

진화거리에 따른 산불 진화 장비의 정량화 평가

김정훈 · 김장환 · 김경하* · 이병두* · 신재연

호서대학교 안전보건학과, 국립산림과학원 산림방재연구과*

Quantitative Evaluation of Forest Fire Suppression Equipments as the Extinguishing Distance

Kim, Jeong Hun · Kim, Jang Huan · Kim, Kyong Ha* · Lee, Byung Doo*
· Shin, Jae Youn

Department of Safety and Health Engineering, Hoseo University
Division of Forest Disaster Management, Korea Forest Research Institute*

요 약

산불 발생 시 진화를 위해 사용되는 주력 지상 진화장비 중 동력펌프 2종과 진화 차량을 대상으로 수원지로부터 발화 지점까지 진화거리에 따른 주요 성능을 측정하였다. 성능 측정은 분당 토출량, 토출 최대압력, 수평 분사거리, 수직 분사거리의 4개 항목이었으며, 노즐의 종류에 따른 영향을 동시에 고려하였다. 산불 진화 시 적정 거리를 측정한 결과 소형펌프의 경우 600m, 중형펌프의 경우 800~1000m 정도인 것으로 나타났다. 또한 분당 토출량은 3가지 펌프 모두 50m에서 1000m로 연결할 경우 52~62% 감소가 일어나며, 최대 토출압력은 26~30% 상승되어 부하 발생시 고압호스의 파손 우려도 있는 것을 알 수 있었다. 실험을 통해 소형펌프의 경우는 주 산불진화에 적합하지 않으며, 중형펌프의 경우 고압호스의 성능에 따라서 1000m이상의 거리에서도 사용이 가능할 것으로 사료된다.

1. 서 론

산불은 물리적, 생태적, 그리고 환경적으로 우리 생활에 지대한 영향을 미치며, 고성능 진화자원과 숙련된 진화대원 등이 요구되는 중요 재난이다. 효율적인 산불진화 전략 시스템을 수립하기 위해서는 진화장비의 가용성, 유용성을 고려하여 산불진행·확산 단계별 특성에 맞는 산불상황관리가 신속하게 이루어 져야 한다. 그러나 최근 우리나라 산불현장에서 보면 민, 관 군 등의 인력과 장비가 많이 동원되어도 진화자원의 효율적인 배분과 지휘 통제가 미흡하다는 지적이 많았다.

이에 정부 기관, 지자체에서는 산불진행 단계별로 효율적인 산불상황관리를 위해 산불 규모에 맞는 진화대 구성 및 편성 체제, 업무분담을 명확히 함으로써 체계적 진화라인을 구축하고 있다. 또한 산불진화에 가장 중요한 초동진화를 위하여 진화자원의 신속 배치

및 '산불확산프로그램' 등을 통한 현장 적용 훈련과 이에 따르는 진화행동 매뉴얼과 각종 문제점에 대한 많은 연구들이 수행되고 있다.

선행 연구 사례 중 지상진화 자원에 대한 활용 실태에 관련된 연구를 보면 진화차량, 소형 및 중형펌프가 가장 많이 사용되고 있으나, 초동진화에 중요한 지상진화장비의 비교 분석 및 평가에 관련된 연구에 대해서는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 지상진화대가 사용하는 살수 장비 중 가장 많은 비중을 차지하는 장비들을 선정하여 진화거리별 장비들에 대한 제 특성을 평가하고 상호 비교 분석하였다.

2. 연구범위 및 방법

초동 진화에 포함되는 지상 살수장비 중 분당 토출량(L/min)을 기준으로 진화차량(대형 펌프), 소형펌프, 중형펌프로 분류하였으며, 그림 1.과 같이 중형펌프에 경우 분사노즐에 대한 변수를 위해 직사, 분사, 직·분사 노즐로 세분화하였다 또한 최근 산불진화에 사용, 보급된 장비를 사용하였으며, 산불진화 환경을 고려 현장과 유사하게 실험을 실행하였다.

실험측정구간은 표 1.과 같이 0~1000m까지 책정하였으며, 분류 장비의 성능 평가를 위해 산불진화시 가장 중요한 구간별 펌프 토출압력(Mpa), 분당 토출량(L/min), 분사거리(수평,수직:cm)를 측정하였다.

표 1. 측정 구간 및 고도

측정구간	0m	50m	200m	400m	600m	800m	1000m
고도	80	81	85	89	102	110	130

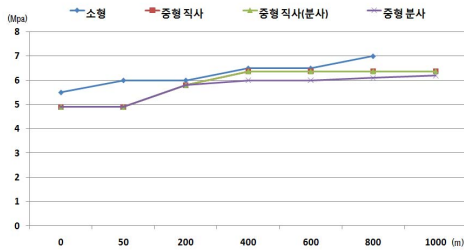


그림 1. 진화 펌프 노즐(a:소형 직사, b:중형 직사, c:중형 직·분사)

3. 연구 결과

그림 2.과 표 2.는 펌프의 최대토출압력과 성능 비율에 대한 자료로써 거리가 증가할수록 압력 또한 최소 2%에서 최대 18%까지 점차적인 증가 형태를 보여주고 있으며, 소형펌프는 600m, 중형펌프는 800m 이상으로 올라갈수록 펌프의 압력 과부하로 인해 고압호수의 이음새 부분의 파열이 수반되었으며 소형펌프는 1000m 구간 측정이 불가능하였다. 또한 800m 상에서 중형펌프의 직사,직사(분사)의 경우 평균 29%로 가장 높은 상승을 보였으며, 평균적으로 800m 구간에서 약 28% 상승이 나타났다.

표 2. 구간별 최대토출압력 성능 비율 (단위:%)

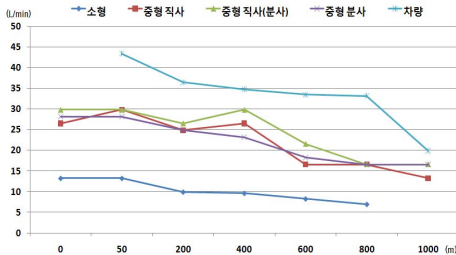


거리 (m)	소형	중형 직사	중형 직분사	중형 분사	평균
0	0	0	0	0	0
50	9	0	0	0	2
200	9	18	18	18	16
400	18	31	31	22	25
600	18	31	31	22	25
800	27	31	31	24	28
1000	-	31	31	27	29

그림 2. 구간별 최대토출압력

그림 3.과 표 3.은 거리변화에 따른 살수장비의 분당 토출량을 나타낸 것으로써, 소형펌프 200m, 중형펌프 600m, 진화차량 800m 부터 성능이 약 23%(소형), 31%(중형), 30%(차량)로 급격하게 감소하는 것을 볼 수 있으며, 800m 지점에서 소형펌프가 46%로 가장 많은 감소가 나타났다. 중, 소형펌프의 제원과 비교해 보았을 때 소형 53%(800m), 중형 50%(800m)로 성능감소를 보였다.

표 3. 구간별 분당 토출량 성능 비율 (단위:%)

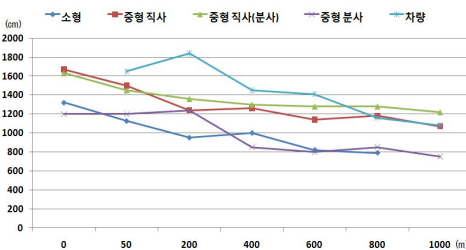


거리 (m)	소형	중형 직사	중형 직분사	중형 분사	진화 차량	평균
0	100	100	100	100	-	100
50	100	113	106	90	100	99
200	77	94	95	83	84	86
400	73	100	105	77	80	86
600	62	62	79	60	77	68
800	54	62	60	55	76	55
1000	-	49	59	55	46	54

그림 3. 구간별 분당 토출량

살수장비의 분사수평거리를 측정함으로써 산불진화시 구간별 최대 이격거리를 분석 할 수 있다. 그림 4.과 표 4.는 진화장비의 분사거리(수평)를 거리의 변화에 따른 값으로써 800m상에서 소형펌프의 경우 59%의 가장 높은 성능 감소율을 나타냈으며, 전체 평균적으로 구간당 약 5%~15%로 점차 감소하는 형태를 보였다. 또한 중형 분사의 경우 400m 지점으로부터 급격하게 성능 감소가 나타났으며, 진화차량은 총 30%(1000m)로 가장 낮은 감소가 나타났다.

표 4. 구간별 분사거리(수평) 성능 비율 (단위:%)



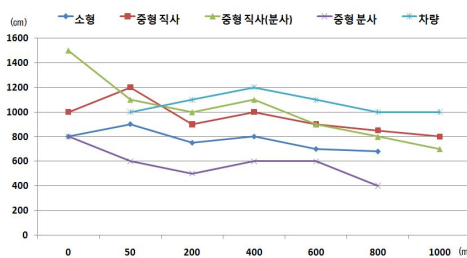
거리 (m)	소형	중형 직사	중형 직분사	중형 분사	진화 차량	평균
0	100	100	100	100	-	100
50	83	89	90	101	100	95
200	69	73	83	102	111	83
400	74	75	79	70	86	77
600	60	67	78	67	85	68
800	59	70	77	69	70	70
1000	-	64	67	63	73	65

그림 4. 구간별 분사거리(수평)

그림 5.과 표 5.는 진화장비의 분사거리(수평)를 거리의 변화에 따른 값으로써 800m 지점에서 소형펌프의 경우 61%의 가장 높은 성능 감소율을 나타냈으며, 전체 평균적으로 구간당 약 2%~15%로 점차 감소하는 형태를 보였다. 그러나 진화차량의 분사(수직)거리는 거리별 성능이 저하되지 않는 것을 알 수 있었다.

표 5. 구간별 분사거리(수직) 성능 비율

(단위:%)



거리 (m)	소형	중형직사	중형직사(분사)	중형분사	진화차량	평균
0	100	100	100	100	100	100
50	110	120	73	75	110	98
200	94	90	67	63	120	87
400	100	100	73	75	110	92
600	88	90	60	75	100	83
800	86	86	53	50	100	75
1000	-	80	47	-	-	63

그림 5. 구간별 분사거리(수직)

3. 결론

1. 분당 토출량은 3가지 펌프 모두 50m에서 최대 1000m까지 연결하였을 경우 약 52~62% 감소되며, 최대 토출압력은 약 26~30% 상승 되어 구간 증가 시 고압호스의 압력이 상승하여 연결 부위에서 파손되는 현상이 발생하였다.
2. 중형펌프의 경우 적정거리는 800~1000m이며, 고압호스의 성능에 따라서 1000m 이상의 거리에서도 사용이 가능할 것으로 사료된다.
3. 소형펌프의 경우 주 산불진화 보다 뒷불 정리시에 적합하며, 진화 적정거리는 600m인 것으로 나타났다.
4. 전체적으로 800m 구간에서 평균 25% 성능 감소를 나타냈으며 이는 분당 토출량에 비해 분사거리(수직, 수평)의 경우 성능 감소는 30%이하로써 큰 성능 감소를 나타내지 않았다.

참고문헌

1. Korea Forest Service. 2007~2010. Statistical Yearbook. Korea Forest Service.
2. 김정훈, 신재연, 김경하, 이병두. 산불전문진화대의 진화자원 활용실태에 대한 설문조사연구. International Forest Fire Symposium. pp.429~432(2011)
3. 최규출, 윤순만. 산림화재 진화의 효율화를 위한 제도개선 방안에 관한 연구. 한국화재소방학회, 추계학술논문발표회(2008)
4. 산림청 국립산림과학원 산불연구과, 자연재해방재기술개발사업 중 산불피해저감을 위한 진화기술 개발 보고서(2006)