가스 배출로 인해 발생했으며, 열과 에너지를 위해 화석 연료를 태우는 것, 숲을 개간하는 것, 작물을 비료로 주는 것, 쓰레기를 매립지에 보관하는 것, 가축을 기르는 것, 여러 종류의 공산품을 생산하는 것 등 다양한 인간 활동에서 발생함. 온실 가스는 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, F-gases, 지상오존, 수증기, 에어로졸 등 다양하며, 이 중에서 이산화탄소는 최근 기후 변화의 주요 원인임. 이산화탄소는 화석 연료, 고체 폐기물, 나무 등 생물학적 물질을 연소시키고 시멘트 제조와 같은 특정 화학 반응의

결과로 대기로 들어가며, 식물과 동물의 호흡, 화산 폭발, 해양과 대기의 교환을 통해 탄소 순환의 일부로 흡수되고 자연적으로 배출됨. 온실 가스는 또한 기후 시스템의 변화를 상쇄하거나 더욱 증가시킴으로써 지구온난화에 영향을 미침. 온난화로 인한 수증기의 증가나 해빙의 감소는 온난화를 더욱 가속화하고 있음. 인간의 활동증가로 인한 최근 대기 중의 온실 가스 축적은 지구의 기후를 변화시켰고 결과적으로 인간의 건강, 복지, 그리고 생태계에 심각한 위험을 초래하고 있음

□ 기후위기의 위험

우리 법령에서는 기후변화와 기후위기를 구분하여 규정하고 있음. 『기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법』 제2조에서는, 기후변화를 “사람의 활동으로 인하여 온실가스의 농도가 변함으로써 상당 기간 관찰되어 온 자연적인 기후변동에 추가적으로 일어나는 기후체계의 변화를 말한다.”고 규정하고 있으며, 기후위기를 “기후변화가 극단적인 날씨뿐만 아니라 물 부족, 식량 부족, 해양 산성화, 해수면 상승, 생태계 붕괴 등 인류 문명에 회복할 수 없는 위험을 초래하여 획기적인 온실가스 감축이 필요한 상태를 말한다.”로 규정하고 있음. 기후 변화에 대응하는 대책들은 이미 기후위기를 전제로 한 것이라고 할 수 있음

현재 기후위기는 세계가 직면한 심각한 위협이 되고 있으며, 코로나19 바이러스 보다 더 크고 훨씬 더 불길한 위협이 되고 있음. 이 위협에 대한 백신은 없으며, 이에 대응하기 위해서는 지금까지 인류 역사에서 볼 수 없었던 정도로 지역적이고 세계적인 조치가 필요함. 기후변화와 관련된 각종 데이터들은 기후 변화를 주로 북극곰에게 영향을 주고 먼 미래에 우리 해안을 위협하는 점진적인 변화로 생각하는 것이 망상이라는 것을 보여주고 있음

만약 우리가 현재의 추세를 계속 간다면, 더위, 사막화, 그리고 홍수는 우리가 생각하는 것보다 더 빨리 지구의 상당 부분을 살 수 없게 만들 수 있음. 우리가 당장 내일 탄소배출을 중지한다고 해도 기후 모델은 대기 중의 탄소가 미국 전체의 평균 온도를 적어도 금세기 중반까지 1986-2015년 대비 2.3°F까지 증가시킬 것이라고 예측함. 기후 변화는 내일의 문제가 아니라 이제 우리의 문제임. 앞으로 50년 동안 우리가 보게 될 효과는 이미 잠재되어 있음. 최근 기후 패턴의 광범위한 변화는 폭염과 큰 폭풍과 같은 극단적인 날씨 현상들이

인간에 의해 유발되는 기후 변화에 더 자주 발생하거나 더 강렬해질 가능성이 커지고 있음. 기후의 장기적인 변화는 잠재적으로 파괴적인 방법으로 사회의 많은 측면에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있으며, 최근 되풀이되는 폭염, 국지성 집중호우, 해양 폭풍이나 폭우 등 극단적 기후사례들은 기후위기의 심각성을 잘 보여주고 있음

□ 기후변화와 환경 정의 (environmental justice)

기후변화로 고통받는 취약계층에 대한 지원문제는 환경정의와 밀접한 관련이 있음. 환경 정의(environmental justice)는 모든 사람들이 그들의 인종이나, 국적, 출신이나 소득 등의 조건에 관계없이 건강한 환경을 영위하고 환경적 위협으로부터 보호받을 수 있는 것을 의미함. 환경 정의는 환경위험(risk)이나, 노출(exposure), 영향(impacts), 감수성(sensitivity), 적응력(adaptive capacity) 등과 밀접한 관련성을 지님¹⁾. 이 때 정의라는 용어는 공정(fairness), 형평(equity), 평등(equality) 등 개념과 상호 교환적으로 사용되고 있음

건강한 공동체는 완벽한 신체적, 정신적, 사회적 웰빙을 달성하기 위해 좋은 환경적 품질을 필요로 하지만, 많은 연구결과에 따르면 오염 산업은 고소득 백인 지역사회보다 저소득 지역사회와 유색인종 지역사회에 위치할 가능성이 더 높음. 환경적 불평등은 건강과 삶의 질에서 인종적, 경제적 차이에 기여하므로, 인종, 민족 또는 소득에 관계없이 건강한 환경에 동등하게 접근할 필요가 있음

기후변화의 불균형적 영향 역시 환경 정의에 따라 이해할 필요가 있음. 기후 변화는 취약한 인구 사이에서 질병과 사망을 증가시킬 수 있으며, 재산에 손상을 입히고, 인명 및 인구 이동을 유발하며, 교통, 통신, 에너지 및 상수도과 같은 필수 서비스를 일시적으로 중단시킬 수 있는 위협을 가중시킴. 특히, 기후 변화가 모든 사람에게 영향을 미치지만 이미 혜택을 받지 못한 그룹은 불균형적으로 더욱 고통 받을 우려가 크므로 환경 정의의 입장에서라도 그러한 불균형적 영향을 잘 예측하고 예방할 필요성이 큼

1) Reckien & Lwasa 외, "Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network"(Cambridge University Press, New York), pp.173-224

II. 미국의 기후변화 현황 및 영향

□ 미국 기후변화의 주요 현황²⁾

○ 평균 기온 (U.S. and Global Temperature)

미국 48개 주 전체의 평균 표면 온도는 1901년 이래로 10년마다 평균 0.17°F씩 상승했으며, 1970년대 후반부터 더 빠르게 상승(1979년 이후 0.32~0.55°F). 48개 주에서 가장 따뜻한 해로 기록된 9개(상위 10개 중)는 1998년 이래로 발생했으며, 2012년과 2016년은 가장 따뜻한 해로 기록됨. 미국 북부, 서부, 알래스카 지역의 기온이 가장 많이 상승했으며, 남동부 지역은 변화가 적었음

지구의 평균 표면 온도는 1901년부터 10년마다 평균 0.17°F씩 상승했으며, 세계적으로 2016년이 사상 최고로 따뜻했고, 2012-2021년은 온도계 기반 관측이 시작된 이래로 사상 최고로 따뜻했던 해였음. 미국의 온난화 속도는 지구 평균 속도와 유사하지만, 1970년대 후반부터 미국의 속도가 더 빨라짐

○ 계절별 온도 (Seasonal temperatures)

1896년 이래로 미국 48개 주 전체의 평균 겨울 기온은 거의 3°F 상승했으며, 봄 기온은 약 2°F 상승한 반면 여름과 가을 기온은 약 1.5°F 상승했음. 따뜻한 겨울 추세는 눈의 감소와 짧은 얼음 계절 현상과 일치하며, 따뜻한 겨울, 봄 및 가을 온도는 긴 성장 계절현상과 일치함. 따뜻한 여름 평균 온도는 20세기 중반 이후 극도로 더운 온도가 더 자주 발생한다는 관측과 일치함. 온도 변화는 북부 주와 서부 산맥에서 계절적으로 더 크게 증가하고, 남부와 남동부에서 더 작게 증가

○ 극단적 온도 (High and low temperatures)

미국 전체로 볼 때, 이례적으로 더운 여름날이 지난 수십 년 동안 더 일반화됨. 특히 더운 여름날의 최고기온보다 최저기온 현상의 증가가 두드러졌는데, 이는

2) 미국 환경청(EPA) 홈페이지, <https://www.epa.gov/climate-indicators/weather-climate>

열대야가 흔해졌음을 나타냄. 반면, 1980년대 이후 이례적으로 추운 겨울 기온, 특히 최저기온은 덜 흔해졌음. 미국 서부와 걸프만 및 대서양 연안의 여러 지역에서 비정상적으로 높은 기온이 증가했지만 중부 대부분 지역에서 감소했으며, 비정상적으로 추운 날의 수는 전국에서, 특히 미국 서부에서, 전반적으로 감소했음. 1970년대 이후, 기록적인 일일 최고 기온은 미국 전역에서 기록적인 최저 기온보다 더 흔해졌으며, 2000년부터 2009년까지 10년 동안 기록적인 최고 기온은 기록적인 최저 기온보다 두 배나 많았음

○ 폭염 (Heat waves)

미국 전역의 주요 도시에서 폭염은 1960년대에는 연간 평균 2회 폭염에서 2010년대와 2020년대에는 연간 6회 폭염으로 증가했으며, 평균 폭염 기간은 약 4일로, 1960년대의 평균 폭염 기간보다 약 하루 더 길게 나타남. 시간이 지남에 따라 폭염은 더욱 격렬해지고 있으며, 1960년대 50개 도시 평균 폭염은 지역 85번째 백분위수 임계값보다 2.0°F 높은 반면, 2020년대 평균 폭염은 지역 임계값보다 2.3°F 높은 것으로 나타남. 50개 광역지역 중 46개 지역은 1960년대에서 2020년대 사이에 폭염빈도가 통계적으로 유의미하게 증가하였으며, 29개 지역에서 폭염 지속시간이 유의미하게 증가하였고, 44개 지역에서 폭염기간이, 17개 지역에서 강도가 유의미하게 증가한 것으로 나타남

○ 강수량 (Precipitation)

1901년 이래로, 전 세계 강수량은 10년당 평균 0.04인치로 증가해온 반면, 미국 48개 주의 강수량은 10년당 0.20인치로 증가해 왔음. 미국의 중부와 동북부 지역은 강수량이 많이 증가한 반면 남서부지역은 감소하였음. 최근 하루 동안 강도 높은 폭우가 내리는 강수량의 비율이 증가하고 있으며, 극심한 강수 사건의 상위 10년 중 9년은 1996년 이후 발생했음. 1910년부터 1980년대 사이에 하루 동안의 극심한 강수 현상의 유병률은 상당히 안정적이었지만, 그 이후 상당히 증가함. 1895년과 2020년 사이에 토지 면적이 평년 강수량보다 훨씬 더 많은 양을 경험하는 비율이 증가했으나, 매년 많은 변동이 있었음

○ 열대성 사이클론 (Tropical cyclone activities)

1878년 이후 매년 약 6~7개의 허리케인이 북대서양에 형성되고 있으며, 매년 약 2개의 허리케인이 미국에 상륙함. 허리케인의 총 수 및 미국에 도달한 수는 뚜렷한 전체 추세를 나타내지 않음. 연간 ACE Index 총합을 보면, 지난 20년간 사이클론 강도가 눈에 띄게 높아졌으며, 1950년 이후 가장 활발한 10년 중 8년은 1990년대 중반 이후 발생했음. 다만, 최근 몇 년간 열대성 저기압 활동이 명백하게 증가했음에도 불구하고, 시간이 지남에 따라 관측 방법의 변화는 열대성 폭풍 활동이 실제로 증가했는지 여부를 알기 어렵게 만듦

○ 홍수 (River Flooding)

강 홍수는 일반적으로 미국 북동부와 중서부의 넓은 지역에 걸쳐 강과 하천에서 더 커졌으며, 홍수 규모는 일반적으로 서부, 애팔래치아 남부, 미시간 북부에서 감소함. 미국 북동부, 태평양 북서부, 북부 대평원에 걸쳐 대홍수가 자주 발생하고 있으며, 특히 남서부와 로키산맥을 중심으로 홍수 발생 빈도가 감소하고 있음. 하천 범람 사건의 빈도와 규모의 증감은 일반적으로 호우 사건의 빈도의 증감과 일치하고 있음

○ 가뭄 (Drought)

미국의 경우, 1930년대와 1950년대에 가뭄이 가장 많이 발생한 반면, 지난 50년은 일반적으로 평균보다 습했으며, 전반적인 추세는 좀 더 습한 상태로 접어들었음. 미국 서부 전역, 특히 캘리포니아, 애리조나, 뉴멕시코와 같은 남서부 지역은 지속적으로 더 건조해진 반면, 미국 동부 지역, 중서부와 북동부 지역은 전반적으로 더 습하게 됨. 1930년대 더스트 볼(Dust Bowl) 시대의 가뭄은 규모와 기간 면에서 역사상 가장 극심한 것으로 남아 있음. 2000년부터 2020년까지 미국 국토 면적의 약 20-70%가 특정 시기에 적어도 비정상적으로 건조한 상태를 경험했으며, 2002-2003년과 2012-2013년은 비정상적으로 건조한 상태를 가진 지역이 많았고, 2009-2011년, 2016-2017년, 2019년은 가뭄을 겪는 지역이 상당히 적었음. 2012년 후반 동안, 미국 땅의 절반 이상이 보통 이상의 가뭄으로 덮여있었으며, 몇몇 주에서는 2012년이 기록상 가장 건조한 해 중 하나였음. 미국 남서부는 기온 변화에 특히 민감하여 가뭄에 취약한데, 이미 건조한 이 지역에서 물이 조금만 부족해도 자연계에 스트레스를 주고 물 공급을 더욱 위협할 수 있기 때문임. 2000년에서

2020년 사이에 남서부의 모든 지역은 장기 평균(1895 - 2020)보다 높은 평균 기온을 기록했으며, 일부 지역은 평균보다 2°F 이상 따뜻했음. 또한, 2002년부터 2005년까지, 그리고 2012년부터 2020년까지 장기간 동안, 거의 모든 지역이 비정상적으로 건조하거나 심지어 더 건조했음

□ 미국 내 기후변화의 영향

1. 기온 변화로 인한 사망과 질병 (Temperature-related Death and Illness)³⁾

온실가스 농도 증가는 평균 및 극단의 온도(extreme temperature)를 상승시킴. 이로 인해 더위로 인한 사망과 질병은 증가하는 반면 추위로 인한 사망은 잠재적 감소로 이어질 것임. 특히 온도변화에 취약한 어린이, 노인, 경제적 약자 등은 이러한 변화들에 더욱 취약함. 계절 평균기온보다 높거나 낮은 기온은 체온조절능력의 손상이나 이에 따른 합병증 유발을 통해 질병이나 사망수준을 높임. 체온조절능력 손상은 열경련, 탈진, 열사병, 폭염속 발열, 혹한 속의 발열과 동상 등 일련의 질병의 원인이 됨. 또한, 지나치게 높은 온도에 노출은 심혈관 질환, 호흡기 질환, 뇌혈관질환과 당뇨병 등 만성질환을 악화시킴.

현재 민감도 기준으로 미국내 여름 더위 관련 조기 사망자는 수천에서 수만으로 증가할 것으로 예상되며, 더위로 인한 사망 증가는 겨울 추위 감소로 인한 사망 감소보다 더 클 것으로 추계됨. 향후 적응(adaptation) 활동 실적에 따라 이러한 영향은 감소될 수 있을 것으로 기대됨. 평소보다 더운 여름날, 평소보다 추운 겨울날 등 계절 평균 기온의 작은 차이도 모두 질병과 치사율에 영향을 미침. 작은 온도 차이는 자주 발생하기 때문에 영향을 고려하지 않으면 기후변화 영향을 과소평가할 우려가 있음

에어컨의 사용, 사회적 대응방식의 변화, 더위에 대한 생리적 적응 등 요인들은 극심한 더위(extreme heat)에 대한 내성을 증가시키는 것으로 나타났으며, 이러한 요인들은 미래 예상되는 더위 관련 사망자수를 감소시킬 것으로 기대됨. 극심한 더위(extreme heat)에 매우 취약한 계층으로는 노인, 어린이, 야외 노동자, 사회적 고립 및 경제적 소외자, 만성질환자, 일부 유색인종집단 등이 있음

3) U.S. Global Change Research Program, 『The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States』 (2016). pp. 43-68.

2. 공기 질의 악화 (Air Quality Impacts)⁴⁾

기후변화는 실내 및 야외 공기에 영향을 미침. 기후변화는 날씨 패턴을 변화시키고 있으며, 지표면 오존(O₃)과 미세먼지 등 실외 대기오염물질의 양과 분포에 영향을 미침. 이산화탄소의 증가는 공기 중 알레르기 유발물질을 방출하는 식물의 성장을 촉진함. 꽃가루의 양이 많아지고 꽃가루 계절이 길어지면 알레르기 민감도 및 천식을 증가시켜 직장과 학교에서 생산성을 저하시킴. 실외든 실내든 나쁜 공기 질은 호흡기 및 심혈관계에 악영향을 미침

미국 전역에서 기후 변화는 기상학적 조건을 오존 형성에 유리하도록 조성하고 어떤 규제적 접근으로도 오존을 줄이는 것을 어렵게 함. 특단의 배출 감소가 없는 한 기후변화로 인한 오존 증가는 조기사망, 급성호흡기 질환 등으로 인한 병원입원이나 수업일수 감소 등 예상됨

기후변화는 미국 내 자연적 산불의 수나 심각성을 증가시키고 있음. 산불은 미세먼자와 오존전구체를 배출하여 조기사망, 만성 및 급성 심혈관계 및 호흡기계통의 질환을 발생시키는 등 추가적인 건강상의 악영향을 초래함. 기후변화는 기온 상승과 강수패턴 변화 등을 통해 대기중 이산화탄소 농도를 증가시키는데, 이는 공기 중 알레르겐의 양을 증가시켜 천식이나 다른 알레르기 질환 증가를 초래

3. 극단적 날씨의 위험 (Extreme Events)

기후 변화로 인해 극단적인 날씨들의 발생이나 심각성이 지속적으로 증가하고 있음. 미국에서 특정 극단적 날씨 현상의 빈도, 강도 또는 지속 시간의 증가에 따라 인명 손실과 경제적 피해 등 양 측면에서 많은 비용이 발생하고 있음. 먼저, 직관적으로 극단적인 날씨 기간 동안 사망이나 피해와 같은 직접적인 영향(예, 홍수 중 익사)이 발생하지만, 특정 활동(예, 재해 대비 활동, 사건후 청소 참여 등)에 관여함으로써 극단적 날씨 이전 또는 이후에 건강상 영향이 발생하기도 함. 또한, 재산 피해, 자산의 파괴, 인프라 및 사회서비스의 손상, 사회적 경제적 타격, 환경악화 등과 같은 요인들에 의해 오랫동안 영향이 발생

4) U.S. Global Change Research Program, 『The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States』 (2016). pp. 69-98.

하거나 사건이 발생한 지역을 넘어서 영향이 발생할 수 있음. 극단적 날씨는 여러 사건이 동시다발하거나 연속적으로 발생하면서 더 큰 위험을 초래할 수 있음. 극단적 날씨와 관련된 영향의 심각성 및 정도는 발생 시간이나 장소, 개인이나 사회적, 환경적 상황, 물리적 손상 정도에 따라 다름

기후변화는 가뭄의 빈발이나 강도, 산불, 극단적 강우와 허리케인과 관련된 홍수 등으로 인해 건강 위험 노출을 증가시킴. 극단적 날씨로 인한 건강상의 영향(타격)들은 사망, 부상, 질병, 의학적 조건의 악화, 정신건강에 악영향 등이 포함됨. 기후변화와 관련 극단적 날씨는 건강관리나 긴급구호서비스, 자기건강 관리 등 접근을 위해 필수적인 전력, 수도, 교통 및 통신 시스템 등 인프라 시설의 파괴를 초래하여 추가적 악영향을 미침

기후변화는 해수면상승과 이로 인한 해일의 증가뿐만 아니라 극단적인 강우나 허리케인 강도, 강우를 등 증가로 인해 연안 홍수에 대한 위험노출을 증가시킴. 해안홍수로 인한 건강상 타격에 더 취약한 연안 인구들은 장애인, 특정 유색인종, 노인, 임산부, 어린이 저소득층 등이 포함됨

4. 매개 감염의 확산 (Vector Borne Diseases)

매개 감염은 모기, 진드기, 벼룩을 포함한 매개체에 의해 전염되는 질병임. 이 매개체는 바이러스, 박테리아, 원생동물과 같은 감염성 병원체를 운반함. 매개 감염병의 계절성, 분포, 유행률 등은 기후 요인에 의해 많은 영향을 받음

매개체 매개 질병의 계절성, 분포 및 유행률은 기후 요인에 의해 많은 영향을 받으며, 주로 극단적 고온과 저온, 강수패턴이 영향을 미침. 기후 변화는 수십 년간 질병 발생의 계절적 위험과 광범위한 지리적 변화에 영향을 미침으로써, 매개 감염 질병의 전파와 감염 패턴에 장·단기 영향을 미침. 기후 변동성과 기후 변화는 매개 감염의 감염 경로를 변하게 하며, 많은 다른 요인들과 서로 상호 작용할 가능성이 있음. 이러한 요인들에는 병원균의 적응과 변화, 숙주의 이용 가능성, 생태계의 변화와 토지의 이용, 인구, 인간 행동, 적응력 등이 포함되며, 복잡한 상호작용들이 매개 감염과 관련된 기후변화의 효과 예측을 어렵게 함.

기후변화는 기존 매개체와 매개 질병의 지리적, 계절적 분포를 변화시킬 것으로 예측됨. 라임(Lyme)병의 원인이 되는 박테리아와 다른 병원체를 운반할 수

있는 진드기들은 때 이른 계절 활동을 보이게 되고 기후변화와 관련된 기온 상승에 따라 점차 북쪽으로 세력을 확장하고 있음. 진드기의 더 길어진 계절적 활동과 지리적 범위의 확장은 사람들이 진드기에 노출되는 위험을 증가시킴

기후변화와 관련된 온도 상승, 강수패턴의 변화, 극단적 날씨의 빈도 증가는 서식지의 이용가능성과 모기와 바이러스의 번식률을 변화시켜 웨스트나일 바이러스와 다른 병원체를 전염시키는 모기들의 분포와 밀도, 유병률에 영향을 미침. 모기의 분포와 밀도, 감염률 변화는 감염된 모기에 물리는 사람들의 노출에 영향을 미치게 되며, 이것은 질병의 위험을 변화시킬 것으로 예상됨.

매개 감염 병원체는 기후 요인과 토지 이용 패턴의 변화와 같은 다른 많은 요인들의 상호 작용으로 인해 출현하거나 재출현할 것으로 예상됨. 질병에의 영향은 매개 통제 활동이나 개인적 보호수단과 같은 적응적 능력(adaptive capacity)에 의해 감소될 것임

5. 수인성 질병 (Water-related Illness)

미국 대부분 지역에서 기후 변화는 사람들이 질병을 유발하는 물 관련 오염원에 노출을 증가시키는 방식으로 담수 및 해수에 영향을 미칠 것으로 예상됨. 물 관련 질병은 박테리아나 바이러스, 원생동물과 같은 병원체들을 원인으로 하는 물 매개질병을 포함함. 물 관련 질병은 또한 해로운 조류나 남조류에서 생성된 독소와 인간 활동으로 환경에 발생한 화학물질 등에 의해 발생함. 노출은 오염된 음용수나 물놀이 물의 섭취, 흡입, 직접적인 접촉이나 오염된 생선이나 조개류의 소비를 통해 의해 발생함.

기온, 강수량 및 이와 관련된 유출량, 허리케인과 폭풍해일 등 기후변화 관련 요인들은 물 관련 질병 인자들의 성장, 생존, 확산과 발병력이나 독성에 영향을 미침. 오염된 물이나 생선, 조개에 노출된 결과로 질병이 발병하든 아니든 이는 인간행동과 건강의 사회적 결정요인들(사람들의 노출, 민감도, 적응력에 영향을 미칠지 모르는) 등 복잡한 요인들에 의해 결정됨. 미국내 수자원, 공중 보건, 환경 기관들은 물이 오염된 경우에도 노출과 질병의 위험을 줄이기 위해 여러 보건 안전장치들을 대중들에게 제공함. 이들은 수질 모니터링, 식수처리 기준과 관행, 해변 폐쇄, 음용수의 가열과 조개 수확에 대한 자문 등이 포함됨

기후변화와 관련된 수온 상승은 독성을 발생시키는 담수 조류, 자연적으로 발생하는 특정 비브리오 박테리아, 해양 독소를 생성하는 유해조류 등의 계절적 성장과 적절한 서식지의 지리적 범위를 변화시킴. 이러한 변화는 여러 질병을 일으키는 수인성 병원체와 조류독소에 대한 노출위험을 증가시킴. 극심한 경우가 빈발하고 강해짐으로써 유출 사고가 빈번해짐. 이러한 현상은 신규 병원체의 출현이나 독성 조류의 만연 등을 통해 수원을 더 손상시킴

일부 극단적 날씨의 증가와 폭풍 해일은 특히 설비가 노후한 지역에서 시스템 용량의 초과나 손상으로 인해 음용수, 폐수, 빗물 등 인프라 손상 위험을 증가시킴. 결과적으로 처리용량을 초과하는 지역에서 물과 관련된 병원균, 화학물질 및 조류독소에 노출될 위험이 증가함

6. 식량안보의 문제 (Food Safety, Nutrition, and Distribution)

안전하고 영양가 높은 식량 공급은 식량 안보의 필수 요소임. 기후변화는 식량의 이용가능성 파괴, 식량에 대한 접근성 제한, 식량 활용을 곤란하게 만드는 등 세계적, 국지적, 지역적 식량안보에 영향을 미칠 가능성이 높음.

지구온난화와 이에 따른 날씨패턴과 극단날씨의 빈발은 결과적으로 식량의 오염, 부패, 그리고 식량 유통의 장애를 발생시킴. 또한, 기후변화로 인한 고농도의 CO₂는 성장을 촉진하고 일부 식물에서 탄수화물 생산을 증가시키지만, 밀, 쌀, 감자 등 광범위하게 소비되는 다수의 농작물에서 단백질과 필수 미네랄의 양을 감소시켜 잠재적으로 인간의 영양에 부정적으로 결과를 초래할 것임.

기온상승과 날씨 극단의 변화를 포함하는 기후변화는 식량들의 특정 병원체 및 독소에 노출을 증가시켜 건강에 악영향을 미칠 것으로 예상됨. 다만, 실제 식량 매개 질병의 발생여부는 미국내 식량보호대책이 얼마나 효과적으로 수행되는냐에 달려 있음

기후변화는 여러 경로를 통해 인간들의 화학적 오염물질에 노출을 증가시킴. 해수면 온도상승은 해산물내 수은 축적을 증가시킬 것임. 극단적인 기상이변의 증가는 먹이사슬에 오염물질을 증가시키며, 이산화탄소농도의 증가와 기후변화는 해충, 기생충과 미생물의 발생과 분포에 영향을 미치고, 이는 다시 살충제와

동물용 의약품의 사용증가로 이어질 것임. 기후변화는 대기 중 이산화탄소를 증가시켜 쌀과 밀 같은 거의 모든 식물종에서 단백질과 필수 미네랄 농도를 감소시킴으로써 농업적으로 중요한 식량 작물의 영양학적 가치를 감소시킴. 또한, 극한 날씨는 안전한 식량에 접근을 제한함

기후변화 관련 극단 날씨의 빈도와 강도 증가는 기존의 인프라시설을 붕괴시키거나, 식량 수송을 둔화시켜 식량 유통의 차질을 증가시킴. 이러한 장애들은 식량 손상, 부패, 오염에 대한 위험을 증가시킴. 실제 붕괴의 정도와 식량유통 인프라시설의 회복력 정도에 따라 안전하고 영양가 높은 식량의 이용가능성과 접근성은 제한될 것임

7. 정신건강 위협 (Mental Health)

기후변화가 정신건강에 미치는 영향은 작은 스트레스와 고통에서 불안, 우울증, 외상후 스트레스, 자살 등 임상적 장애에 이르기까지 범위가 넓음. 다른 한편으로는 일상생활이나 인식, 기후변화를 이해하고 적절하게 대응하려는 개인이나 지역사회의 경험에의 영향도 포함됨. 기후변화 관련 정신건강에의 영향은 단독으로 나타나지 않으며, 종종 다른 사회적, 환경적 스트레스 요인들과 상호작용하여 나타나며, 전반적으로 건강문제에 축적되는 특징을 가짐

기후 또는 날씨 관련 재해에 노출된 사람들은 스트레스와 심각한 정신건강 문제를 경험함. 재해의 형태에 따라 외상후 스트레스 장애(PTSD), 우울증, 일반적 불안 등이 단독으로 때로는 동시에 발생함. 대다수는 시간이 지남에 따라 회복되지만, 노출된 사람들의 상당한 비율은 만성적인 심리 기능 장애 발생. 특정 그룹의 사람들은 기후 또는 날씨 관련 재해에 노출되어 더 높은 스트레스와 부정적 정신건강의 위협에 처하는데, 이런 그룹은 어린이, 노인, 여성(특히 임신 및 산후), 기존 정신병력이 있는 사람들, 경제적 약자, 노숙자, 응급의료요원 등이 포함됨. 생존과 생계를 위해 자연환경에 의존하는 지역사회와 특정 기후 변화 현상에 취약한 지역에 살고 있는 사람들의 정신건강 위협이 더 높음

많은 사람들이 기후변화 위협, 인지된 직접적 기후변화 경험, 지역환경의 변화 등으로부터 정신건강상 악영향을 경험함. 기후변화와 관련된 언론과 대중문화의 표현은 스트레스 반응과 정신건강, 웰빙에 영향을 미침. 폭염은 사람들의 정신병

위험을 증가시킴. 정신병력이 있는 사람들은 폭염으로 인해 육체적 정신적 건강상 높은 위험에 노출됨. 폭염의 증가는 노인이나 체온조절능력을 손상시키는 약을 복용하고 있는 사람들을 포함하여 정신병력이 있는 사람들의 질병이나 사망위험을 증가시킴

Ⅲ. 미국의 기후변화 취약계층

□ 기후변화 취약성의 의미

취약성은 기후 관련 건강 영향에 의해 부정적인 영향을 받는 경향 또는 성향이며, 노출, 민감성(감수성), 변화에 대응하는 능력의 세 가지 요소를 포함⁵⁾

○노출 (exposure)의 원인

기후 관련 변동성과 변화에 대한 노출은 노출의 특성과 범위를 개별적으로 그리고 집합적으로 형성하는 다양한 요인에 의해 결정됨. 직업, 위험이 높은 장소(도시지역, 공기, 물, 인프라 등이 취약한 지역), 극한 사건에 대한 대응(허리케인, 홍수 또는 산불 등), 사회경제적 지위, 인프라 조건 및 액세스(오래된 건물, 교통, 유틸리티, 의료 또는 통신 인프라 자원 등에 대한 접근성 부족), 이동성 저하, 인지 기능 및 기타 정신적 또는 행동적 요인 등이 이러한 요인들임

○생물학적 감수성 (biological sensitivity)

기후 변화 스트레스 요인에 대한 인간 공동체와 개인의 민감도는 적어도 부분적으로는 생물학적 특성에 의해 결정됨. 그러한 특징들 중에는 전반적인 건강 상태, 나이, 그리고 삶의 단계가 있음. 삶의 단계 외에도 장기간의 만성적인 의학적 또는 심리적 상태를 경험하는 사람들은 기후 스트레스 요인에 더 민감하며, 사회적, 경제적 요인은 또한 생물학적 민감도를 악화시키는 만성적인 의학적 조건의 유병률 차이에 영향을 미침

○기후 변화에 대한 적응능력과 대응 (adaptive capacity and response)

노출이나 민감성에 기여하는 많은 동일한 요소들은 또한 기후 변동성과 변화에 적응하는 개인과 공동체의 능력에 영향을 미침. 개인의 능력과 기후 변화와 변화에 적응하기 위한 공동체, 사회경제적 상태, 인프라의 상태 및 접근성,

5) U.S. Global Change Research Program, 『The Impact of Climate Change on Human Health in the U.S.』 (2016), pp. 249~251.

의료 서비스의 접근성, 특정 인구통계학적 접근성 특성, 인적, 사회적 자본(기술, 지식, 경험, 그리고 공동체의 사회적 결속력) 및 기타 기관 자원 등이 있음

□ 취약계층 (populations of concern)

○ 소외 계층 (Communities of Color, Low Income, etc)

미국에는 일부 유색인종 커뮤니티, 저소득 그룹, 제한된 영어 능력(LEP)을 가진 사람들, 그리고 특정 이민자 그룹(특히 문서화되지 않은 사람들)이 기후 변화의 건강 영향에 대한 취약성에 기여하는 많은 요인들과 함께 살고 있음. 위험이 높은 지역(예: 도시 열섬, 고립된 농촌 지역 또는 해안 및 기타 홍수가 잦은 지역), 인프라가 오래되었거나 잘 정비되지 않은 지역 또는 대기 오염 부담이 증가한 지역에 거주할 가능성이 높기 때문에 이러한 인구는 노출 위험이 증가하고 이러한 그룹의 사람들은 또한 만성적인 의학적 상태의 상대적으로 더 큰 발병률을 경험하고 있음(예, 심장 혈관 및 신장 질환, 당뇨병, 천식, 기후 관련 건강 영향으로 악화될 수 있는 만성 질환). 사회 경제적 및 교육적 요인, 제한된 교통, 보건 교육에 대한 제한된 접근, 그리고 언어 결핍과 관련된 사회적 고립은 기후 관련 건강 위험을 준비하고, 대응하고, 대처하는 능력을 집단적으로 방해하며, 이러한 인구는 또한 의료 서비스에 대한 접근이 제한적일 수 있고 약물이거나 다른 치료를 받을 여유가 없을 수 있음

○ 미국 원주민 (Indigenous People in the United States)

정신 건강을 포함하여 많은 건강 위험이 원주민들 사이에서 더 높음. 칼로리 또는 개인적 외상, 알코올 남용, 자살, 유아.아동 사망률, 오염 물질 또는 독성 물질로부터의 환경 노출, 부적절하거나 부적절한 식단으로 인한 당뇨병 등 취약성으로 인해 원주민, 특히 식량을 환경에 의존하거나 지리적으로 고립되거나 빈곤한 지역사회에 사는 사람들은 기후 관련 건강 영향에 대한 더 큰 노출과 더 낮은 복원력을 경험할 가능성이 높음. 북극 원주민 공동체는 해빙 두께 감소, 영구 동토층 해빙, 해안 침식 및 산사태 빈도 증가, 일부 어류의 변화, 날씨 예측 불가능성 등으로 기후 변화에 적응하는 데 어려움을 겪었음. 기후 변화는 전통적인 사냥과 생계 관행을 방해하고 주택, 교통, 파이프라인의 상태와 같은 기반 시설을 위협하여 궁극적으로 마을이전을 강요하는 등 원주민 피해 발생

○ 어린이와 임신부 (Children and Pregnant Women)

어린이는 기후변화로 인한 부정적 환경 노출이 증가함에 따라 미성숙한 생리학과 신진대사, 그들의 독특한 노출 경로, 그들의 생물학적 민감성, 그리고 적응 능력 부족 등으로 인해 건강상 매우 취약함. 경제적 상태, 빈곤의 문제 등도 고려해야 할 중요한 요소임. 화재, 토네이도, 홍수, 허리케인, 지진 등 극단적 날씨 등에 노출됨에 따라 건강 스트레스 요인이 증가하고, 아이들의 감정을 조절하는 능력이 손상되거나, 외상 후 스트레스 장애(PTSD)이나, 정신 질환, 재난 대처 능력에 부정적 영향을 미침. 아이들을 공기오염 등에 더 민감하고 알레르기나 천식 등에 영향을 미치고, 건물들에 스크린, 에어컨, 습도 조절 또는 해충 제어 기능이 없는 경우 건강에 위협이 더 증가됨. 수인성 질병으로 인한 위장병, 오염된 물의 섭취 또는 접촉으로 인한 급성 위장 질환의 위험이 큼. 아이들은 어른들보다 야외에서 더 많은 시간을 보내게 됨에 따라 모기와 진드기 등 매개 질병에 취약함.

또한, 기후와 관련된 노출은 임신 부작용을 초래할 수 있으며 자발적 낙태를 포함한 신생아 건강 결과, 저체중(5.5파운드 미만), 조산(임신 37주 전 출생), 신생아 증가 사망, 탈수 및 관련 신부전, 영양실조, 설사, 그리고 호흡기 질환 등 산모와 신생아의 건강에 부정적 영향을 미침. 임신부가 흡입된 미립자에 노출될 경우 물질은 부정적인 출산 결과와 관련이 있음. 홍수 등으로 인한 환경 독소와 곰팡이에 대한 산모 노출, 안전한 음식과 물에 대한 접근, 심리적 스트레스, 그리고 혼란, 빈혈 등 위험을 증가시킴

○노인들 (Older Adults)

노인들은 상승하는 온도와 폭염, 보다 강력한 허리케인, 홍수, 가뭄, 산불, 악화된 대기질, 전염병 등에 노출되고 있음. 노인들은 극심한 더위에 노출되어 있으며, 이로 인해 심혈관계, 호흡기질환 등 위험이 증가하고 있으며, 심부전과 당뇨병 등으로 인해 더 높은 위험에 처하게 됨. 특히 가난하여 양질의 거주 시설에 거주하지 못하거나, 공기정화시설 등이 갖춰지지 못한 시설에 거주하고 제때 치료를 받지 못하는 등 경제적 여건이 열악한 경우에 알레르기 등 질환에 노출되거나, 건강상의 위험이 현저히 증가함

○ 특정 직업군 (Occupational Groups)

기후 변화는 새로운 위협의 출현뿐만 아니라 알려진 직업적 위험과 노출의 유병률과 심각성을 증가시킬 수 있음. 기후 변화는 환경 온도의 증가, 공기 질의 저하, 극단적인 날씨, 벡터 매개 질병, 산업 노출, 그리고 건설된 환경의 변화를 통해 실외 근로자의 건강에 영향을 미칠 것으로 예상됨. 기후 변화의 영향을 받는 근로자는 농부, 목장주, 기타 농업 노동자, 상업 어업자, 건설 노동자, 구급대원, 소방관 및 기타 응급 구조원, 운송 노동자 등임. 홍수, 폭풍, 가뭄, 그리고 산불과 같은 몇몇 극단적인 날씨 사건들과 자연 재해들이 빈발함에 따라 구조 및 복구 작업자가 위험이 커지고 있음. 기타 수인성 및 식원성 병원체 증가, 에어로알레르겐 노출 증가, 웨스트 나일 바이러스 또는 라임병과 같은 질병 위험 등이 확대되고 있음

○ 장애인 (Persons with Disabilities)

장애를 가진 사람들은 극단적인 사건이나 기후 관련 응급 상황에서 더 나쁜 건강 결과를 초래하는 빈곤과 낮은 교육 성취도와 같은 사회적 위험 요소의 비율이 불균형적으로 더 높음. 이러한 요인은 기능 장애로 인한 위험을 가중시키고 계획 및 비상 대응을 방해함. 장애인은 중단 없는 전기 공급원을 필요로 하는 의료 장비(예: 휴대용 산소)에 의존하는 경우가 많은데, 이런 경우 경제적 수준이나 거주지역, 건물 등 요인에 의해 위험은 더 커질 수 있음

○ 만성 질환자 (Persons with Chronic Medical Conditions)

일반적으로 심혈관 질환, 호흡기 질환, 당뇨병, 천식 및 비만을 포함한 일반적인 만성 의료 조건의 유병률은 향후 수십 년 동안 증가할 것으로 예상됨. 과도한 열 노출은 위험을 증가시켜 알츠하이머병 또는 정신질환과 같은 의학적 상태에 있는 사람들을 더 큰 위험에 처하게 할 수 있음. 만성적인 의학적 상태를 치료하기 위해 사용되는 약물은 입원, 응급실 입원, 그리고 어떤 경우에는 극심한 더위로 인한 사망의 위험 증가와 관련됨. 심혈관 질환을 치료하기 위해 사용되는 약물(이노제 및 베타 차단제 등)이 열 스트레스에 대한 복원력을 손상시킬 수 있으며, 만성적인 의학적 상태를 가진 사람들은 또한 치료의 중단에 더 취약할 수 있음

IV. 미국의 기후변화 영향 대응사례

다양한 기후변화 영향에 대해 미국의 중앙정부와 주정부, 대도시들은 다양한 대응을 보여주고 있음. 이하에서는 최근 자주 발생하고 있는 폭염(extreme heat events)을 중심으로 환경청(EPA), 뉴욕시와 시카고시의 사례를 공유하고자 함

□ 환경청(EPA)의 사례⁶⁾

○ 폭염 조건 및 건강 위험에 영향을 미치는 특징

폭염의 조건은 상당히 더운 여름철 날씨로 정의되는데, 얼마나 덥게 느껴지는지는 여러 기상 변수(예: 온도, 습도, 구름의 양)의 상호작용에 따라 달라지기 때문에 폭염의 기준은 일반적으로 한 해의 장소와 시간에 따라 바뀜. 폭염의 조건을 식별하는 다양한 방법에는 현재 및 예측 날씨를 평가하여 현장별, 날씨 기반 사망 알고리즘으로 폭염 조건을 식별하는 방법, 역사적 기상학적 기준선과의 통계적 비교를 기반으로 폭염의 조건을 식별하고 예측하는 방법 등이 있음

일반적으로 98.6°F인 일정한 내부 체온을 유지하는 것은 정상적인 신체 기능에 필수적임. 폭염 조건은 이러한 이상적인 내부 온도를 유지하는 신체의 능력을 강조함. 만약 개인이 시원하게 유지하기 위한 조치를 취하지 못하거나 혹은 내부 온도가 증가하는 것을 경험하기 시작한다면, 그들은 잠재적인 건강 문제를 경험할 위험이 증가하며, 또한, 폭염 상태는 다른 건강 문제의 경우의 수를 증가시킬 수 있음. 폭염은 내부 체온 조절을 위해 순환을 증가시키고 탈수 등으로 인해 혈액 농도를 증가시켜 심장에 추가적 부담을 주는 등 순환계 환자질환을 악화시킬 수 있음

건강 위험에 영향을 미치는 특성으로는 기상학적 조건, 인구통계학적 특성, 개인의 행동 선택 및 지역적 특성 등이 있음. 열지수 값을 증가시키거나 탈수를 촉진하는 기상 변수의 변화는 개인의 건강 위험을 증가시킴. 어떤 특성 또는 조건의 조합을 가진 개인은 폭염으로 인한 건강 이상 결과를 경험할 위험이

6) EPA, 『Excessive Heat Events Guide Book』 (2006), pp.7-46.

더 큼. 신체적 제약(유아, 노인, 기저질환자 등), 이동성 제약(유아, 입원환자 등), 인지 장애(정신 질환, 알콜질환자 등), 경제적 제약(빈곤층), 사회적 고립 등의 인구통계학적 특성을 가진 계층들은 과도한 열 노출의 증상을 인식하거나, 치료를 지연시킴으로써 더 심각한 건강 결과를 초래할 가능성이 높음. 또한, 부적절한 의복 착용, 수분섭취 부족, 알콜 섭취, 부적절한 식사 등 개인의 행동 특성으로 인해 건강상 위협을 초래할 수 있음. 또한 지역적 특성이 개인의 건강 위협에 영향을 미침. 도시 열섬은 거주자가 높은 온도에 노출되는 잠재적 최대 온도와 시간을 증가시키며, 에어컨 등 냉방장치가 미비한 건물에 거주하는 주민들은 보다 심각한 건강상 위협에 노출 우려가 큼

○ 폭염 대응

- 정확한 기상 예측 및 지속적인 현행화

다른 극단적 기상 현상에서와 같이 폭염 통보 및 대응 프로그램의 효과는 관련 기상 조건을 정의하고 정확하게 예측할 수 있는 능력과 지역적으로 관련된 적절한 기상예측 정보에의 접근성과 밀접하게 관련되어 있음. 폭염기준은 반드시 현지 상황을 반영해야 함. EHE 기준은 지역 기상 데이터의 검토를 기반으로 정의해야 함. 예를 들어, 예측 최대 온도가 100°F 이상인 날의 EHE 조건을 정의하는 기준은 이러한 온도가 관측된 적이 없는 지역이나 그러한 온도가 일반적인 지역에서는 유용하지 않음. 반면, 과거 30년간 예측된 일일 최고 기온이 해당 일의 95번째 백분위수 값보다 클 때마다 기준은 유용할 수 있음. 역사적 기후 상황과 기후-건강의 상관분석 결과 등은 기준을 정의하는데 유용한 자료임. 적절한 기상 예측자료 등과 연계 환류시스템 보장해야 함. 폭염예측에 있어서 실무책임자는 'NWS의 5일 지역 일기예보' 자료를 활용할 필요가 있음. 델라웨어에서는 예측프로그램을 NWS와 연동하여 현행화하고 폭염기준에 반대되는 자료들에 대해 담당자에게 알려주도록 하고 있음. 앰블런스 콜이나 응급실 서비스 등과 관련 자료는 응급상황시 자원배분에 활용할 수 있으나 결과활용 시간부족 등으로 예측기준으로 활용하기 어려움

- 폭염 위험, 대응방안 등에 대한 대중 교육 및 정보제공 등 강화

폭염 피해의 심각성은 주로 폭염과 관련된 위험을 적절하게 인지하지 못하거나, 폭염 상황에 잘 대응하지 못해 발생. 폭염 통보 및 공교육 강화 및 개선이 필요. 폭염이 예보될 때, 대중들에게 알릴 수 있는 공식 체계 필요. 최소한 시작시점,

지속기간, 심각성 등에 대한 정보를 알려줘야 하며, 이와 함께 주요한 위험요인 (노약자, 약물 등), 폭염의 증상과 대응방안(피서, 수분섭취 등) 등도 포함해야 함. 이러한 정보는 TV, 라디오, 신문, 교회나 시민그룹의 소식지 등을 통해 폭염기간 내내 대중에게 제공되어야 하며 반복되고 일관되게 선명한 메시지를 대중에게 제공할 필요가 있음. 학교교육 프로그램에 반영하여 가구들에 메시지가 전달되게 하고, 지역의 의료종사자나, 취약계층과 그들을 돌보는 사람들에 대해 직접적인 정보를 제공하여 건강위험을 인지하고 방지할 수 있게 해야 함. 휴대용 전기 선풍기의 적절한 사용 정보 제공이 필요함. 휴대용 전기 선풍기는 열지수 온도가 99°F를 초과할 때, 전도와 대류현상을 통해 실제로 이상적인 체온보다 따뜻한 공기를 피부 표면에 붙어 열 스트레스를 증가시키고, 땀 증발에 따른 열 소진을 촉진할 수 있어 사용에 주의가 필요함. 에어컨이 없는 주거환경에서 선풍기의 사용은 자제되어야 하며, 찬물샤워나 수분섭취(알콜 제외)와 병행 하지 않으면 위험 증가

- 폭염 대응을 위한 대비체계 사전 구축

예측된 폭염에 대한 대응을 위해서는 동의나 시스템 개발, 필요한 인력이나 물품의 조달 등에 시간이 소요되므로 장·단기 계획 필요. 행동계획에 명확한 역할과 책임 반영되어야 함. 행동계획에는 가용자원을 효율적으로 배분하고 참가자들간 상충하는 메시지를 명확하게 하기 위해 계획과 의사소통을 위한 다양한 수단들이 반영되어야 함. 이를 위해서는 참가자간 주기적 미팅, 네트워크 구축, 주요 연락포인트 지정 등이 필요. 공중보건기관이 중심이 되어 지역의 응급기관, 위생부서 등이 참여해야 하며, 지역 주민들과 지속적으로 접촉해오고 있는 지역기관들의 역할이 큼. 또한, 적십자, 노숙자 지원 프로그램, 지역 노인기관 등과 연계를 강화하여 취약계층의 식별이나, 의사소통, 의료 등 서비스 제공 등에 활용 필요

- 폭염 피해 방지를 위한 구체적 행동계획 준비

시민들이 폭염을 피할 수 있는 에어컨이 설치된 건물들을 미리 확보하고 수요에 따라 충분히 공급할 수 있도록 준비. 자원과 인력을 폭염 피해방지를 위한 부분에 우선적으로 이전 배치하고 전기와 수도서비스가 중단되지 않도록 해야 하며, 지역의료자원으로 폭염 관련 통계분석 등에 우선투입. 지속적 위험 평가, 지역 의료역량 강화 등 행동계획을 포함해야 함

- 열섬 효과 방지 등 위한 장기 도시계획 프로그램 개발

열섬 효과 최소화를 위한 장기 도시계획 프로그램 개발이 필요함. 열섬 효과를 최소화하기 위해 도시 디자인에 도시 표면의 반사성을 높이고 수목이나 초지의 조성, 시민 행동 개선 등 내용을 반영할 필요가 있으며, 시민 교육프로그램에도 반영 필요

- 폭염 대응프로그램의 지속적 개선과 보완

시간이 지남에 따라 폭염 대응 프로그램이 직면하는 제약 조건과 기회가 변화하고 프로그램 파트너 간의 업무 관계를 발전시키고 다양한 유형의 기상 조건에 대응하는 경험이 쌓이게 됨. 또한, 공중 보건 위협으로서 폭염의 상대적 중요성도 시간이 지남에 따라 변할 수 있음. 이에 따라 프로그램의 성과에 대한 정기적 공식적인 검토 필요. 과거의 성과를 평가하고 통지 및 대응 프로그램을 개선할 필요가 있으며, 현재 준비 및 대응 활동의 문제점을 파악하고 해결책을 개발하며, 대체 시나리오에 어떻게 대응할 것인지 검토 필요

□ 뉴욕市⁷⁾

1. 폭염 (extreme heat)⁸⁾

○ 폭염의 위험

기후 변화로 인해 뉴욕시는 더 길고 더 강력한 여름 폭염을 경험하고 있음. NOAA가 1988년에 열에 대한 데이터를 보고하기 시작한 이래로, 2012년 미국에서 가장 큰 기상 관련 사망 원인은 열이었음. 뉴욕시는 공공 및 의료 기관에 대한 메시지 전달 강화, 열 이벤트 사전 경고, 냉각 센터에 대한 액세스 개선 및 기타 조치를 통해 장기적인 열 복원력을 구축하는 데 상당한 진전을 이루고 있지만, 다른 대도시들과 마찬가지로 뉴욕시는 특히 열의 영향에 취약하며, 도시 열섬 효과와 상대적으로 오래된 주택의 높은 비율이 취약성을 악화시킴

뉴욕시 인구는 고령화되고 있으며 성인들의 비만 유병률은 증가하고 있는데,

7) The New York Academy of Science, "New York City Panel on Climate Change 2015 Report Executive Summary" 『The Annals of New York Academy of Sciences』 (2015), pp.9-17.

8) The New York Academy of Science, "New York City Panel on Climate Change 2015 Report" 『The Annals of New York Academy of Sciences』 (2015), pp. 74-78.

노인, 비만, 당뇨병은 열 관련 질병률과 사망률의 위험 요소임. 열은 총 일일 사망에 직접적인 영향을 미치며, 대부분의 사망은 같은 날 또는 열에 노출된 직후에 발생함. 열 에피소드 동안 열에 열 관련 사망자는 가정에서 발생하는 많은 사망자 등으로 인해 과소평가되는 경우가 많음

에어컨을 위한 전력 수요 증가로 인해 폭염 시 정전이 발생할 가능성이 높는데, 이는 전기를 공급하고 공급하는 시스템에 스트레스를 주게 됨. 에어컨은 열에 노출되는 것으로부터 중요한 보호를 제공하는데 정전이 발생하면 열에 노출이 증가하여 그에 상응하는 건강 위험이 증가함. 정전은 또한 발전기와 조리 장비의 부적절한 사용으로 인한 일산화탄소 중독의 위험을 증가시킴. 여러 연구에 따르면 노인, 아프리카계 미국인, 교육 수준이 낮은 사람들 등 특정 하위 집단이 기온의 건강 영향에 더 취약한 것으로 나타남. 주요 폭염에서 사회적 고립과 이동성 부족이 사망의 주요 위험 요인으로 나타남. 사회경제적 약자들이 겪는 열 관련 사망률의 부담은 요인들의 복합적인 상호작용의 결과일 가능성이 높지만, 단일 요인으로는 에어컨에 대한 접근 부족을 들 수 있음

○ 폭염 대응

- 취약계층과 보호자 대상 정보제공

단기적으로는 폭염 전에 가장 위험한 사람들을 대상으로 의사소통을 강화. 온열 위험 인식은 취약계층과 그 보호자(예: 의사, 교사, 식사 중인 프로그램)를 대상으로 해야 하며 민감도를 높이는 약물을 배포할 때 온열 건강 위험에 대한 정보를 제공해야 하는 약사를 포함해야 함

- 시원한 실내 공간 (Cool Indoor Spaces)에 대한 접근 강화

폭염 시에는 실내 냉방공간에 접근하기 쉽고 정전에 대비해야 하며, 위험이 높은 지역의 냉방센터 이용을 늘리는 방안을 고려. 냉방센터로 이동할 수 없는 사람들의 요구도 고려해야 하며, 온열 스트레스로 위험에 처한 사람들을 확인할 수 있는 이웃 탐색 프로그램 추진

- 취약계층 보호 위한 강력한 공공메시지 개발 (Robust Public Messaging)

폭염 시에는 실내 냉방공간에 접근하기 주거 공간과 상업 공간의 과도한 냉방을 막으면서 취약한 사람들의 에어컨 사용을 촉진하는 강력한 공공 메시지 개발

- 멀티미디어 등 활용 폭염 경보 확산

폭염 시 취약성을 줄이기 위해, 특히 장기간 지속되는 폭염 및 복잡한 재난에 대한 건강상의 위험을 줄이기 위해 모바일 기기, 소셜 미디어 및 메인스트림 미디어 활용 등을 통해 폭염 경보를 광범위하게 확산할 필요가 있음

- 도시 열섬 취약성 평가 (Urban Heat Island Vulnerability Assessments) 수행

장기적으로는 가장 더운 도시 지역에서 도시 열섬 개입을 대상으로 하고 우선 순위를 지정하는 국지적 노출과 민감도를 포함하는 결합된 열 취약성 지수를 개발하고 전후 건강 결과 평가를 수행해야 함

- 폭염 방지 건설기준 제시 및 냉방시설 설치

폭염으로부터 구제가 필요하지만 에어컨의 구입이나 운영비용을 감당할 수 없는 사람들을 위해 모든 건물에 창문을 설치해야 함. 그래서 창문을 열 수 있게 하고 에어컨을 제공할 수 있게 해야 함

- 에너지 효율 (Energy Resilience) 개선 통한 정전 등 비상사태 예방

에너지 효율을 높이고 특히 취약한 지역과 공공 주택에서 냉각을 위한 대체 에너지원을 사용함으로써 전력망의 에너지 복원력을 개선. 시는 전기 부하를 줄이기 위해 열섬 완화(흰색 지붕, 녹색 등), 효율 개선, 및 자발적인 절약 조치(과도한 냉각을 방지하기 위한 온도 조절기 설치 등) 등 확산하고 전력회사 등과 협력하여 부하 분산 프로그램에 참여하도록 촉진

2. 해안 폭풍과 홍수 (coastal storms and flooding)⁹⁾

○ 해안 폭풍의 위험과 건강 취약성

뉴욕은 해수면이 계속 상승하고 기후가 변화하는 상황에서 더욱 강력한 폭풍이 발생할 가능성이 높고 향후 폭풍 해일 관련 건강 위험이 더욱 가중될 것으로 예상되고 있음. 해안 폭풍과 관련된 건강 위험은 상륙의 심각성, 시기 및 위치, 영향을 받는 지역의 지형 및 기반 시설 특성, 사전 준비 및 대응 능력의 차이로 인해 예측하기 어렵고 광범위하고 다양하다는 특징이 있음. 폭풍은 바람과 홍수와

9) The New York Academy of Science, "New York City Panel on Climate Change 2015 Report" 『The Annals of New York Academy of Sciences』 (2015), pp. 69-74.

같은 기후 위험에 직접 노출될 뿐만 아니라 중요한 인프라 시설의 중단으로 인한 다양한 2차 위험 초래를 통해 건강에 영향을 미칠 수 있음. 직접적인 노출에 따른 건강상 위협에는 익사, 감전 또는 물리적 외상으로 인한 사망 및 부상이 있음. 폭풍 전후의 대피는 건강에 영향을 미칠 수 있는데, 폭풍 전에 대피를 못하거나 대피를 꺼리는 것은 직접적인 폭풍 위험에 대한 취약성을 증가시킴

광범위한 정전은 폭풍에 따른 홍수 및 바람에 의한 기반 시설의 손상으로 발생할 수 있는데, 전력 부족으로 인해 실내 기후 제어, 식품 냉장, 고층 건물의 펌프 물 공급, 건물 내 이동 및 의료 지원 장비 운영이 어려워질 수 있음. 정전은 또한, 오염된 식수, 홍수 물, 곰팡이 및 습기로 인한 2차 위험을 증가시킴. 허리케인 샌디에서와 같이 해안홍수로 인해 병원, 요양원, 교정시설 등 중요한 의료 인프라 시설이 손상되고 장기간 동안 운영 불가능하게 되기도 함. 또한 홍수로 인한 대피소 장기 거주는 전염성 질병의 위험 증가 및 만성 질환으로 인한 합병증을 예방할 수 있는 의료 중단으로 이어질 수 있음. 의료 기록 정보, 의약품(이름과 용량에 대한 정보 포함)의 손실 및 일상적인 의료 서비스에 대한 접근은 건강 문제를 악화시킬 수 있음. 직접적이고 2차 폭풍 위험에 대한 노출과 배치를 포함한 그 여파는 정신 건강에 나쁜 결과를 초래하여 기존 질병을 악화시키거나 또 다른 질병을 유발할 수 있음. 청소 및 복구 작업에서 충격적인 부상, 임시 발전기의 먼지·연기 노출, 곰팡이 등도 건강에 악영향을 미침

이러한 기후위협 발생시 복구 가능한 경제적 자원의 부족, 기존의 신체적 정신적, 약물남용 장애, 빈곤이하에 사는 사람의 비율, 유독성 오염물질에의 노출(복구 작업자 등), 빈약한 사회적 네트워크, 전력 등 의존도가 높은 중요 인프라의 서비스 중단 등 여러 가지 특성들은 기후변화 대응의 취약성을 가중시킴

○ 위기 대응 탄력성 회복 지원

뉴욕시는 기후 영향 및 취약성에 대한 데이터를 기반으로 탄력성 회복방안을 제시하고 있음. 일반적으로 준비 계획(Preparedness Planning), 소셜 네트워크 및 연계 강화, 건강의 관점에서 기존 탄력성회복 노력의 평가 등이 포함됨

뉴욕시는 해수면 상승과 폭풍 해일에 대한 예상된 기후 변화 영향에 대응하여 많은 프로그램과 계획을 진행하고 있음. 지역 사회 준비와 인프라 조치를 다루는

전략은 이미 뉴욕시의 허리케인 샌디 애프터 액션 보고서나, 재해방지계획, 회복력계획 등에서 제시된 바 있음. NPCC2 건강 워킹그룹은 뉴욕시에 건강과 관련된 해안 폭풍 복원력을 구축하기 위한 단기 및 장기 권장 사항을 강조하고 있음

- 취약계층 및 지역사회와 소통 강화

단기적으로는 취약한 현장, 이웃 및 인구에 대한 커뮤니케이션 강화. 뉴욕시는 산업폐기물 현장이나, 위험하거나 고립된 인구가 집중된 지역, 기반시설 문제가 심각한 지역 등에 있어 해당 지역이나 사람들을 대표하는 지도자들과 협력하여 홍수 훈련과 사전 연습 시행

- 지역커뮤니티 등을 활용한 건강 위험 평가

지역 커뮤니티 기반 조직, 소셜 네트워크 및 비즈니스 리더 등을 활용한 효과적인 목표 대응 설계를 바탕으로 기본 취약성을 평가하는 기업과 커뮤니티 기반 조직은 잠재적인 위험 노출과 홍수 직후의 불균형적인 건강 영향을 평가. 신속 대응팀(Rapid-response teams)은 매우 취약한 지역의 폭풍 전과 후 영향 및 인프라 파괴를 평가하며, 대응팀에는 커뮤니티 그룹, 소셜 네트워크, 보건 및 안전 전문가가 포함되어야 함

- 장기적으로 인프라 시설 개선을 통해 취약계층 지원

뉴욕시는 복원력 계획의 공중 보건측면 평가(Public Health Aspects of NYC's Resiliency Plan)를 시행하여 추진. 중요한 인프라에 대한 뉴욕시의 복원력 투자는 미래의 손상을 방지하고 더 빠른 복구를 촉진할 뿐만 아니라 이러한 이벤트로 인한 건강상의 악영향으로부터 보호하는 데도 매우 중요함. 인프라와 뉴욕시의 복잡한 연결고리를 이해하는 것이 중요하며, 이 지식을 기반 시설 투자를 통해 달성할 수 있는 건강 개선을 예측하고 설명하는데 활용

□ 시카고市¹⁰⁾

○ 폭염의 위험

시카고는 1990년대 두 차례 수백 명의 사망자를 낳은 극심한 폭염을 경험한 이후 폭염 비상 대응 시스템을 강화하고 업데이트. 기후 변화로 인해 시카고

10) <https://www.epa.gov/arc-x/chicago-il-adapts-improve-extreme-heat-preparedness>

에서 폭염이 증가할 것으로 예상됨에 따라 극심한 폭염으로 인한 사망자를 줄이기 위한 포괄적인 조치를 채택하였음. 시카고의 접근 방식은 취약한 인구에 대한 특별한 관심을 가지고 지역 사회의 준비에 초점을 맞추고 있음. 효과적인 공공 봉사 활동은 시간과 자원 집약적인 과정이기 때문에 시카고는 세계적으로 유명한 박물관이자 과학 교육 및 참여의 선두주자인 필드 박물관과 함께 기후 변화에 취약한 지역을 대상으로 하는 봉사 활동 프로그램을 개발했음. 지역 사회가 이웃의 취약성에 대한 인식을 높이고 거주자들이 기후 악화된 극단적인 폭염 사건의 영향을 어떻게 줄일 수 있는지 확인하도록 참여

○ 폭염 대응을 위한 적응과 탄력성 제고

- 재난 재해 대응체계의 정비

시카고 시의 문자 및 이메일 긴급 알림 시스템 확대, 노약자 등 사건이 발생하는 동안 추가 지원이 필요할 수 있는 사람들을 위해 관리들이 건강 체크를 수행하도록 하는 콜 "311" 프로그램을 설정하고 재난 대비 및 대응 훈련 실시

- 도시 취약성 평가 및 다양한 지표 등 활용

시카고시는 "아날로그 도시 분석"을 이용해 미래의 취약성을 평가하여, 시카고 기후변화, 폭염 및 사망률 전망 등 분석하였으며, 지역 사회에서 가장 취약한 거주자(노인, 청년 등)를 분석하였음. 또한, 시카고 시는 삶의 질 메트릭스 등 다양한 지표를 활용하고 있음. 시카고는 모든 시카고 시민들에게 기후 형평성을 제공하기 위해 삶의 질 지표(Quality of Life Metrics)를 활용하고 있음. 삶의 질 지표는 정책의 진행 상황을 모니터링하고 결과에 대한 책임성을 확보하는데 목적이 있음. 삶의 질 측정 기준은 모든 시카고 사람들의 기후 형평성 달성을 위한 진전과 격차를 평가하는 데 사용됨. 서비스가 충분하지 않으며, 취약하고, 일선 및 기타 지역 사회에 미치는 해로운 영향을 예방하기 위해 추가 조치가 필요한 곳을 보여주며, 측정 기준에는 경제적 비용, 오염 부담 감소, 지역 사회 건강 및 탄력성, 중요 인프라에 대한 공평한 접근 및 지역 사회 탄력성 등의 지표가 포함됨. 시는 완전하고 정기적으로 보고되는 삶의 질 지표를 개발하기 위해 노력하고 있음. 시는 에너지 보고서와 기타 데이터 소스를 분석하여 건물 개조 또는 에너지 보조금이 가장 필요한 곳을 확인하고 있음. 또한, 시에서 운영하는 시설, 자매 기관 및 지역 사회 기반 기관과 협력하여 수질 및 토양 품질 데이터를 사전에 측정, 공개 보고 및 적용함으로써 인프라 개선이 필요한

곳을 알려주고 건강하고 안전하며 활기찬 지역 사회를 보장하기 위한 투자의 우선순위를 정함. 강력한 외기측정망을 구축하여 다양한 장소에서 공기 질을 측정하고 보고하며, 모니터링 네트워크를 통해 모든 거주자가 건강한 공기에 접근할 수 있도록 보장. 청정에너지 전환 지표를 발표하고 지역사회 회복력 및 기후 정의 기준을 부서 차원의 전략 계획 및 연간 예산 책정에 통합, 열 취약성 지수 개발 및 계획 및 개발, 지역사회 안전, 공중보건 계획 프로세스로 통합, 기후대비 관련 지역사회 차원의 비상관리 전략 평가 및 최적화 등을 추진하고 있음

- 개인과 지역 사회 등 탄력성 지원 프로젝트 추진

시카고 시는 지역 사회 구성원, 지역 시민 지도자 및 기업과 탄력성 프로젝트를 공동 설계함으로써, 지역 사회 협력과 공평한 역량 강화를 바탕으로 더 효율적이고 효과적인 지역 사회 대응을 가능하도록 추진하고 있음. 먼저, 자원공동체 주도 기후인프라 사업을 추진. 시 전역의 인프라 투자와 지역 사회에서 설계된 탄력성 프로젝트를 결합하여 지역 사회 내에 사는 사람들에게 더 효과적이고 관련성 있는 프로젝트가 생성되도록 노력. 프로젝트 설계, 개발 및 실행에 주민과 지역 리더십을 참여시킴으로써 시는 기후 위험을 가장 직접적으로 경험하는 사람들과 더 깊은 관계를 조성하고 해당 지역 사회에 더 잘 봉사할 수 있음

또한, 시카고 필드 박물관과 협력하여 위험에 처한 지역사회와 함께 맞춤형 봉사활동을 실시하여 현재 및 예상되는 미래 변화에 대한 이해를 높임. 미래의 기후 규범을 이전의 극단적인 폭염과 관련시켜 기후위기의 위험을 주민들에게 알림. 기후 변화로 인해 악화될 도시 열섬 지역을 확인하고 이 정보를 녹색 인프라 및 열섬 완화 노력을 목표로 사용

- 지역사회 회복력 전략과 시의 위험완화 계획 통합

시의 정기적인 위험 완화 계획 과정의 일환으로 위험이 높은 지리적 지역에 거주하는 고령 거주자, 장애인 및 거주자가 위험 및 자연 재해의 부정적 영향에 가장 취약한 것으로 분석하고 있음. 다음 계획 주기의 일환으로, 긴급 관리 통신국(OEMC)은 위기 시 지역 사회 탄력성을 강화하는 방법에 대한 특정 분석을 통해 재해의 사회적, 경제적, 환경적 영향을 줄이기 위한 탄력성 목표 및 측정 기준을 계속 명시적으로 개발

- 기후변화 대비 적응 및 탄력성(Adaptation and Resiliency) 지원¹¹⁾

기후변화 대응을 위해서는 완화 전략을 통해 기후 변화의 속도를 늦추기 위한 노력과 함께, 더 이상 피할 수 없는 변화의 영향을 최소화하기 위한 조치가 필요함. 효과적이고 대응적인 기후 행동 계획은 복잡할 수 있으며, 지역 정부, 개별 가구, 지역 사회, 기업 및 기타 이해 관계자의 고도로 조정된 노력이 필요. 기후 안정을 위한 두 가지 관련 경로는 적응과 탄력성임. 적응은 새로운 현실인 극한 폭염일의 증가를 수용하고 새로운 현실을 고려하여 제도와 관행을 수정하는 것이며, 탄력성은 충분한 준비로 인해 미래의 극한 폭염으로부터 신속하게 복구할 수 있는 능력을 말함. 극단적인 기후변화로 인한 재난은 가족과 지역사회에 엄청난 압력을 가할 수 있으며, 특히 짧은 시간 동안 다중 영향을 경험하거나 의료 또는 경제적 상태, 주거의 질, 연령에 따라 이미 취약한 사람들에게 더욱 그러함. 다양한 사회적, 경제적, 건강 및 환경적 불평등의 누적된 영향으로 부담을 받는 지역사회를 보호하기 위해서는 완화 노력만으로는 충분하지 않음. 또한, 기후변화의 영향으로 가장 큰 영향을 받는 지역사회가 필요한 시기에 생명을 구하기 위해 신속하고 단호하게 행동할 수 있는 필요한 도구와 준비를 갖추도록 하기 위해서는 지역사회 차원의 교육과 참여가 절실함. 또한, 노인, 저소득, 유색인종뿐만 아니라 의료 또는 이동에 장애가 있는 사람들 등 소외계층들이 기후위험에 효율적으로 대응하기 위해서는 모든 적응 및 회복력 있는 행동에 있어 접근성과 형평성이 강화될 필요가 있음.

기후 적응(Adaptation)은 예상 사건과 그 영향에 더 잘 대응하기 위해 주요 시스템에 대한 조정을 포함함. 어떤 시스템을 조정하고, 어떤 변경을 해야 하며, 어떤 것을 우선해야 하는지 결정하기 위해서는 지역 자산과 위험에 대한 정확한 이해와 지역 사회 기반 조직, 정부 기관, 지역 기업 및 기업 파트너, 산업 협회, 자선 단체 등 다양한 이해 관계자 간의 협력이 필요함. 시카고기후행동계획(CAP)에서는 5가지 원칙을 제시하고 있음. (1)기후 탄력성 및 적응에 대해 커뮤니티 참여 및 교육, (2)기후 적응 노력에 형평성과 포용성 통합, (3)보다 탄력적인 커뮤니티를 위해 협업하고 용량 구축, (4)적응과 탄력성에 초점을 맞춘 계획과 정책 제정, (5)미래의 기후 조건에 맞게 운영 및 투자 조정. 변화적 기후 적응은 지역의 우선순위를 반영하고 행동의 설계, 실행 및 평가 전반에 걸쳐 의미 있는 지역사회 참여 실천 필요. 탄력성(Resiliency)은 시스템이 불리한 사건을 견디고 복구할 수 있는 능력을 말함. 시카고의 다양성을 고려할 때, 모든 지역에 하나의 해결책이 있을 수 없음. 폭염, 홍수 및 기타 기후 및 날씨 사건은

11) City of Chicago, 『2022 Chicago Climate Action Plan』 pp.142-150.

시카고 지역 사회에 각각 다르게 영향을 미침. 문제해결을 위해서는 기존 및 미래의 기후 위험을 잘 이해하고 모니터링하며 지역 사회의 고유한 필요와 자산 활용을 위해 관련 있는 지역 이해 관계자 네트워크가 참여해야 함. 최상의 기후 회복력 계획은 시스템, 기관, 지역 사회, 기업 및 주민들이 견딜 수 있는 능력을 구축하고 다양한 형태로 발생하는 기후위험으로부터 피할 수 있도록 설계된 계획임. 효과적인 회복력계획에는 다음과 같은 사항들이 포함되어야 함. (1)생활 필수 서비스(에너지, 음식, 물, 쉼터 및 의료)에 대한 접근 유지, (2)재생 에너지, 배터리 스토리지 및 통신 자산과 같은 중요한 인프라에 대한 안정적인 액세스 및 운영 능력 보장, (3)지역사회의 자산, 위험 및 요구를 평가하는 과정에 거주자 참여, (4)탄력성에 대한 지역사회 요구사항을 유연하게 충족하는 기존 시설의 재개발이나 새로운 시설의 건설에 투자, (5)시 후원 서비스 및 프로그램에 대한 접근 가능하고 문화적으로 관련되며 이해할 수 있는 교육 자료 제공, (6)지역사회와 취약계층, 특히 노인, 아동, 질병자, 저소득층 등 다양한 유형의 위기에 스스로 대처할 수 있도록 지원하고 권한 부여, (7)기후변화 위험 및 위험을 염두에 둔 정책 통합, (8)기관, 응급대응요원, 지역사회단체 간 비상대비 및 소통을 제공하거나 개선하기 위한 정책 및 사회기반시설 개발, (9)다양한 신체적 능력을 가진 거주자를 지원하기 위한 다양한 교통 및 접근 옵션 제공. 효과적인 도시 계획은 주민과 기업이 변화하는 기후에 직면하여 적응하고 계획하고 번영할 수 있도록 하기 위해 의도적으로 공동체 탄력성을 보호하고 강화해야 함. 인프라, 통신 및 지역 사회 주도 프로세스에 대한 투자는 탄력성을 높이고 보다 지속 가능한 미래 보장

V. 결론 및 향후 과제

기후변화에 따라 기온과 강수 패턴이 변하고 해수온도와 해수면, 산도가 증가하고 있으며, 빙하와 해빙이 용해하고 있음. 극한 기상 현상의 빈도와 강도, 지속 시간이 변하고 나무 등의 성장기 길이, 꽃의 개화시기, 새들의 이동형태 등 생태계의 특성들이 변화하고 있음. 기후변화의 주요 원인은 온실가스 축적으로 인한 지구온난화인데, 인간의 활동증가로 인한 온실 가스 축적은 기후변화를 초래하고 결과적으로 인간의 건강, 복지, 그리고 생태계에 심각한 위협을 초래하고 있는 것임. 현재 기후위기는 세계가 직면한 심각한 위협이 되고 있으며, 이 위협에 대한 백신은 없으며, 이에 대응하기 위해서는 지금까지 인류 역사에서 볼 수 없었던 정도로 지역적이고 세계적인 조치가 필요함. 기후의 장기적인 변화는 잠재적으로 파괴적인 방법으로 사회의 많은 측면에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있으며, 최근 되풀이되는 폭염, 국지성 집중호우, 해양 폭풍이나 폭우 등 극단적 기후사례들은 기후위기의 심각성을 잘 보여주고 있음. 기후변화의 불균형적 영향은 환경 정의의 측면에서도 이해할 수 있음

미국 48개 주 전체의 평균 표면 온도는 1901년 이래로 10년마다 평균 0.17°F씩 상승했으며, 미국의 온난화 속도는 지구 평균 속도와 유사하지만, 1970년대 후반부터 미국의 속도가 더 빨라짐. 미국의 계절별 온도는 1896년 이래 겨울 기온이 3°F 상승하여 가장 많이 상승하였으며, 다음으로 봄, 여름의 기온이 많이 상승한 것으로 나타남. 미국 전체로 볼 때, 이례적으로 더운 여름날이 지난 수십 년 동안 더 일반화되었으며, 특히 더운 여름날의 최고기온보다 최저기온이 상승하는 현상이 두드러졌는데, 이는 열대야가 흔해졌음을 나타냄. 1970년대 이후, 기록적인 일일 최고 기온은 미국 전역에서 더 흔해졌으며, 2000년부터 2009년까지 10년 동안 기록적인 최고 기온은 최저 기온보다 두 배나 많았음. 미국 전역의 주요 도시에서 폭염은 1960년대에는 연간 평균 2회 폭염에서 2010년대와 2020년대에는 연간 6회 폭염으로 증가했으며, 평균 폭염 기간은 약 4일로, 1960년대의 평균 폭염 기간보다 약 하루 더 길게 나타남. 시간이 지남에 따라 폭염은 더욱 격렬해지고 있으며, 50개 광역지역 중 46개 지역은 폭염빈도가 통계적으로 유의미하게 증가하였음. 1901년 이래 강수량의 변화는 크지 않으나, 최근 하루 동안 강도 높은 폭우가 내리는 강수량의 비율이 증가하고 있음. 허리케인의 총 수 및 미국에 도달한 수는 뚜렷한 전체 추세를 나타내지 않지만, 지난 20년간 사이클론 강도가 눈에 띄게 높아졌음. 강

홍수는 지역에 따라 차이가 커져 미국 북동부와 중서부의 넓은 지역에 걸쳐 강과 하천에서 위험이 더 커졌음. 미국 서남서부 지역은 지속적으로 더 건조해진 반면, 미국 동부 지역, 중서부와 북동부 지역은 전반적으로 더 습하게 됨. 2002년부터 2005년까지, 그리고 2012년부터 2020년까지 장기간 동안, 거의 모든 지역이 비정상적으로 건조하거나 심지어 더 건조했음

기후변화는 미국 내 사람들의 건강에 많은 영향을 미치고 있음. 온실가스 농도 증가는 평균 및 극단의 온도(extreme temperature)를 상승시켜 특히 더위로 인한 사망과 질병을 증가시킴. 계절 평균기온보다 높거나 낮은 기온은 체온조절 능력의 손상이나 이에 따른 합병증 유발을 통해 질병이나 사망수준을 높임. 기후변화는 날씨 패턴을 변화시키고 있으며, 지표면 오존(O3)과 미세먼지 등 실외 대기오염물질의 양과 분포에 영향을 미침. 이산화탄소의 증가는 공기 중 알레르기 유발물질을 방출하는 식물의 성장을 촉진하여 알레르기 민감도 및 천식을 증가시키며, 오존 증가는 조기사망, 급성호흡기 질환 등으로 인한 병원입원이나 수업일수 감소 등 악영향을 미침. 미국에서 특정 극단적 날씨 현상의 빈도, 강도 또는 지속 시간의 증가에 따라 인명 손실과 경제적 피해 등 양 측면에서 많은 비용이 발생하고 있음. 극단적 날씨와 관련된 영향의 심각성 및 정도는 발생 시간이나 장소, 개인이나 사회적, 환경적 상황, 물리적 손상 정도에 따라 다름. 기후변화는 또한 매개체 매개 질병의 계절성, 분포 및 유병률 등에 영향을 미치며, 주로 극단적 고온과 저온, 강수패턴이 영향을 미침. 기후 변화는 매개 감염의 감염 경로를 변하게 하며, 병원균의 적응과 변화, 숙주의 이용 가능성, 생태계의 변화와 토지의 이용, 인구, 인간 행동, 적응력 등과 상호작용하여 기후 변화 효과 예측을 어렵게 함. 기후변화와 관련된 온도 상승, 강수패턴의 변화, 극단적 날씨의 빈도 증가는 모기와 바이러스의 번식률을 변화시켜 웨스트나일 바이러스와 다른 병원체를 전염시키는 모기들의 분포와 밀도, 유병률에 영향을 미침. 기온, 강수량 및 이와 관련된 유출량, 허리케인과 폭풍해일 등 기후변화 관련 요인들은 물 관련 질병 인자들의 성장, 생존, 확산과 발병력이나 독성에 영향을 미치며, 질병이나 사망의 원인이 되기도 함. 기후변화는 식량의 이용 가능성 파괴, 식량에 대한 접근성 제한, 식량 활용을 곤란하게 만드는 등 세계적, 국지적, 지역적 식량안보에 영향을 미칠 가능성이 높음. 기후변화는 작은 스트레스와 고통에서 불안, 우울증, 외상후 스트레스, 자살 등 임상적 장애에 이르기 까지 광범위하게 정신적 건강에 영향을 미침. 기후 또는 날씨 관련 재해에 노출된 사람들은 스트레스와 심각한 정신건강문제를 경험함

기후변화의 취약성은 노출, 민감성(감수성), 변화에 대응하는 능력의 세 가지 요소를 포함하여 나타낼 수 있음. 미국내 기후변화 취약계층으로는 일부 유색 인종 커뮤니티, 저소득 그룹, 제한된 영어 능력(LEP)을 가진 사람들, 그리고 특정 이민자 그룹(특히 문서화되지 않은 사람들) 등 소외계층이나, 미국 원주민, 어린이와 임산부, 노인들, 농부와 건설 노동자, 구급대원 등 특정 직업군, 장애인, 만성 질환자 등을 들 수 있으며, 기후변화의 유형에 따라, 거주하고 있는 지역이나 소득수준, 사회적 인프라 시설의 충족여부는 다양한 요인에 의해 취약성은 많은 영향을 받게 됨

다양한 기후변화 현상 중 대도시들은 최근 자주 발생하고 있는 폭염(extreme heat events)에 대한 사례를 많이 가지고 있었음. 여기에서는 환경청(EPA), 뉴욕시와 시카고시의 폭염 대책 위주로 사례를 정리하였음

우선 EPA는 폭염 가이드북을 통해 각 도시들이 폭염에 적절하게 대응할 수 있는 방안을 제시하고 있음. 가이드북에서는 정확한 예측 및 피드백, 공공교육 및 건강 영향력의 인식, 폭염 대응의 사전 준비 활동, 장기 도시계획 프로그램 개발, 단기 및 장기 대응방안 병행, 지속적 개선 등 통한 대비태세 완비 등을 제시하고 있음. 뉴욕시는 폭풍 해일 관련 건강 위험이 더욱 가중될 것으로 예상하여 이에 대한 대책을 강구하였음. 뉴욕시는 기후 영향 및 취약성에 대한 데이터를 기반으로 탄력성 회복방안을 제시하고 있음. 지역 사회 준비와 인프라 조치를 다루는 전략, 단기적으로 지역사회와 커뮤니케이션 강화, 지역 커뮤니티 등을 활용한 건강위험 평가 등을 추진하였으며, 장기적으로 뉴욕시는 복원력 계획의 공중 보건측면 평가를 시행하여 추진하고 이를 바탕으로 중요한 인프라에 대한 투자 등을 통한 건강 개선을 도모하였음. 뉴욕시는 폭염 대응과 관련하여, 폭염으로 인해 영향을 많이 받고 위험에 직면한 사람들 및 그들의 보호자와 의사 소통을 강화, 냉방시설 등을 구비하여 시원한 실내공간에 대한 접근 강화, 취약 계층에 대한 냉방시설 사용 등에 대한 공공메시지 개발, 멀티미디어 활용 폭염 정보 확산, 도시 열섬 취약성 평가와 함께 친환경공간을 늘리기 위한 건설 환경업그레이드 프로그램 개발, 에너지 효율 개선 등 정책을 추진. 시카고는 1990년대 두 차례 수백 명의 사망자를 낳은 극심한 폭염을 경험한 이후 폭염 비상 대응 시스템을 강화하고 업데이트하였음. 재해 대응체계의 정비, 도시 전체의 취약성 평가, 취약한 인구를 지원하는 적응 전략 추진, 커뮤니티 강화를 통한 건강보호, 커뮤니티 탄력성 지원, 지역사회 회복력 전략과 시의 위험완화 계획 통합, 시민들에게 적응 및 탄력성을 지원하는 다양한 방안 등을 추진하였음

이후 연구보고서에서는 다음과 같은 사항들을 보완할 필요

- 기후변화 개념에 대한 이론적 고찰
- 폭염, 해양폭풍과 홍수사례 외 다른 기후변화 영향에 따른 대응사례 보완
- 주 정부 및 도시 정부의 대응사례 추가 발굴
- 취약계층 대상 세부 지원방안 검토
- 취약계층별 행동요령 등 제시 등