

# 미국의 산불예방 및 현장대응 지휘체계 연구

강원특별자치도 소방본부

김남섭

## 훈련결과보고 요약서

성 명	김남섭	직 급	소방경
훈 련 국	미국	훈련기간	2023. 7. ~ 2024. 6.
훈련기관	미주리대학교 아시아센터 (UNIVERSITY of MISSOURI Asian Affairs Center)	보고서매수	32매
훈련과제	산불예방, 대응시스템		
보고서제목	미국의 산불예방 및 현장대응 지휘체계 연구		
내용요약	<p>2020년 캘리포니아 산불 및 2023년 하와이 산불로 수많은 인명피해와 주택 소실 등 대형재난이 발생한 미국은 주거지 인근까지 산불이 번질 우려가 높은 주거 형태를 가지고 있어 산불발생시 삶에 직접적 위협이 되고 있다.</p> <p>따라서 산불을 국가적 재난으로 대응하고 있으며, 미국의 산불 예방 및 대응 시스템과 현장 지휘 체계는 철저한 준비와 협력을 바탕으로 체계적으로 구축되어 있다.</p> <p>사고지휘체계(ICS: Incident Command System)에서 모든 대응 기관들이 통합된 지휘구조 아래 협력하여 일관된 지휘 체계를 유지하는 통합 지휘 체계를 갖추고 있으며, 국립기관협력 소방센터(NIFC: National Interagency Fire Center)를 통해 연방, 주, 지방 기관들이 협력하여 산불대응을 위한 역할을 조정하고 지원하며, 필요한 자원을 신속히 배분한다.</p> <p>다기관 협력(MAC: Multiagency Coordination)시스템을 통해 여러 기관이 협력하여 자원과 정보를 공유하고, 대응 전략을 공동으로 수립하여 대응하며, 협력 체계를 유지한다.</p> <p>다양한 기관들의 유기적 공조가 필요한 산불현장에서 이러한 시스템과 체계를 도입 우리의 실정에 맞게 보완한다면 산불에 대한 대비와 대응 능력을 한층 더 강화할 수 있을 것이다.</p>		

# 목 차

I. 서론	1
II. 미국의 산불관리	2
III. 미국내 산불의 주요 원인 및 영향	4
1. 기후변화	4
2. 인간활동	4
3. 고압 송전선로	4
4. 낙뢰 등 자연환경	5
IV. 미국 (대형)산불 사례 및 발생 현황	5
1. 주요 산불 발생 지역 및 최근 대형산불 사례	5
2. 2023 미국 산불통계(현황)	7
V. 미국의 산불 예방 시스템	13
1. 조기 경보 시스템	13
2. 인적 리소스 및 교육 프로그램	14
3. 정책 및 제도적 지원	15
VI. 미국의 산불대응 시스템	15
1. 산불관련 기관	17
2. 산불대응 체계	19
3. 산불 전문진압대원(Firefighters) 구성	21
4. 미 바이든 행정부의 산불대응전략	24
VII. 비교분석 및 개선방안	25
1. 한국사례 및 문제점	25
2. 미국 사례	26
3. 시사점 및 개선 방향	27
VIII. 결론	31
참고문헌	33
부    록	35

# 국외훈련 개요

1. 훈련국 : 미국

2. 훈련기관명 : 미주리대학교 아시아센터  
(UNIVERSITY of MISSOURI Asian Affairs Center)

3. 훈련분야 : 산불예방 및 현장대응

4. 훈련기간 : 2023. 7. ~ 2024. 6.

# 미국의 산불예방 및 현장대응 지휘체계 연구

## I. 서론

해마다 전 세계 곳곳에서 발생하는 산불은 점점 더 규모가 커지고 있으며, 도심까지 확산되어 막대한 재산 피해가 발생하고 사람들의 건강과 생명을 위협하며 생태계를 파괴하고 있다. 미국은 산불 기간에만 평균적으로 76억 ~ 628억 달러의 산불피해가 발생하고 있는데, 화재예방 및 복원활동에 추가적으로 상당한 비용이 소모된다. 특히, 산림주변에 주택을 건설하는 미국의 특성상 산불이 발생하게 되면 미국 전역 대부분의 지역이 주거지 인근까지 산불이 번질 우려가 있는 주거 형태를 가지고 있어 삶에 직접적 위협을 받고 있다. 이는 2020년 캘리포니아 산불 및 2023년 하와이 산불로 수많은 인명피해와 주택 소실 등 재난이 발생한 사실을 예로 들수 있으며, 실제 First Street Foundation이 미국 전역 화재 위험도를 조사한 모델에 따르면 미국내 주거지 절반 이상이 산불 위험에 직면해 있는데, 와이오밍 및 몬태나와 같은 일부 주에서는 부동산의 90% 이상이 산불 위험에 직면해 있다고 보고<sup>1)</sup> 하였다. 또한 미서부 지역의 경우 산불 규모와 심각성이 점점 증가하며, 건강과 생존위협, 경제, 환경에까지 광범위하게 영향을 주어 산불을 국가 비상사태 차원으로 관리하고 있다.



[그림- 1] 2017년 10월 11일 캘리포니아주 산타로사 산불 피해 항공사진

1) WILDFIRE MANAGEMENT, 2023, By Jacob Fernandes, 「Harvard Model Congress San Francisco 2023」 p1.

국토의 70% 이상이 산지인 우리나라의 산악지형 특성상 강원도뿐만 아니라 전국 각지에서도 재난형 대형산불이 주기적 발생하고 있으며, 최근 도심까지 위협하는 대형산불이 빈번함에 따라 산불예방을 위한 새로운 전략을 모색하고 산불대응을 위한 유관기관 협업활동 등 미국의 선진 산불예방 및 대응시스템에 대하여 연구 하고자 한다.

## II. 미국의 산불관리

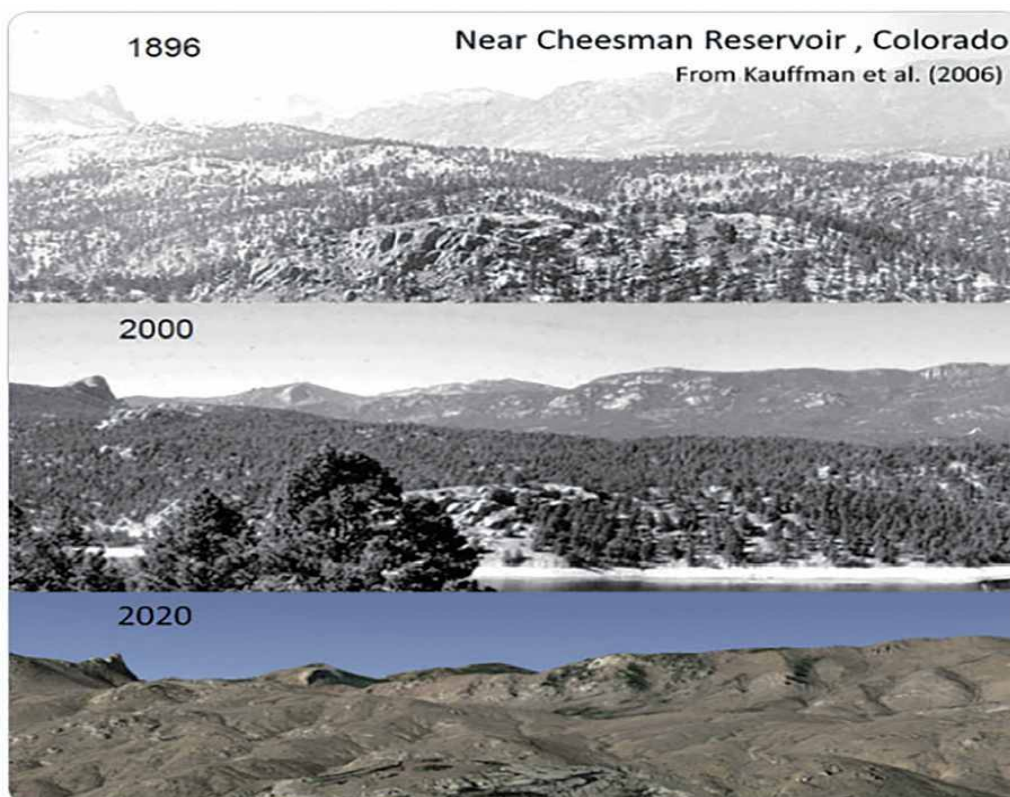
전 세계적으로 초대형 산불이 급격히 증가하고 있는데, 이는 기후변화, 나무를 연료로 사용하지 않음에 따른 폐목 및 낙엽 등 연료의 축적, 캠핑 등 레크레이션 활동 증가에 따른 인간의 실화가 주요 원인이다. 산불로 인해진 해 평균 약 34만 명이 간접적 피해로 사망하고, 우리나라 면적 두 배가 넘는 약 2,000만ha의 산림이 산불로 사라지고 있다. 최근 발생한 대형산불 중 2018년과 2020년 캘리포니아에서 발생한 산불의 소실규모는 각 340만ha와 약410만ha로 큰피해를 기록하였고, 2023년 하와이 산불은 사망 101명 이상, 부상자 67명 이상의 인명피해가 발생하였다. 따라서 미국에서 산불은 허리케인, 토네이도, 홍수처럼 예방이 거의 불가능하고 통제하기 어려운 자연의 거대한 힘으로 인식하여 국가적으로 대응하고 있다.

1890년대부터 미국 정부는 보존 수단으로 화재 진압 계획을 시작하였고, 1905년에 산림청이 설립되어 규정된 화재에 대한 실험을 시작했으며, 이 실험을 통해 실화가 국가산림 보존수단으로 위험하다는 것을 선언하고, 산불과의 전쟁을 선포하여 다각적이고 광범위한 화재진압 및 예방(교육) 캠페인을 시작하였다. 이로 인해 미국 전체의 연간 산불피해면적을 총 5천만 에이커에서 200만~500만 에이커로 줄이게 되었다.

또한, 미국 산불 관리 역사에서 빅번(Big Burn)으로 알려진 1910년 대규모 산불현장에서의 공격적인 산불 진압전략을 통해 현대의 산불관리 시작을 알리며 산불발생시 적극적인 개입을 시작하였고, 이에 20세기 산림청(USFS)의 산불대응 전략은 산불을 귀중한 목재와 재산에 대한 위협, 소멸되어야 할 대상으로 접근하여 소위 오전 10시 정책을 펼쳐 모든 화재가 발견되면 즉시 진압하도록 지시했다.

그러나 이런 적극적인 통제정책으로 인해, 다음 그림에서 볼 수 있듯이

1896년 무렵의 자연적인 발화에 의한 소규모 산불의 영향하에 지속적으로 잘 유지되던 숲이, 산림청에서 시행한 100여 년간의 강력한 산불진압과 억제활동으로 2000년대 뾰족한 숲이 조성되었으나, 2002년 심각한 산불이 발생하였고 이후 2020년까지도 원상회복하지 못하는 문제 또한 발생하였다.<sup>2)</sup>



【그림 2】 콜로라도 치즈맨 인근 산림환경(U.S. Forest Service. 2022.1).

미 산림청은 100년 넘게 국유림과 초원의 산불을 관리해 왔지만, 넓은 국토의 모든 산림자원을 관리 할 수 없었기에 연방, 부족, 주 및 지방 정부와 긴밀히 협력하였다. 또한 산불관리 환경이 크게 변화하여 각 기관간 협력이 더 중요해 졌고, 산불대응 시즌이 해마다 더 길어지고 매년 더 큰 화재가 발생하여 더 많은 지역의 산림이 산불로 인해 소실되고 있기에 최근에는 더 극단적인 화재 행동; WUI(황무지 도시 인터페이스) 정책이 산불진압 작전의 표준이 되었으며, 산림청과 기타 연방, 부족, 주 및 지방 정부는 회복력 있는 자연경관, 화재에 적응된 지역사회, 안전하고 효과적인 산불이라는 세 가지 주요 구성요소로 구성된 국가동원 산불관리 전략<sup>3)</sup>을 개발하여 시행하고 있다.

2) Shawn Regan. (2022.2.2). Biden's Wildfire Crisis Plan. City Journal.

### Ⅲ. 미국내 산불의 주요 원인 및 영향

미국에서는 대형산불이 발생하면 우리나라(남한) 크기의 면적으로 까지 확산되어 최종 진압까지 종종 수개월 이상 소요되기도 한다. 이러한 대형산불은 인간의 생명, 재산 및 지역 경제에 큰 위협을 가하며, 대형산불로 인해 확산된 연기는 최대 수천킬로 떨어진 지역에 살고있는 사람들의 건강에 까지 영향을 미치고 있기에, 정부에서는 주요원인을 분석하여 예방을 위한 정책과 사후 효율적 진압 및 관리를 위한 노력에 심혈을 기울이고 있다.

#### 1. 기후변화

고온·건조한 기후 변화로 인해 산불 발생 가능성이 높아지고 있는데, 과거 산불시즌은 일반적으로 늦여름과 초가을을 위주로 예측 가능하고 단기간 발생하였지만, 오늘날 연평균 기온이 1.9°F 상승하면서 서부지역 산불시즌이 1970년대 평균 5개월에서 현재는 7개월로 길어졌다. 이는 기온상승과 가뭄으로 인해 숲과 대지가 건조해 지면서 가연성이 증가하고, 폐식물이 증가하여 가연재가 지속적으로 쌓이게 되었고, 이로인해 산불이 발생하게 되면 더욱 강력하게 확산되었다. 산불 시즌이 길어짐에 따라 산불 발생 빈도 또한 증가하여 1,000에이커 이상 대형 산불이 75% 이상 증가했다고 한다.

#### 2. 인간활동

최근 발생하는 산불의 60%가 인간에 의해 발생하였고, 그 중 부주의나 불법 행위로 인한 산불 발생이 가장 일반적인 원인 중 하나가 되었다. 담배꽂초, 캠프파이어, 폭죽의 불씨 등이 산불을 일으키고 있으며, 농경지에서의 건초 및 폐목재 더미 등에서의 자연발화, 농작업 도구에서 스파크 등이 산불을 유발할 수 있으며, 산업 활동이나 건설 작업 중 잘못된 화재 관리로 인해 산불 위험을 증가시켰다.

#### 3. 고압 송전선로

송전선은 태풍 등 자연재해, 야생 동물이나 나무 등과 접촉하여 화재를 일으킨다.<sup>4)</sup> 송전선에 의한 산불은 반복·지속적으로 발생되고 있으며 인명,

3) WILDFIRE MANAGEMENT, 2023, By Jacob Fernandes, 「Harvard Model Congress San Francisco 2023」 p2.

4) See SAN DIEGO GAS & ELEC. CO., ALTERNATIVES SCREENING REPORT: ATTACHMENT 1A 2 (2008),

재산, 환경에 심각한 피해를 초래하였다. 2007년 샌디에고 가스 및 전기 회사(SDG&E)가 소유한 고전압 송전선이 산타아나 바람으로 인해 오작동하여 캘리포니아주 샌디에고에서 고압선 단락 화재가 발생하였으며, 이로 인해 247,800에이커의 토지가 불에 탔으며 약 13억 달러의 보험 피해를 입혔다.

#### 4. 낙뢰 등 자연환경

최근 발생하는 산불의 약 60% 이상이 사람에게서 발생하지만, 나머지는 낙뢰 등 자연현상으로 인해 발생하기도 하는데, 낙뢰로 인한 화재가 인위적인 화재보다 더 대규모 화재로 확대될 수 있다. 미국에서 지난 10년 동안 산불발생 원인분석 결과<sup>5)</sup> 54%가 인간의 부주의 등에 의한 실화이고 나머지 46%가 번개 및 강풍 등 자연현상이 원인으로 발생하는 것으로 추정하였다.

### IV. 미국의 대형산불 사례 및 산불발생 현황

미국은 지역별 다양한 지형과 기후를 보유한 지리적 특성으로 산불의 발생 빈도, 규모 및 영향이 지역마다 다른 특성을 보인다. 서부는 건조하고 광활한 목초지와 숲이 우거진 산악지형으로 서부의 산불은 대부분 대형산불로 확산되기 쉽고, 산림 밀도와 기후 조건에 따라 다양한 양상을 보인다. 특히, 온화한 기후조건으로 인해 인프라가 잘 구축된 대도시가 밀집한 지역으로 산불에 심각하게 노출되어 있다. 서부의 산림지대부터 동부의 초원까지 다양한 생태계에서 산불이 발생하기 때문에 각 주별로 각자의 특성에 맞는 산불관리 및 예방 정책을 시행하고 있다. 주별로 산불 위험도와 대응 능력이 다르며, 이러한 차이는 산불의 다양성에 영향을 미쳐, 지역별 산불관리 및 예방에 필요한 정책 및 전략을 결정하는데 중요한 역할을 한다.

#### 1. 주요 산불 발생 지역 및 최근 대형산불 사례

미국에서 산불이 주로 발생하는 지역은 서부 목초지 및 산지와 남부 초원

---

[https://ia.cpuc.ca.gov/environment/info/aspen/sunrise/deir/apps/a01/App%201%20ASR%20z\\_Attn%201A-Fire%20Report.pdf](https://ia.cpuc.ca.gov/environment/info/aspen/sunrise/deir/apps/a01/App%201%20ASR%20z_Attn%201A-Fire%20Report.pdf) [<https://perma.cc/9N24-2EF7>] (discussing wildfires resulting from wildlife interaction with transmission equipment); How Do Power Lines Cause Wildfires?, TEX. WILDFIRE MITIGATION PROJ., <https://wildfiremitigation.tees.tamus.edu/faqs/how-power-lines-cause-wildfires> [<https://perma.cc/QXF3-4T8T>] (last visited Oct. 16, 2023).

5) WILDFIRE MANAGEMENT, 2023, By Jacob Fernandes, 「Harvard Model Congress San Francisco 2023」 p3.

지역으로 특히, 캘리포니아 주는 매년 대규모 산불이 발생하는 지역으로 유명한데, 건조한 기후 조건과 다양한 지형으로 산불이 발생하기 쉬운 환경이다. 콜로라도 주는 건조한 기후와 산악지형으로 인해 산불이 발생하기 쉬운 지역으로 주로 로키산맥의 울창한 산림지역에서 발생하기에 주민들과 자연 생태계에 큰 피해를 입힌다. 알래스카 주는 거대한 산림 지역과 건조한 기후로 인해 산불 발생이 빈번한 지역 중 하나이며, 알래스카의 유명한 산불 발생 지역은 캐나다와 인접한 남동부 항구도시 야쿠타트 지역이다. 애리조나 주와 텍사스 주 또한 건조한 기후와 초원 지형으로 인해 산불이 많이 발생하고 있으며 유타 주, 네바다 주, 오레곤 주 등도 산불이 발생하기 쉬운 지역으로 알려져 있다.

최근 미국에서 발생한 산불사례 중 하나는 송전선에 의한 산불 사례로 2018년 100여년된 송전선의 “C-hook”<sup>6)</sup>의 고장으로 인해 Pacific Gas & Electric Company(PG&E) 소유의 고전압 송전선이 무너져 발생한 산불로, 153,335 에이커의 토지가 불탔으며 85명이 사망하고, 18,800개의 건축물이 파괴되어 84억 달러의 보험 손실이 발생했다. 또한, 2019년에도 PG&E 변속기 점퍼라인<sup>7)</sup>이 강력한 바람에 의한 접촉과 마모로 파손되어 송전탑과 부딪혀 발생한 불꽃으로 인해 Kincade 화재가 발생하였다.<sup>8)</sup> 이로 인해 수백개의 건축물과 77,000에이커 이상의 산림이 파괴되어 총 106억 달러의 피해가 발생하였다.

또한, 미국 현대 역사상 가장 큰 규모의 산불 중 하나로 2020년 캘리포니아주 산지에서 발생한 대규모 산불은, 8월부터 11월까지 계속되어 7개

---

6) A “c-hook” is a component of transmission infrastructure which connects insulators and high-voltage transmission lines to transmission towers. See Dan Brekke, 1987 Report Suggested PG&E Study C-Hooks, But Utility Can't Say Whether It Followed Up, KQED (Dec. 19, 2019),

<https://www.kqed.org/news/11792217/1987-report-suggested-pge-study-c-hooks-but-utility-cant-saywhether-tests-occurred>[<https://perma.cc/63FJ-DMRJ>].

7) Simply put, jumper lines carry the high-voltage electricity from one side of a transmission pole/tower to the other. See Abstract, Isolating Energized Line Segments by Opening Jumper Loops: General Guidelines and Selected Examples, EPRI (July 10, 2013), <https://www.epri.com/research/products/3002001757> [<https://perma.cc/3LPA-VL39>]; See also Sarhan Bakshi, Why U Type Jumpers Provided in an Overhead Transmission Line?, VOLTAGE LAB (Nov. 2, 2021),

<https://www.voltage.com/why-are-u-type-jumpers-provided-in-an-overheadtransmission-line/>[<https://perma.cc/JRU2-BCPG>].

8) See PG&E Resolves Prosecution of Kincade Fire, SONOMA CNTY. DIST. ATTY. (Apr. 11, 2022), <https://da.sonomacounty.ca.gov/pgande-resolves-prosecution-of-kincade-fire> [<https://perma.cc/5VKP-5YTA>].

카운티에 걸쳐 420만 에이커 이상을 태웠는데, 이는 Mendocino 국유림의 낙뢰로 시작되어 주거지까지 확산된 복합 화재로 33명 이상의 인명피해와 8,200개 이상의 건축물이 소실되어 수천명의 이재민이 발생하였고, 190억 달러의 피해를 기록하였다. 2021년에도 오레곤, 워싱턴, 캘리포니아를 비롯한 서부 전역에서 대규모 산불 사건이 발생하여 강한 바람과 건조한 기후 조건 등의 영향으로 빠르게 확산되었고, 수많은 주민들과 건축물 등에 피해를 입히는 결과를 초래하였다. 하와이 마우이섬에서 2023년 8월 초 발생한 산불은 하와이 북쪽의 강한 고기압과 남쪽의 허리케인 도라에 의해 생성된 건조한 돌풍에 의한 자연현상으로 추정하고 있으며, 사망 101명 이상, 부상자 67명 이상 발생한 최악의 인명피해를 남긴 산불로 기록되었다.

이러한 산불 사례들은 미국에서 산불이 주요한 자연 재해로 인식되고 있으며, 산불 관리 및 예방이 절대적으로 필요한 문제임을 보여준다. 미국 정부 및 지방정부는 산불에 적극적으로 대응하고 예방하기 위해 노력하고 있으며, 산불 관리와 관련된 정책 및 기술 개발이 지속적으로 이루어지고 있다.

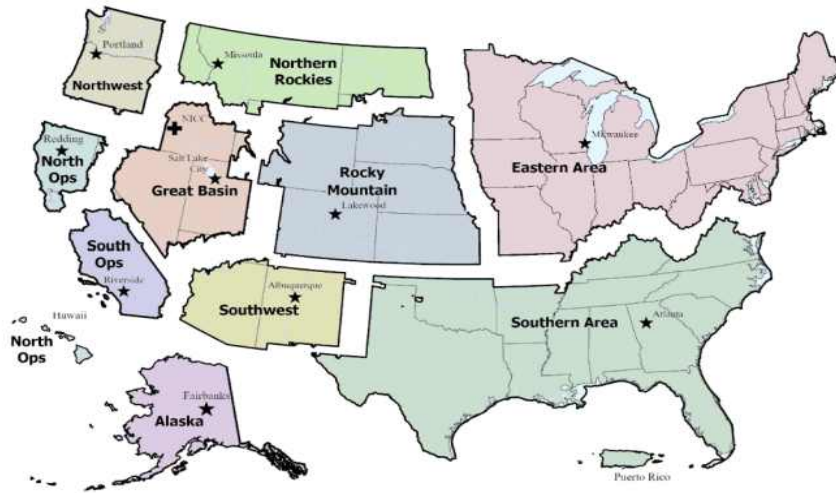
## 2. 2023 미국 산불통계(현황)

산림청(US Forest Service)과 지질조사국(US Geological Survey)에서는 미국 내 산불에 대한 통계를 주기적으로 발표한다. 다음 통계는 상황 보고서 및 사건 상태 요약(ICS-209) 프로그램<sup>9)</sup>에서 수집된 자료로, 기관 및 지리적 영역별로 설명되었다. 자원 동원 통계는 전국적으로 동원된 항공기, 승무원, 장비, 간접비 및 보급품을 추적하는 기관 간 자원 주문 능력 시스템(IROC)에서 수집되었으며, 10개의 지리적 지역조정 센터(GACC) 중 하나에서 요청하고 NICC를 통해 처리된 자료이다. FEMA의 요청은 긴급지원 기능(ESF)을 통해 NICC에 전달되고, 과정과 절차는 국가동원 지침(National Mobilization Guide)에서 확인할 수 있다.<sup>10)</sup>

9) 1 Situation Report and ICS-209 data are considered situational and provisional, as they are reported while wildfire activity and incidents are occurring; they do not account for all wildland fires and their final outcomes. Some wildfires, including many that are suppressed solely by private citizens or local fire departments (not by wildland fire management agencies), are never reported to any Dispatch Center that submits Situation Report data. Additionally, ICS-209 reports are not required for the small, short duration wildfires that comprise the vast majority of overall fire occurrence annually. For official data and summary statistics, one must contact each of the individual agencies affected and refer to their final fire reports and other authoritative sources of agency-specific information.

10) National Interagency Coordination Center (2023). Wildland Fire Summary and Statistics Annual Report. P. 3.

### Geographic Area Coordination Centers



【그림 3】 지리적 지역조정센터 위치와 관리구역

2023년 미국에서 전국적으로 보고된 산불은 56,580건으로, 전국적으로 보고된 피해는 주거용 건물 3,060개를 포함해 총 4,318개 건축물이 산불로 소실된 것으로 보고되었다. 이중 하와이 마우이에서 소실된 2,308채의 주택을 포함하여 북부 캘리포니아지역에서 대부분의 건축물이 소실되었다.

GACC	Single Residences	Mixed Commercial-Residential	Multiple Residences	Nonresidential Commercial Property	Other Minor Structures	Total
Ak	5	0	0	0	4	9
EA	18	0	0	0	76	94
GB	4	0	0	1	5	10
NO	2,313	0	0	3	1	2,317
NR	17	0	0	0	52	69
NW	421	0	0	5	459	885
RM	7	0	0	3	11	21
SA	220	3	24	14	586	847
SO	25	0	0	0	17	42
SW	6	0	0	1	17	24
Total	3,036	3	24	271	1,228	4,318

【표 1】 2023년 발생한 산불로 인해 파괴(소실)된 건축(구조)물 (Structures Destroyed)

국가동원지침(National Mobilization Guide)에서는 대형화재를 산림(목재

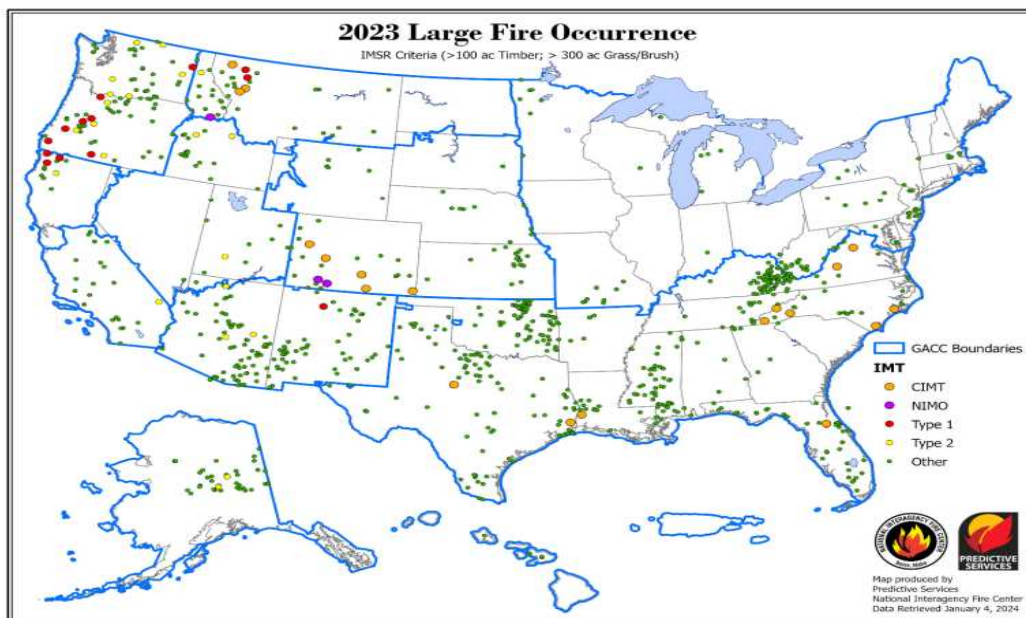
연료)의 경우 최소 100에이커, 잔디 및 관목연료 모델의 경우 300에이커를 태우는 화재로 정의한다. SIT/209 애플리케이션을 통해 2023년에 보고된 대형 산불은 891건으로, 전국적으로 발생 보고된 전체 산불의 2% 미만이다.

Name	GACC	State	Start Date	Last Report Date	Size in Acres	Cause *
Smith River Complex	NO	CA	8/16	11/15	95,107	U
York	SO	CA	7/28	8/19	93,078	H
Newell Road	NW	WA	7/21	7/30	60,551	U
Pass	SW	NM	5/21	8/31	59,833	L
Anderson Complex	AK	AK	7/29	8/24	58,933	U
Delta	AK	AK	7/25	8/31	57,395	L
Clear Creek Complex	AK	AK	7/27	8/17	52,966	L
2023 SRF Lightning Complex	NO	CA	8/17	10/24	50,198	U
Pogo Mine Road	AK	AK	7/25	8/23	48,792	L
Cooksley	RM	NE	4/18	4/18	40,000	U

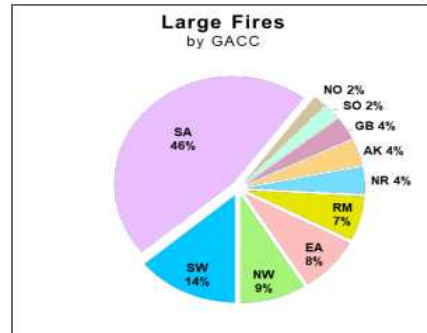
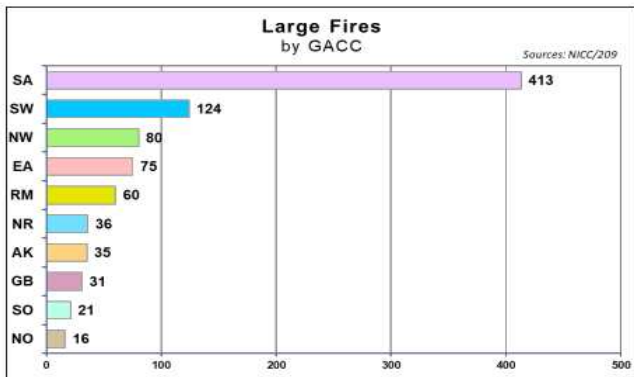
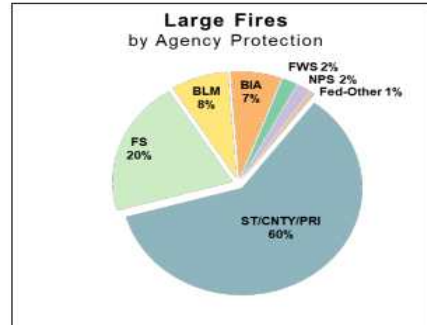
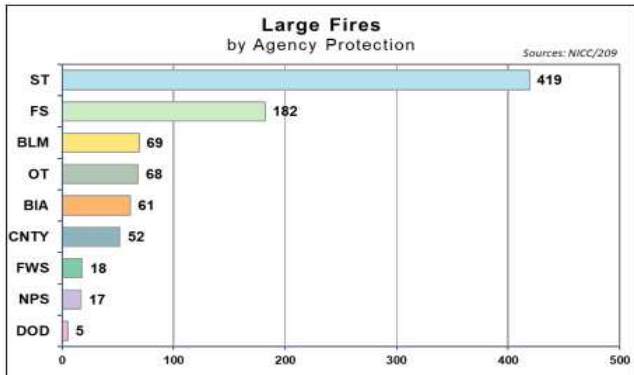
\* L=Lightning H=Human U=Undetermined NR=Not Reported  
 Information in the above table was derived from the Sit/209 Application. This information may not reflect final official figures

【표 2】 2023년 발생한 40,000 에이커 이상 대형산불  
 (Significant Incidents Over 40,000 Acres)

'대형 화재' 기준을 충족하는 대부분의 산불이 남부 지역과 주정부 또는 기타 비연방 화재 관리 기관에서 보호되는 토지에서 발생했다.

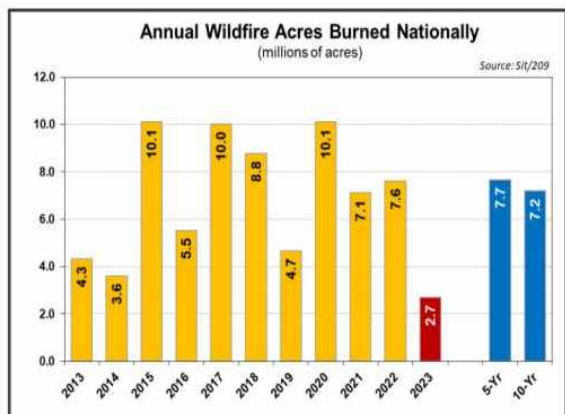
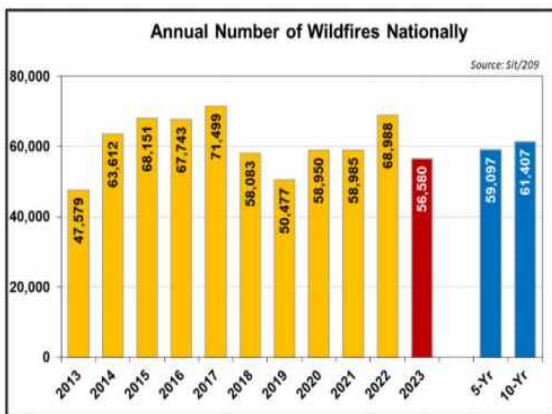


【그림 4】 2023 대형(산불)화재 발생 분포도



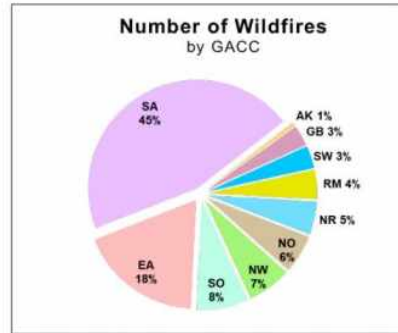
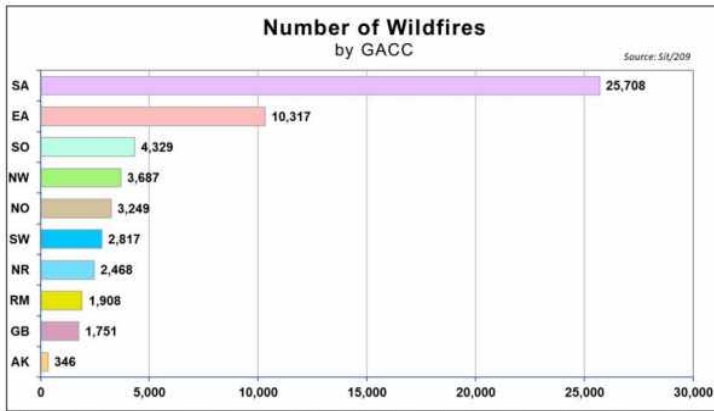
【그림 5】 지역 및 기관별 대규모 산불현황

2023년 총 56,580건의 산불이 발생해 2,693,910에이커가 소실됐고, 총 화재건수와 연소 면적은 모두 5년 및 10년 평균보다 낮았다.

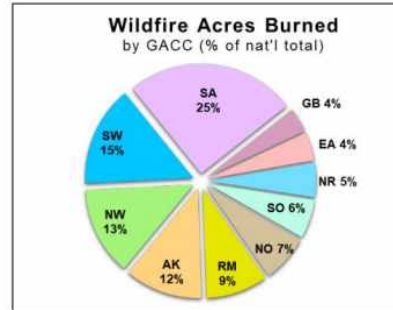
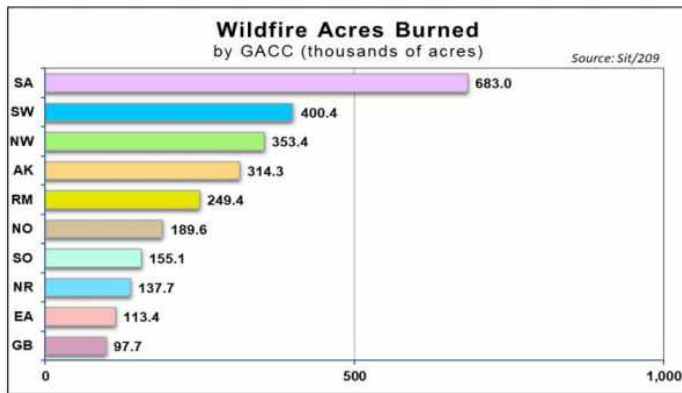


【그림 6】 전국적 연간 산불 건수 및 연간 산불소실(피해) 면적

또한, 아래 차트는 2023년 각 지리적 영역의 화재 활동으로 남부지역 전체가 산불발생 절반을 차지하고 가장 큰 피해를 입었음을 보여준다.

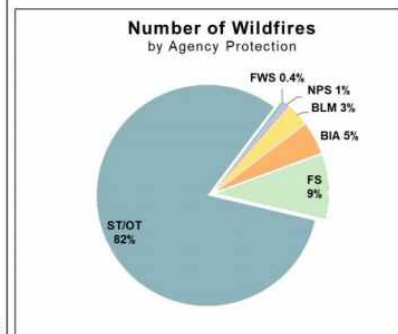
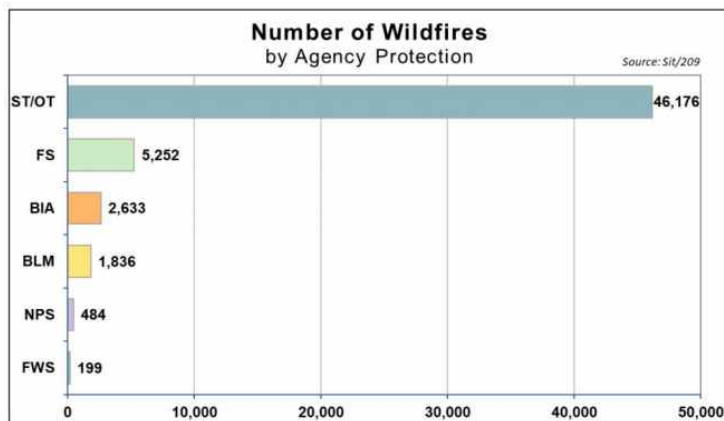


【그림 7】 지역별 산불 발생건수

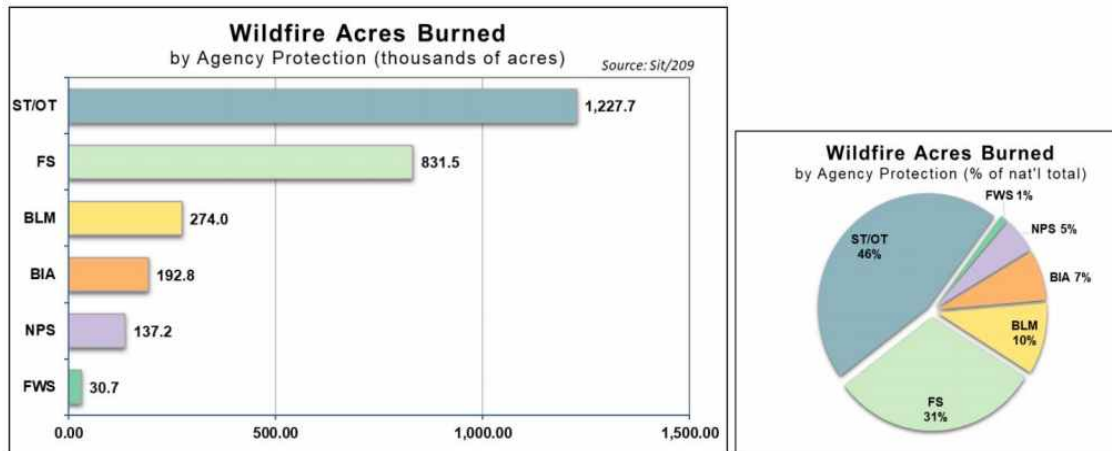


【그림 8】 지역별 산불 소실면적

관할(보호)기관별 산불 분포는 산불의 약 4분의 1이 연방 보호 구역에서 발생했으나 대부분의 산불은 사유지나 주 또는 보호지역(자치령)에서 발화되었다.

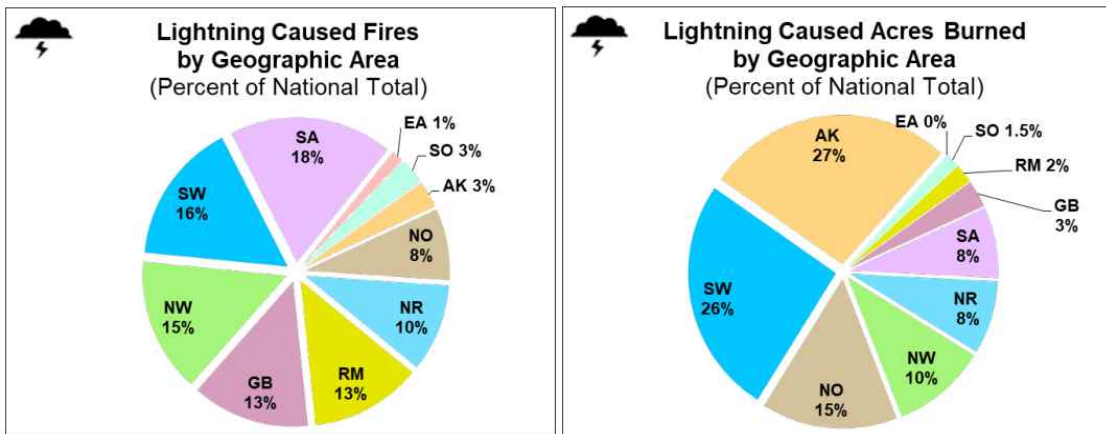


【그림 9】 보호기관별 산불건수



【그림 10】 보호기관별 소실(피해) 면적

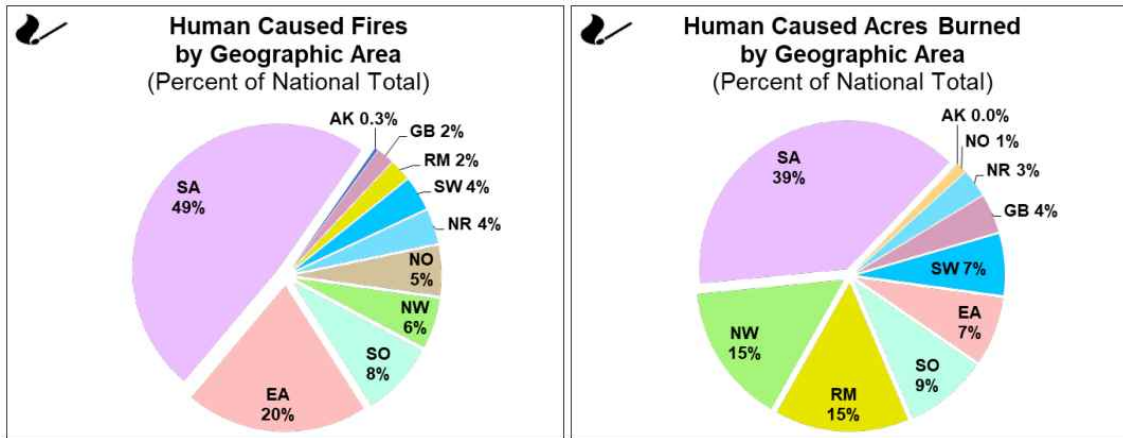
다음 그림에서는 각 지리적 영역에서의 번개에 의한 화재원인 및 피해 면적을 보여주고 있으며,



Fires/ Acres	AK	EA	GB	NO	NR	NW	RM	SA	SO	SW	Total
Fires	176	77	777	470	576	882	734	1,081	174	936	5,883
Acres	313,538	351	34,030	172,438	91,949	119,748	24,039	88,765	17,019	298,788	1,160,665

【표 3】 지역별 번개에 의한 화재 및 소실(피해) 면적

다음 그림은 인간에 의한 실화 및 피해면적을 보여주고 있는데, 지역적 다양한 환경 특성에 따라 화재발생 원인이 다름을 보여주고 있다.



Fires/ Acres	AK	EA	GB	NO	NR	NW	RM	SA	SO	SW	Total
Fires	170	10,240	974	2,779	1,892	2,805	1,174	24,627	4,155	1,881	50,697
Acres	737	113,065	63,626	17,209	45,705	233,619	225,324	594,233	138,115	101,612	1,533,245

【표 4】 지역별 인간에 의한 실화 및 소실(피해) 면적

## V. 미국의 산불 예방 시스템

### 1. 조기 경보 시스템 및 시뮬레이션 활용

산불 예방 시스템에 인공위성 등 최첨단 장비 뿐만 아니라 산불감시원 등 전통적 방식이 공존하는 다양한 조기 경보 시스템이 사용되고 있으며, 산불 예방 및 진압을 위한 예측 모델과 시뮬레이션을 활용하여 산불 위험을 평가하고 대응 전략을 개발하는 방법으로 활용하고 있다.

산불 위험성 예측을 위해 과거 산불 발생 기록, 기상 데이터, 지형 정보 등을 기반으로 한 산불 위험성 예측 모델을 통해 특정 지역의 산불 발생 가능성, 산불 위험 지역을 식별하고 조기 경보하며, 인공지능 기술로 위성 이미지나 드론에서 수집된 데이터를 분석하여 산불 발생을 실시간으로 감지하고 모니터링하여 산불 발생 지점을 빠르게 식별하고 대응한다. 특히 인공위성 기반 경보 시스템은 산불의 초기 감지에 사용되며, 빠른 속도로 산불의 열원을 감지하여 관련된 당국과 주민들에게 경보를 제공하고, 드론은 산불의 진행 상황을 모니터링하고 잠재적 위험 지역을 식별하는 데 사용된다. 스마트폰 앱이나 무선 기기 등 휴대용 경보 시스템을 통해 개인이나 소규모 그룹에 실시간으로 산불 관련 정보를 제공하고, 주변 위험 지역을

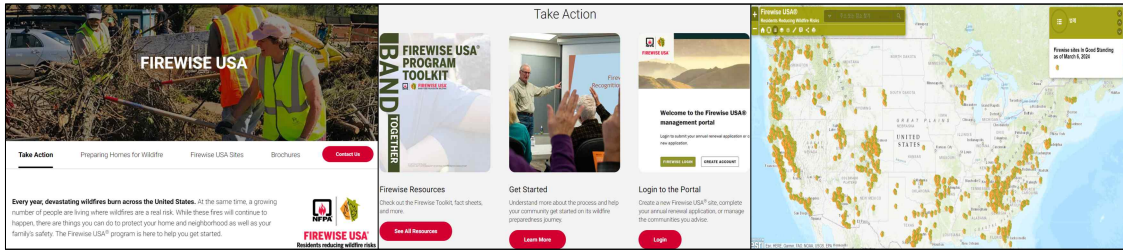
경고한다. 또한 통합 산불관리 시스템을 통해 여러 종류의 데이터를 수집하고 분석하여 산불 위험을 평가하고 조기 경보를 발효하며 인공지능과 빅데이터 분석을 활용하여 산불의 발생 가능성을 예측하고 경보를 발효한다. 빅데이터 분석으로 산불 대응에 필요한 자원을 효율적으로 할당하고 우선 순위를 설정하여 산불 발생 지역에서 가장 필요한 자원을 빠르게 투입하여 대응할 수 있도록 조치한다. 아울러 인공지능과 빅데이터 기술을 사용하여 산불 예방 및 대응에 관한 연구 및 개발을 진행하고 새로운 기술과 방법을 개발하여 산불 관리의 효율성을 높인다.

## 2. 인적 자원관리 및 교육 프로그램

산불관리를 위해 지역사회 커뮤니티의 적극적인 참여와 협력, 다양한 인적 자원관리와 교육 프로그램을 실시하고 있다.

지역사회 커뮤니티를 대상으로 한 교육 및 인식 프로그램을 개최하여 산불 위험성을 알리고 안전한 산불 관리 및 예방 방법에 대한 정보를 제공한다. 주민들은 산불의 위험성을 이해하고 예방 조치를 취하는 데 도움을 받으며, 적극적으로 참여하고, 지역사회는 산불 관리와 대응에 필요한 자원과 경험 공유를 통해 산불 대응팀과 협력하여 산불진압 작업에 참여하고, 재난 대응 및 구호 활동에 도움을 준다. 많은 지역 주민들이 산불 관리에 자발적으로 참여하고 봉사활동을 수행하며, 산불 피해 지역에서의 정리 및 복구 작업에 참여한다. 지역사회는 산불 관리에 필요한 협력 네트워크를 구축하고 유지한다. 지방정부, 비영리 단체, 기타 이해 관계자들 간의 협력을 강화하고 지역적 산불 관리의 효율성을 높이고, 산불 비상 대응 및 통합 계획을 수립하여 다양한 기관 및 정부기관 간의 협력을 강화하고 효율적인 산불대응을 위해 재난 대응 시스템과 연계하여 운영된다.

워낙 거대한 국토에 즉각적인 소방서비스를 제공받을 수 없는 지리적 특성과 산림주변에서 목재를 주로 사용하는 단독주택을 주거지로 하고 있는 미국의 특성상, 이러한 지역사회의 참여와 협력은 산불 관리를 위해 매우 중요하기 때문에 주민들의 적극적인 활동과 협력이 필요한데, NFPA에서 운영하고 있는 "**Firewise USA**" 프로그램이 대표적인 사례로 지역사회 교육, 훈련, 장비 제공을 통해 산불 위험을 줄이기 위한 사전 조치를 취하도록 장려하고 산불 발생시 행동요령 등을 교육, 전파한다.



【그림 11】 Firewise USA(<https://nfpa.maps.arcgis.com>)

### 3. 정책 및 제도적 지원

산불 예방, 대응, 피해 관리 등 다양한 측면에서 통제 가능한 산불관리를 위해 다양한 정책과 법률 지원이 이루어지고 있다.

먼저 국립 숲 관리법 (National Forest Management Act)은 국유림을 보호하고 지속 가능한 산림 관리를 촉진하기 위해 제정되었으며 산불관리 및 숲 관리 계획 수립을 통해 숲 생태계의 건강과 안전을 유지하도록 규정하고 있다. 둘째, 산불 위험 감소 프로그램 (Wildland Fire Risk Reduction Programs)을 통해 산불 위험 지역을 식별하고 관리하며 산불 위험을 감소시키고 산불 예방정책을 수행한다. 셋째, 산림 관리 지원법 (Forestry Assistance Acts)을 통해 주별 농림부 및 숲 관리 부서를 지원하고 산림 관리 프로그램을 실행하기 위한 자금을 제공하며 산불 예방, 산불 진압, 숲 관리 등 다양한 산림 관리 활동을 지원한다. 넷째, 환경 보호 에이전시(Environmental Protection Agency, EPA)의 산불 관리와 관련한 다양한 지원 및 가이드라인을 제공하며 환경 보호 및 자연 생태계 보전을 위한 방안을 제시한다. 마지막으로 산림 소유자 및 지방 당국과의 협력을 강화하여 산불예방·관리에 필요한 자원을 관리하고 효과적으로 활용한다.

정책 및 제도적 지원은 미국의 산불 관리를 강화하고 건강한 산림 관리를 통해 산림 생태계와 주민들의 안전을 보호하고, 산불로 인한 피해를 최소화하기 위한 것이다.

## VI. 미국의 산불대응 시스템

미국에서 대규모 산불은 관할권을 존중하지 않는다. 대규모 산불에 대응하려면 여러 관할권과 지방정부, 민간 등 유기적 협력이 필요한데, 각 기관의

임무와 목표가 종종 다르게 나타날 수 있고, 이에 따른 상호 의존적 협력은 갈등을 초래할 수 있기 때문이다.

산불현장에서 화재진압 자원은 모든 산불관리 조직의 핵심으로, 다중 기관 접근 방식을 통해 산불에 대응하기 위해 각 기관들이 서로 다른 별도의 진압자원을 가지고 있다. 이러한 진압자원은 진압 목표를 달성하기 위해 다양한 전술적 조치를 취하는 지상자원(소방관, 소방차, 불도저 등)과 항공 자산(비행기, 헬리콥터, 공중 급유기 등)으로 구성된다. 미국 산림청 (USFS)은 수천 명의 산불 소방관, 소방차, 전문인력 및 기타 진압자원 등을 보유하고 있으며 미국 내 모든 산불 진압 역량 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 또한, 초대형 유조선에 포함하여 소방차, 승무원, 헬리콥터 및 항공기를 확보하기 위해 추가적으로 민간 공급업체와 계약을 체결하기도 한다. 아울러, 모든 관할권(비연방 토지 포함)에서 화재 진압을 위해 가용 자원을 제공하고 다른 연방 및 비연방 기관과의 파트너십 및 계약으로 국유림에 대한 진압 수요를 충족한다.

한편, 화재 진압자원에 대한 수요와 예산 제약의 균형을 맞추는 것이 USFS의 기관 우선순위로 미국의 화재진압 자원은 역사적으로 봄에 사용할 수 있도록 준비되고, 가을에는 진압인력 계약을 해지하는 계절적 임시 자원이었지만, 현재는 대규모의 산불이 연중 수시로 발생하게 되어 전문 진화 대원이 상시 고용형태로 변화되고 있다.

Ignition Month / Year	Fire Name	Ignition State	Final Fire Size (Hectares)
February, 2015	Round	California	2,645
November, 2016	Chimney Tops 2	Tennessee	6,936
March, 2017	Complex	Oklahoma/Kansas	315,368
December, 2017	Thomas	California	114,078
November, 2018	Camp	California	62,053

[표 5] "비수기" 발생한 대형산불 사례<sup>11)</sup>

(Selected examples of destructive “off-season” wildfires, illustrating the shift from a “fire season” to a “fire year” in the US.)

11) Fire Suppression Resource Scarcity, Current Metrics and Future Performance Indicators. p3

미국에서 산불 진압자원의 공급과 수요를 추적하는 데 사용되는 주요 데이터베이스는 ROSS(Resource Ordering and Status System)로, ROSS는 파견자가 진압자원에 대한 수요 요청을 관리하는 데 사용되며 대규모 화재 및 지역 내 자원 요청에 대한 평가를 통해 가용자원을 확보하고 배치.관리하는 데 광범위하게 사용된다.

## 1. 산불관련 기관

미국 연방정부 소유 산림에서 발생하는 산불에 대한 관리는 농무부 산하 산림청(Forest Service)과 내무부 소관으로 미 산림청에 따르면 미 전역에 심각한 산불위험에 놓인 국유림은 6,300만 에이커(2,500만 헥타르)이나 산림청이 산불대비를 위해 관리하는 산림의 면적은 최근 연간 200만 에이커(81만 헥타르)에 그치고 있다.<sup>12)</sup> 따라서, 산불대응을 위해 다양한 기관과 지방정부 및 지역사회 커뮤니티와 협업을 통해, 적극적인 공조체계를 구축하고 있으며 세부기관은 다음과 같다.

**The National Interagency Fire Center**(국립 기관간 소방 센터 / @FSNIFC)는 산림청, 어류 및 야생생물국, 국립공원국, 토지관리국, 인디언 사무국, 항공지원국, 국립기상청 등 7개 기관이 중심이 되어 산불을 통제하고 진압하기 위한 국가 물류 지원 센터이다. 따라서 연방, 지역 및 지방 차원에서 소방보급품, 장비 및 인력 동원을 조정하고, 화재 시즌 동안 지방 및 지역 소방자원 부족시 미 전역에 위치한 지역 지리적 조정 센터는 국가 기관간 조정 센터를 통해 추가 소방인력 및 장비를 확보한다. NIFC는 각 협력기관들이 가지고 있는 가용 소방장비를 효과적으로 공유하고 있으며, 현재 NIFC의 기관협력 범위를 50개주와 인근 캐나다까지 확대하여 외국의 비상사태와 산불진화 업무까지 지원하고 있다.

**The U.S. Department of Interior**(내무부 / @Interior)는 Office of Wildland Fire 진압 프로그램을 통해 산불을 통제하는 데 필요한 인력과 장비 비용을 지불 하고 미국 어류 및 야생 동물 보호국(@USFWS)을 통해 매년 350,000에이커 이상의 화재 관리 프로그램을 운영하고 있다.

**The U.S. Department of Agriculture Forest Service**(농무부 산림청 / @forestservice)의 소방관은 매년 국유림 등 대다수의 산불에 대응한다.

---

12) Shawn Regan. (2022.2.2). Biden's Wildfire Crisis Plan. City Journal. / 바이든 행정부의 산불 대응 전략 P3

**Federal Emergency Management Agency(연방 재난관리청 / @FEMA)**는 산불발생 지역 공무원을 통해 산불 피해자(이재민)의 필요 물품 지원업무와 복구를 위한 연방 자원을 확보하고 조정하여 공공지원 보조금, 임시 주택 및 복지서비스 등 긴급 지원 기능을 담당한다.

**The U.S. Fire Administration's(소방청)**에서는 화재가 발생하면 진화 인력과 장비를 지원한다. 또한 지원 서비스 중 국가화재사고보고 시스템(National Fire Incident Reporting System, NFIRS)을 제공하는데, 이는 화재정보, 응급의료서비스, 자연재난 등 다양한 사항을 보고하는 표준 시스템이다. 또한 산불 및 야생지 도시 인터페이스 운영을 통해 산불예방 대응 교육 자료, 보조금 정보 및 기술 자원을 제공한다.

**The U.S. Fire Administration National Fire Academy(소방청 국립 소방 아카데미 / @USfire )**는 화재, 예방 및 기타 위험에 대응하는 직업 및 자원봉사 소방관들과 응급 서비스 조직을 지원하기 위한 무료 교육 및 교육 프로그램을 제공한다.

**The Wildland Fire Leadership Council (WFLC / 산불 리더십 위원회)** 산불 리더십 위원회(WFLC)는 원래 연방 화재 관리 정책을 조정·지원하기 위한 정부 간 위원회로 농무부 장관과 내무부 장관에 의해 2002년 4월에 설립되었으며, WFLC 지속하기 위해 내무부, 농무부, 국방부, 국토안보부 장관이 2016년에 서명(참여)하여 정기적으로 회의를 열어 연방 산불관리 정책을 감독하고 조정한다. 내무부, 농무부, 국방부, 국토안보부 장관이 소집한 연방, 주, 부족, 카운티 및 지방 자치정부 공무원이 정부간 위원회로 활동 하며, 효율적인 산불관리를 보장하고 화재에 효과적으로 대응할 수 있는 지역사회 구축을 위해 연방 산불관리 정책 및 관련 장기 전략 수립 등 지역사회와 자연 보호를 위한 장기적인 목적을 추구한다.

**Climate Prediction Center(기후예측센터 : CPC)**는 주 단위에서 연 단위 까지 기후 변화예측 정보를 실시간 제공·관리하고,

**National Oceanic and Atmospheric Administration(국립해양대기청 : NOAA)**은 일기예보, 대기·해양·육상의 다양한 정보를 기업과 관련 기관에 제공하는 등 정부 각 주요기관의 정보 등 빅데이터를 활용하여 사전 예방 및 안전관리에 적용하고 있다.

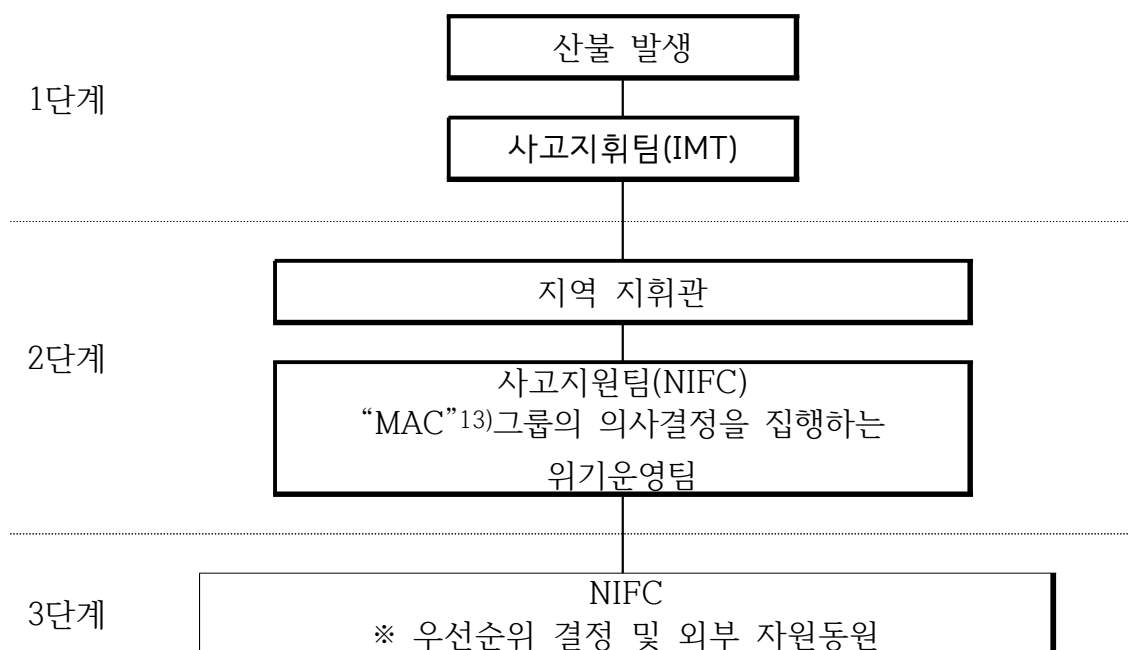
**NFPA(National Fire Protection Association)**에서 국가소방기준

(NFC295)을 통해 화재예방 및 대응매뉴얼 등을 수립하여 연방 및 주, 지방정부에 제공한다.

이처럼 다양한 기관의 유기적 협력으로 산불을 통제 관리하며, 매년 약 2만여 명의 산불 전문진화 인력을 양성하고, 산불 관련 연구가 국가적 차원의 지속적인 관심과 지원으로 이루어지고 있다.

## 2. 산불대응 체계

산불화재 대응체계는 1단계 시(City), 군(Count) 등 지방에서 관리하고, 2단계는 몇 개의 주(State)를 광역단위로 통합 관리하며, 3단계는 국가 전체영역을 관리하는 범위로 총 3단계로 구분하여 관리하고 있다.



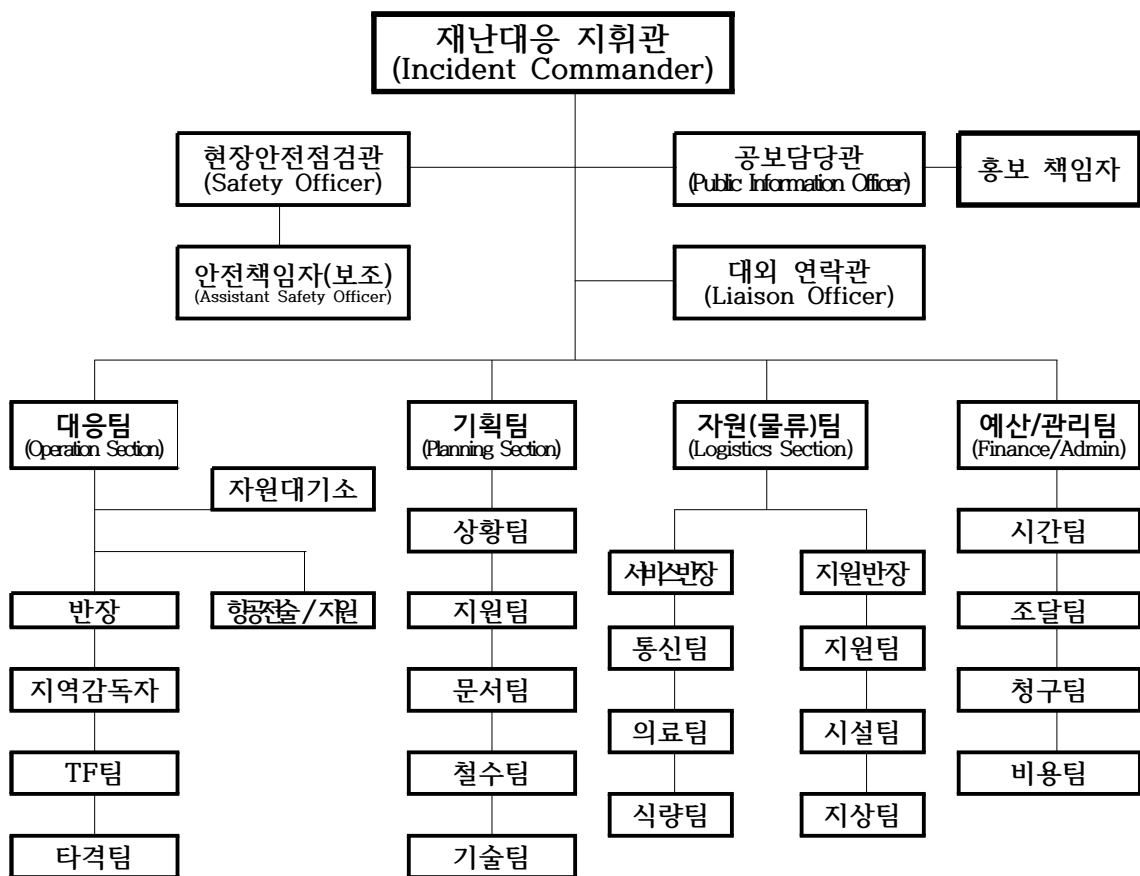
[표 6] 미국의 산불관련 조직간 위계적 구조도<sup>14)</sup>

대형화재로 확산되는 국가적 산불관리는 산림청 등 7개 기관이 중심이 된 국립 기관간 소방센터(National Interagency Fire Center : NIFC)에서 담당하고 있는데, 산림청, 야생동물국, 국립공원국, 토지관리국, 인디언 사무국, 항공지원국, 국립기상청으로 상호수평적 협력체계를 유지하고 있다. 미국은 1970년대 초 캘리포니아 일대 대형산불 진화 과정에서 도출된

13) MAC(Multiagency Coordination) : 기관 또는 관할권 간의 자원 및 지원을 조정하는 데 사용되는 활동 또는 공식 시스템이다.

14) 재난성 대형산불 대응체계 분석을 통한 문제점과 개선방안에 관한 연구. p 133.

문제점을 해결하기 위하여 분석한 결과, 화재진압 능력 향상을 위해서는 현대적 장비의 확충 및 각 기관간의 표준화, 공통화가 이루어져야 한다는 결론을 도출하였다. 이러한 결과로 FIRESCOPE<sup>15)</sup>란 기관을 만드는데 합의하고, 모든 화재진압에 적용하여 대응할 수 있도록 세밀한 모델을 개발하였다. 이것이 사고지휘시스템(ICS : Incident Command System)이다. 이 시스템은 화재진압시에 드러난 기관내 또는 기관간 상호조정, 과업분담, 정보전달 및 정책결정 등의 문제점을 해결하기 위하여 전국의 모든 소방서에서 도입하였다.



[표 7] 산불 다 지점 대응 조직<sup>16)</sup>

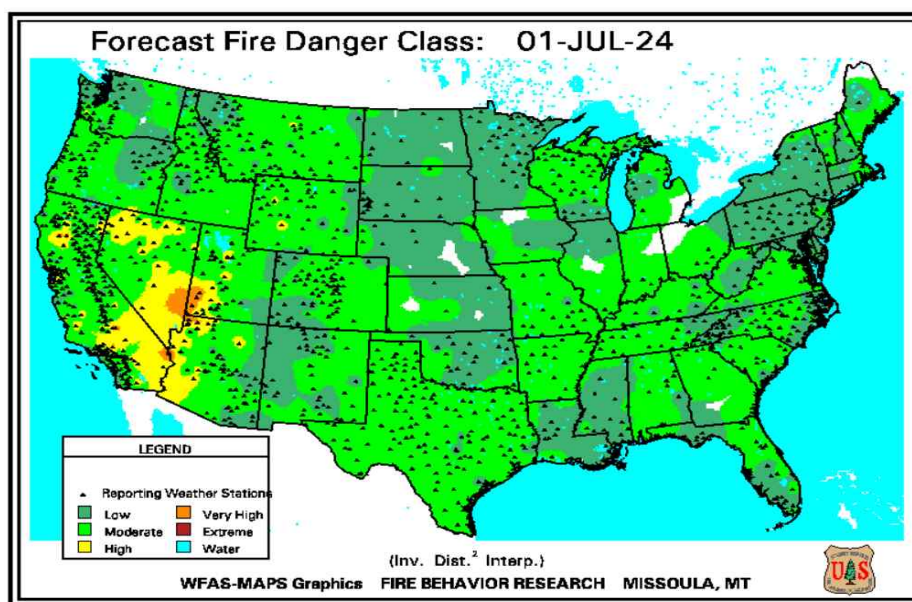
[Wildland Fire(WUI SP) - Multi-Branch Response Organization]

사고지휘시스템은 사고의 규모에 따라 단일기관 모형과 복합기관 모형이

15) 1973년에 사고 지휘 시스템 개발을 안내하기 위해 최초의 FIRESCOPE(남가주 잠재적 비상 상황 대비한 소방 자원) 기술 팀이 창설되었다. (US Forest Service, 1973, 1974; FIRESCOPE, 1988).

16) The United States Forest Service's Incident Command System 40 years on: from domestic wildfires to international disaster response. P5.

있어 신속성 있게 운영할 수 있다. 또한 미국의 산불평가시스템(WFAS, Wildland Fire Assessment System)은 인터넷을 기반으로 하는 정보 시스템으로 최근에는 전국의 산불위험과 기후도 그리고 위성자료인 Greenett 지도를 통해 산불잠재위험지역과 전국 기상정보를 한눈에 볼 수 있도록 서비스 하고 있다. WFAS는 최근 미전역에 위치한 기상관측소에서 관측한 기상관측자료를 이용하고 있으며, 기상정보관리시스템(Weather Information Management System)과도 연계되어 있다.



[그림 12] 미국 산불평가시스템(WFAS)

### 3. 산불 전문진압대원(Firefighters) 구성<sup>17)</sup>

#### 3-1. Crews(승무원)

**엔진 승무원** : 최대 10명의 엔진 승무원이 초기 공격, 대형 화재 진압, 처방입화 지원, 순찰, 화재 예방 및 교육, 홍보 활동을 한다. 엄격한 체력 단련 프로그램을 준수하고 있으며, 전문 소방 장비와 수공구를 사용한 소방선 건설, 호스 배치, 진화 작업, 주변 위험요소 제거 활동을 수행 하도록 훈련을 받는다. 주요 도구는 소방 호스와 물로 휴대용 펌프 설정, 폼 사용, 호스팩 구성 및 배치, 엔진 작동에 능숙하고 소방용 수공구, 전기톱, 토치, 휴대용 펌프, 무전기 사용 방법에 대해 잘 훈련되어 있다.

**헬리텍 승무원** : Helitack 승무원은 고도로 숙련된 공중 소방 자원으로

17) <https://www.nifc.gov/resources/firefighters/crews>

화재 진압을 위한 헬리콥터의 전술적, 병참적 사용에 특별 훈련을 받고, 헬리콥터를 통해 산불 현장으로 이송되는 초기 공격 자원이다. 산불 현장으로 파견되면 하루 최대 14시간까지 일할 수 있으며, 수공구와 전기톱을 사용한 소방선 건설, 헬리콥터 물 투하장소 지시, 안전한 헬리콥터 착륙 구역 구축, 운송 및 산불에 배정된 여러 헬리콥터 관리 등으로 구성된다.

**기관 간 핫샷 크루:** IHC(Interagency Hotshot Crews)의 주요 임무는 산불 작전 모든 단계에서 활동하는 조직적이며 이동성이 뛰어나고 숙련된 인력으로, IHC 직원은 힘들고 전문적인 임무를 수행하기 때문에 인력 배치 인증, 교육, 장비, 통신, 운송, 조직운영 등에 대한 자격이 필요하다. IHC는 산불 진압 전술에 대해 특별히 훈련받은 20명의 소방관으로 구성되며, 다양한 지역의 열악한 산불현장에서 고난도 임무수행 능력이 요구되기에 산불 소방관들 사이에서 엘리트로 간주된다. 착용 장비의 무게는 65파운드를 초과할 수 있고, 소방선을 오가는 일일 이동거리는 4마일을 초과할 수 있으며, 고도 상승은 수직 피트 2,500피트를 초과할 수 있고 교대 근무 시간은 14시간 이상 지속될 수 있다. 이동성이 뛰어나며 필요한 차량, 장비 및 도구를 자급자족할 수 있도록 훈련을 받고, 복잡한 소방 작전을 수행할 수 있는 자격을 갖추게 된다. 5개 연방 소방기관을 대표하는 90개의 IHC가 있으며, 산림청에 68명, 내무부는 22명이 있다.

**핸드 크루:** 일반적으로 18~20명의 승무원으로 구성되며 산불에 대한 다양한 작업에 사용된다. 주로 수공구와 전기톱을 사용하여 방화선 건설, 드립 토치 및 기타 발화 장치를 사용하여 지역 불태우기, 청소, 묘목식재 등 복구(재생)활동 등의 임무를 수행한다.

**연료(Fuel) 승무원:** 연료 승무원은 산불 위험지역의 식생 관리를 전문으로 하며, 일반적으로 연료 처리(잡목 등 화기 제거)에 중점을 두는 10명의 구성원으로 구성된다.



[그림 13] 산불진압대원, Crews(<https://www.fs.usda.go>)

### 3-2. Overhead(지휘관, 전문가)

오버헤드는 감독직에 배정된 인력으로 단위 리더, 관리자 및 산불이나 기타 비상 상황에 배정된 전문가로 소방선이나 사고 지휘소에서 근무하며 작전과장, 헬리텍 관리자, 타격팀 리더, 재무과장 등으로 구성된다.

**공공 정보:** 공공 정보 담당자(PIO)는 내부 및 외부 커뮤니케이션을 담당하며 지역 사회 봉사 활동, 소셜 미디어 또는 정보 센터 운영을 담당하고 대중과 언론 매체와의 소통을 담당한다.

**황무지 화재 파견자(NIFC):** 엔진 승무원, 헬리콥터, 고정익 항공기 등 현장 활동에 필요한 추가 자원을 동원하는 일을 담당하며 기관간 의사소통을 조정하고 중요한 기상정보를 전달, 사고 대응에 대한 자세한 기록을 유지하며 자원 위치를 추적한다. 멀티태스킹, 자원동원 우선순위 지정 등 스트레스가 심한 상황에서 능숙히 대처하는 능력이 필수적이다.

**산불 조사:** 화재 원인에 대한 과학적 방법을 파악하기 위한 전문 화재 조사관으로 실화 발생률이 높은 지역에서는 화재 조사관이 법 집행 기관 및 소방대원과 협력하여 화재 원인을 파악하고 조사한다.

### 3-3. Smokejumpers

스모크점퍼는 지상 3,000피트 높이의 비행기에서 낙하산을 타고 도로가 없는 고립된 장소에서 산불 발생시 신속하게 접근할 수 있다. 스모크 점퍼는 처방입화 및 소방에 대한 폭넓은 지식을 갖추고 있으며, 초기 화재 공략 및 항공기를 통한 다양한 진화 작업에 대한 전문 지식을 갖춘 숙련된 산불화재 전문 소방관이다. 스모크점퍼는 2곳의 베이스와 9개의 지점이 있으며 현재 활동중인 스모크점퍼는 270여명 정도이다.

**USFS Bases:** Missoula, MT / Redmond, OR / Winthrop, WA / Redding, CA / McCall, ID / West Yellowstone, MT / Grangeville, ID

**BLM Bases:** Great Basin Smokejumpers / Alaska Smokejumpers

### 3-4. Incident Management Teams(사고관리팀)

사고 관리팀(IMT)은 복잡한 비상 사고 발생시 현장에 파견되어 현장운영, 물류, 정보, 계획, 재정, 정치 및 안전 문제 등을 관리하기 위한 명령 및 제어 인프라를 제공한다. IMT에는 연방, 주, 지방, 부족 및 자치령 기관의

사람들이 포함되며, 복잡한 사고 관리 팀(CIMT)은 대규모 산불현장뿐만 아니라 허리케인, 홍수 및 기타 재난을 포함하여 복잡한 모든 위험 상황에 배정될 수 있다. 운영 사례로는, 9월 11일 공격, 허리케인 카트리나 이후 FEMA를 지원하기 위해 기관 간 산불 소방팀이 배정되었다.

#### 4. 미 바이든 행정부의 산불대응전략<sup>18)</sup>

최근 미 산림청에서 2022년 1월 발표한 산불대응전략은 ‘지역사회를 보호하고 산림 회복력을 증진할 전략’이라는 부제로 발표하였다. 유해한 산림연료 저감을 통해 산림 회복력을 강화한다는 이 전략의 핵심은 처방입화 등을 이용해 산림연료를 줄이고, 산불뿐만 아니라 가뭄, 병충해 등 각종 재해 발생이후 스스로 재생할 수 있도록 숲의 회복 탄력성을 높여, 대형 산불 가능성을 줄이고 소방관들에 대한 처우 개선 방안을 포함하고 있다. 그동안 산불에 취약한 서부 산림지대 관리를 위해 산림청이 수십 년간 숲아베기와 처방입화 방식을 시도해오고 있었으나 최근 산불 대형화 추세를 예방하기에는 크게 부족하다는 진단에서 새로운 산불대응전략을 발표한 것이다. 산림과 목초지의 생태적 건강을 회복시키는 것이 향후에 발생할 산불 피해를 줄이는 방법이라는 인식 확산에 따라 연방기관들이 처방입화를 통한 산림연료 관리로 눈을 돌리는 것이 최근의 변화이다.<sup>19)</sup>

이 대응전략에서 산불에 가장 취약한 서부지역 산림연료 처리 면적을 4배 까지 끌어올린다는 계획이며, 그외 지역에서도 마찬가지로 확대될 예정으로 서부 지역 국립산림시스템 소속 산림 2,000만 에이커(809만 헥타르), 연방, 주, 민간 소유 산림 3,000만 에이커(1,214만 헥타르)가 추가적인 관리 대상으로 포함될 계획이다. 바이든 행정부의 산불대응전략은 2021년 통과된 「인프라법(Infrastructure Investment and Jobs Act)」에 따라 33억 달러의 초기예산을 확보했으며, 과거와 같은 산불진압 대책에서 벗어나 산불이 발생하더라도 대형화되지 않는 건강한 산림으로 가꾸는 예방 대책에 집중하는 것으로 연방 산불관리에 있어 ‘패러다임 전환’이라고 평가되었다.

18) U.S Forest Service.(2022.1) Wildfire Crisis Strategy-Confronting the Wildfire Crisis

19) U.S Government Accountability Office. Wildland Fire Management. 2022.6.14.인용:  
<http://www.gao.gov/wildland-fire-management>

### [ 인프라법 중 산불대책 관련<sup>20)</sup> ]

- 「인프라법」은 향후 10년간 1조 2,000억 달러를 투자해 미국의 주요 인프라를 개선한다는 내용의 법으로 2021년 11월 바이든 대통령 서명으로 발효됨. 산불관리에 있어서는 의회가 향후 총 33억 달러를 지출할 수 있도록 승인함.
- 그동안 많은 계절 소방관들은 ‘산림기술자(forestry technicians)’라고 불렸으나 인프라법에서는 ‘산불소방관(wildland firefighters)’이라는 명칭을 부여했으며, 초과근무수당이나 위험 수당 등을 제외한 초봉을 연 20,000 달러 혹은 50% 인상할 것을 규정함. 또한 약 15,000명의 연방 산불소방관 중 1,000명 이상을 계절별 채용이 아닌 연간 채용으로 변경하도록 함.
- 그 외에도 ① 숲아베기, ② 처방입화 계획과 실행, ③ 연료단절지대(fuel breaks) 마련과 개선, ④ 산불 취약 지역 파악과 보호에 각각 5억 달러가 배정되었으며, 산불 연구, 실시간 모니터링 장비 확충, 산불 발생 위험이 매우 높은 연방과 인디언 원주민 소유지에 대한 복구 처리 등에도 예산이 배정됨.

## VII. 비교분석 및 개선방안

### 1. 한국사례 및 문제점

산불의 초기 진압은 매우 중요하며 대형 산불로 확산시 여러 기관과 수많은 인원을 통솔할 수 있는 체계화된(일관된) 지휘체제가 필요하다. 하지만 우리나라 산불대응 주무부서인 산림청은 산불진화 전문성과 신속한 대응능력이 현저히 떨어진다. 현재 산림청 산불 진화인력은 전국적으로 21,000여명 규모지만 실제 산불현장 최일선에서 진화작업을 담당하는 전담 전문진화인력은 430여명에 불과하며, 대부분의 산불진화 인력은 시·도 및 지방자치단체에서 모집하는 비상설 기간제 대원으로 구성되어 있다. 이러한 비상설 기간제 산불진압대원은 기간제 채용에 따른 계약직 신분으로 전문교육 및 훈련이 제대로 이루어지지 않았으며, 일부지역은 평균연령이 60~70대 이상인 고령층 위주로 지역을 순찰하며 산불감시를 전담하고, 산림주변 화기사용에 대한 계도활동이 주임무인 상황이다. 또한, 산불현장 지휘권은 화재에 대한 경험이 없는 지방자치단체장 및 산림청장의 권한으로 이를 실행하는 실무자인 일반직공무원 또한 화재에

20) High Country News. (2021.11.19). What Biden's infrastructure bill means for wildfire management.

대한 지식이 없는 비 전문가로서 효율적인 현장지휘와 통제가 이루어지지 못하는 것이 현재 우리나라 산불지휘체계 현실이다.

반면, 소방은 전국에 화재전문가인 소방공무원 66,000여명이 24시간 근무하고 있으며, 산불뿐만 아니라 화재진압 교육 등 특수교육을 받은 의용소방대 조직이 전국적으로 3,940개대 95,000여명 규모로 조직되어 있어 모든 재난현장에서 가장먼저 투입되고, 가장 활발하게 활동할 수 있는 산불대응에 최적화된 기관이지만 현재 이 조직을 효율적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다.

모든 화재가 119상황실을 통해 접수 전파되기에 산불 발생 신고접수부터 초기대응, 잔화정리에 이르기까지 전 과정에 소방이 주된 역할을 수행하며 실제 현장에서는 소방이 산불대응기관의 역할을 맡고 있지만, 산불현장은 협조기관에 불과하여 산불대응을 위한 전문 인력편성, 별도의 예산 확보에 어려움을 겪고있다. 또한 대형산불현장에서 체계화된 지휘체계가 구축되지 않아 정보공유 혼선, 각 기관별 개별 무선통신 사용, 진압자원 중복 투입 등 현장지휘, 운영에 기관간 마찰로 상황분석 및 판단오류의 문제가 발생하여 효과적인 지휘가 이루어지지 못하여 피해가 확산된 사례가 다수 발생하고 있다. 정치권 및 학계에서도 지휘권 문제를 공론화 하였으나 관련 기관간의 입장차로 성과를 내지는 못하고 있다.

소방의 국가직화가 이루어지면서 소방지휘권이 일원화 되었고, 산불을 포함한 대형 재난현장에 전국 규모의 소방자원 동원이 신속하게 이루어지고 있는 현시점에서, 산불대응제도를 현실적으로 반영하여 대형산불에 보다 신속하고 효과적으로 대응할 수 있는 방안을 모색해야 한다.

## 2. 미국 사례

국가적 산불관리를 산림청 등 7개 기관이 중심이된 국립기관협력소방센터(National Interagency Fire Center)에서 담당하며, 각 주마다 지역 특성 및 실정에 맞게 조정 운영하고 있다. NIFC는 미국 전체 50개주와 캐나다까지 협력하고 있으며, 지휘체계 및 공조시스템이 잘 구축되어 있어서 산불 초기부터 각 협력기관들이 보유한 소방장비를 공유하여 적재적소에 배치하고 효과적으로 활용하고 있기 때문에, 국외 대형산불까지 지원범위를 확대하고 있다.

이렇게 상호 역할 및 목표가 다른 다양한 기관의 협업으로 인하여 화재 진압시에 드러난 기관내 또는 기관간 상호조정, 과업분담, 정보전달 및 정책 결정 등 문제점을 해결하기 위하여, 사고지휘시스템(ICS : Incident Command System)이 구축되었고, 다양한 기관이 효과적으로 공조할 수 있게 되어 현재 전국의 모든 소방서에서 도입·활용하게 되었으며, 모든 산불사고에 대한 국제표준이 되었다. 일반적으로 ICS로 단축되는 사고 명령 시스템은 화재, 구조, 허리케인 등 다양한 유형의 사고 발생 시 인력과 자원을 관리하는 데 사용되며, 모든 규모의 산불을 초기 발생부터 진화완료시까지 관리하도록 설계된 시스템으로 인력, 시설, 장비 및 통신을 제어하는 절차로 구성되며 모든 유형의 사고에 적용 처리할 수 있도록 설계되었다. 앞서 언급한 [표 7] “산불 다 지점 대응 조직도”는 사고지휘시스템 하에 구축된 조직으로 규모 및 해당지역의 특색에 맞게 조정될 수 있는데, 산불 현장 지휘센터는 산불 진압과 관련된 모든 활동을 조정하고 지휘한다. 산림 소방관이나 소방대원과 같은 현장에서 작업하는 팀들을 관리하고, 분야별 전문가나 특수팀을 확보·배치하며, 지역 방재 기관이나 기타 협력 기관과 협력한다. 또한, 자원봉사자들도 현장에서 활동하며 산불대응에 기여하는데, 효율적인 현장 지휘와 산불 진압을 위한 협력을 강화하기 위해 설계되었다.

이러한 미국의 시스템하에서 소방청(USFA)의 역할은 진화 인력과 장비 지원뿐만 아니라, 지원 서비스 중 화재정보, 응급의료서비스, 자연재난 등 다양한 사항을 보고하는 표준 시스템인 국가화재사고보고 시스템(National Fire Incident Reporting System, NFIRS)을 제공한다. 또한 NFPA에서 국가소방기준을 마련하여 산림주변에서의 화재안전관리, 건축물에 대한 매뉴얼, 표준화된 사고지휘 시스템을 통한 주거지 주변에서의 초동진압 매뉴얼 등을 수립 보급하고 있다.

### 3. 시사점 및 개선 방향

#### 3-1 예방적 측면

산불이 발생하여 대형화되면 주민 뿐만 아니라 생태계 또한 심각한 위협이 된다. 산림의 잡목, 낙엽 등 관리를 통해 화재를 통제하고, 화재예방 캠페인을 포함한 사전예방 조치로 화재 위험을 줄이는 것이 중요하다. 예방은 산불 발생과 심각성을 최소화하고 지역의 안전한 환경 조성에 기여

한다. 미국의 경우 최근 화재진압에서 예방으로 초점을 전환해야 한다는 필요성에 대해 광범위한 공감대가 형성되어 있으며, 예방으로 초점이 바뀌면서 산불 정책의 전반적인 목적이 피해 감소에서 위험 감소로 변화되고 있다. 이를 토대로 우리도 적극적인 예방정책을 추진을 위해 미국의 몇 가지 사례를 들어 본다.

먼저, 4차 산업 시대에 많이 거론되는 키워드인 ‘Bigdata’를 적극 활용한다. 현재 산림청 국가산불위험예보시스템은 전국 기상변화 정보와 지형 요인 등의 빅데이터를 분석하여 산불위험정보를 제공하고 있으며, 소방청 국가화재정보시스템에서는 화재의 유형, 발화열원, 발화요인 등 화재 관련 통계를 제공하고 있다. 이러한 정보들은 이원화되어 있어 각 기관에서 별도 관리하고 있는데, 효율적인 재난 대응을 위하여 앞서 살펴본 미국의 사례와 같이 통합시스템 구축이 필요하다. 모니터링플랫폼을 구축하여 실시간으로 기상청 기후정보, 산림청 산림 생태계 정보, 소방청 화재정보 및 해외의 대응 사례 등을 종합적으로 얻을 수 있도록 해야 한다.

둘째, 가상현실 시뮬레이션이 보급화 되고, 인공위성 등 최첨단 기술력을 모든 분야에 적용하고 있는 미국에서도 안전분야에서만은 시각적이고 직관적인 시스템이 아직도 널리 사용되고 있는데, 특히 산불관련 정책으로 산불 위험이 높은 산림지역 등은 어느곳이나 지역 경계선 및 산림(공원)입구에 ‘화재위험도 알림표지’가 설치 운영되고 있는데, 이는 눈에 띄기 쉬워 누구나 쉽게 화재위험도를 확인할 수 있고 경각심을 높일수 있다. 우리도 적극 활용하면 좋을 것이다. 충북, 대구 달성군 등 일부 지자체에서 도입 운영하고 있다.



셋째, 민간과의 협력 체계를 구축하여 지역사회가 산불 위험을 줄이기 위한 조치를 취하도록 장려하는 “Firewise USA” 프로그램을 도입한다. 이는 건물 주변에 방화 공간을 만들고, 내화성 건축 자재를 사용하며 대피 경로를 계획하는 등 주민들에게 산불의 위험성과 예방 방법에 대한 교육을

제공하며 정기적으로 워크숍과 훈련을 개최하여 주민들의 역량을 강화하고 전문가들이 지역의 산불 위험 요소를 평가하여 이를 주민들과 공유하는 등 지역 사회가 자체적으로 위험 요소를 평가하고 대응 방안을 마련하도록 지원하는 프로그램으로 "화재없는 안전마을 조성"사업과 연계하여 산불 예방·대비를 위한 강원도만의 특화된 프로그램으로 추진하는 방안도 좋을 것이다.

넷째, 전신주(송전탑) 주변 환경정비로 미국은 아무리 작은 전신주라도 지나가 곳은 어김없이 주변 수목이 제거된 전신주(송전탑) 고속도로가 만들어져 있다. 그럼에도 불구하고 단락 등 다양한 요인에 의해 화재가 발생하고 산불로 확산되어 대형화 된 사례를 쉽게 찾을 수 있다. 하지만, 우리나라는 전신주 주변에 수목이 무성하게 자라 관리되지 않고 있다. 국토가 좁아 어쩔 수 없는 여건이지만 고압전선과 나무간의 이격 거리가 짧은 것은 사실이다. 우리의 현실은 전신주 고속도로를 만들 수 없기에, 전신주와 도로변을 건조하지 않게 조치하는 방안을 제시해 본다.

일례로 주기적으로 대형 산불이 발생하는 강원동해안 지역은 바다를 끼고 있어 안개가 많이 발생하는데, 전신주나 송전탑에 "안개 포집시설<sup>21)</sup>"을 설치하여 전신주 및 송전탑, 도로변을 건조해지지 않고 항상 습기를 유지할 수 있도록 송수(분무)시스템을 설치하는 방안이다.

다섯째, 국가적인 차원에서 종합적이고 체계적이며 장기적인 연구가 진행되어야 할 것이다. 산불의 양상은 과거와는 다르게 발생하고 있으며, 과거 통계와 자료를 기반으로 대응하는 것은 부족하다. 이제는 초대형 산불을 준비하고, 대응할 시스템과 전문가와 연구기관이 더욱 절실하다.

### 3-2. 제도적 측면

미국의 국립공원 및 국유림은 어디를 방문해도 수목이 불에 타 고사목으로 방치된 광경을 쉽게 찾아볼 수 있을 정도로, 전 세계적으로 산불이 많이 발생하는 국가로 알려져 있다. 매년 산불로 인한 막대한 규모의 자원손실과 피해로 인하여 산불을 국가적 위기관리 요인으로 관리하고 있다. 우리나라 역시 국토의 70% 이상이 불에 타기 쉬운 침엽수림이 우거진 산지로 구성

21) 안개포집시설은 안개를 물로 바꾸기 위해서는 식물성 재료로 만들어진 플라스틱 그물과 수조 정도의 간단한 설비만 있으면 되기 때문에 많은 비용을 필요로 하지 않으며, 유지비용도 거의 들지 않는다. 안개수집시설 설치 비용은 지역과 접근성에 따라 달라지며, 보통 작은 규모의 경우 한 개당 10~20만원 정도 들며, 40제곱미터의 경우 100~200만원 정도로, 한번 설치하면 최소 10년 정도 사용가능하다.

되어 있어 산불발생시 대형화로 확산되기 쉬운 지형을 가지고 있기 때문에 산불발생시 소방기관 뿐만아니라 관할 지자체, 군, 주민들이 진압활동에 적극 참여하고 있다.

하지만, 산불 재난현장에서 미국은 여러 기관이 참여하되 단일화된 컨트롤 센터를 통해 현장에 가장 효과적인 방법을 찾아 해당 현장에 맞게 신속히 수정하여 적용하지만, 우리나라의 경우 산림주무부서인 산림청, 지자체, 소방, 군 등 각 기관의 단일화된 명확한 컨트롤타워가 없이 운영되고 있다.

또한, 미국의 산불 화재진화 활동은 전문적인 훈련을 받은 전문산불진화대가 초동진화부터 상황 종료시까지 전담하고 있지만, 우리나라 산림청 소속의 산불재난특수진화대는 원거리 위치하고 있기에 실제 산불현장에서 활동은 초동 출동한 소방과 지방자치단체에서 진화활동 전반을 담당하고 있는 실정이다. 산불진화는 초기 진화활동이 중요하지만, 산불주무부서는 대부분의 화재가 진압된 후에야 현장에 도착하는 것이 현실이기에 기관간 임무수행도 각 기관의 역할에 충실하고 있는 실정인 것이다.

따라서, 우리나라도 미국의 국립기관협력소방센터(NIFC)와 같은 여러 기관이 참여하지만, 확고하고 명확한 의사결정이 이루어지는 단일화 된 컨트롤 센터를 구축할 수 있도록 산림청과 소방청 및 각 지자체의 적극적인 공조를 통한 제도적 정비가 이루어 져야 한다.

산림관련 복잡·다양한 업무는 전문가인 산림청에서 담당하고, 산불발생시 현장지휘체계에 있어서는 화재에 특화된 소방에서 담당할 수 있는 시스템 구축이 필요하다 할 것이다. 현재 강원도에서 운영하고 있는 산불방지센터를 미국의 NIFC와 같은 기능의 기관으로 확대 개편하는 방법도 좋은 예일 것이다. 현재 광역자치단체와 산림청, 소방기관의 협업으로 운영되고 있지만, 기능과 역할에 한계가 있는 현실이다. 산림청과 강원도에서는 자원동원 및 지원시스템을 구축하여 지원업무를 담당하고, 화재대응 지휘체계는 소방에 일임하는 협업 시스템 구축 또한 제안해 본다.

우리나라 소방은 6만여 소방공무원과 9만여 의용소방대 등 전문인력 동원의 효율성이 높고, 24시간 출동체계 유지 및 훈련을 통해 숙련된 전문진화대원이 확보되어 있고 어느곳에서도 사용 가능한 무선통신체계가 잘 구축되어 있다. 소방조직은 화재뿐만 아니라 각종 재난·재해사고 대응에 전문화된 조직과 지식을 보유하고 있기 때문이다.

## Ⅷ. 결론

산림청에서 발표한 산불발생 통계에 따르면 2022년 756건, 2023년 596건의 산불이 전국적으로 발생하였다고 한다. 하지만 소방청 통계자료는 임야(산불)화재가 2022년 2,014건, 2023년 1,519건으로 산림청 통계의 약 3배의 산불이 발생했다는 사실을 알 수 있다. 이는 대부분의 산불이 소방에 접수되어 신속한 출동과 함께 초동진화 되었음을 알 수 있다.

소방은 전 국민이 인정하는 화재대응 기관이다. 하지만, 현재의 산불대응 체계는 형식적인 주관기관과 실질적인 대응기관이 다른 모순된 제도적 문제점과, 현장에서는 비전문가가 실시간 급변하는 화재양상에 목숨까지 잃을 수 있는 위험한 현장을 지휘하는 비상식적이고 비효율적인 시스템이 유지되고 있다.

이의 개선을 위해서 산림청 중심의 산불대응체계를 각 기관들이 유기적으로 공조속하는 통합시스템을 구축하여 위험예측부터 자원동원, 수습·복구까지 신속하고 체계적인 정보공유가 이루어 질 수 있는 시스템이 필요하고, 현장대응 지휘체계는 소방 중심으로 전환하며, 소방학교를 통해 특화된 산불대응 교육을 제공하여 전문산불진화인력을 양성하고, 각 지역의 지리와 기후 등을 잘 알고 있는 체계화된 의용소방대 조직을 산불예방·대응 조직으로 적극적 활용하면 효과적이고 체계적인 산불진압체계를 마련할 수 있을 것이다.

또한 각 기관별 분산되어 있는 정보를 통합하여 효율적으로 운영할 수 있는 정보 및 데이터 공유 시스템이 필요하다. 산불재난은 동시다발적으로 많은 일이 일어나기 때문에, 다수의 기관 또는 시스템으로 관리할 경우 의사소통에 혼선을 초래할 수 있다. 산불은 기후의 영향도 많이 받아 실시간으로 들어오는 다양한 정보를 단시간에 파악해야 한다. 현장에서 측정되는 기후 데이터뿐만 아니라, 각 기관에서 주고받는 자원 지원정보 및 지휘 정보도 빠르게 파악되어야 한다. 미국의 국가화재사고보고시스템(NFIRS)과 같은 각 기관별 신속한 정보소통이 이루어 질 수 있는 통합된 시스템 구축이 필요하다.

미국의 현장 지휘 체계는 산불 대응의 효율성을 높이기 위해 체계적으로 조직되어 있다. 사고지휘체계(ICS: Incident Command System)에서 모든 대응 기관들이 통합된 지휘 구조 아래에서 협력하여 일관된 지휘 체계를

유지하는 통합 지휘 구조를 갖추고 있으며, 명확한 역할 분담으로 각 대응 인력의 역할과 책임을 명확히 하여 혼선을 방지하고, 효율적인 대응을 가능하게 한다. 국립 기관협력 소방 센터(NIFC: National Interagency Fire Center)를 통해 연방, 주, 지방 기관들이 협력하여 산불 대응을 위한 장비와 인력을 조정하며, 필요한 자원을 신속히 배분하여 현장 대응 능력을 극대화한다. 다기관 협력(MAC: Multiagency Coordination)시스템을 통해 여러 기관이 협력하여 자원과 정보를 공유하고, 대응 전략을 공동으로 수립하여 공동 대응하며, 긴밀한 소통을 위해 정기적인 회의와 훈련으로 기관 간 소통을 강화하고, 협력 체계를 유지한다.

이렇게 미국의 산불 예방 및 대응 시스템은 철저한 준비와 협력을 바탕으로 구축되어 있다. 우리나라에서도 산불이라는 거대한 재난에 효율적으로 대응하기 위해 관련 기관들의 공조와 협력을 확고히 할수 있는 시스템과 체계를 벤치마킹하여 적용한다면, 산불에 대한 대비와 대응 능력을 한층 더 강화할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

### 1. 국내문헌

- 이지현·박민수·정대교·박승희, 2020, 해외 재난 안전관리 시스템 사례기반 산불재난대응 연구
- 주영국, 2021, 재난성 대형산불 대응체계 분석을 통한 문제점과 개선방안에 관한 연구
- 정경옥·김대진, 2022, 산불사고 현황과 대응체계 분석을 통한 안전관리 개선방안 연구
- 김용호·백은선, 2022, 산불 대응체계 개선을 통한 소방 업무영역 확대 방안 연구,

### 2. 국외문헌

- Shawn Regan. (2022.2.2). Biden's Wildfire Crisis Plan. City Journal.
- Wildland Fire Leadership Council (January 2023). National Cohesive Wildland Fire Management Strategy.
- National Interagency Coordination Center (2024). Wildland Fire Summary and Statistics Annual report 2023,
- National Interagency Coordination Center (2023). Wildland Fire Summary and Statistics Annual Report.
- WILDFIRE MANAGEMENT, 2023, By Jacob Fernandes, 「Harvard Model Congress San Francisco 2023」
- WILDFIRE DISASTERS, (October 2019), FEMA Could Take Additional Actions Address Unique Response and Recovery Challenges.
- The United States Forest Service's Incident Command System 40 years on: from domestic wildfires to international disaster response, D. Dague and P. Hiram.

### 3. 기타

강원도 소방본부, 2019, 「2019 강원 산불백서 하나되어 맞선 강원산불」

농무부 산림청, [The U.S. Department of Agriculture Forest Service](#)

농무부 산림청, <https://www.fs.usda.gov/science-technology/fire/technology>

재해관리국, <https://www.fema.gov/>

국립 기관협력 소방센터(National Interagency Fire Center),

<https://www.nifc.gov/fire-information/statistics>

내무부, [The U.S. Department of Interior](#)

소방청, [The U.S. Fire Administration's](#)

소방청 국립 소방 아카데미, [The U.S. Fire Administration National Fire Academy](#)

산불정보 포털, <https://www.wildfire.gov/>(Wildland Fire Application Information Portal)

산불평가시스템, [www.wfas.net](http://www.wfas.net)(WFAS, Wildland Fire Assessment System),

[부록 1]

산불이 진행중인 주의 구체적 정보 접속 기관(Resources)

<b>Arizona</b>	<a href="#">Arizona Interagency Wildfire Prevention</a>	<a href="#">Arizona Department of Emergency and Military Affairs</a>
<b>California</b>	<a href="#">California Statewide Wildfire Recovery Resources information</a>	
<b>Colorado</b>	<a href="#">Colorado Division of Fire Prevention &amp; Control</a>	<a href="#">Colorado Division of Homeland Security &amp; Emergency Management</a>
<b>Florida</b>	<a href="#">Florida Forest Service</a>	<a href="#">Florida Division of Emergency Management</a>
<b>Hawaii</b>	<a href="#">Hawaii Emergency Management Agency</a>	
<b>Kansas</b>	<a href="#">Kansas Division of Emergency Management</a>	<a href="#">Kansas Recovery Resources</a>
<b>Montana</b>	<a href="#">Montana Disaster and Emergency Services</a>	
<b>Nevada</b>	<a href="#">Nevada Fire Management, Division of Forestry</a>	<a href="#">Nevada Division of Emergency Management / Homeland Security</a>
<b>New Mexico</b>	<a href="#">New Mexico Bureau of Land Management</a>	<a href="#">New Mexico Department of Homeland Security &amp; Emergency Management</a>
<b>Oregon</b>	<a href="#">Oregon Wildfire Response &amp; Recovery</a>	<a href="#">Oregon Office of Emergency Management</a>
<b>South Dakota</b>	<a href="#">South Dakota Wildland Fire</a>	<a href="#">South Dakota Department of Public Safety</a>
<b>Texas</b>	<a href="#">Texas Parks and Wildlife</a>	<a href="#">Texas Division of Emergency Management</a>
<b>Utah</b>	<a href="#">Utah Wildfire Info</a>	<a href="#">Utah Department of Public Safety</a>
<b>Washington</b>	<a href="#">Washington State Department of Natural Resources</a>	<a href="#">Washington State Military Department Emergency Management Division</a>
<b>Joint State or Regional Resources</b>	<a href="#">Northwest Interagency Coordination Center</a> Oregon and Washington wildfire activity	<a href="#">Inciweb - Incident Information System</a> Live wildfire map with resource details

Find specific information on resources for states with active wildfires(FEMA 홈페이지)

[부록 2]

[ 안개 포집시설 ]

- 안개포집시설은 안개를 물로 바꾸기 위해서는 식물성 재료로 만들어진 플라스틱 그물과 수조 정도의 간단한 설비만 있으면 되기 때문에 많은 비용을 필요로 하지 않으며, 유지비용도 거의 들지 않는다. 안개수집시설 설치 비용은 지역과 접근성에 따라 달라지며, 보통 작은 규모의 경우 한 개당 10~20만원 정도 들며, 40제곱미터의 경우 100~200만원 정도로, 한번 설치하면 최소 10년 정도 사용가능하다.
- FogQuest에 따르면 1제곱미터의 그물에서 보통 약 1리터의 물이 생성되고, 최대 8리터까지도 생성이 가능하다고 한다. 지역과 계절에 따라서 크게 차이가 나지만, 40제곱미터의 비교적 큰 규모의 그물은 평균 1년동안 하루 200L까지 가능하며, 최대 1000L까지도 가능하다.
- 수증기를 이용한 안개포집은 지표면에 형성된 안개가 언덕 표면을 따라 이동하기 때문에 주로 산에 안개포집기를 설치하는데, 동해안 지역은 주변에 바다가 있어 효과가 높을 것으로 기대된다.
- 단양팔경 옥순봉에 국내 최초로 이동 안개포집기가 최근 설치됐다. 월악산 중턱은 취수시설이 부족해 해마다 겨울 가뭄에 시달린 곳이다. 지금은 안개포집기를 통해 방화수, 화장실 용수 등 필수적 물 공급이 가능하다. 모이는 물은 하루 평균 20리터에 달한다. 내륙의 바다로 불리는 충주호를 끼고 있어 안개가 많이 발생하는 점을 이용했다.



### [부록 3]

#### FDIC International(Fire Department Instructors Conference)

- 인디애나주 인디애나 폴리스의 인디애나 컨벤션 센터와 루카스 오일 스타디움에서 개최되는 연례 소방 회의 및 전시회로, 인디애나폴리스의 가장 큰 컨벤션 중 하나이다.
- 개요 : Clarion Events가 주최하고 주로 인디애나 컨벤션 센터에서 개최되는 연례 박람회에서는 소방 장비와 소방 산업 기술을 선보이며, 2024년 67개국에서 36,500명이 넘는 소방관 및 관계자가 참석했으며, 800개 이상의 전시업체, 250명 이상의 발표자가 참석했으며, 2028년까지 인디애나폴리스에서 개최될 예정이다.
- 연혁 : 훈련 대책을 논의하기 위해 1929년 시카고에서 첫 번째 회의가 열렸고, 1939년까지 참석자 수는 28개 주와 워싱턴 DC 에서 247명에 이르렀으며, 초기 개최 도시에는 테네시주 멤피스(멤피스소방국 주최) 와 세인트루이스(세인트루이스 소방서)가 주최했다. FDICI는 1998년 인디애나폴리스에서 설립되었다.
- 행사일정 : April 15-20, 2024
  - 컨퍼런스 : 4. 15.(월) ~ 4. 19.(금) / 5일간
  - 소방장비 전시 : 4. 18.(목) ~ 4. 20.(토) / 3일간
- 행사장소 : Indiana Convention Center & Lucas Oil Stadium 100 S. Capitol Ave. Indianapolis, Indiana 46225
- 향후 개최일정
  - April 7-12, 2025, Indiana Convention Center & Lucas Oil Stadium
  - April 20-25, 2026, Indiana Convention Center & Lucas Oil Stadium
  - April 12-17, 2027, Indiana Convention Center & Lucas Oil Stadium
- 비용(참가비)

	TRAINING ALL-INCLUSIVE PACKAGE	HANDS-ON TRAINING & EXHIBITS ONLY	CONFERENCE	ONE-DAY CONFERENCE	EXHIBITS PACKAGE	ONE-DAY EXHIBITS	WOMEN IN FIRE
개인패스	\$1,350	\$403	\$725	\$465	\$85	\$55	\$200
그룹(3-4) 1인당	\$1,250		\$715				
그룹(5-9) 1인당	\$1,150		\$705				
그룹(10-14) 1인당	\$1,050		\$695				
그룹(15-19) 1인당	\$950		\$685				
그룹(20+) 1인당	\$850		\$675				

- 추가비용 : 실습 교육 및 전시 전용 및 컨퍼런스 패키지에는 각 개별 실습 교육(HOT) Evolution, 실습 워크숍 또는 워크숍에 대한 비용이 포함되지 않고, 총 비용을 계산하려면 아래 추가 가격을 지출해야 한다.

4시간 실습 교육(HOT) 진화	\$190
8시간 실습 교육(HOT) 진화	\$315
4시간 실습 워크숍	\$190
16시간 실습 워크숍	\$600
4시간 워크숍	\$160
화재 회의에 참가하는 여성	\$175
임팩트 EMS 워크숍	\$380

## □ Conference

- HANDS-ON TRAINING (H.O.T.) EVOLUTIONS : FDIC International의 실습 교육(HOT) HOT Evolutions는 업계 아이콘이 지시하는 소방 서비스의 최신 기술과 기술을 다룬다.
- WORKSHOPS : 워크숍은 전통적인 교육 주제뿐만 아니라 소방서 내의 새로운 관심 영역을 다루는 특정 주제에 대한 심층적인 살펴보기를 제공하는 4시간 형식을 특징으로 하며, 다양한 주제 중에서 선택하고 새로운 통찰력, 아이디어 및 접근 방식으로 진행된다.
- HANDS-ON TRAINING (H.O.T.) WORKSHOPS : 2024년의 새로운 소식!

새로운 하이브리드 실습 워크숍이며, 실습 부분을 통해 세계적 수준의 강사와 함께 친밀한 강의로 이틀 동안 학습 및 훈련을 받을 수 있는 16 시간 워크숍으로 진행된다.



#### □ Exhibit

- 전시일정 : 4. 18.(목) ~ 4. 20.(토) / 3일간
- 전시장소 : 루카스 오일 스타디움 및 인디애나 컨벤션센터
- FDIC International은 800개 이상의 전시업체가 전시하는 포괄적인 제품과 서비스를 선보이며, 업계 내에서 최신 정보를 유지하는 새롭고 혁신적이며 트렌드에 맞는 제품을 볼 수 있다. 참고로, 국내업체는 휴대용 HID/LED 라이트를 취급하는 두빛(DUVEET)에서 참가하였다.

