

산불 사고사례 분석을 통한 산불 대응 의사결정 트리 강화의 중요성 고찰

Importance of Reinforcing Decision Trees for Forest-Fire Disaster using Case Analysis

김남균* · 곽재환** · 김만일***

Kim, Namgyun*, Kwak, Jawhwan**, and Kim, Man-Il***

Abstract

The Ministry of Public Administration and Security designated Goseong-gun, Gangwon-do, Korea, as a special disaster area because of the forest fire in April 2019. Similarly, forest fires occurred in Gangwon-do, such as the Yangyang forest fire in April 2005 and the east-coast forest fire in April 2000. The origin of forest fires is accidental in more than 70% of cases according to the latest 10-year statistics. The large-scale spread of forest fires in Gangwon-do is mainly attributable to meteorological conditions such as high temperature, low humidity, and strong wind. Preventing forest-fire disasters is impossible because the natural environment is difficult to control. Therefore, the ability of the responding agencies and responders is important in suppressing the spread of fires. The forest-fire response-managing department in Korea is the Korea Forest Service, which plays a key role and coordinates with related agencies. The related agencies include the Ministry of National Defense, Ministry of Environment, Police Agency, Fire Service, Cultural Heritage Administration, and so on. Therefore, the purpose of this study is to investigate the importance of collaboration using case analysis of each of the forest fires in Goseong in 1996 and 2019 and to develop a forest-fire response decision tree as a way of enhancing collaboration.

Key words : Forest Fire, Case Analysis, Decision Tree

요 지

2019년 4월 고성에서 발생한 산불로 인하여 행정안전부에서는 해당 지역을 특별재난지역으로 지정하였다. 비슷한 사례로 2005년 4월 양양 산불, 2000년 4월 동해안 산불 등 강원지역에서 대형 산불이 각각 발생한 사례가 있다. 이러한 대형 산불의 발생원인은 최근 10년 통계 기준 70%이상 실화 및 소각으로써, 인적요인에 의한 발화가 대다수이다. 삶의 질 향상으로 인한 등산객 및 탐방객이 증가하고, 산림면적당 임목이 증가하여 산불의 발생 및 확산이 쉬운 환경인 우리나라는 대부분 4월 강원도 동해안 지역에서 대형 산불이 발생하였다. 대형 산불로 확산되는 주요 원인은 기상조건으로써, 건조한 환경에서 강한 바람으로 인해 비산화 형태의 산불로 전이되기 때문이다. 자연 환경을 제어하여 산불의 확산을 저지하는 방법은 물리적으로 불가능하기 때문에 대응하는 기관 및 행위자의 능력이 중요하다. 산불 대응 주관기관은 산림청으로써, 핵심 역할을 수행하며, 해당 관할과 관련 있는 유관기관과 함께 대응을 한다. 유관기관으로는 국방부, 환경부, 기상청, 경찰청, 소방청, 문화재청 등이 있으며, 그 외 다양한 행위자가 산불 대응에 참여하기 때문에, 기관 및 행위자간의 협업이 매우 중요하다. 따라서, 본 연구에서는 사고사례 분석방법을 이용하여 2019년 고성에서 발생한 산불의 사례를 통해 협업의 중요성을 고찰하고자 하였으며, 협업을 강화하기 위한 방법으로 산불 대응 의사결정 트리를 개발하였다.

핵심용어 : 대형 산불, 사고사례분석, 의사결정 트리

*정회원, 산림조합중앙회 산림종합기술본부 선임연구원(E-mail: knkblue2@hanmail.net)
Member, Senior Researcher, Forest Technology Division, National Forestry Cooperative Federation

**1 산림조합중앙회 산림종합기술본부 선임연구원

2 금오공과대학교 토목공학과 박사과정

1 Senior Researcher, Forest Technology Division, National Forestry Cooperative Federation

2 Ph.D candidate, Kumoh National Institute of Technology, Civil Engineering

***교신저자, 정회원, 산림조합중앙회 산림종합기술본부 책임연구원(Tel: +82-42-341-1026, Fax: +82-42-637-8046, E-mail: mikim@nfcf.or.kr)

Corresponding Author, Member, Principal Researcher, Forest Technology Division, National Forestry Cooperative Federation

1. 서론

2019년 4월 고성에서 발생한 산불로 인하여 특별재난지역으로 지정 및 수습, 복구를 정부에서 지원하였다. 산불은 재난안전관리 기본법이 아닌 산림보호법에 기초하기 때문에, 산불이 대형화로 발전하여 재산 및 인명피해에 큰 영향을 미치지 않는 이상 산불관련 지방정부 부처나 산림청의 대응 체계를 따른다. 화재의 경우에는 재난안전관리 기본법에 의거하여 소방청에서 대응을 하는 것이 일반적이다. 또한, 지방자치법에 따라 시, 군, 구는 산림을 보호할 의무가 있다. 산불 관련 법 체계에서도 여러 기관들이 관련되어 있으며, 실질적으로 산불의 발생에 따른 대형 산불로 확대 시 대응 및 지원 기관의 수는 매우 높아지기 때문에 협업이 중요하다고 볼 수 있다. 산불뿐만 아니라 여러 종류의 재난대응의 방법으로 협업의 중요성을 강조한 다수의 선행연구들이 있으며, Cha and Im (2014)은 구미 불산 누출 사고사례에 의해 재난관리단계별 대응 체계에 관한 행위자 분석, Lee et al. (2018)은 재난 대응 SOP와 협업의 기능에 관한 분석, Song and Park (2017)은 대형 복합재난에 따른 재난 대응체계의 역량 분석 등을 통해 협업의 기능을 강조하였다. 산불의 경우 Boychuck and Martell (1988)은 산불진화를 위한 효율적인 자원배치를 고려하는 Markov Chain Model을 개발, 실험을 통해 산불진화대원 및 장비의 기회비용을 30%까지 절감가능하고 보고한바 있다. Kessell and Beck (1991)은 미국에서 수년동안 발생한 산불통계자료를 근거로 산불 취약지역에 대한 산불예측, 확산형태 등을 분석하고 억제정책 등에 관한 다양한 정보를 산불관리자들의 의사결정 정보로 제공하고 있다. Park (2005)은 양양 산불 사고의 대응사례를 통해 한국 위기관리 행정의 문제점을 제시하였으며, Bae (2010)는 이러한 문제들에 관하여 산불재난에 효과적으로 대처하기 위한 관계 기관들의 조직간 협력강화를 제시하였다. Bae and Lee (2012)는 산불 초기 진화 행동매뉴얼의 체계화를 통해 진화헬기, 소방관서, 산림부서 등의 연계된 매뉴얼 방안을 제시하였다. 2005년 4월 발생한 양양산불 이전에는 각 고유기관별 보유하고 있는 산불 대응 매뉴얼에 기초하여 대응을 하였으며, 2005년 11월 산불대응 위기관리 표준매뉴얼, 실무매뉴얼이 제작되어 중앙정부에서 통합적으로 관리할 수 있는 체계가 갖추어졌다. Mo (2014)는 산불 대응 체계의 개선방안에 관하여 제시하고, Koo and Back (2019)은 산불현장 대응인력 역량강화를 위한 실태조사를 하는 등 다양한 연구를 통해 산불대응 체계가 보완되어가고 있다.

우리나라는 최근 10년간 평균 산불 발생건수는 431건이고, 평균 면적은 669.9 ha로 조사되어 1건당 평균 피해 면적은 1.5 ha로 보고되고 있다. 또한 평균 피해 금액은 23,918백만 원, 평균 진화시간은 2시간 37분으로 보고되고 있다(KFS, 2019). 산불 발생 원인의 36%가 입산자 실화,

17% 논·밭두렁 소각, 14% 쓰레기소각, 4% 담뱃불실화로, 주로 인간의 활동에 의해 산불이 발생하기 때문에 근본적으로 산불의 원인을 제거하는 것은 사실상 불가능에 가깝다. Lee et al. (2012)은 지난 50년간 우리나라에서 발생한 산불통계를 활용하여 우리나라의 산불특성을 연구하였다. 연구결과, 2000년대에 들어 쓰레기 소각과 담뱃불에 의한 산불발생이 전체 중 19%의 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 다시 말해, 인간의 활동을 제한하여 산불을 예방하는 것도 중요하지만, 산불의 발생 시 대응 측면에서 관리하는 것이 대형 산불을 예방하는 데에 도움이 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 1996년, 2019년 고성 산불 사고 사례 분석을 통해 산불 대응 디시전트리를 개발하였다. 개발된 디시전트리는 산불대응 행위자가 쉽게 산불대응 표준매뉴얼을 이해하여 산불 대응을 하는 데에 목적을 두고 있다.

2. 사례분석

2.1 1996년 고성산불

1996년 4월 23일 12시경 군부대의 불량 TNT를 처리하는 과정에서 발화되어 때마침 불어온 강풍을 타고 죽변산과 인접한 죽왕면, 토성면 일대 산불이 발생한 사건이다. 2일 6시간의 산불 진행 시간으로 산림과 가옥에 대형 피해가 발생하였으며 총 피해 규모는 22,717백만 원으로 집계되었고, 49세대 140명의 이재민이 발생했다.

시간의 흐름에 따른 산불 상황 및 대응 상황은 다음과 같다. 4월 23일 12:22 산불발생 신고가 군청상황실에 접수되었다. 12:25 군청 산림과장 외 15명 진화장비 차량으로 출동, 12:30 소방차 출동 지원요청에 따라 12:35 고성군청 직원 및 죽왕면사무소 직원 101명이 현장 출동하였다. 12:55 산림청 헬기가 양양 산불 진화 완료 후 고성방향으로 출발 예정 통보, 13:50 지상 진화대가 사격장내 안전사고 우려로 인해 투입 불가에 따라 강원도청에 헬기 지원을 독촉하였으나 14:20 강원도청은 평창군 진부방향의 대형산불 진화지원으로 산림헬기 지원이 불가하다고 통보 하였다. 14:30 군부대 이외 지역인 죽변산으로 화재 확대를 억제는 방어선 설치, 위험주민 사전 대피를 지시, 군부대 병력의 지원에 대한 전략을 지시하였다. 16:50 강풍으로 인해 사격장내 산불이 점차 확산되고, 진화인력의 투입이 불가하였으며, 17:10 산림청 헬기 1대 도착, 17:25 군부대 헬기 1대 도착에 따른 본격적인 공중 진화가 시작되었다. 19:10 일몰로 인해 산림청헬기는 철수하였으나 산불은 지속적으로 확산되어었고, 23:40 20 m/s의 순간 강풍에 의해 민가로 화재가 확산되었다. 4월 24일, 25일 지속적인 인력 및 장비지원으로 화재를 진화하여 25일 18:20 죽왕면 산불진화지휘본부에서 산불진화 완료를 강원도에 최종 통보했다. 이후 18:50 뒷불 감시계획에 따라 공무원 170명, 소방차 15대가 재배치되고 4월 26일 01:30 뒷불 감시요원 철수, 06:30 죽왕면 가진공설묘지

주변 논에서 연기 발생 신고에 따라 뒷불 진화를 완료하였다. 09:10 산림청 헬기를 이용하여 최종 뒷불 확인과 피해지역 정찰 후 12:00 더 이상의 뒷불은 없는 것으로 판단, 산림청 헬기 철수 및 18:00 산불진화 상황 최종 완료하였다.

2.2 2019년 고성산불

2019년 4월 4일 19시경 고성군 토성면 원암리의 변압기 폭발로 화재가 발생했다는 신고가 접수되었다. 근처 소방서에서 3분만에 대응하여 진화를 시작하였으나 순간 풍속이 30 m/s에 이르는 강풍으로 인하여 초기진화에 실패하였다. 7:17 소방청 대응 2단계 발령 후, 소방차 23대, 소방대원 28명이 투입되었으나 역시 진화에 실패하여 8:03 전국에 소방차 지원을 요청하였고, 9:30 민가 및 시내방향으로 화재가 확산됨에 따라 속초주민 1만여명에게 긴급 재난 문자 발송 및 대피령을 전달하였다. 9:44 소방청대응수준을 전국적 재난 수준인 3단계로 최고수준으로 발령하였다. 동시에 한국전력공사에서는 화재 원인조사를 통해 변압기가 원인이 아니라는 발표가 10:25, 11:45 가스공사는 가스 공급을 차단하여 확산피해 가능성에 대처하였다. 4월 5일 0시 세종시 정부청사에 중앙재난안전대책본부가 설치되어 군헬기 32대, 군 소방차 26대, 장병 1만 6천여명 등이 투입되고, 3:18 강원도 교육청은 학교 휴교령 발표, 6:12 기준 소방차 872대가 투입되어 다른 시도에서 소방력을 지원한 사상 최대의 규모로 기록되었다. 8:15 고성 산불 주불의 진화가 완료되어 산림청에서는 오전중 모든 진화 계획을 발표하였으며, 13:00 산불 진화율 100%로 최종 대응 완료하였다.

2.3 산불사례 비교 분석

Fig. 1은 1996년, 2019년 각각 발생한 산불의 발화지점과 산불확산 범위를 나타내고 있다. 1996년 4월 23일 강원도 고성군 죽왕면 마좌리 산 33번지에서 발생한 산불은 54시간 후에 진화되어 3,762 ha 산림피해가 발생하였다. 2019년 4월 4일 강원도 고성군 토성면 원암리 산 1번지에서 발생한 산불은 16시간 후에 진화되어 897 ha 산림피해가 발생하였다. 강원도 동해안 산불의 특징인 양강(간)지풍의 영향으로 인해 (Lee and Lee, 2011), 산불의 확산 방향이 서쪽에서 동쪽으로 이동한 모습을 확인할 수 있었다. 각각의 산불에 대한 날씨, 진화장비, 피해 금액 등에 관한 비교는 Table 1에 나타내었다. 1996년 당시의 산불정책 규정에 따르면(Goseong-gun, 1997), 실효습도 65% 이상, 풍속이 3 m/s 이상이면 ‘산불주의보’를 고성군수가 발령하도록 되어 있었고, 실효습도가 40~60%, 풍속 5 m/s 미만인 경우에는 ‘산불위험주의보’, 실효습도가 40% 이하, 풍속 5 m/s 이상인 경우에는 ‘산불위험경보’를 강원도지사가 발령하도록 되어 있었다. 이러한 규정은 점차 개정되어 2019년 산불정책 규정에 따르면(Forest Protection Act, 2019), 산불위험지수에 의해 산불 위험도가 결정된다.

산불 위험지수는 기상조건(온도, 습도, 풍속)과 지형(고도, 방위), 임상(침엽수, 활엽수, 혼효림)의 조건을 종합 분석하여 산불위험도를 예측하는 지수로써 지수의 값이 0~50일 경우 산불발생 위험 등급 낮음, 51이상~66미만은 보통, 66이상~86미만은 높음(대형 산불로 확산될 우려), 86이상~100미만은 매우 높음으로 구분되어 있다. 또한 대형 산불 예보 기준은 산불위험지수가 51이상일 경우 예보하게 되며, 실효습도 45% 이하가 2일 이상, 풍속 7 m/s 이상일 때 ‘대형산불 주의보’가 발령되고, 실효습도 30% 미만이 2일 이상, 풍속 11 m/s 이상일 때 ‘대형산불 경보’가 발령된다.

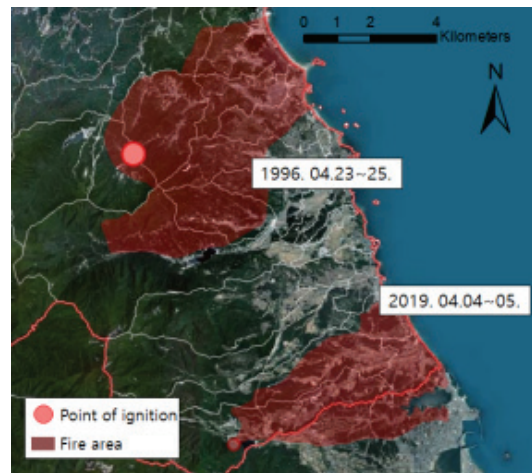


Fig. 1. Forest Fire Damaged Area

1996년도 산불 당시의 기상여건은 최대기온이 24°C, 습도가 27% 이하, 풍속이 5.2 m/s 로서 ‘산불위험경보’에 해당하여 매우 위험한 조건이었으며, 2019년 산불의 경우, 산불위험지수는 66이상~85미만사이의 값을 기록하여 위험등급이 ‘높음’에 해당, 대형 산불 위험등급은 ‘주의보’가 발령된 상황으로 두 산불 모두 위험한 상황이라고 볼 수 있었다. 두 사건 모두 산불대비가 필요한 상황에서 2019년의 산불은 1996년의 산불에 비해 비교적 대응이 잘된 사례라 평가받고 있으며, 이러한 평가를 받은 근본적인 원인이 무엇인가 접근하기 위해 사고사례 분석을 통해 확인하고자 하였다. 사고사례 분석방법에는 Root Cause Analysis (RCA) 방법의 Cause and Effect Diagram을 적용하여 대형 산불의 결과에 관한 여러 문제점들을 분석하고 결정하였다.

3. 사고사례 분석 적용 결과

1996년과 2019년에 각각 발생한 산불에 대하여 RCA 방법을 적용한 결과를 Figs. 2와 3에 나타내었다. 두 산불 모두 환경, 자원, 관리적인 관점에서 화재대응에 실패한 원인을 분석하고, 특히 2019년의 산불은 1996년 산불과 비교해 대응이 성공적으로 평가받는 원인을 함께 분석하였다.

Table 1. Comparison of Forest Fires

	Go-seeong Forest fire in 1996	Go-seeong Forest fire in 2019
Date	23 April 1996, 12:22 p.m.	4 April 2019, 19:17 p.m.
Place	Majwa-ri 33, Jugwang-myeon, Goseong-gun	Wonam-ri 1, Toseong-myeon, Goseong-gun
Cause	Military explosives disposal process	Fire from dry fallen leaves caused by arc burnout of high voltage wires due to strong winds
Extinguishing time	54 hr	16 hr
Temperature	24 °C	15 °C
Humidity	27%	16%
Wind speed	7.0 m/s	8.5 m/s
Maximum instantaneous wind speed	18.5 m/s	30.0 m/s
The number of responders	17,502	10,671
Wildfire helicopter	46	57
Fire truck	89	872
Forest damaged area	3,762 ha	897 ha
Financial loss	227 billion won	2,198 billion won

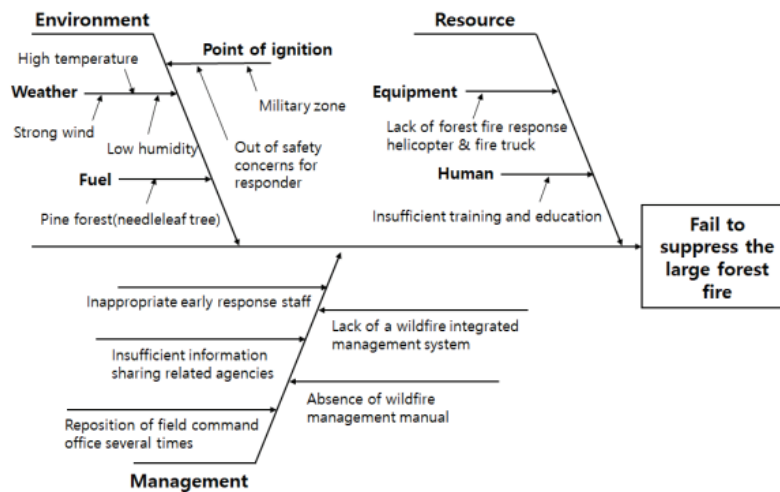


Fig. 2. Applying to Goseong Forest Fire in 1996 Case by Using Root Cause Analysis

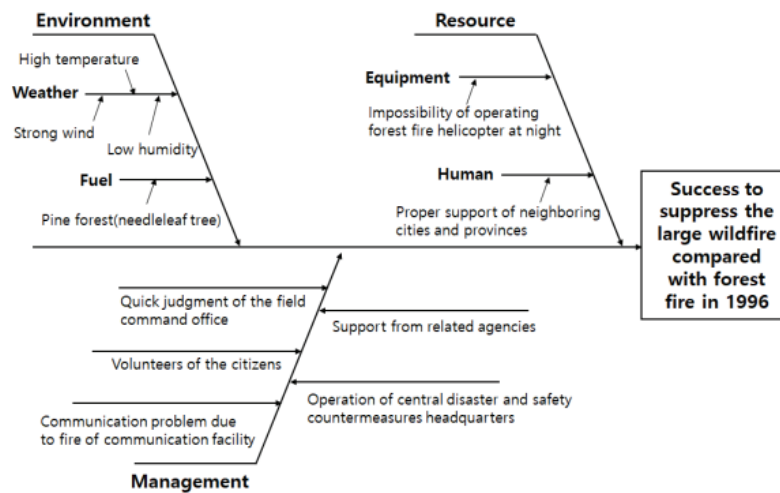


Fig. 3. Applying to Goseong Forest Fire in 2019 Case by Using Root Cause Analysis

1996년 산불당시 산불이 확산되기 쉬운 조건인 고온 건조 및 강풍의 기상 조건으로 인해 산불의 비산화가 이루어지기 쉬운 환경이었다. 또한 산불발생지역은 침엽수림인 소나무로서 불에 타기 쉬운 조건이었다. 이러한 상황에서 산불이 발생 후 10분 이내에 진화인력이 도착했으나 군청의 산림과장 및 자원조성계장을 포함한 직원 6명과 공익요원 8명으로써, 산불진화에 특화된 사람이 출동하지 못한 것이 초동진화 실패의 원인으로 꼽을 수 있었다. 하지만 보다 근본적인 원인은 산불발화 지점을 원인으로 들 수 있다. 초동진화 인력의 출동 이후 군부대 진화병력과 군청, 면사무소직원 101명이 현장으로 출동했으나 진화작업을 수행하지 못하였다. 이러한 원인은 산불발생지점이 군부대 내 사격 훈련장으로 불발탄 등 폭발위험물이 잔재해 있어 대응자의 안전이 확보되지 않았기 때문이다. 결국, 지상 진화인력으로 화재를 진압하기 어려워 산불진화 헬기의 요청에 따라 산불진화 헬기 급유 후 도착한다는 정보를 받았으나 타 지역에 헬기가 출동되어 투입 불가의 연락을 받는 등 의사소통의 어려움이 있었다. 이러한 이유는 통합적인 관리 시스템이 부족하고 관리적 차원의 매뉴얼이 부재하였기에 발생하는 상황이라 볼 수 있다. 산불 확산에 따른 현장지휘소의 잦은 위치 변경과, 고성군청, 군부대, 강원도청, 소방서의 각각 독립된 산불 대응, 화재확산에 따라 집집마다 주민 방문에 의한 대피 요청 등 산불의 관리적 측면에 대한 능력이 부족하여 대형 산불로 발전한 것으로 볼 수 있다.

2019년의 산불 확산 면적은 897 ha로써, 산불진압에 성공했다고 평가할 수 없으나, 1996년 당시의 산불 상황과 유사한 조건에서 피해 면적과 화재 진압시간이 단축되었음을 고려할 때, 비교적 대응이 잘 된 사건이라 볼 수 있다. 1996년과 같은 연료조건, 기상조건으로써 환경적 측면은 매우 유사하고, 19시 20분경의 화재로써, 저녁시간에는 헬기가 출동할 수 없는 조건에 따라 자원적인 측면에서도 유사하다고 볼 수 있다. 이러한 조건 속에서 대응이 잘된 평가를 받는 이유로, 초기 소방청의 출동과 화재 진압 실패에 따른 소방청 대응 수준 최고 단계 발령으로 전국의 모든 소방차에 출동 요청하였다. 이에 따라, 중앙재난안전대책본부가 설치되고 화재진압에 도움이 될 수 있도록 행정안전부의 지시 및 지원 아래 가스공사의 가스차단, 전력공사의 전력차단 등 산업통상부의 지원, 문화재청의 안전상황실가동에 따른 문화재 이동, 강원교육청의 학생 현황 파악 및 휴교령 지원, 통일부의 북한과 산불 현황 공유 등 산불 대응 유관기관이 함께 역할을 수행하였다. 이러한 대응으로 산불 대응시간은 약 1/3, 피해면적은 1/5로 감소하였으나 피해금액은 10배 정도 높았다. 피해금액이 높은 이유는 1996년의 산불과 비교해 주로 시가지로 산불이 확대하여 생활권이 피해가 발생하였기 때문이다. 산불의 생활권 피해 확대에 의해 통신기지가 불에 타 통신이 일부 두절되는 문제, 가스충전소 폭발이 있었다는 오보, 피해복구 비용의 증가 등의 문제 등이 남아있

어 산불뿐만 아닌 산불에 의한 시가지 피해에 대한 대응도 함께 고려할 필요가 있다는 시사를 주고 있다.

RCA 비교 분석에 결과에 대해 다시 정리하면 다음과 같다. 환경적 측면으로 기상 및 연료 상황은 비슷한 조건이었다. 하지만, 1996년 산불은 군부대 내에서 발생한 산불이라는 점에서 산불 진화대의 보호를 위해 적극적인 산불진화작업을 수행하지 못하였다는 부분에서 2019년 산불과 차이를 보였다. 이러한 차이는 산불 확산에 영향을 주었다고 볼 수 있었으나 두 사건 모두 초동진화에 실패하였다는 점으로 볼 때, 발화지점이 산불 확산에 근본적인 원인이 될 수는 없었다. 자원적인 측면으로 1996년 산불의 경우 낮시간대에 발생하였음에도 불구하고 산불진화 헬기가 부족해 빠른 지원이 불가하였고, 2019년 산불의 경우 밤시간대에 산불이 발생하여 산불진화 헬기가 대응을 할 수 없었다. 산불 진화에 중요한 요인인 산불 대응 헬기는 두 사건 모두 산불 초기 상황에 투입될 수 없었기에 화재가 확산 되었다고 볼 수 있었다. 관리적 측면으로 1996년 산불의 경우 현장지휘소인 산불 진화대책본부의 위치 변경, 산불 진화 지원 정보가 공유되지 않아 헬기의 출동 상황 정보의 오류 등의 문제가 있었다. 또한, 강원도청 영림과 속초소방서, 고성군청, 양양국유림 관리소, 면사무소 등 각기 다른 부처에서의 대응을 통합관리 할 수 있는 컨트롤 타워의 부재가 산불을 확산하는데에 근본적인 원인이 있다고 판단하였다. 이에 반하여 2019년 산불의 경우 중앙재난안전대책본부라는 컨트롤 타워의 운영에 따라 산불의 진화 뿐만아닌 자원의 지원에 있어서 신속한 판단이 이루어졌기 때문에 1996년의 산불에 비하여 비교적 피해 범위가 적었다고 판단하였다.

결과적으로, 2019년의 산불대응이 1996년의 산불대응에 비해 성공적인 평가를 받는 원인으로 1.신속한 상황판단, 2.빠른 중앙재난안전대책본부의 운영 3.유관기관의 지원을 분석할 수 있었다. 이러한 분석결과는 결과적으로 관리적인 측면에서 산불 대응 능력의 강화가 효율적인 대응을 가능하게 하였다고 볼 수 있다. 즉, 중앙재난대책본부라는 컨트롤타워의 역할이 매우 중요하다.

4. 디시전트리 개발 및 고찰

산불뿐만 아니라 다양한 재난에 대해 대규모 피해가 발생하면 중앙재난안전대책본부가 가동되도록 시스템이 구성되어 있다. 중앙재난안전대책본부가 가동되면 최고 결정권자는 대통령이되며, 중앙재난안전대책본부장은 행정안전부장관이 역임하도록 되어 있다. 산불의 경우 산불진화 주관기관은 산림청이며, 산불의 피해면적과 상황에 따라 산불현장 통합지휘본부장은 시, 군, 구청장, 국유림관리소장, 행정안전부장관, 산림청장 등이 될 수 있다. 다양한 산불 조건 속에서 복잡한 산불 진화 체계를 쉽게 개선하기 위해 컨트롤타워의 핵심인 산림청의 산불 대응 디시전트리를 개발하고자 하였

다. 개발된 디시전 트리는 산불 피해면적이 100만 m^2 이상으로 대규모이거나 2개 이상의 광역자치단체에 걸쳐 발생하는 대형 산불로 가정하였으며 ‘산불 재난 위기관리 표준매뉴얼’에 기재되어 있는 내용을 바탕으로 재구성하였다(Fig. 4). 개발된 디시전트리는 산림청(차)장, 산림보호국장, 중앙산불상황실, 산불대응과, 대변인의 5개의 대응자로 구성되어 있으며 징후감시(관심)-초기대응(주의, 경계)-비상대응(심각)-수습, 복구의 4단계로 구분하여 대응자의 역할을 순서도로서 구성하였다. 순서도 내에서 분기가 되는 지점은 상황판단회의를 통한 중앙사고대책본부의 운영여부로 도출하였다. 도출된 디시전트리는 예방-대비-대응-복구의 재난 대응 전 과정에 따라 산불발생에 따른 시간적 대응 순서를 나타내었으며 기존의 매뉴얼에서 제시하고 있는 내용을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 1996년과 2019년 고성에서 각각 발생한 산불에 대해 사고사례 분석을 통하여 문제점을 도출하고 같은 조건의 산불환경에서 2019년의 산불대응이 1996년에 비해 개선된 점에 대해 원인을 분석하였다. 또한 원인의 분석에 따라 산불 대응 디시전트리 개발을 통해 대응 능력을 강화하고자 하였다.

동해안산불의 특징인 양강(간)지풍과 고온건조의 환경에서 1996년의 산불의 문제점은 발화지점의 특수성과 통합지휘체계의 부족으로 인한 산불대응기관의 독립적인 대응과 연락체계의 부족을 꼽을 수 있었다. 이에 비해 2019년의 산불은 중앙재난안전대책본부의 중심하에 유관기관들의 유기적인 대응을 통하여 피해 규모와 산불 진화시간이 축소되었다고 볼 수 있었다. 이를 통해 산불 대응에 효과적인 역할을 하는 컨트롤타워의 강화를 위하여 산불 대응 주관기관인 산림청의 대응자 역할을 재난 대응 과정의 시간순서에 따라 나타내어 디시전트리를 개발하였다. 개발된 디시전트리는 국가 산불 재난 위기관리 표준매뉴얼의 내용에 기초하고 있으며 재난의 전 과정에 따라 핵심부서와 장의 역할을 명확하게 나타내어 산불 대응 연락 체계를 강화한다고 판단된다.

감사의 글

이 논문은 행정안전부 극한재난대응기반기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2019-MOIS31-011).

References

Bae, J.K., and Lee, S.Y. (2012). Construction plan of fire fighter conduct manual on forest fire initial attack:

- Case study on fire fighter of 119 safety center in Gyeongbuk Province. *Crisisonomy*, Vol. 8, No. 1, pp. 231-246.
- Bae, K.H. (2010). A study on interorganizational collaboration for coping with forest fire disaster. *The Korea Local Administration Review*, Vol. 24, No. 4, pp. 143-178.
- Boychuck, D., and Martell, D.L. (1988). A Markov chain model for evaluation seasonal forest fire fighter requirements. *Forest Science*, Vol. 34, No. 3, pp. 647-661.
- Cha, S.Y., and Im, T.B. (2014). Study on disaster management system: Case study using social network analysis on hydrofluoric acid leakage accident in Gumi, Korea. *The Korean Journal of Local Government Studies*, Vol. 18, No. 1, pp. 727-754.
- Forest Protection Act (2019).
- Goseong-gun. (1997). *1996 Gosong forest fire white paper*. Korea. (1996고성 산불백서 (1997), 한국.)
- Kessell, S.R., and Beck, J.A. (1991). Perspective on fire ecosystems in the United States. *Fire in the Environment Symposium*, pp. 29-33.
- Koo, W.H., and Baek, M.H. (2019). A study of status investigation to reinforce the capability of field responders in forest fires. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 19, No. 3, pp. 113-120.
- Korea Forest Service (KFS). (2019). *Statistical yearbook of fire 2018*.
- Lee, J.H., Han, S.H., Lee, C.Y., and Park, G.J. (2018). Analysis the role and relation between the standard SOP and ESF. *Proceedings of 2018 Annual Conference*, The Korean Society of Disaster Information, pp. 251-252.
- Lee, M.W., Lee, S.Y., and Lee, J.H. (2012). Study of the characteristics of forest fire based on statistics of forest fire in Korea. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.*, Vol. 12, No. 5, pp. 185-192.
- Lee, H.S., and Lee, S.Y. (2011). The analysis of distribution and characteristics of forest fires damage over 30 ha in Korea. *J. of Korean Institute of Fire Sci. & Eng.*, Vol. 25, No. 5, pp. 39-46.
- Mo, Y.M. (2014). Problems and improvement plan research of forest fire response system. *Crisisonomy*, Vol. 10, No. 11, pp. 75-92.
- Park, D.K. (2005). The problems of emergency management system in Korea: The case of forest fire of spring 2005 in Yangyang-gun. *Korean Association of Public Safety and Criminal Justice Review*, No. 20, pp. 223-254.

Song, C.Y., and Park, S.H. (2017). Strategy for improvement of disaster response system of hybrid disaster in Korea. *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance Inspection*, Vol. 21, No. 3, pp. 45-53.

<i>Received</i>	September 23, 2019
<i>Revised</i>	September 23, 2019
<i>Accepted</i>	October 21, 2019