

기후위기와 대형산불, 기후재난 거버넌스의 전환

기후변화는 전 세계적으로 산불의 규모와 빈도를 증가시키며, 이를 단순한 자연재해가 아닌 복합적이고 구조적인 기후재난으로 전환시키고 있다. 이 연구들은 이러한 배경 속에서 산불의 기후적 원인과 정책 대응의 과제를 종합적으로 고찰하고자 한다. 첫 번째 연구는 대형산불의 발생 양상과 기후변화 간의 연관성을 분석하며, 특히 캘리포니아와 한국의 기후지표 및 산불 추세를 비교함으로써 기후기반 산불관리의 필요성을 제시한다. 두 번째 연구는 미국 연방 및 캘리포니아 주정부의 산불 대응 정책과 거버넌스를 한국과 비교 분석하여, 향후 한국의 산불 대응체계가 나아가야 할 제도적 방향성을 탐색한다.

두 연구는 상호보완적으로 작동하며, 기후위기 시대에 대응하기 위한 과학적 분석과 정책적 전환의 토대를 제공하고자 한다.

연구1. 기후변화에 따른 산불 발생의 우발성 및 장기화, 대형화 추세

저자: 그린피스 동아시아 서울사무소 심혜영 선임연구원

[연구 배경]

산불은 단순한 자연재해를 넘어 사회적·경제적·환경적 측면에서 광범위한 영향을 미치며 인명과 재산 피해뿐 아니라 생태계 훼손, 탄소배출 증가, 그리고 대기질 악화까지(Gritzo et al., 2024; Vaezi et al., 2025) 다양한 사회적, 경제적 피해를 유발한다. 북미의 경우산불로 인한 대기오염이 북미를 넘어 유럽 대기질까지 악화시킨다는 연구도 존재한다(Sicard et al., 2019). 이런 점에서 산불은 단지 한 지역의 문제가 아니라 국제적인 환경 리스크로 인식되고 있다. 하지만 한국의 산불은 대부분 입산자 실화와 같은 인위적 원인으로 발생하기 때문에, 여전히 단기 진화 중심으로 접근하고 있는 상황이다(Choi & Chae, 2025). 결과적으로 기후변화와 산불의 복합적 연관성에 대한 과학적 이해나 정책적 고민은 상대적으로 부족한 실정이다. 따라서 이 연구는 캘리포니아 대형산불 사례를 중심으로 선행연구를 체계적으로 분석하고, 대형산불의 기후변화적 메커니즘을 종합적으로 검토하고자 한다. 또한, 한국에서 기후요인의 추세를 통해 한국 산불의 경향을 확인하고, 산불 대응 정책에 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

[연구 방법론]

이 연구는 선행연구들을 체계적으로 분석하기 위해, 국제적으로 가장 널리 활용되는 데이터베이스 중 하나인 Web of Science를 활용했다. 연구의 공간적 범위는 미국 캘리포니아 주이며, 캘리포니아를 선택한 이유는 크게 두 가지이다. 첫째, 인구밀집 지역이 많아 산불 피해의 사회경제적 영향이 심각하게 나타나는 지역이라는 점이다. 둘째, 산불과 기후변화 간의 연관성을 다룬 학술 논의가 가장 활발한 지역이라는 점이다. 또한, 한국 영동지역은 해안과 인접해 있고, 건조한 편서풍의 직접적인 영향을 받는다는 점에서 캘리포니아 남부 지역과 유사한 산불 기후 환경을 가진다고 볼 수 있다. 연구의 시간적 범위는 20세기 이후 발표된 논문이다. 이는 온실가스 배출로 인한 기후변화가 본격화된 시기로, 산불의 양상에도 영향을 미치기 시작한 시점이기 때문이다. 시공간 범위로 제한했을 때 선별된 연구는 총 129건이다. **이 연구에서는 대형산불과 기후변화에 대한 선행연구를 체계적으로 검토하는 것을 목적으로 하므로 산불 연료요인 26건과 추세 15건을 최종 선택하여, 총 41건을 이 연구의 연구자료로 선정했다.**

[연구 결과]

캘리포니아 선행연구를 통해 5가지의 경향을 확인할 수 있다.

1. **캘리포니아의 산불은 이제 단순한 자연재해가 아닌, 기후변화에 의해 심화되는 복합적이고 구조적인 전지구적 리스크로 전환되고 있다.** 최근 수십 년간 산불은 전통적으로 집중되던 남부 지역을 넘어 북부로 확장되고 있으며, 피해 면적 또한 꾸준히 증가하고 있다. Salguero et al.(2020)은 1984년~2017년 동안 북부 캘리포니아의 산불 피해 면적이 연평균 1.32km²씩 증가했다고 보고했다. 더불어 Syphard et al.(2019)은 대형 산불이 인구 밀도는 낮지만 WUI(Wildland-Urban Interface, 산림도시인접) 지역으로 확산되고 있음을 지적한다. 이러한 확산은 단기적 이상 현상이 아니라, 엘니뇨 등 대기-해양 순환 시스템과 같은 지구적 기후변화 요인에 기반하고 있다는 점에서(Fasullo et al., 2018), 점점 더 구조적 재난으로 전환되고 있음을 보여준다(Buechi et al., 2021).

2. **캘리포니아 대형산불은 단일 원인보다는 연료(가연물), 열(점화원), 산소라는 연소 3요소가 복합적으로 작용해 발생하고 있다.** 산림, 낙엽, 수목 축적물 등 건조한 연료 조건은 산불의 주요 촉매로 작용하며, 강수량 감소와 함께 수분 함량이 낮아질수록 연료의 발화 가능성은 높아진다(Liu et al., 2022; Madadgar et al., 2020). 점화원 측면에서는 한국의 경우 대부분 입산자 실화 등 인위적 요인이 주된 원인이지만, 캘리포니아에서는 마른 번개와 같은 자연적 요인이 주요 원인으로 작용하고 있다(Lutz et al., 2009). 마지막으로 산소의 공급과 관련해서는 강풍, 해안에서 내륙으로 이어지는 기압차, 절벽 지형 등이 산불 확산을 가속화하는 조건으로 분석된다. 실제로 Dwomoh et al. (2021)은 고온 가뭄(hotter drought)과 수증기압차(Vapor Pressure Deficit, VPD)의 상승이 연료를 건조화시키고, 산불 위험을 크게 높인다고 지적하였다. 또한 Pierce et al. (2013)은 장기적인 상대습도 하락이 산불 발생 가능성을 높이며, Abatzoglou et al. (2018)은 인위적 발화라도 강풍 조건에서는 산불이 훨씬 더 빠르게 확산된다고 설명한다. 이처럼 다양한 연구들은 대형산불이 특정 요인 하나가 아닌, 고온·건조·강풍 등 복합적인 기상 조건의 구조적 상호작용 속에서 심화되고 있다는 점을 뒷받침하며, 기후변화가 이러한 조건들을 강화시키는 주요 배경임을 시사한다.

3. **산불 발생과 학술연구 간의 상관성을 통해 산불이 학문적·사회적 주목도를 높이는 계기임을 확인할 수 있다.** 2000년대 중반까지 산불과 기후변화 간 관계를 다룬 연구는 연 1-2건으로 매우 소수에 불과했지만, 2015년 이후 대형산불 발생 이후 논문 수가 연 2-7건으로 뚜렷하게 증가하는 경향이 확인되었다. 예컨대 2018년 Ranch Fire, 2020년 August Complex Fire 직후 1~2년 사이 관련 연구가 급증한 현상은, 산불 발생이 곧 학문적 문제의식의 촉발 요인으로 기능한다는 점을 보여준다. 교차상관분석에서도 산불 피해면적과 연구 수 간 상관관계가 유의하게 나타났으며, 이는 대형산불이 단순한 지역 사건이 아닌 사회적, 과학적 사안으로 전환되는 계기라는 점을 뒷받침한다. 특히 미국은 지역적 산불 모니터링 체계가 잘 구축되어 있어 피해 직후 즉각적인 연구 수행이 가능한 여건을 갖추고 있다. 이는 단순한 대응에서 나아가, 데이터 기반의 분석과 정책 설계가 빠르게 이루어질 수 있는 구조적 조건임을 시사한다.

4. **캘리포니아 전역에서 산불 발생의 지역별 확산과 피해 규모의 증가 추세가 포착되고 있다.** 1878년부터 2023년까지의 장기 데이터를 기반으로 한 포아송 회귀 분석 결과, 전통적으로 위험 지역으로 간주되지 않았던 북부 지역에서도 산불 발생 빈도와 피해 면적이 유의미하게 증가하고 있음이 확인되었다. 예컨대 북부의 뷰트 카운티는 2018년 고기압 이상과 강풍이 겹쳐 이상 산불이 발생했다고 분석했다(Qian et al., 2021). 남부에서는 포아송 회귀 분석 결과 Kern 카운티가 가장 가파른 증가세를 보였으며, 이는 산타아나 강풍과 가을철 강수 지연 등 지역 기후요인이 복합적으로 작용한 결과로 분석된다(Cayan et al., 2022; Jin et al., 2014). 결과적으로 산불은 특정 지역에 국한되지 않고 캘리포니아 전역으로 고위험지대를 확장해가고 있으며, 이는 기존의 지역 편중형 대응 전략으로는 대응이 어려워졌음을 의미한다.

¹ 약 축구장 185개 규모

5. 산불 규모에 따라 연구 접근 방식이 상이하게 구성되며, 초대형 산불일수록 복합적 기후시스템과의 연결성을 강조하는 방향으로 분석 초점이 이동하고 있다. 400헥타르 이하의 소형·중형 산불 연구는 낙뢰, 풍속, 식생, 적설량 등 개별 기상 요소와의 선형적 상관관계를 중심으로 구성되며, 상대적으로 단일 변수에 의존한 경향이 강하다. 반면 400~1,000헥타르 규모의 대형산불 연구는 연료 건조도, 바람, 강수 변동성과 같은 복합 기후 요인을 통합적으로 고려하며, 산불이 다요소에 의해 유발되는 사건이라는 점에 주목한다. 1,000헥타르를 초과하는 초대형 산불 연구는 기후시스템의 거시적 요소에 주목하며, 해들리 순환의 강화(Zhang et al., 2020), 엘니뇨에 따른 해수면 온도 변화(Afolayan et al., 2024) 등이 산불 리스크에 미치는 영향이 주요 분석 대상이 된다. 특히 SSP585 시나리오에서는 강수량 일시 증가에도 불구하고 고온·건조 조건이 지속되어 산불 위험이 상존함이 보고되었다(Li et al., 2022). 따라서 산불 대응은 단지 면적이나 횟수의 문제가 아니라, 기후변화로 연결된 구조적 위험으로서 산불을 이해하고, 지역적 요인과 글로벌 기후 사이의 연결점을 반영한 통합 전략을 수립할 필요가 있다.

[한국 시사점]

캘리포니아 선행연구를 바탕으로 한국의 기후 지표와 산불 추세를 분석한 결과, 한국 역시 점차 산불 발생에 취약한 기후환경으로 이행하고 있음을 확인할 수 있다. 지난 50년간 건조주의보 발령 일수는 전국적으로 증가했으며, 특히 강원 영동, 경북, 경남 등 동해안 지역에서는 2000년대 이후 가파른 상승세를 보였다. 예컨대 강원 영동은 최근 5년간 평균 건조주의보 일수가 31.8일로 급증하였다.

전국 건조주의보 일수, 1973-2024년 변화

최근 10년, 1970년대 대비 **2.1배 증가**

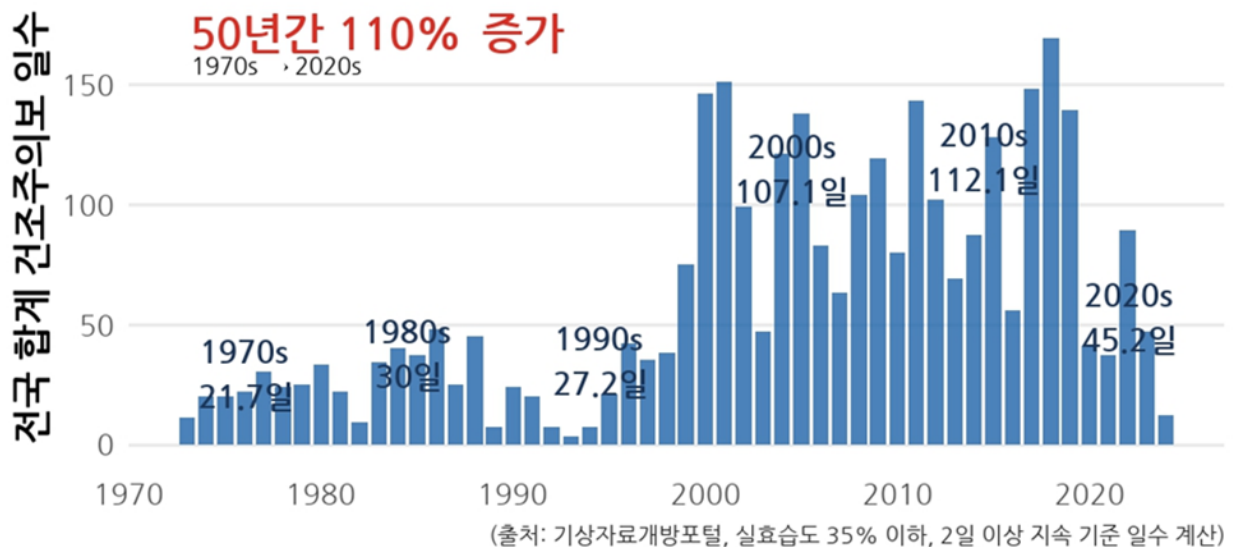


그림 1. 전국 건조주의보 일수 변화

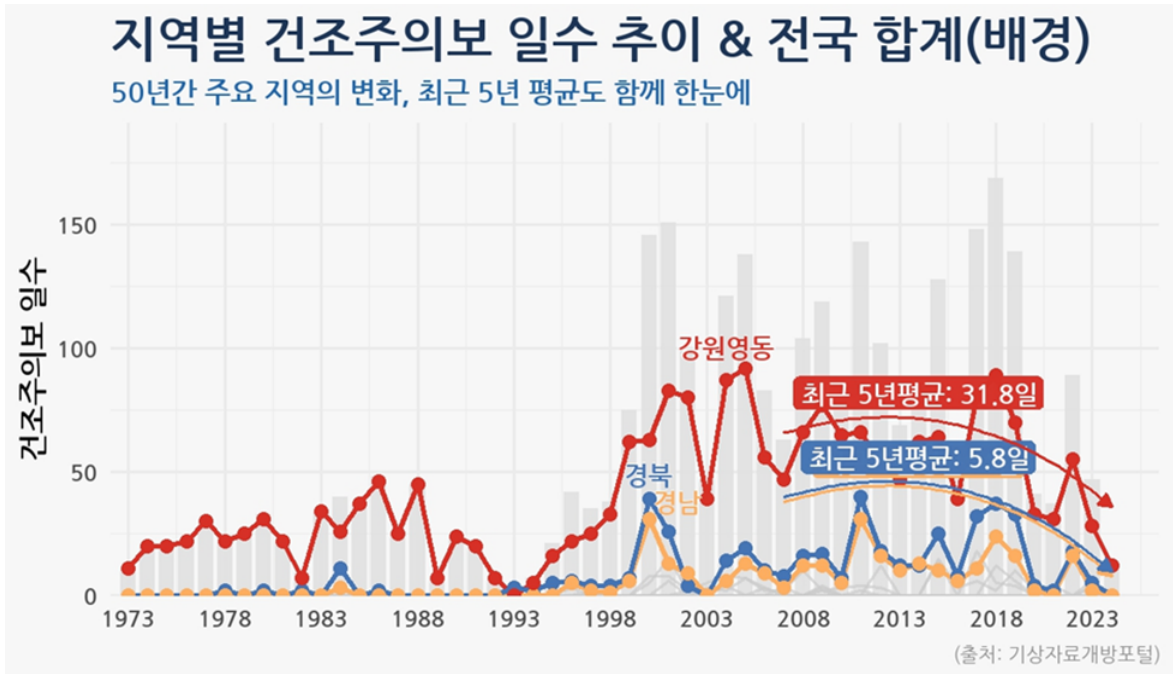


그림 2. 지역별 건조주의보 일수 변화

누적 강수량의 계절별 분석에서도 여름철에는 집중호우가 잦아지는 반면, 겨울철에는 강수량이 감소하는 등 계절적 편중이 뚜렷하게 나타나고 있으며, 이는 겨울철 건조화를 가속화시키는 요인으로 작용하고 있다. 습도 역시 전 계절에서 하락 추세를 보이며, 특히 겨울과 봄의 상대습도 감소 폭이 가장 두드러진다. 더불어 NASA MODIS² 위성자료 기반 활동 화점 분석에서도 2000년대 초반 대비 최근 화점 수가 3~4배 증가하고, 방출복사력(FRP)³도 상승하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 변화는 산불의 발생 빈도뿐 아니라 강도와 위력의 증가를 동시에 시사하며, 한국도 더 이상 기후변화로 인한 산불 리스크로부터 예외일 수 없다는 점을 분명히 보여준다. 따라서 산불을 단기적 재난으로 간주하기보다, 기후위기 시대의 구조적 위험요인으로 인식하고 이에 대응하는 정책적 전환이 절실하다.

² NASA MODIS : 미국항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA)의 전 세계 산불 탐지 관측 위성 센서인 MODIS를 일컫으며, 2000년 이후 10년 이상 전 지구적인 산불관측 자료를 제공해왔고 과학적 연구뿐만 아니라 정책 대응 등 국책 운영 목적에도 널리 활용되어 실효성이 입증되어왔다(Giglio, 2016)

³ 방출복사력(Fire Radiative Power, FRP) : 단위 시간당 방사되는 열 에너지의 출력을 의미하며, FRP 값이 클수록 산불의 연료 소비율과 화염 강도가 높다고 해석된다. 일반적으로 산불 감시와 그로인한 온실가스 배출량 추정에 널리 활용된다.

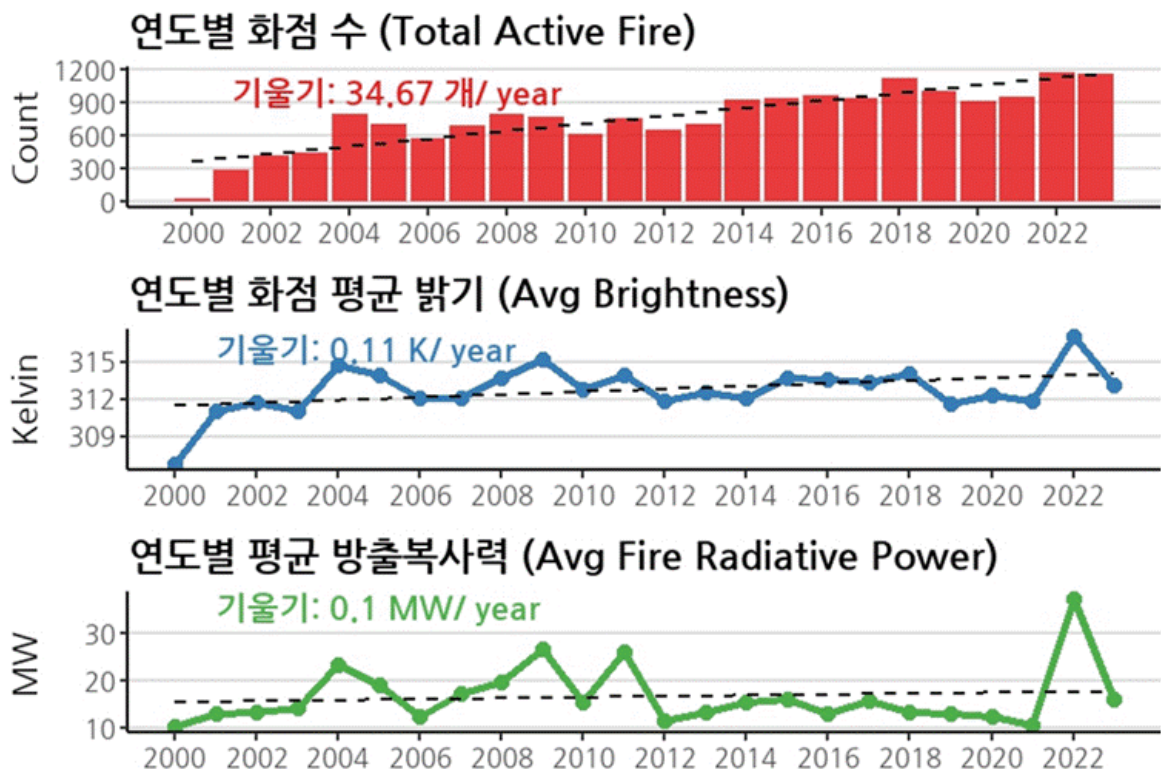


그림 3. MODIS 관측에 기반한 연도별 화점 수, 평균 밝기, 방출 복사력 변화 분석

이 연구는 산불에 대한 기존의 인식과 정책 방향에 근본적 전환이 필요하다는 점에서 두 가지 핵심 시사점을 제시한다.

1. 산불을 단순한 국지적 자연재해가 아닌 기후변화에 의해 심화되는 구조적 재난으로 인식해야 한다. 산불은 지역사회에 직접적 피해를 초래할 뿐 아니라, 대기오염과 건강 악화와 같은 초국경적 영향을 유발한다. 특히 대형산불은 기온 상승, 상대습도 하락, 겨울 강수량 감소, 강풍 증가 등 기후 시스템 전반의 복합적 스트레스에 의해 유발되며, 단순한 진화 대응만으로는 통제할 수 없는 전지구적 위험요소로 작동한다. 따라서 산불위험을 예측하고 통합적으로 관리하기 위한 과학적 분석, 정책 설계, 재난 거버넌스 강화가 필요하다.

2. 산불 정책은 응급 진화 중심에서 기후변화 완화와 통합된 방향으로 전환되어야 한다. 현재의 사후 대응 중심 정책은 중장기적 산불 위험을 누적시키고, 산불 취약지역의 토지이용 변화는 오히려 위험을 키우는 '소방함정(Firefighting Trap)⁴'에 빠질 수 있다(Moreira et al., 2020). 이를 벗어나기 위해서는 기후·지형·인구 변화 데이터를 기반으로 한 정밀한 위험 평가, 자연발화 효과를 활용한 생태기반 예방 전략, 다차원적 피해 평가 체계가 필요하다. 특히 한국은 입산자 실화 중심의 사회재난 관리 방식에서 벗어나야 하며, 원자력발전소 등 국가 인프라에 미칠 위험성까지 고려한 종합적인 에너지 전환 전략이 병행되어야 한다. 궁극적으로 산불은 기후위기 시대의 복합재난으로, 구조적 위험 관리와 지속가능한 사회를 위한 정책 전환이 필수적이다.

⁴ 소방함정(Firefighting Trap) : Moreira 외. (2020)는 산불취약 지역에서 인간 거주지가 확장되고, 농촌인구가 감소하면서 버려진 농지가 증가하는 등의 토지이용 변화가 연료량을 증가시키고, 중장기 산불위험을 고려하지 않은 사후 대응적, 근시안적 산불 관리로 인해 산불을 진압(suppression)할수록 오히려 산불이 더욱 악화되는 결과를 초래하고 이를 소방함정이라고 명명하였다.

연구2. 한국과 미국 캘리포니아 기후재난 정책 비교 연구: 산불 대응을 중심으로

저자: 서울대학교 환경대학원 환경에너지연구실

연구 책임자 윤순진, 연구원 박현지, 박정원, 김소현, 심유미, 최효정

[연구 배경]

인간 활동이 유발한 기후변화는 전지구적으로 기후재난(climate-related disaster)의 대형화와 빈번화를 야기하며 인류와 수많은 생물종들의 생존을 위협하고 있다. 인간이 배출한 온실가스는 2011~2020년 평균 지표면 온도를 산업화 이전(1850~1900년) 평균 대비 약 1.1도 상승시켰고, 이는 전지구의 기후 시스템을 변화시킴으로써 가뭄, 폭염, 홍수, 태풍 등의 극한 기상현상을 초래해왔다(IPCC, 2023). 고온건조한 기상현상이 복합적으로 작용하여 산불 위험 가능성이 증가하고 있다. 기후변화가 산불 발생을 증가시키고, 산불로 인해 막대한 온실가스가 발생되고 대기 중 이산화탄소를 흡수하는 산림의 상당부분이 연소로 소실되어 흡수 역량이 줄어들어 다시 기후변화를 가속화시키고 있다(UNEP, 2022). 2025년 3월 경북 의성발 산불은 연구 결과 기후변화에 따른 장기 추세의 고온 현상과 결합되어 더욱 빠르고 광범위하게 확산된 것으로 분석되었는데, 이 산불을 통해 한국의 기후재난 산불 관리 대응 체계의 한계가 여실히 드러났다(WWA, 2025). 이 연구에서는 대형산불 대응과 관리에 대한 경험이 풍부하며 기후재난 대응 차원에서 거버넌스 구조가 체계적으로 구축되어 있다고 평가되는 미국 연방정부와 캘리포니아주의 산불 관리 정책과 거버넌스 구조를 한국 중앙정부와 지방자치단체의 체계와 비교 분석함으로써 향후 기후변화 영향 하에서 한국의 산불 대응 정책 개선 방안을 제시하고자 한다.

[연구 방법]

연구의 공간적 범위는 대한민국 중앙정부와 17개 광역지자체, 미국 연방정부와 캘리포니아주다. 연구의 시간적 범위는 2000년 이후를 중심으로 검토하되, 현재의 기후재난 대응 정책과 산불 대응 정책에 보다 관심을 둔다. 한국과 미국의 중앙정부와 지방정부의 기후재난 대응 정책과 산불 대응 정책이 주요 분석 대상으로, **시간 변화에 따른 기후재난 관점의 정책 패러다임 변화, 기후재난 대응 법·제도적 기반의 차이, 중앙·지방·민간 협력구조를 포함한 산불 대응 거버넌스 구조, 지역 사회와 시민참여 등을 포함한 공동체 참여 사례에 초점을 맞추어 비교 분석을 실시한다.** 연구를 위한 분석 자료는 한국과 미국의 법·제도, 관련 정책문서, 부처·유관기관 웹사이트, 관련 선행연구 등의 문헌조사와 함께 토론회, 전문가 간담회, 화상인터뷰 등을 포함한 면접을 통해 수집하였다.

[연구 결과]

1. 미국은 산불을 기후재난으로 인식한 시기와 정책 수립 및 대응 속도에서 한국과 뚜렷한 차이를 보인다. 미국은 2005년 허리케인 카트리나와 2017년 캘리포니아 대형산불 등을 계기로 기후재난 인식을 본격화했으며, 오바마와 바이든 정부는 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA) 예산 확대, 산불위기전략(2022) 수립, 국가기후복원력 프레임워크(2023) 발표 등 적극적인 기후재난 정책을 추진해왔다. 2025년 초 출범한 트럼프 정부 2기에서는 기후변화 관련 정책의 축소, 연방재난관리청의 역할과 예산 축소 등의 기조를 보이고 있다. 한국은 산불을 기후재난으로 보는 인식 전환이 상대적으로 늦었으며, 2018년 제6차 산림기본계획(2018~2037)에서 기후변화에 대한 언급이 시작되었고, 실제 산림정책과 기후정책이 통합된 시점은 그간의 변화된 상황을 반영해서 제6차 산림기본계획을 변경한 2025년 부터로 비교적 최근이다. 이로 인해 한국은 기후재난의 일환으로서 산불에 대응하는 정책 전환이 더디게 이뤄졌음을 알 수 있는데, 미국과 비교해 제도적 기반과 정책 일관성 측면에서 격차를 보인다.

2. 한국과 미국 산불 대응 거버넌스의 구조적 차이: 일원화, 분권화, 상설화

(1) 미국은 일원화된 지휘체계로 대응한다.

미국은 사고지휘체계(Incident Command System, ICS)와 다기관조정체계(Multi-Agency Coordination System, MACS)를 국가재난관리체계(National Incident Management System, NIMS) 내에서 운영하는 방식의 일원화된 지휘체계를 갖추고 있다. NIMS는 연방·주·지방·민간·NGO 등 다양한 주체가 공통된 언어와 협력 구조 내에서 대응할 수 있도록 설계되어 있다. 반면, 한국은 형식상 국가재난관리 표준 편제가 존재하나, 실질적으로 다기관 간 유기적 협력 체계가 부족하며 일원화된 지휘 체계가 제대로 작동하지 않는다. 그 결과, 산불 발생 시 현장에서 지휘 혼선이 발생하고, 지자체는 여러 상급 기관으로부터 중복 지시를 받는 등 대응의 일관성과 효율성이 떨어진다. 이는 대형 재난 대응의 혼선과 비효율을 심화시키는 구조적 한계로 작용하고 있다.

(2) 미국의 분권화는 신속한 대응과 자율성을 보장한다.

미국은 연방주의에 따라 주정부가 산불 대응의 1차 책임을 지고, 연방정부는 필요 시 지원하는 협력적 분권 구조를 갖는다. 캘리포니아주는 자체 경보 시스템과 전문 기관인 캘리포니아 산림소방국(California Department of Forestry and Fire Protection, Cal Fire)을 통해 신속한 대응이 가능하다. 또한, 연방과 주정부 간 법적 권한이 분리되어 있으며, 각 주는 독립적 재난대응 법체계를 운영한다. 예를 들어, 캘리포니아주는 자체 산불 대응법을 제정하고, Cal Fire 및 캘리포니아 주지사 비상관리국(California Governor's Office of Emergency Services, Cal OES) 중심의 대응 체계를 구성한다.

반면, 한국은 산림청 주도의 수직적 지휘 체계를 따르며, 지자체는 중앙 지침을 이행하는 보조적 역할에 머무른다. 협력 체계 역시 필요시 요청에 기반한 일시적 협조에 그쳐, 대응 속도와 효율성, 지역 맞춤형 대응의 유연성이 부족하다. 게다가 중앙정부 중심의 단일 법체제로, 산림청과 행정안전부 소관 법률이 산불 정책을 주도하고 지자체는 보조적 수준의 조례를 제정한다. 정책 수립 역시 미국은 주 차원의 전략과 실행계획이 활발히 마련되지만, 한국은 중앙정부의 계획 틀 안에서 지역 특성을 반영하는 수준에 그친다. 이처럼 미국은 연방제 국가로서 법·정책 양면에서 지방정부의 자율성이 강조되는 반면, 한국은 중앙정부 주도의 통합적 관리체계를 유지하고 있다.

(3) 미국은 상시 협력 거버넌스를 갖추고 있다.

미국의 국가산불대응협력센터(National Interagency Fire Center, NIFC), 조정센터(National Interagency Coordination Center, NICC)를 중심으로 상시 협력 기반의 통합 거버넌스를 운영하고 있다. 이를 통해 연방·주·지방·군·민간·NGO가 실시간으로 정보와 자원을 공유하고 협력할 수 있는 체계가 작동한다.

3. 한국의 재난 대응 프레임워크는 4단계인 반면, 미국은 완화(Mitigation)를 포함한 5단계로 장기적 피해 저감을 통해 회복력을 강화한다.

미국의 국가대비시스템은 예방-보호-완화-대응-복구의 5단계로 구성되어 있으며, 이 중 '완화' 단계는 재난의 장기적 영향을 줄이기 위한 핵심으로 기능한다. 이는 위험 요인 파악, 취약성 감소, 장기적 피해 저감을 통해 회복력을 강화하는 역할을 한다. 반면, 한국은 「재난 및 안전관리기본법」에 따라 예방-대비-대응-복구의 4단계 체계를 적용하며, 완화 단계는 부재하다. 또한 각 단계가 미국처럼 상호 순환적이지 않고 선형적·절차적으로 구성되어 있다. 이러한 차이로 인해 한국은 사전적 위험 완화보다는 사후대응에 집중되고 있으며, 장기적 대응 전략 수립 및 단계 간 통합적 구조가 미흡한 상황이다.

4. 미국은 장기적인 회복까지 민간 참여를 제도화한 점에서 한국과 차이가 있다.

미국의 NIMS는 NGO와 민간을 공식 협력 주체로 포함시키고 있다. Firewise USA 등의 프로그램을 통해 예방단계부터 주민의 자발적 참여를 장려하며, 산불 대응을 위한 철저한 교육과 훈련을 제공한다. 또한 장기재난복구그룹(Long-Term Recovery Groups, LTRGs) 같은 네트워크를 통해 복구 과정에서도 지속적 민관 협력이 이루어진다. 반면 한국은 자원봉사자 관리체계는 존재하지만, 민관 협력 거버넌스는 체계화되어 있지 않으며 개별 계약을 통한 참여에 그치는 실정이다. 따라서 민간 참여는 단기적·보조적

성격에 머물며 정책 형성과 집행 과정에서의 실질적 주체로 기능하지 못한다. 이로 인해 재난 대응의 지속성, 회복력, 민관 협력 측면에서 구조적 한계가 존재한다.

5. 양국은 산불 대응 예산 배분 구조에서 뚜렷한 차이가 나타난다.

미국은 산불 대응 예산의 20% 이상을 예방 부문에 지속적으로 배정하는 선제적 전략을 채택하고 있다. 캘리포니아주는 2021~2024년 동안 약 28억 달러(한화 약 3조 8천억 원)를 산불 예방과 회복력 강화에 투입했으며, 법적으로도 매년 최소 2억 달러(한화 약 2,760억 원)를 예방과 복원 사업에 사용하도록 명시했다. 반면, 한국의 산림청 본예산 중 예방 부문은 2-4% 수준에 불과하고, 예산 대부분이 진화 및 복구에 집중되어 있다. 지자체 또한 예방 예산 기준이 없으며, 산불 대응 예산의 절반 이상을 자체 재원으로 충당해야 해 정책 실행이 재정 여건에 좌우된다. 이처럼 한국은 사후 대응 중심, 미국은 예방 중심이라는 구조적 차이를 보인다.

6. 산불, 한국은 사회재난으로, 미국은 복합재난으로 분류한다.

미국은 연방 차원에서 재난을 원인별로 구분하기보다는 ‘위해(Hazard)’라는 포괄적 개념으로 접근하며, 파급력과 강도에 따라 대응 수준을 결정한다. 스태포드법, 국가대응프레임워크, 통합산불관리전략 등 주요 정책 문서 모두 이러한 통합적 재난 인식을 바탕으로 한다. 캘리포니아주는 산불을 자연적 위해(Natural Hazard)로 분류하며, 기후 및 지형 요인을 주요 원인으로 본다. 반면 한국은 「재난 및 안전관리 기본법」에 따라 재난을 자연재난과 사회재난으로 구분하고, 산불은 ‘화재’로 간주되어 사회재난으로 분류된다. 이로 인해 미국과 한국은 산불에 대한 정책적 전제와 대응 관점에서 뚜렷한 차이를 가진다.

[한국 시사점]

연구진은 연구결과를 통해 세 가지 시사점을 제시한다.

1. 기후위기와 산불재난을 연계한 통합 정책체계 구축이 필요하다.

미국은 2005년 이후 기후재난의 연속성과 복합성을 인식하며, 산불을 기후위기의 대표적 현상으로 규정하고, ‘기후 복원력 프레임워크’ 등 장기 전략을 마련해왔다. 반면 한국은 2018년부터 관련 논의가 시작되어 2025년에 변경된 제6차 산림기본계획에 이르러서야 기후위기와 산불정책이 통합되었다. 향후 한국에서도 산불을 단순한 화재로서 사회재난이 아닌 복합 재난(Hybrid Hazard)으로 재정의하고, 기후위기와의 관련성에 주목하면서 기후위기 대응의 일환으로 통합 정책체계를 수립할 필요가 있다. 이를 위해 산림청, 기후환경부서, 재난안전부처 간 역할과 예산, 데이터 연계를 바탕으로 통합적 전략 수립이 이뤄져야 하며, 산불재난 대응 주기에 ‘완화’ 단계를 도입하여 사전적 위험요인 분석, 자원 선제 배치, 취약 지역 중심의 회복탄력성(Resilience) 강화를 추진해야 한다. 특히 재난의 반복성과 장기화를 고려한 예방 중심 재정구조로의 전환도 필수적이다.

2. 산불 진화 현장에서 대응 효율성을 강화하기 위해 지휘체계를 일원화하는 방향으로 매뉴얼을 개선해야 한다.

산불재난은 시간 단위의 대응이 필요한 급박한 재난으로, 현장에서의 지휘 일원화 여부가 대응 성패를 좌우한다. 특히 기후위기시대 산불은 보다 빠르고 광범위하게 확산되는 경향을 보이기 때문에 초기 대응이 더욱 중요하다. 미국은 사고지휘체계(ICS)와 국가재난관리체계(NIMS)를 중심으로 연방-주-지방-민간 간 단일 체계를 운영하며, 표준화된 용어·절차·위계 속에서 유기적 대응이 가능하다. 반면 한국은 명목상 표준 지휘체계는 존재하나 실질적 운영에서는 다수 상급중앙기관으로부터의 중복 지시, 현장 지휘 혼선, 지자체의 실행 권한 부족 등이 지속적으로 반복되고 있다. 이에 따라 일원화된 산불지휘체계 구축이 시급하며, 재난 발생 시 단일 주체를 통한 신속 판단, 지자체와의 명확한 권한 분담, 현장 중심 의사결정 절차가 정립되어야 한다. 또한, 현장 대응 매뉴얼을 기본으로 대응하되, 현장 상황에

다른 가변성과 지자체의 재량권을 인정하는 형태로 개선되어야 한다. 이를 통해 중앙-지자체 간의 혼선 최소화와 함께, 현장 판단과 조정 역량을 보장할 수 있다. 특히 산림청, 소방청, 지방정부 간의 역할 충돌과 인력 편성 중복 문제도 구조적으로 재정비해야 한다.

3. 재난 전후 예방·완화·회복 단계에서 협력 거버넌스를 통한 지자체·민간 역량을 보완하는 체계 마련이 필요하다.

산불은 지형·기후·토지이용 특성 등 지역적 요인이 강하게 작용하는 재난인 만큼, 초동 대응에 있어 지방정부의 자율성과 대응 능력이 매우 중요하다. 미국은 주정부가 산불 대응의 1차 책임을 지고 연방은 보조적 지원을 제공하는 분권형 협력 체계를 운영하며, 민간·NGO·주민 등 다양한 주체가 Firewise USA, 장기재난복구그룹 등 제도화된 프로그램을 통해 예방-대응-복구-완화(회복) 전 과정에 참여한다. 반면 한국은 중앙정부(산림청) 주도의 지휘체계 하에 지자체는 지침 수용과 단기 자원관리의 역할에 그치고 있다. 향후 한국도 지자체가 초기 판단과 자원투입을 자율적으로 결정할 수 있도록 재정 확보 수단, 법적 권한 강화, 전문 인력 확보를 동시에 추진해야 하며, 중장기적으로는 지역주민과 NGO의 참여를 제도적으로 보장하는 민관협력 프레임워크가 구축되어야 한다. 이는 일시적 자원봉사 수준을 넘어선 공동대응체계를 의미하며, 회복탄력성 중심의 지속가능한 거버넌스로 전환하는 데 기반이 될 수 있다.