

산불재난 예방 및 유관기관 공조체계에 의한 인명·재산피해 감소방안

이정일*

*서울소방재난본부 영등포소방서 예방과

Prevention of Forest Fire Disasters and Reduction of Human Life and Property Damage through the Coordination System of Related Organizations

Jeong-Il Lee*

*Seoul Fire and Disaster Headquarters Yeongdeungpo Fire Station Prevention Division Abstract

Abstract

In recent years, the number of cases caused by people such as forest fires has been increasing, so it is very important for the whole nation to prevent and practice forest fires. In addition, due to climate change around the world, many lives and disaster losses are increasing due to forest fire-related disasters, and in the last 10 years (2014-2023), there have been 5,668 forest fires and 40,037 hectares of damage, which is equivalent to 56,000 football fields, resulting in 19 casualties and 285.4 billion won in damages. Now, in order to improve the understanding and awareness of forest fires among all the people, the government should actively inform the people about how to act in the event of a forest fire by making the people's action tips related to forest fires easy to understand and practical through public relations activities. In addition, the public and the government should work together to prevent and prepare for forest fires before they occur.

Keywords : Forest Fire Disaster, Forest Fire Disaster Prevention, Climate Change, Increase in Human Lives and Disaster Damage, Public Relations Activities, National Action Tips, Active Public Relations

1. 서론

최근 산불과 같은 사람에 의해 발생하는 경우가 증가하고 있기 때문에 전 국민이 산불을 예방하고 실천하는 것이 매우 중요하다. 또한 전 세계적으로 기후변화로 인하여 산불 관련 재난으로 많은 인명 및 재산 피해가 증가하고 있으며 앞으로도 기후변화로 인한 산불재난은 최근 10년간(2014년-2023년) 산불은 5668건이 발생하였다. 이제 전 국민을 대상으로 산불에 대한 이해도를 높이고 인식을 개선하기 위해 국민 홍보 활동을 통해 산불 재난관련 국민행동요령을 국민들에게 알기 쉽고 실천 가능하도록 만들어 산불 발생시 어떻게 행동해야 하는지에 대해 정부가

국민들에게 적극적으로 홍보하여야 한다. 또한 국민과 정부 유관기관이 혼연일체가 되어 산불이 발생하기 전에 미리 예방하고 대비하기 위하여 첫째, 평상시에 산불 내 화염이 발생하기 쉬운 요소들을 관리하고, 화염 방지 및 소방선 설치하여 산불 발생을 예방한다. 둘째, 산불기관에서는 감시 탑, 카메라, 센서 등을 활용하여 산불을 조기에 감지하고, 주변 지역 주민과 관할 소관 기관에 신속한 경보를 제공한다. 셋째, 산불 휴양지에서는 불을 사용하는 것을 제한하고, 캠프파이어와 같은 화재를 예방하기 위한 규제를 강력하게 시행한다. 넷째, 평상시에 전 국민을 대상으로 산불화재의 위험성과 예방 방법에 대한 교육을 실시하고, 산불 보호의 중요성을 인식시킴으로써 대중의 인식을 높인다. 다섯째, 건조한 계절이나 화재 발생이 예상 되는 시기에는

†Corresponding Author : Jung-Il Lee, Fire department, Hyundai Apt. 105-602, 50 Salgoti-gil, Seongdong-gu, Seoul, 04753, E-mail: gydhhh@hanmail.net

Received June 03, 2024; Revision June 19, 2024; Accepted September 30, 2024

특별한 대응 계획을 마련하여 산불화재 발생 가능성을 최소화한다. 여섯째, 산불화재 대응을 위한 소방차량, 소화약품, 안전장비 등을 미리 준비하여 신속한 대응이 가능하도록 한다. 일곱째, 관련 기관 및 유관기관들의 협력을 강화하고, 산불화재 대응 계획을 조정과 효과적인 선제적 대응을 구현하여 산불화재 발생 가능성을 최소화하고, 산불 발생 시 효과적으로 대응하여 산불이 발생하더라도 그 피해가 최소화되도록 전 국민이 힘을 모아야 한다.

2. 선행연구 및 이론적 배경

2.1 선행연구

현재까지 중앙과 지방 행정을 중심으로 산불재난 예방 및 유관기관 공조체계 강화를 통한 인명 및 재산피해 최소화화 관련된 선행연구는 주로 다음과 같은 주제들을 다루고 있다.

2.1.1 산불 발생원인 및 위험 분석

기후변화로 인해 산불의 빈도와 강도가 증가하고 있다는 연구가 대부분이며, 기온 상승, 강수량 감소, 바람 등 기후 요인이 산불 발생에 미치는 영향을 분석하고, 이를 바탕으로 산불 발생위험을 예측하는 모델 개발이 이루어지고 있다. 또한 산불의 주요 원인 중 하나로 인적이인 꼽히고 있다. 산림 내 불법 소각, 캠핑 및 야외 활동 중 발생하는 화재 등을 예방하기 위한 교육 및 캠페인의 효과에 대한 연구가 이루어지고 있다.

2.1.2 산불 예방을 위한 기술적 접근

조기 경보 시스템으로 인공위성, 드론, 지상 센서 등을 활용한 산불 조기 감지 시스템이 연구되고 있다. 이러한 시스템은 산불 발생 초기 단계에서 신속하게 탐지하고 경고를 발령하여 대응 시간을 단축시킬 수 있다. 또한 예방적 관리 전략으로 산림지역의 연료(불에 타기 쉬운 물질) 관리, 방화선 구축, 산불 취약 지역 지정 등의 사전 예방적 관리 전략이 연구되고 있다. 이와 함께, 산림의 건강 상태를 개선함으로써 산불 발생 가능성을 줄이는 방법도 제안되고 있다.

2.1.3 유관기관 공조체계 강화

무엇보다 중요한 것은 통합 지휘체계 구축이다. 현재 대

부분의 연구는 산불 발생 시 소방, 경찰, 군, 지방자치단체, 산림청 등 여러 기관이 효과적으로 협력할 수 있는 통합 지휘체계에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 이 체계는 정보 공유, 자원 배분, 대응 활동의 조정을 목표로 하고 있다. 또한 훈련 및 시뮬레이션으로 산불대응 훈련과 시뮬레이션을 통해 유관기관 간 협력을 강화하는 연구도 진행되고 있다. 이러한 훈련은 실제 상황에서의 신속하고 정확한 대응을 연구하고 있으며, 위기관리 커뮤니케이션으로 산불 발생 시 기관 간 및 기관과 대중 간의 효과적인 의사소통 전략에 관한 연구도 활발하게 이루어지고 있다.

2.1.4 피해 최소화를 위한 대응 방안

위험 지역 주민대피 계획은 매우 중요하다. 산불 위험 지역 주민들의 대피 계획을 체계적으로 수립하고, 이를 효율적으로 실행하는 방법에 대한 연구는 매우 중요하다. 이 과정에서 유관기관 간의 협력과 주민들의 참여가 중요하게 다루어져야 한다. 재산 보호를 위한 구조적 방안 방화선 구축, 화재에 강한 건축물 설계, 소방 시설 확충 등 재산 피해를 줄이기 위한 구조적 방안이 제안되고 있다.

2.2 이론적 배경

산불은 숲, 초원, 덩불 등의 식생을 포함한 자연환경(번개, 화산활동 등)에서 발생하는 화재를 의미한다. 이러한 산불은 대부분 인위적 원인(부주의한 불씨, 캠프파이어, 담배, 불법 소각 등. 방화, 고의적인 방화 행위. 산업 활동: 전력선, 기계 장비, 공사 등)에 의해 발생하고 있으며, 그 영향은 생태계에 의한 화재, 인간에 의한 화재, 기후변화에 의한 화재 등 다양하고 광범위하게 발생하고 있다. 산불 예방 및 유관기관 공조체계를 강화하여 인명 및 재산피해를 최소화하는 방안의 이론적 배경은 거시적 측면에서 매우 중요하다.

2.2.1 환경여건

우리나라는 기후변화와 산불자원량 증가로 대형산불에 대한 위험성 증가하고 있으며 연중 고온현상, 낮은 강수량, 건조일수 증가, 겨울초여름 가뭄과 국지적 강풍 등으로 산불화재 변화추세로 23년 발생한 산불화재 61건(232.4ha 소실), 최근 10년 평균(91.9건) 1,080.7ha소실으로 33.6%이상 감소하고 있으며, 봄철 평균기온은 평년(4.6℃)과 비슷하거나 높고, 강수량은 평년(198.7mm)과 비슷하나, 3~4월은 강풍의 영향으로 산불 위험이 상존하고 있다. 최근 10년간 919건(평균 91.9건) 발생, 피해면

적 1,080.7ha(평균 108.1ha)소실되었으며, 봄철(1.1~6.30)에 771건(1,077.41ha) / 가을철(7.1~12.31)에 148건(2,995ha), 월별로 4월 197건(430.5ha) → 3월 179건(504.2ha) → 5월 158건(106.2ha)순으로 나타났다. 산불은 봄철에 집중발생하고 있으며, 월별로는 4월에 최대 발생한 것으로 나타났다. 산행인구 증가 및 산불 인접지역 소각산불 등 부주의가 전체 77%를 차지하고 있다.

2.2.2 이상기온으로 인한 산불 대형화 추세

우리나라는 봄철 및 여름철 고온건조 현상이 심화 되어 1.4℃ 상승(국립기상과학원, 2018)) 되고 겨울철에는 적은 강수량(21년 겨울 강수량은 13.3mm로 기상관측 이후 역대 최저를 기록) 등 기후변화로 산불화재가 점차 대형화 추세를 보이고 있다. 최근 10년('14~'23) 연평균 91.9건, 산불 1,080.7ha 피해 발생하였고, 산불화재 주요원인은 입산자 실화와 소각행위 등 부주의로 인한 산불화재가 77% 차지하였으며, 산불내 입목 등 연료물질 축적, 건조일수 증가 등에 따라 대형산불화재('17) 3 → ('18) 2 → ('20) 1 → ('22) 4 → ('23) 1)가 증가하고 있고, 봄철에 집중되었던 산불화재가 겨울에서 초여름까지 점차 증가하고 있다.

2.2.3 기상변화로 산불화재 국제적 이슈로 부각

전 세계에서 산불화재로 소실된 산불면적('02~'16)은 연평균 약 4억 23백만ha로 남한 면적의 약 42배, EU(유럽연합, 유엔환경계획(UNEP) 프런티어 보고서(2022)) 면적과 비슷한 규모이며, 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 6차 보고서(2022)에 의하면 1.5℃ 지구온난화 수준일 때 보다 2℃이상의 온난화 수준일 때 평균 강수량이 감소하고, 건조기후가 증가하여 산불화재 취약지역 및 피해면적 증가하고 있음을 알 수 있다. 최근, 미국·브라

질·호주·그리스·캐나다 등에서 발생한 산불화재는 지역 차원을 넘어서 국가적 재난으로 확산 되고 있다.

2.3 산불 발생 주요 원인

산행인구, 성묘객, 버섯약초 채취자 등 입산자 실화(무단입산 과태료 부과(건) : ('17년) 328 → ('18년) 281 → ('19.7월) 364)는 증가하고 있다. 소각산불(소각산불 건수(비중) (최근10년) 11% → ('17년) 5건 → ('18년) 0건 → ('19년) 2건)은 줄고 있으나, 수거처리에 열악한 농촌 여건상 위험성이 상존하고 있는 현실이다. 귀산촌, 산불주변 펜션단지 증가로 건축물 화재(주택화재 → 산불(비중) : (최근10년) 5% → ('17년) 5% → ('18년) 8% → ('19년) 9%)로 인한 산불 잠재력 높아지고 있다.

2.4 최근 봄철 강수일수 감소, 건조일수 증가로 산불화재 발생위험 증가

특히 1월은 겨울 가뭄 등으로 인해 산불화재 발생이 증가하는 추세이며, 강원도의 기준으로 산불이 약 81.4% (13,735.9km²)로 32%가 침엽수림이며, 소나무류가 대부분을 차지하여 산불화재에 취약한 침엽수 32.2%, 활엽수 41.2%, 혼효림 23.9%로 조성 되어 있으며, 동해안 양간 지풍 발생 시기 산불화재 발생위험 증가 및 대형화 우려가 항시 상존하고 있다.

3. 산불방지 대응체계 필요

연중대형화되는 산불화재 방지를 위해 철저한 대응체계가 필요하다. 산행인구 증가에 따른 산불화재 발생 요인 증가와 동시다발 산불화재 발생으로 산불화재 대응태세

<Table 1> Sectoral Support Measures

field	Key Support Measures
Prevention Promotion	<ul style="list-style-type: none"> - Joint safety inspection of cultural properties in forest fires and fire suppression drills - Volunteer fire brigade utilization forest fire prevention promotion activities - Pre-notification of agricultural products, paddy and furrow burning and support for the removal of flammable materials
Preparedness	<ul style="list-style-type: none"> - Operation of large-scale forest fire emergency management system and intensive management of vulnerable areas - Establishment of prompt and accurate situation management and situation reporting and dissemination system - Thorough inspection and maintenance of forest fire suppression equipment and firefighting water facilities
Evolutionary Coordination	<ul style="list-style-type: none"> - Prompt situational judgment of the field commander and appropriate firefighting resources - Sharing on-site public information and establishing an emergency defense system for private houses and facilities - Clarifying the mission and role of firefighting helicopters and establishing a support system - Securing forest fire extinguishing equipment and preparing utilization plans

역량 분산 우려가 있으며, 산불 인접 지역 내 논·밭두렁 태우기 등 농업부산물 소각행위 지속으로 소각행위 근절을 위한 보다 강화된 대책 마련이 필요하다. 농·산촌 인구 감소, 초고령화 사회 진입에 따른 인력 중심의 산불화재 대응에 한계가 있으며, 4차 산업기술 확대 적용 등 스마트한 산불화재 대응으로 분야별 중점지원대책의 필요성이 대두되고 있다.

3.1 중점추진과제

산불화재의 임무와 역할에 소방기본법에서는 산불도 소방대상물로 규정하고 있으며, 민가 등 시설물 보호는 물론 산불화재 적극적으로 진화하도록 되어 있다. 산불진화기관의 임무와 역할에 관한 규정으로 소방청예규(제25호)에서 말하는 주요임무 및 역할은 소방인원·소방차량·소방헬기 등 소방자원의 지원하고 가옥·시설물의 보호 등 대상지역에 따른 임무 및 역할분담을 하여 화재진입에 임하고 있다. 도시지역은 소방관서에서 초동진화를 적극 지원하고 산불신고를 접수한 때에는 신속히 전파 및 대응조치를 하여야 한다. 산불현장 통합지휘본부 운영을 지원하고 산불현장 통합지휘본부에 연락관 파견 및 산불 상황분석자문단에 전문가 파견 지원한다라고 규정하고 있다.

3.2 산불예방 및 홍보활동 전개

첫째, 산림에 위치한 문화재 등 합동안전점검 및 화재진압훈련을 연중 시행하여야하고 봄철(2월~4월)과 가을철(10월~11월)에 산림에 위치하거나 연접지 문화재, 전통사찰, 중요시설물에 대해서 소방, 문화재청, 산림청, 지자체 등 합동으로 중점적으로 실시하여 대비하여야 한다. 문화재 등 특별안전점검(소방관서) 및 산불 보호대책 마련(지자체), 자위소방대 초기대응능력 및 현장 대응매뉴얼 적용성 확인점검, 소방 출동로 확보대책 강구(관계인) 및 유관기관 공조체계 재정비하여 산불화재 규모·동원 소방력에 따라 방면 지휘관을 탄력적으로 편성하여 항시 대비태세를 유지하여야 한다. 둘째, 주요 등산로 입구에서 의용소방대 등 민간단체 중심으로 지자체 합동으로 산불조심(산악 안전사고) 예방 캠페인 홍보 및 산불감시·진화활동 참여하고 산림청과 협업 활동으로 의용소방대 및 지자체 산불감시원 합동으로 산불인접 주택 화재안전관리, 대피체계 점검 및 행동요령 전파하고 화재진입 전문교육을 이수하고 지역사회에 봉사하는 의용소방대원이 산불감시 및 진화인력으로 선발될 수 있도록 지자체와 협조하고 산불 인접지 주택 안전관리와 화목보일러 점검 시 의용소방대 및 산불감시원과 합동 예방 캠페인을 시행하여야 한다.

<Table 2> Forest Fire Prevention Policy Goals and Promotion Strategies and Key Support Measures by Sector

objective	Realizing a safe nation from forest fire disasters and minimizing damage to lives and property
Vision	Strengthen forest fire prevention measures and response preparedness, and establish an initial firefighting system through a high-tech monitoring system to realize a safe nation.
field	Key Support and Promotion Tasks
Surveillance Prediction	<ul style="list-style-type: none"> - Establishment of cutting-edge science-based forest fire monitoring and prediction system - Establishment of ICT-based forest fire disaster response support system - Utilizing the 4th industrial technology to advance the system such as smart forest fire response
prevention public relations	<ul style="list-style-type: none"> - Safety inspection of forest fire sites, cultural properties, traditional temples, etc. - Eradicate the spread of forest fires by promoting fire safety facilities for residential wood boilers - Volunteer fire brigade utilization forest fire prevention promotion activities
contrast	<ul style="list-style-type: none"> - Operation of emergency management system for large-scale forest fires and intensive management of vulnerable areas - Maintenance, management, and training of emergency fire extinguishing equipment in areas adjacent to forest fires - Thorough inspection and maintenance of forest fire suppression equipment and firefighting water facilities
correspondence Hvac	<ul style="list-style-type: none"> - Prompt situational judgment of the field commander and appropriate firefighting resources - East Coast weather report to prepare for and respond to large forest fires and strengthen firefighting capabilities - Systematic suppression activities and efficient resource management according to manual procedures - Cooperation and joint response with related organizations
investigation public relations	<ul style="list-style-type: none"> - Investigate the won of forest fires, strengthen forest fire prevention publicity, and thoroughly arrest perpetrators - Strengthening post-mortem evaluation and analysis of forest fire response - Customized forest fire prevention promotion by time and won - Expansion of private participation in forest fire promotion and institutional collaboration

<Table 3> Issuance of fire danger warning according to special weather report (decision of situation assessment meeting)

category	Criteria for action
attention	- Issuance of fire danger warnings, such as strengthening fire monitoring activities, establishment of operational plans, patrols for key management targets, etc.
boundary	- Reinforcement of safety management for key management targets, forward deployment of firefighting forces at the venue, etc.
Serious	- Duty on the command line of the chief of the fire department (check the readiness of the available firefighting forces, prepare for the operation of the control group, strengthen the cooperation system with related agencies)

<Table 4> Forest fire risk rating (fire danger warning issuance)

category	Criteria for action
interest	- When burning paddy fields, 119 pre-report
attention	
boundary (Large-scale forest fire warning)	- Volunteer fire brigade fire prevention system in parallel with forest fire prevention - Firefighting helicopters (patrol cars) broadcast forest fire prevention guidance around hiking trails on weekends
Serious (Large Forest Fire Warning)	- Mobile patrol in areas vulnerable to forest fires (Gutdang, etc.) (once a day) - On-site inspection of forest road access road and dispatch road (once a day)

셋째, 산불조심 기간 봄철 조심 기간(2.1.~5.15)과 가을철 (11.1.~12.15.) 중 산불취약지역 현장점검 실시하고 산불위험등급(산불위험등급 관심, 주의, 경계, 심각)이 높은 지역을 중심으로 현지 순찰 및 산불 인접지역 소각행위 금지 등 주민 홍보 활동 및 산불취약지역 의용소방대원 등 인력배치, 산불진압장비 등 동원자원 및 소방통로 확보 등을 통해 사전 위험요소 제거하여야 한다.

논밭두렁 태우기 사전신고 정착 및 인화물질 제거사업도 적극적으로 지원하여야 한다. 산불 인접지 등에서 신고하지 아니하고 무단소각을 할 경우 화재로 오인 할만한 행위로 단속(시도 화재예방조례, 20만원 이하의 과태료)하고 지자체의 산불 및 논밭두렁 인화물질 사전제거 시 소방차를 적극적으로 지원하여 산불화재 확대를 미연에 방지하여야 한다.

3.3 산불 대비·대응태세 확립

3.3.1 산불발생 취약지역 집중관리

산불 취약지역의 민가시설물 경방계획서를 작성하여 포털의 지도 등을 활용, 상황실 및 지휘차량 등에 비치 활용(위치, 가구수, 진입로, 인근 소화용수, 대표자 비상연락망 등)한다. 문화재 및 전통사찰 등 소방차 접근 곤란지역 진압대책 강구한다. 자체 소화용수 확보(20분 이상), 소화기, 옥외소화전, 방수총 등 설치 권장하고 자체소방대 편성·운영 및 초기대응능력 향상을 위한 소방훈련 등을 분기별로 실시하며 연접 산불 내 잡초 제거, 산불 확산방지

완충지대 조성(관리주체 지도)한다.

3.3.2 신속 정확한 상황관리(보고·전파) 체계 구축

재난정보 공동활용을 위한 지자체 산불부서와 협조, 산림청 산불상황관제시스템을 통한 실시간 산불 진행 정보를 공유한다. 시스템상의 헬기·인력 등 자원투입 현황, 피해규모, 진화율 및 야간 산불 확산 중, 재난성 등 주요 산불에 대한 상황도 활용하고 산불현장 영상모니터링 시스템을 통한 공중지상 영상 활용하여 신고접수 시 정확한 상황 파악 및 유관기관 신속 전파, 지자체 등의 출동·진화정보 관리를 통한 현장정보 수집 및 상황을 공유한다. 신속한 산불상황 정보분석으로 지자체 등의 적절한 주민대피·고 및 민가 피해 방지를 위한 긴급조치로 동원자원 유관기관 간 응원협정체결(비상연락망) 정비·보완을 통해 산불 발생 시 즉각적인 상황공유 체계 구축하여야 한다.

3.3.3 산불진압 장비 및 소방용수 점검·정비

소방차 등 산불 진압용 장비의 점검 및 정비를 통해 100% 가동상태 유지하는 것이 무엇보다 중요하다. 산불 진화를 위한 의용소방대 등 민간자원 동원 시 지자체의 산불진화장비(등짐펌프 등) 현장지원체계 구축(소방관서별 지자체와 협의)하고 동력 소방펌프, 휴대형펌프 등 진화 장비조작 교육·훈련을 평상시에 숙달하고 산불취약지역 갈수기 및 동절기에 진화헬기 취수장(담수지)을 사전에 확보하여 산불 발생 시 초동진화에 차질 없도록 대비한다.

3.4 산불 초동진압 및 공조체계 강화

3.4.1 현장지휘관의 신속한 상황판단 및 적절한 진화자원 투입

산불 발생 시 신속한 초기대응 및 민가, 문화재 등 보호에 최우선하고 현장지휘관은 민가 등의 피해 예상 시에는 산불진화 우선순위(산불 진화기관의 임무와 역할에 관한 규정)로 인명보호 → 국가기간산업·군사시설 및 문화재 보호 → 가옥 등 재산 보호 → 중요 산불자원 보호 → 산불 확산 방지)에 따라 모든 소방력을 인명 및 시설물 보호 등에 최우선 투입한다. 산불 취약지역 시설물 지도 등을 통한 사전 정보파악으로 출동 대상 지역을 선정 및 대상물의 특성에 따른 효과적인 진압작전 전개하기 위해 신고 접수 시부터 지자체 산불진화대 동시 출동 요청으로 소방력 투입으로 초동진화한다. 현장지휘관은 인명 및 시설물 피해 우려 시 119종합상황실에 산림청 및 지자체 임차 헬기, 진화인력 신속 지원 요청하여야 한다.

3.4.2 현장정보 공유 및 민가시설물 방어 조치 체계 구축

소방지휘관(소방상황실)이 민가시설물로의 연소 확산 정보를 요청한 경우 산불진화 헬기조종사는 그 정보를 신속하게 공유한다. 산불이 민가시설물로 확산 우려 시 소방지휘관(상황실)은 해당 지역에 긴급주수 등의 조치를 직접 요청하여야 한다.

3.4.3 대형산불 대비 진화자원 전략적 사전 배치

산불확산과 연관성이 많은 기상특보(최근 20년 간 건조경보 및 순간 풍속 20m/s의 기상 시, 대형산불 발생 증가) (건조, 강풍 등) 시, 대형산불 발생위험이 사전 예측되는 경우 중앙구조본부 사전에 전진 배치 한다.

3.4.4 소방헬기 임무와 역할 명확화 및 지원체계 구축

소방헬기는 민가 및 시설물 보호에 최우선하여 임무수행하고, 피해 우려가 없을 경우 산불 보호를 위한 공중진화에 주력하고, 소방항공대간 산불지형, 접근성 등에 따른 권역별 광역출동 및 상황공유전파체계 구축(5개 권역, 산림청 지정 산불진화 공동사용 주파수(122.0MHz, 예비. 127.8MHz)) 및 유무선 통신망 확보하여 지상진화대의 현장지휘관 요청시 산불 헬기 등과의 무선통신 중계하여야 한다.

3.4.5 기상상태별 산불경보체계 운용

산불 발령 시 유관기관장에게 통보 및 지역주민 등 홍보 실시하고 산불위험지수가 산림 안에 있는 불이 탈 가능성이 있는 물질의 상태와 기상상태에 따라 산불발생의 위험 정도를 1~100까지 숫자로 나타낸 지수로 기상상태별로 산불경보체계를 운용한다.

대형산불 위험예보 발령(기준) 및 대응조치는 과거 20

<Table 5> Request for major cooperation from related agencies

firefighting headquarters	fire station	- Rapid mobilization of firefighting helicopters and fire trucks - Participation in forest fire extinguishing and support for volunteer fire brigades
	Special Rescue Team	- Parallel fire warning system - Continuous helicopter aerial map broadcasting during forest fire danger

<Table 6> Evolutionary Resource Strategic Pre-Deployment

When dangerous weather is expected	Attempt Request→ Fire Department
Mobilization of the Central Rescue Headquarters	Fire Agency → Central Rescue Headquarters
Gathering at the Resource Gathering Point	- Deployment Areas and Missions - Wireless communication check, etc.
On-the-job activities	- On-site deployment and mission execution

<Table 7> Forest Fire Risk Index (Announced by the National Institute of Forest Fire Science)

category	Director of the Forest Service (nationwide)	Metropolitan Markets	Ward mayor, county head
attention	If the risk index is 51 or higher in the area where the risk index is 70% or higher		Hazard index 51-65
boundary	If the risk index is 66 or higher in the area where the risk index is 70% or higher		Hazard index 66-85
Serious	If the risk index is 86 or higher in the area where the risk index is 70% or higher		Hazard index 86 or higher

<Table 8> Criteria for issuing forest fire warnings

(Article 23, Paragraph 1, Paragraph 8 of Schedule 1 of the Enforcement Decree of the Forest Fire Protection Act)

category	Criteria for appointment	Remarks
interest (Blue)	When it is necessary to pay attention to forest fire prevention in consideration of the timing of forest fires, etc., and does not meet the criteria for issuing a forest fire warning "warning"	Symptomatic activity monitoring
attention (Yellow)	If the wildfire risk index is 51 or higher, which is more than 70% of the area, or if the risk of wildfires is expected to increase and special attention is deemed necessary.	Operation of Cooperation System
boundary (Orange)	If the forest fire risk index is 66 or higher, or if there is a risk that the forest fire will spread to a large-scale forest fire, and special precautions are deemed necessary.	Strengthening Response Posture
Serious (Red)	If more than 70% of the area has a wildfire risk index of 86 or higher, or if it is recognized that there is a high probability that forest fires will occur simultaneously and spread to a large forest fire.	All-out response

<Table 9> Effective humidity and wind speed

Step	Criteria for Appointment	Action Plan
Large Wildfire Advisory	Effective humidity of 45% or less for more than 2 days Continuously, more than 7 m/s	- At least 1/6 of the affiliated civil servants or employees and at least 1/3 of the affiliated social welfare personnel are on standby. - Prohibition of entry into mountain-controlled areas, increase of monitoring personnel in areas vulnerable to forest fires, patrolling and enforcement activities at least twice a week, etc.
Large Wildfire Warning	Effective humidity less than 30% for more than 2 days Continuously, more than 11 m/s	- Deployment of at least 1/4 of the affiliated civil servants or employees and at least 1/2 of the affiliated social welfare personnel. - Prohibition of entry into mountain-controlled areas, participation in forest fire prevention activities by forest fire-related organizations, refraining from shooting drills by military units, patrolling and enforcement activities at least 4 times a week, etc.

년간의 중·대형 산불 발생 분석결과를 토대로 하여 발령하고 실효습도 및 풍속 등 기상여건에 따라 발령하여야 한다. 또한 주의보는 산불경보 '경계' 수준, 경보는 '심각' 수준의 대응 조치로 실시하여야 한다.

위하여 험지에는 펌프차 적극 활용 및 유관기관 합동 진압을 한다. 안전관리로는 첫째, 방면지휘관은 통제단에 인원 보고 후 방면구역에 인원배정을 동시 투입하고 둘째, 현장 안전점검관은 안전장비 이상유무 확인 후 투입하여 셋째, 체력소모를 고려한 현장상황에 맞는 진압복장 착용(현장 지휘관판단) 과 시야 확보를 위한 조명장비를 착용하여야 한다.

4. 일몰 시 산불 대응체계 구축

최근 가장 관심 사항으로 떠오르고 있는 부분으로 주간에는 헬기로 화재진압이 가능하지만 야간에는 안전문제로 산불화재 시 진화 헬기 이륙이 불가하므로 육상 진화 중심으로 산불대응하고 있다는 것이다.

안전대응방안으로 첫째, 현장지휘관은 현장여건 등을 고려하여 안전 확보 시 투입하고 둘째, 초기대응 강화를

4.1 헬기를 이용한 공중진화 운영

헬기를 이용하여 산불 확산방지는 산불 경계면에 있는 열점의 확산을 멈추게 하는 것이다. 이 열점들은 보통 화지(火指)의 형태로서 불을 이끌어 간다. 이 위험한 화지는 빠르게 번져가므로 조종사의 임무는 산불의 진행을 완화

<Table 10> Shift in daytime and night response posture

Daytime : Sunrise~Sunset		Night : Sunset~Sunrise
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Joint helicopter and land suppression activities ▶ Extensive forest fire suppression through helicopter air waterproofing and localized land response 	Shifting your response posture	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Promotion of firefighting-centered response strategy, joint response with related agencies when necessary ▶ Firefighting power in the direction formation according to the base Fully evolved with intensive input

하는 것이다. 화지와 비 산화 지점 주위에 임시로 방화선을 만든다.

산불정리는 전소된 방화선을 따라 작업하는 것을 의미한다. 방화선을 따라가면서 연기, 불꽃 등으로 발화 지점의 존재 여부를 조사하여 물을 투하한다. 산불진화 후에는 산불지역을 당분간 감시비행 한다. 위험이 낮아지면 공중 감시도 줄인다.

4.2 단계별 대응조치

일몰 후 산불화재 발생 시, 시야가 제한되고 통제 상황이 더 어려워지기 때문에 신속하고 체계적인 대응이 필요하다. 단계별로 다음과 같은 조치가 요구된다.

4.2.1 소방 인력 및 장비 투입

일몰 후에는 가시거리가 줄어들므로, 소방 인력 배치 시

안전을 최우선으로 고려해야 한다. 화재 진압 차량은 전조등 및 작업등을 사용해 시야를 확보하고, 소방 인력은 휴대용 조명 등을 활용한다. 또한 일몰 후에는 화재의 진행 상황을 파악하기 어려우므로, 드론이나 열화상 카메라를 활용해 화재의 확산 상황을 모니터링 한다.

4.2.2 화재진압

야간에는 지상에서의 진압이 주로 이루어지며, 공중 진압은 안전상 제한될 수 있다. 인근 마을이나 시설물로 화재가 확산 되지 않도록 방화선을 구축하는 것이 매우 중요하다. 또한 화재가 인근 민가나 시설물에 접근하지 못하도록 방화선을 구축하고, 불타기 쉬운 물질을 제거 한다.

4.2.3 대피 및 인명 구조

산불이 인근 마을로 확산 될 우려가 있을 경우, 주민 대

<Table 11> Countermeasures from forest fire registration to back fire cleanup

Step	What we are doing	Remarks	
Wildfire Situation Reception	<ul style="list-style-type: none"> Grasp the situation, determine the number of aircraft dispatch and select the aircraft. Dispatch distance aircraft within 30 minutes 	<ul style="list-style-type: none"> Wildfire Situation Room ↔ Department of Wildfire Aviation 	
Arrival at the scene Wildfire Verification	<ul style="list-style-type: none"> Aircraft Status Report Forest Service, Wildfire Aviation Headquarters Situation Room Decision to provide additional helicopter support 	Accurate status reporting & Judgment	
Public-private military consolidation Evolution	5 or less (Small)	<ul style="list-style-type: none"> Command & Control Aircraft Operation (Senior Pilot) Integrated command and control cooperation with other agencies Rapid report on the spread of forest fires and extinguishing status. 	Aviation Management Office Accurate Maintaining the Situation
	6~10 cars (Medium)	<ul style="list-style-type: none"> Composition of the Regional Aerial Evolution Team Integrated command and control cooperation with other agencies Command & Control Aircraft Operation (Senior Pilot) Aerial fire command and rapid report of extinguishing status 	<ul style="list-style-type: none"> Instruction from the head of the Forest Fire Aviation Division Wildfire Agency and Aviation Management Office Keeping an eye on the situation, responding quickly
	11 or more (Large)	<ul style="list-style-type: none"> Formation of the wide-area aerial evolution team Integrated command and control cooperation with other agencies Full-time command and control equipment operation (on board with necessary personnel) Aerial firefighting command and follow-up measures 	<ul style="list-style-type: none"> Maintain close contact with the Field Command Center
Clean up the back burner	<ul style="list-style-type: none"> Withdrawal and relocation of aircraft Rearlight surveillance aircraft and reserve aircraft on standby. 	Forest Service Instruction from the head of the Forestry Aviation Division	
Nighttime wildfires	<ul style="list-style-type: none"> Secure a mooring site in advance if it is extended due to a forest fire at night. Preparation of matters related to fuel and supply support Establishment and instruction of the next day's evolution plan 	Actions of the Chief of Wildfire Aviation	

피를 신속하게 유도대피 하고 특히 야간에는 혼란이 발생할 수 있으므로 질서 있는 대피를 위해 경찰과 소방 인력이 협력해야 한다. 대피가 완료된 후에도 인명 피해를 최소화하기 위해 추가적인 구조 작업이 필요할 수 있으며, 야간 작업 시에는 조명을 충분히 확보하고, 구조대원 간의 긴밀한 소통이 필수적이다.

4.2.4 보고 및 평가

모든 대응이 완료되면 상황을 종합하여 보고하고, 화재 원인과 대응 과정에 대한 평가를 하고, 야간 작업 시 발생한 문제점을 분석하고, 향후 유사 상황에 대한 개선 방안을 마련 한다.

이러한 단계별 대응 조치는 일몰 후 산불화재 상황에서 신속하고 효과적인 대응이 가능하게 하며, 인명 피해와 재산 손실을 최소화하는 데 중요한 역할을 하여야 한다.

5. 결론

우리 국토는 산림면적이 63%로 OECD 국가 중 핀란드, 일본, 스웨덴에 이어 4위이다. 산림지역이 많은 강원도 동해안은 봄이면 양강지풍(양양-강릉), 양간지풍(양양-간성)이라는 특유의 국지성 강풍이 분다. 이 강풍으로 4월 초순에 고성에서 시작된 산불이 속초 등으로 확산되어 막대한 피해가 발생한 바 있다. 이제는 산불화재의 선제적 대응을 통해 인명과 재산피해를 최소화하기 위한 방안으로 첫째, 산불 지역에 조기 경보 시스템을 구축하여 산불 발생 시 신속하게 주민들에게 경보를 제공한다. 센서, 카메라, 위성 등을 활용하여 조기 감지가 가능하도록 한다. 둘째, 산불 지역 주민들에게 적절한 대피 계획을 제공하고, 교육을 통해 대피 시 행동 지침과 안전한 장소로의 이동 방법을 알려준다. 셋째, 산불 지역 내에 안전한 대피 경로를 마련하고 표지판을 설치하여 주민들이 빠르게 대피할 수 있도록 돕는다. 넷째, 주민들에게 산불 발생 시 대피할 때 필요한 휴대품과 의약품품을 준비하도록 권고한다. 다섯째, 대피 및 구호 활동에 필요한 효율적인 통신 수단을 마련하여 주민들과 당국 간의 의사소통을 원활하게 한다. 여섯째, 산불 지역 내에 임시 구호 시설과 응급 서비스를 마련하여 산불 피해자들에게 신속한 응급 처치와 보호를 제공한다. 일곱째, 산불 지역 내에 산불 위험이 높은 장소에 대해서는 적절한 정비 작업을 수행하여 산불 발생을 예방하고, 피해를 최소화한다. 여덟째, 지역별로 산불 관련 유관기관과의 협력을 강화하여 산불 발생 시 신속하고 조직적인 대응을 할 수 있도록 한다. 산불화재가

진압된 후에는 인명과 재산피해를 평가하고, 피해현장을 복구하고 피해자들에 대한 지원을 제공하여 산불화재의 인명과 재산피해를 최소화하기 위해서는 사전 예방과 대응능력의 강화가 중요하며 지속적인 노력과 협력을 통해 산불화재의 피해를 최소화 하여야 한다.

산불화재의 선제적 대응은 산불 발생을 최소화하고 대피 및 구호 활동을 원활하게 하여 인명과 재산피해를 최소화하는데 중요한 역할을 할 것이다. 따라서 이러한 방안들을 실천하여 산불화재로 인한 피해를 최소화 하여야 한다.

6. References

- [1] N. V. L. Brokaw(1985), Treefalls, regrowth, and community structure in tropical forests. In, the Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics, S. T. A. Pickett and P. S. White (eds.), Academic Press, New York. pp.53-69.
- [2] J. H. Connell(1978), "Diversity in tropical rain forests and coral reefs." Science, 199:1302-1310.
- [3] Y. Choung, B. C. Lee, J. H. Cho, K. S. Lee, I. S. Jang, S. H. Kim, S. K. Hong, H. C. Jung, H. L. Choung(2004), "Forest responses to the large-scale East coast fires in Korea." Ecological Research, 19:43-54.
- [4] Forest Service, Fire Agency(2022~2024).
- [5] Gangwon Fire Department(2022~2023).
- [6] C. S. Lee, J. H. Kim, H. Yiand, Y. H. You(2004), "Seedling establishment and regeneration of Korean red pine forests in Korea in relation to soil moisture." Forest Ecology and Management, 199:423-432.
- [7] C. D. Oliver, B. C. Larson(1990), Forest and dynamics. McGraw-Hill, New York.
- [8] G. S. Park, M. J. Lee, H. K. Song(2002), "Effects of forest fire on herb layer development and chemical properties of soil." Korean Society of Environment and Ecology, 26(1):67-73.
- [9] H. Seo, Y. Choung(2010), "Vulnerability of Pinus densiflora to forest fire based on ignition characteristics." Journal of Ecology and Environment, 33(4):343-349.
- [10] H. Seo, Y. Choung(2014), "Enhanced vulnerability to fire by Pinus densiflora forests due to tree morphology and stand structure in Korea." Journal of Plant Biology, 57:48-54.
- [11] D. Tilman(1986), "Nitrogen-limited growth in

- plants from different successional stage.” Ecology, 67:555-563.
- [12] D. Tilman(1986), Resource, competition and the dynamics of plant communities. In, Plant Ecology, M. Crawley(ed.), Blackwell Scientific Publication, Oxford, pp.51-76.
- [13] R. J. Vogl(1980), The ecological factors that produce perturbation-dependent ecosystems. In, Recovery process in damaged ecosystem, J. Cairns(ed.), Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, pp.63-94.
- [14] P. S. White(1979), “Pattern, process and natural disturbance in vegetation.” Botanical Review, 45:229-299.
- [15] P. S. White, S. T. A. Pickett(1985), Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. In, The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics, S. T. A. Pickett and P. S. White(eds.), Academic Press, New York, pp.3-13.

저자 소개



이 정 일

현재 서울소방재난본부 영등포소방서 센터장 근무, 공학사, 경영학석사, 경영학박사, 행정학박사, 교육학(상담심리)박사를 취득하였음.

1991~2014년 서울소방 및 서울시립대학교 도시방재연구소 근무. 2015~2023 국민안전처, 소방청, 중앙소방학교, 119특수구조대 근무
연구분야: 재난관리, 위기관리, 안전관리, 산업안전 등

주 소: 서울시 성동구 살곶이길50 현대아파트 105동 602호