

Developing a Decision Making Support Information Checklist Based on Analyses of Two Large-scale Forest Fire Cases

Jae Hwan Kwak^{1,2#}, Kon Joon Bhang², Man-il Kim^{1*}

¹ Forest Technology Division, National Forestry Cooperative Federation, 1800 Dongseo-daero, Daejeon, Korea

² Department of Civil Engineering, Kumoh National Institute of Technology, 61 Daehak-ro, Gumi, Korea

Abstract

Due to strong wind and dry weather, forest fire disasters occur frequently from winter to spring in Korea. The 2005 forest fire in Yangyang, Kangwon-do caused significant damage to the areas including Naksansa Temple, which disclosed a number of problems in fire response such as the lack of expertise, absence of manuals and integrative management systems. Meanwhile, the 2019 forest fire in Goseong was considered as an example of successful disaster response because of the central government's active role in response. Nevertheless, there were still problems including low data reliability and delayed reporting from a fire site to headquarter. Therefore, this study comparatively analyzed the problems of the two forest fires using Root Cause Analysis Method. Based on the result, we developed the decision making support information checklist to help firefighting decisionmakers to make a proper decision during the forest fire response.

Key words: Yangyang forest fire, Goseong forest fire, emergency disaster task force, decision making support information

1. 서론

우리나라는 2018년을 기준으로 약 63.5%가 산지(Korea Forest Service, 2019)로 구성되어 있다. 이 중 산림은 불에 잘타는 침엽수가 약 37%로 가장 많이 분포하고 있고 대부분 산악형 산림으로 이루어져 있다. 특히 구릉지가 많고 경사가 급한 지형이 다수 분포하고 있는 우리나라는 산불이 연소되기 시작하면 능선까지 빠르게 진행되는 단순 사면형태의 특징을 가지고 있다(Bae, 2010). 또한 봄철 산악지형을 중심으로 예기치

않은 강풍과 상승기류로 인해 진화에 어려움이 있는 등 다양한 외부요인들에 의해 산불에는 취약한 환경을 가지고 있다(Mo, 2014).

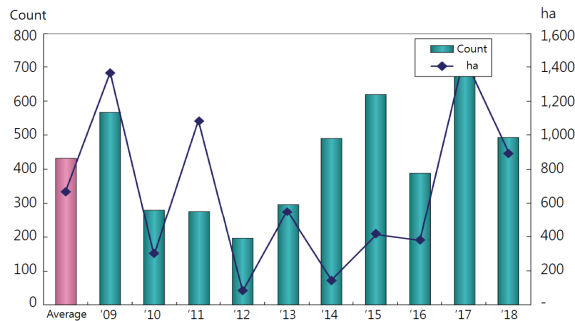
최근 10년간 발생한 산불을 살펴보면 평균 432건의 산불이 발생하였고 약 669.70ha, 약 23,918백만원의 피해가 있었다(Korea Forest Service, 2018). 이 중 대형산불에 해당하는 100ha 이상의 피해가 발생한 산불재난은 총 12건으로 모두 경북, 강원지역에 집중되어 발생하였다.

산불통계연보에 따르면 산불발생 및 산불로 인한

The 1st author: Jae Hwan Kwak, Tel. +82-42-341-1165, Fax. +82-42-637-8046, e-mail. jaehwan-kwak@hanmail.net

* Corresponding author: Man-il Kim, Tel. +82-42-041-1026, e-mail. mikim@nfcf.or.kr

평균 피해면적은 09년 이후 감소하다 14년 이후 점점 증가하는 경향을 보였다(<Figure 1>).



※ Source: Korea Forest Service(2018: 112).

Figure 1. Forest fire occurrence of the last 10 years

세부적으로 살펴보면 산불이 가장 많이 발생한 지역은 경북지역으로 10년 평균 약 77.3건에 해당하는 산불이 발생하였고 피해면적은 225.97ha로 나타났다. 경북지역에 이어 강원지역이 최근 10년 평균 산불발생은 약 66.4건으로 두 번째로 많은 산불이 발생한 지역으로 나타났다(Korea Forest Service, 2018). 그러나 피해면적은 평균 247.11ha로 산불발생 건수 대비 가장 많은 피해가 발생한 지역으로 나타났다. 월별 산불발생을 살펴보면 봄철에 해당하는 2월(26%), 3월(17%), 4월(18%)에 대부분의 산불이 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 통계를 종합해보면 우리나라의 산불은 산악지형이 집중분포하고 있는 경북, 강원지역에서 봄철에 빈번하게 발생하는 것으로 판단할 수 있다. 특히 강원지역의 경우, 2000년 동해안 산불, 2005년 양양산불, 2017년 삼척산불, 2019년 고성산불 등 대형산불이 발생한 사례가 있다.

이렇게 우리나라는 매년 크고 작은 산불재난이 발생하고 있으나 발생 원인이 다양하고 계절, 지형적 특징 등 다양한 주변요인에 의해 산불을 완전히 방지, 예방하기에는 무리가 있다. 따라서 산불에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 국가적인 대응체계를 구축하거나 현장지휘자의 역량을 높이는 등 다양한 방안 마련이 요구된다. 그러나 현재 우리나라는 산불재난대응에 있어 늦은 진화본부구축, 현장매뉴얼의 전문성

부족, 지휘체계 분산 등 다양한 문제가 제기되고 있다 (Mo, 2014; Oh & Jung, 2017; Koo & Baek, 2019). 최근 발생한 2019년 고성산불의 경우, 과거에 발생한 대형산불 사례와 비교할 때 신속한 중앙재난안전대책본부의 운영, 다수의 진화자원 투입 등 신속한 대처를 통해 빠르게 산불을 진화하여 산불대응의 모범적인 사례로 이슈화 되었다. 이는 중앙재난안전대책본부 산하 재난대응기관들의 역할이 매우 중요하고 재난을 담당하는 주관기관 및 유관기관에서의 역할은 산불재난뿐 아닌 다양한 재난의 피해를 최소화할 수 있다는 시사점을 주었다.

본 연구에서는 강원도 발생한 다양한 대형산불 사례 중 최근에 발생한 대형산불을 대상으로 분석을 수행하기 위해 2019년 발생한 고성산불사례와 더불어 2005년 양양산불사례 분석을 통해 두 재난사례에서의 산불대응의 차이점을 분석하였다. 이러한 분석결과를 통해 중앙재난안전대책본부 이하 재난대응주관기관 역할의 중요성을 고찰하고 향후 산불재난대응의 효율성 및 신속성 증대를 위해 의사결정자에게 적절한 의사결정지원정보를 전달하는 등의 개선방안을 제안하고자 한다.

II. 국내 대형산불 사례분석

본 연구에서는 국내에서 발생한 대형 산불사례 중 강원도 지역에서 발생한 대표적인 대형 산불사례인 2005년 강원도 양양산불과 2019년 강원도 고성산불 등 두 산불사례를 고찰하고 이를 통해 산불재난대응에 있어 문제점과 개선방안을 제시하였다.

1. 2005년 강원도 양양산불

2005년 양양산불에 대한 사례는 Park(2005), Bae(2010), 「2005년 봄철 대형산불백서」(2006), 「양양산불백서」(2008) 등을 재구성하여 정리하였다.

2005년 4월 4일 23:53 양양군 양양읍 화일리에서 원인불명의 산불이 발생하였다. 산불진화를 위해 헬기 동원전까지 소방차, 산불 진화차 등 적극적인 초기진

화를 수행하였다. 4월 5일 05:34 15대의 소방헬기를 투입, 진화인력 약 3,200여명 투입하여 진화작업을 수행하였고 4월 5일 10:20 산림청에서 산불완전진화 발표를 하였다. 발표 이후 잔불정리만 남은 상태였으나 같은날 오후 초속 20m 가 넘는 강풍이 불면서 4월 5일 재발화 하였고 이때 발생한 산불은 속초시까지 확산되어 약 32시간만인 4월 6일 08:00 완전 진화되었다. 이로 인해 산림 973ha, 주택 165동, 낙산사를 포함한 11점의 문화재 전소 등 총 183억원의 피해를 발생시켰다. 산불진화를 위해 투입된 자원으로는 진화대원 21,181명(공무원 3,467, 군·경 15,108, 주민 2,606), 진화장비 451대 16,000점 등이 동원되었다.

양양산불의 시간흐름에 따른 대응상황을 살펴보면 4월 4일 23:53 원인불명의 산불이 발생하였고 4월 5일 02:45 중앙부처 및 유관기관 산불발생 상황전파 및 비상소집이 이루어졌다. 4월 5일 05:00 현장지휘소가 설치, 운영되었고 05:45 헬기 15대 투입을 시작으로 진화인력 3,200여명 및 서울·경기지역 소방차 43대 등 산불진화를 위한 인력, 장비가 투입되었다. 4월 5일 09:00 중앙재난안전대책본부 설치, 09:20 소방방재청 차장, 산림청장 등이 산불현장으로 이동하였다. 4월 5일 10:20 산림청에서 양양 산불 완전진화를 발표하였다. 이후 잔불정리만 남은 상태에서 14:40 초속 20m/s 가 넘는 강풍으로 인해 산불이 재발화, 확산되었다. 14:40 이후 속초시 대포동을 포함한 산불진행방향, 주민밀집 지역 등에 대한 대피명령 및 3차 방화선을 구축하였다. 18:00 이후 야간 진화작업이 수행되고 인력 2,345명, 소방차 40대, 진화장비 1,000점 등이 투입되었다. 다음날인 4월 6일 05:30 행정자치부장관이 산불 피해현장을 방문하였고 08:00 산림청에서 산불완전진화를 발표, 양양산불의 진화가 완료되었다.

2. 2019년 강원도 고성산불

2019년 고성산불에 대한 사례는 Kim, et. al.(2019), 「2019 강원 동해안 산불백서」(2019) 등을 재구성하여 정리하였다.

2019년 4월 4일 19시경 고성군 토성면 원암리 일성콘도 인근 주유소 앞 도로변 전신주 개폐에서 발화가 시작되어 산불이 발생하였다. 신고접수 후 인근 소방서에서 3분만에 대응, 초기진화를 하였으나 순간 풍속 30m/s 가 넘는 강풍으로 인해 초기진화에 실패하였다. 이후 소방청에서 전국 소방차 지원을 요청하였고 21:40 화재대응수준을 전국적 재난 수준인 3단계로 격상시키는 등 적극적인 산불대응을 하였다. 산불은 13시간만인 다음날 4월 5일 오전 08시경 주불 진화율 100%를 달성하였다. 고성산불로 인해 사망 2명, 부상 11명, 산림피해면적은 고성 250ha, 강릉 110ha, 인제 25ha 등으로 파악되었고, 시설물은 총 916곳이 전소되는 피해가 발생하였다.

시간흐름에 따른 대응상황을 살펴보면 4월 4일 19:00 화재발생 신고접수 후 현장출동 및 초기진화를 하였으나 강풍에 의한 초기진화에 실패하였다. 19:17 화재발생 21분만에 화재대응 1단계를 발령하였고 20:36 현장통합지휘본부를 설치하여 강원도, 산림청 등 7차례의 대책회의를 진행하였다. 21:44 화재대응단계를 3단계로 격상하고 22:00 에는 산불 위기경보를 '심각' 단계로 발령하였다. 23:00를 기준으로 대형산불로 전환하고 강원도지사가 현장을 지휘하고 4월 5일 00:00를 기준으로 중앙재난안전대책본부가 가동되었다. 이후 대통령을 중심으로 전국적으로 소방자원을 총동원하였고 단일화재 사상 역대 최대 규모인 29,797명의 인력투입, 105대의 진화헬기, 약 1,300여대의 소방차 등의 장비가 투입되었다. 산불발생 13시간만인 4월 5일 13:00 산림청에서 산불완전진화를 발표, 대응을 완료하였다.

3. 양양산불과 고성산불 사례고찰

강원도에서 발생한 양양산불과 고성산불 두 차례의 산불재난은 동일한 날짜, 유사한 조건에서 발생한 재난이다. 특히, 두 차례 산불재난은 강원도 동해안의 임상, 기상, 지형적 특성에 의해 산불이 대형화됨에 따라 많은 피해가 발생하였다. 두 재난 사례를 대상으로

Root Cause Analysis(RCA) 방법 중 하나인 Fishbone diagram을 적용하여 대형 산불재난의 결과와 문제점에 대한 분석을 수행하였다. Root Cause Analysis 기법은 문제가 발생한 근본적인 원인을 밝혀 문제를 해결하거나 문제의 재발생을 막기 위해 사용하는 기법으로 Brainstormings, pareto chart, scatter diagram 등 다양한 도구 중 본 연구에서는 Fishbone diagram 도구를 활용하여 두 산불재난에 대해 분석하였다.

Fishbone diagram은 이시카와 카오루가 제품품질 관

리를 위해 개발한 것으로 문제해결을 위한 가장 중요한 논지를 중앙에 뼈대와 같이 표현하고 원인, 이를 해결하기 위한 방안 등의 4가지 요인들로 표현하여 문제점을 도출하고 해결방안을 찾는 방법이다(Ishikawa, 1990; Nael, 2003; Mottagi, 2009; Amir-abbas & Reza, 2012; Schon, *et. al.*, 2019)

2005년 양양산불과 2019년 고성산불에 대한 Ishikawa diagram은 <Figure 2>와 <Figure 3>과 같다. 본 연구에서는 환경(Environment), 자원(Resource), 재

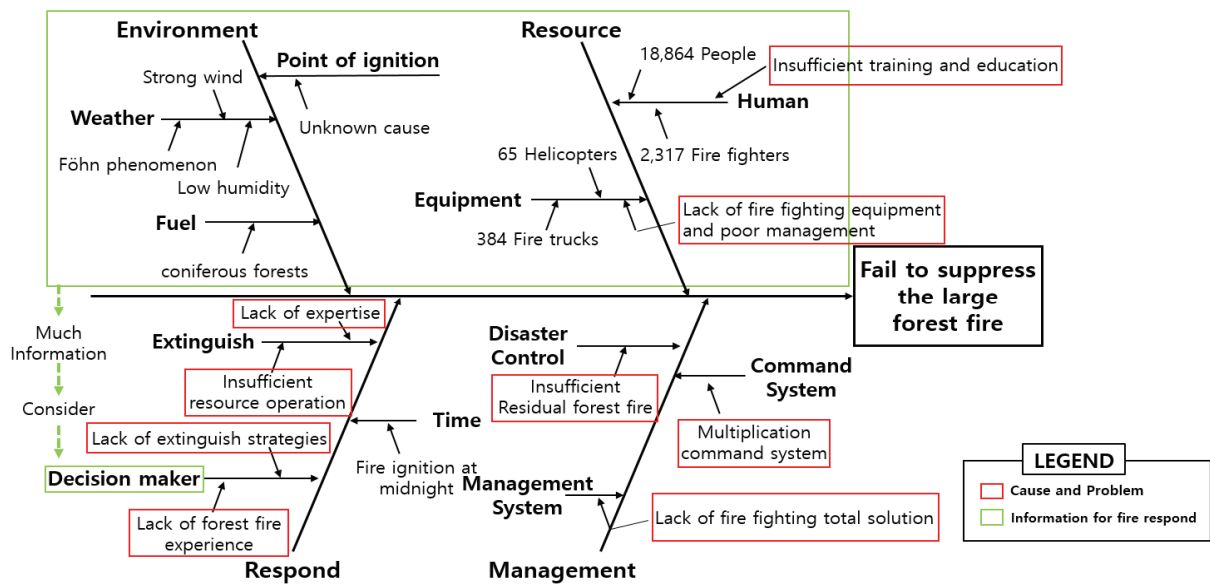


Figure 2. Applying to Yangyang forest fire in 2005 case by using fishbone diagram

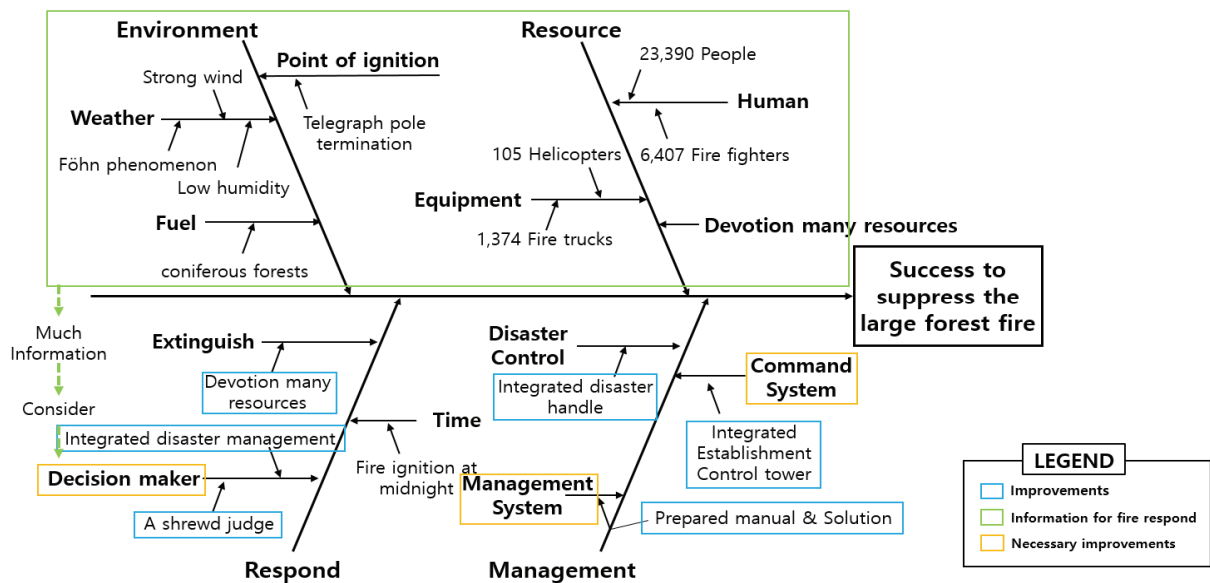


Figure 3. Applying to Goseong forest fire in 2019 case by using fishbone diagram

난대응(Respond), 관리(Management) 등 4개의 세부요인을 선정하여 두 재난사례를 비교, 분석하였다.

1) 환경(Environment)

2005년 양양산불과 2019년 고성산불은 동일한 날짜(4월4일), 기상조건 등이 매우 유사한 환경조건에서 발생된 산불재난이다. 두 산불재난 모두 강원도 지역의 지형특성에 의한 양간지풍이 발생하였고 최대 풍속이 27m/s(양양산불), 35.6m/s(고성산불)의 강한 돌풍이 발생하였다.

2) 자원(Resource)

양양산불은 진화대원 약 21,181(소방대원 2,317명, 공무원 외 18,864명)명, 헬기 57대, 소방차 384대 등 많은 자원이 투입되었으나 소방대원을 제외한 진화대원들의 전문성, 소방장비 등의 부족과 함께 산불현장에 대한 체계적이고 효율적인 자원운용이 미흡하였다.

고성산불의 경우, 진화대원 약 29,797(소방대원 6,407명, 공무원 외 23,390명)명, 헬기 105대, 소방차 1,374대 등 양양산불과 비교할 때 헬기 약2.0배, 소방차 약 4.0배 등 대규모의 자원이 투입된 것으로 분석되었다. 이러한 배경은 정부를 중심으로 발빠른 현장통합지휘본부 설치, 중앙재난안전대책본부 가동을 통한 다수의 상황판단회의를 거쳐 전국의 소방자원을 총동원이 가능하였다.

3) 재난대응(Respond)

재난대응에 있어 양양산불은 산불기상 분석과 확산 등 상황분석에서 미흡한 모습을 보였다(Mo, 2014).

특히, 산림청의 산불완전진화 선언 이후 산불이 다시 재발화되어 낙산사 소실과 같은 많은 피해가 발생되었다. 이는 산불현장에 대한 체계적이고 효율적인 운영이 미흡하고 산불대응에 있어 전문성 부족이 주요한 원인 중 하나로 판단된다.

고성산불의 경우, 초동진화 실패 후 신속한 현장통합지휘본부 설치, 화재대응단계의 신속한 발령과 격상,

중앙재난안전대책본부 가동 등 중앙컨트롤타워를 중심으로 한 재난대응을 수행하였다. 이 결과 동일한 날짜, 유사한 기상상황에서도 양양산불(32시간)과 비교할 때 산불발생 약 13시간 만에 주불진화를 완료하였다.

4) 관리(Management)

관리적 측면에서 양양산불은 중앙컨트롤타워 및 산불통합시스템의 부재로 인하여 산림청, 경찰, 소방청, 군부대, 긴급구조기관 등 각각의 현장본부를 설립하고 독자적으로 산불에 대응하게 되어 자원의 효율성이 저하되고 현장에서의 혼선이 심각하였다(RIG, 2005).

고성산불의 경우, 양양산불과 같이 초동 진화에는 실패하였으나 과거 산불재난을 바탕으로 한 산불대응 표준매뉴얼, 통합지휘시스템, 유관기관 공조 등 과거 대형 산불 재난사례에서 문제점으로 지적되었던 요인들이 보완되거나 강화되어 산불진화를 빠르게 성공할 수 있었던 것으로 판단된다. 특히, 강원도에서는 신속하게 대형 산불 대응체제로 전환하여 산불현장을 관리하고 정부의 신속한 중앙재난안전대책본부 가동, 재난사태 선포 등 비상조치가 신속하게 이루어졌다.

그 결과 양양산불은 주불진화에 32시간이 소요되었으나 고성산불은 13시간 만에 주불진화에 성공하였다. 과거 양양산불과의 비교를 통해 고성산불의 성공적인 산불대응의 요인은 중앙 컨트롤타워를 중심으로 한 신속한 의사결정, 체계적인 매뉴얼에 입각한 산불대응 등 정확한 상황판단을 통한 신속하고 적절한 의사결정이 중요한 요인으로 판단된다.

5) 분석결과

환경, 자원, 재난대응, 관리 등의 4가지 세부요인을 바탕으로 양양산불과 고성산불 사례비교를 통한 문제점을 도출하고 개선된 점을 분석하였다. 양양산불과 비교할 때 고성산불 대응의 경우, 과거 문제점으로 지적된 점이 보완, 개발되어 주불을 신속하게 진화하였다. 그러나 현장지휘·상황보고체계 등 현장에서 수집되는 정보가 각 지휘본부까지 전달되기까지의 소요시간, 정확

성 등의 고려가 필요하다는 지적이 있었다(Hong, 2019).

다양한 의사결정이 이뤄지는 상황판단회의에서 의사결정사안은 ‘중앙산불방지대책본부 구성 및 운영에 관한 규정 제7조’에 정확하게 명시되어 있다. 규정에서는 상황판단회의를 통해 산불재난 국가위기경보의 발령여부, 산불재난 규모에 따른 산불방지대책본부의 구성 및 운영, 산불현장지원단의 파견에 관한 사항 등을 포함한 8개 사항에 대한 판단을 하도록 규정하고 있다. 모든 사항은 산불대응에 있어 중요한 의사결정사안들이며 이러한 의사결정사안은 현장의 여건에 따라 결정된다. 그러므로 상황판단회의에 참석하는 의사결정자들은 현장에서 수집된 정보뿐 아니라 도로정보, 지형도 등 다양한 기본정보의 적극적 활용이 필요할 것으로 판단된다. 그러나 모든 의사결정자가 대형 산불재난과 같은 특수한 재난경험과 전문성을 가지기는 한계가 있으며 다양하게 수집되는 정보를 활용하기에는 무리가

있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 현장에서 취득되는 다양한 정보의 활용성과 신속한 의사결정을 지원하기 위해 의사결정지원정보 체크리스트 개발하여 이러한 한계점을 극복하고자 하였다.

III. 산불재난 대응을 위한 의사결정지원 체크리스트 개발

양양산불과 고성산불 사례를 Fishbone diagram 분석을 통해 산불대응의 문제점과 개선점을 고찰하였다. 또한 현재 산불대응에 있어 현장에서 수집되는 정보전달의 시간소요, 무분별하게 수집되는 정보의 신뢰도, 의사결정자의 전문성 부재 등의 한계점이 있는 것으로 분석되었다. 이러한 한계점을 보완하기 위하여 현장에서 수집되는 정보의 신뢰도 확보, 상황판단회의 시 의사결정자의 효과적인 의사결정을 위한 산불재난 의사결

Decision support information check list for forest fire

Object	Disaster respond
Considerations	Field information, Life&Property, Personnel&Equipment, Corrective measure
Decision support information and Check List	
Corrective measure	
1.What is the current situation of the forest fire?	
2.How scale is the forest fire?	
3.How about the spread rate of the forest fire?	
4.How is the current weather condition (wind speed, wind direction)?	
5.How about the spread direction of the forest fire?	
6.Is there a chance to scattering?	
7.What is the cause of the forest fire?	
8.Which areas are expecting to be damaged from the forest fire?	
9.How many people have damaged from the forest fire?	
10.How many properties have damaged from the forest fire?	
11.Where are the nearest shelters in the area where damage will be expected?	
12.Where are the location of the all shelters in the area?	
13.Did you request the road control cooperation for the evacuation to the shelters	
14.Where are the location of the dangerous facilities in the area?	
15.Are there the dangerous facilities near the area where is expected the spread of the forest fire direction?	
16.How many fire fighting helicopters have being operation to extinguish the forest fire?	
17.How many fire fighting trucks have being operation to extinguish the forest fire?	
18.How many fire fighters have being operation to extinguish the forest fire?	
19.How many fire resources(helicopters, fire trucks, fire fighters, etc)are available in the neighborhood or this country?	
20.Did you request support for available fire resources?	
21. What is the estimated time of arrival of available fire resources?	
22.(at night) Are they possible to operate the fire fighting helicopters?	
23.Have you checked the forest fire situation through drones or UAV?	
24.Have you build the defense line about the forest fire?	
25.What are the on-site requirements?	

Decision support information check list for forest fire

Object	The relief of victims
Considerations	Support for victims, Disaster goods, Cooperation with government department, Support from private organization
Decision support information and Check List	
Corrective measure	
1.How many victim have occurred up to now?	
2.How many shelters are located near the forest fire area?	
3.Where are the location of the all shelters in the area?	
4.How many relief supplies(relief sets, relief kits, blankets, sleeping bags, water, etc) are available for each shelter?	
5.How many people can be accommodated in each shelter?	
6.How many days can people to stay in each shelter?	
7.Did you request the cooperation with other agencies like local government, relief organization, the Red Cross?	
8.Did you check what kind of the supplies the most needs of the people?	
9.What is the prior measure for socially disadvantaged class(old people, the disabled, pregnant women, baby) and what they need?	
10.Are there the equipment sufficiently for people to live temporarily in the shelter?	
11.Did you request the cooperation of resource and the equipment for temporarily lives	
12.Did you check and request the facility that can be used as evacuation centers to companies, public institutions?	

Figure 4. Decision support information check list for the responding forest fire (disaster respond, The relief of victims)

Decision support information check list for forest fire

Object	Emergency restoration
Considerations	Status of damage to public facilities, Status of damage to private facilities, Status of damage to telecommunication facilities, Restoration status
Decision support information and Check List	
1.Are there important cultural properties near the forest fire area or the spread direction of the forest fire?	
2.Where are the location of the cultural properties near the forest fire area?	
3.Are there important forest resources near the forest fire area or the spread direction of the forest fire?	
4.Are there important power stations like an atomic power station, a wind power station, near the forest fire area or the spread direction of the forest fire?	
5.Which roads are affected by the forest fire or the spread direction of the forest fire? (Expressways, National roads, Local roads, etc)	
6.Is there a section that requires road management?	
7.Which rails are affected by the forest fire or the spread direction of the forest fire?	
8.Did a power failure occur?	
9.Is it possible to re-supply the emergency power supply or power supply?	
10.How long does it take to recover a power unit?	
11.Is there any problem in supplying drinking water such as water supply sources?	
12.Is it necessary to recruit and cooperate to restore public facilities such as telecommunications, power, and the Internet?	
13.Have you completed the request for personnel cooperation with the relevant institution?	
14.Are there important telecommunication facilities near the forest fire area or the spread direction of the forest fire?	
15.How many places are there with communication and Internet line failures, and how long does it take to recover?	
16.Is it necessary to recruit and cooperate to restore public facilities such as telecommunications, power, and the Internet?	
17.Whether to receive the entire report on the base station damage situation?	

Decision support information check list for forest fire

Object	Support resources
Considerations	Cooperation in private resources, Volunteer work, Support Equipment, Support resources
Decision support information and Check List	
1.Did the military and nongovernment experts request cooperation for forest fire extinguishing?	
2.How many helicopters are available for forest fire extinguishing?	
3.How many people are there to respond the forest fire?	
4.What is the lack of fire fighting resources?	
5.Is it possible to secure the fire fighting resources through the private sector?	
6.Are there relief supplies for the victims?	
7.Is it organized the additional aid items?	
8.What is the relief needed by the victims?	
9.What is the affiliation of volunteer organizations and how many people are there?	
10.How much is the disaster donation?	
11. What is disaster donation material?	
12. What aids are provided by private and public companies?	
13.Is it possible to secure additional relief supplies needed by the victims?	

Figure 5. Decision support information check list for the responding forest fire (emergency restoration, support resources)

정지원 체크리스트를 개발하였다. 본 연구에서 개발하는 의사결정지원 체크리스트는 산불피해면적이 100만 m² 이상 또는 2개 이상의 광역자치단체에 걸쳐 발생하는 대형산불 상황을 대상으로 하고 있으며 「재난 및 안전관리 기본법」에서 재난관리의 4단계인 예방-대비-대응-복구 단계에서 대응단계에 활용하도록 개발하였다. 산불대응 의사결정지원 체크리스트는 현장, 현장지휘본부, 지역재난안전대책본부, 중앙재난안전대책본부 등의 실무자, 의사결정자가 동일한 형태의 체크리스트를 활용하여 보다 신속, 정확한 정보전달과 효과적인 의사결정 도출에 그 목적이 있다.

산불재난 대응을 위한 의사결정지원 체크리스트는 「위기관리표준매뉴얼」, 「중앙재난안전대책본부 구성 및 운영 등에 관한 규정」, 「산불통합시나리오」 등을 바탕으로 재난대응, 이재민 구호, 시설긴급복구, 자원 지원의 4개 카테고리로 재구성하여 개발하였다 (<Figure. 4>, <Figure. 5>).

1) 재난대응

재난대응 카테고리에서의 고려사항은 현장정보, 인명과 재산, 인력과 장비, 조치사항 등이며 산불현장의 현재상황, 규모, 확산속도, 진행방향, 이재민 대피 및 피해현황, 자원현황 등 산불재난 대응을 위한 전반적인 내용을 바탕으로 개발하였다.

2) 이재민 구호

이재민 구호에서의 고려사항은 이재민 구호, 지원물품현황, 부처협조, 민간단체 지원 등이며 대피소에 대한 전반적인 현황(현재수용인원, 수용가능인원), 구호물자, 유관기관 협조, 민간단체 지원 등 이재민 발생 후 이재민 구호, 관리 중심의 체크리스트를 개발하였다.

3) 시설긴급복구

시설긴급복구에서의 고려사항은 공공시설 및 사유시설 피해현황, 통신, 전기와 같은 SOC 시설 피해현

황, 복구현황 등이다. 본 카테고리는 산불재난으로 인해 중요문화재, 군부대, 원자력시설 등 주요시설과 사유시설에 대한 피해현황과 전기, 통신과 같은 SOC시설의 피해현황과 이로 인한 주민피해 등을 파악할 수 있도록 개발하였다.

4) 자원이원

자원이원에서의 고려사항은 민간자원 지원, 자원 봉사, 장비지원, 자재지원 등이며 산불대응을 위한 민간자원 동원, 협조요청, 장비, 자재 및 이재민 구호를 위한 물품지원 등 산불현장과 이재민 구호의 지원을 중심으로 체크리스트를 개발하였다.

IV. 결론

본 연구에서는 2005년 양양과 2019년 고성에서 발생한 대형산불 재난을 대상으로 RCA 기법을 활용하여 산불대응에 있어 문제점과 개선점을 분석하였다. 분석결과, 2005년 양양산불 재난상황과 비교할 때 2019년 고성산불의 대응에서는 문제점으로 지적되었던 많은 부분에서 개선되었으며 이는 산불발생 13시간만에 주불진화 성공으로 이어졌다. 그러나 일부 현장에서 취득된 정보전달의 시간소요, 신뢰도 저하 등 일부 한계점이 도출되었고 이를 극복하기 위하여 본 연구에서는 산불대응 의사결정지원 체크리스트를 개발하였다. 산불대응 의사결정지원 체크리스트는 정보전달 시간소요를 절약하고 정보의 신뢰도 향상, 의사결정자의 신속한 의사결정지원 등을 목적으로 실제 산불재난 대응에 있어 활용성이 높을 것으로 판단된다. 특히, 본 연구를 통해 개발되는 의사결정지원체 체크리스트는 프로토 타입으로 세부적인 정보전달에는 무리가 있다. 그러나 현재 강원도 내 산불주무기관 방문 등 전문가 자문을 통해 상세 체크리스트 개발 중에 있다.

감사의 글

이 논문은 행정안전부 지역맞춤형 재난안전 연구개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(20010162).

References

- Amir-Abbas, Yazdani and Reza Tavakkoli-Moghaddam. 2012. Integration of the Fish Bone Diagram, Brainstorming, and AHP Method for Problem Solving and Decision Making: A Case Study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 63: 651-657.
- Bae, Kwi Hee. 2010. A Study on Interorganizational Collaboration for Coping with Forest Fire Disaster: Focusing on the Case of Yangyang Forest Fire. *The Korea Local Administration Review*. 24(4): 143-178.
- Fernando Gomez, Comendador and Francisco Javier Saez Nieto. 2019. A Case Study of Fishbone Sequential Diagram Application and ADREP Taxonomy Codification in Conventional ATM Incident Investigation. *Symmetry*. 11(4): 491.
- Hong Mun-pyo's office. 2019. *Is the Forest Fire Disaster Good?* Emergency Congressional Conference.
- Ishikawa, Kaoru. 1990. *Introduction to Quality Control*. J. H. Loftus. eds. Tokyo: 3A Corporation. 448.
- Kim, N. G., J. H. Kwak, and M. I. Kim. 2019. Importance of Reinforcing Decision Trees for Forest-fire Disaster Using Case Analysis. *Journal of Korea Society Hazard Mitigation*. 7(19): 213-220.
- Koo, Won Hoi and Min Ho Baek. 2019. A Study of Status Investigation to Reinforce the Capability of Field Responders in Forest Fires. *Journal of Korea Society Hazard Mitigation*. 3(19): 113-120.
- Korea Forest Service. 2006. *2005 Spring Large Wildfire White Paper*.
- Korea Forest Service. 2018. *Forest Fire Statistical Yearbook*.
- Korea Forest Service. 2019. *Forestry Statistical Yearbook*.
- Ministry of the Interior and Safety. 2019. *2019 Gangwon East Coast Wildfire White Paper*.

- Mo, Yeong Mok. 2014. Problems and Improvement Plan Research of Forest Fire Response System. *Crisis and Emergency Management*. 10(11): 75-92.
- Mottagi, H. 2009. *Management of Production and Operations*. 7th ed. Tehran: Aavayeh Patris Publication.
- Nael, M. K. 2003. Application of Fish Bone Chart. *Tadbir, Scientific-educational Journal*. 14(141): 25-32.
- Oh, Jeong Min and Jung Kyu Jin. 2017. Disaster Response Framework-based Risk Communication Network Analysis: Focusing on 2017 Gangneung and Samcheok Forest Fires. *The Korean Association for Policy Studies*. 1: 128-141.
- Park, Dong Kyun. 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*. 20: 259-276.
- Research Institute for Gangwon. 2005. *Lessons from the East Coast Large Wildfires in April in Eul-yu Nyeon: Diagnosis, Prevention, and Recovery*.
- Schon, Z. Y. Liang Cheng, Rosa María Arnaldo Valdés, Victor Fernando Gómez Comendador, and Francisco Javier Sáez Nieto. 2019. A Case Study of Fishbone Sequential Diagram Application and ADREP Taxonomy Codification in Conventional ATM Incident Investigation. *Symmetry*. 11(4): 491-511.
- Yangyang County Office. 2007. Yangyang Wildfire White Paper.
- Korean References Translated from the English*
- 강원발전연구원. 2005. 을유년 4월 동해안 대형산불의 교훈: 진단과 예방 및 복구.
- 산림청. 2006. 2005 봄철 대형산불백서.
- 산림청. 2018. 산불통계연보.
- 산림청. 2019. 임업통계연보.
- 양양군청. 2008. 양양산불백서.
- 행정안전부. 2019. 2019 강원 동해안 산불백서.
- 홍문표 의원실. 2019. 산불재난 이대로 좋은가! 긴급 국회 대토론회.

Received: Oct. 12, 2020 / Revised: Nov. 5, 2020 / Accepted: Nov. 5, 2020

대형 산불사례 분석을 통한 산불대응 의사결정지원정보 체크리스트 개발

국문초록 우리나라는 강풍과 건조한 기상상태가 지속되는 겨울철에서 봄철사이 매년 산불이 빈번하게 발생한다. 2005년 강원도 양양에서 발생한 대형산불은 낙산사 소실 등 많은 피해를 발생시킨 산불재난으로 당시 현장지휘 체계혼선, 산불대응의 전문성 부족, 통합관리시스템 부족, 매뉴얼 부재 등 산불대응과정에서 다양한 문제점이 발생되었다. 그러나 2019년 강원도 고성에서 발생한 대형 산불은 강원도 지역에서 발생한 대표적인 산불 재난 중 하나로 정부의 적극적인 대응으로 인해 성공적인 재난대응 사례로 평가받는다. 그러나 일부 현장과 지휘본부에서의 정보전달, 다양한 수집정보의 신뢰성 부족 등 일부 문제점도 지적, 도출되었다. 따라서 본 연구에서는 2005년 양양산불과 2019년 고성산불 사례를 바탕으로 RCA 기법을 활용한 산불대응의 문제점, 개선점 등을 분석하였다. 분석결과를 바탕으로 산불대응현장과 지휘본부 사이 신속한 정보전달과 신뢰도 확보, 상황판단회의 내 의사결정자의 효과적인 의사결정도출 등 분석되었던 산불대응의 문제점을 해결하기 위해 산불대응 의사결정지원정보 체크리스트를 개발하였다.

주제어 : 양양산불, 고성산불, 상황판단회의, 의사결정지원정보 체크리스트

Profiles **Jae Hwan Kwak** : He received his master's thesis in Civil Engineering from Kumoh National Institute of Technology University, Korea in 2015. He is currently working for National Forestry Cooperative Federation Forest Technology Division as a researcher(jaehwan-kwak@hanmail.net).

Kon Joon Bhang : He received his Ph.D. in Civil engineering from Ohio State University, USA in 2008. He is currently working for Kumoh National Institute Technology University as a professor(Bhang.1@kumoh.ac.kr).

Man-il Kim : He received his Ph.D. in Engineering Geology from Okayama University, Japan in 2004. He is currently working for National Forestry Cooperative Federation Forest Technology Division as a senior researcher(mikim@nfcf.or.kr).