

산불 진화 장비별 현장 적용 실험 연구

김정훈 · 김장환 · 김경하* · 이병두* · 신재연

호서대학교 안전보건학과, 국립산림과학원 산림방재연구과*

A Study on the Field Application Test as the Forest Fire Suppression Equipment

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 진화에 사용되는 지상 주력 장비를 대상으로 수원으로부터 호스 거리 및 고도에 따른 성능을 정량화하기 위한 현장 적용 실험을 실시하였다. 대조군으로는 담수지 형태의 수원을 사용하고 수원으로부터 고도차가 40m 수준인 예비실험을 대상으로 성능값을 비교하였다. 본 현장 적용 실험에서는 산림 내 계곡지를 수원으로 하였으며, 고도차가 150m 로 예비 실험의 3.75배인 지형을 선택하였다. 고도에 따른 영향이 크지 않은 예비 실험과 비교하였을 때 고도가 높아질수록 동일 거리에서 측정된 성능값은 평균 50% 이상의 감소를 나타내었다. 그러나 수평 및 수직 거리는 20% 이내 수준의 감소를 나타내어 진화에 큰 장애 요소로는 작용하지 않았으며, 펌프압력은 소형펌프의 압력 상승이 가장 큰 상승률을 나타내었다. 이와 같은 결과는 수원의 형태에 따라 용수 공급차에 기인한 것으로 안정적 용수공급 저하, 펌핑압 부하 증가, 이물질 삼입 등이 원인인 것으로 사료되며, 고도에 따른 영향 인자도 반영된 것으로 해석된다. 또한 실험을 통해 진화장비별 실제 진화대원의 적정 사용거리와 거리별 적정 소요인원을 산출할 수 있었다.

1. 서 론

우리나라는 산림이 조밀하여 산불이 발생 시 대형화 위험성이 크며, 지형지물에 따라서 인력접근이 제한적인 지형의 산불 발생 시 산불진화 헬기에 의한 진화율이 90% 이상으로 그 비중이 높다.

그러나 산불의 대형화 이전 초동진화에 성공할 경우 헬기에 대한 의존성은 급격하게 감소하게 된다. 최근 산불이 발생할 경우 1차적으로 진화에 투입되는 진화대원들은 지상 진화대이지만, 초동진화에 중요한 지상진화장비의 비교 분석 및 평가에 관련한 연구에 대해서는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 지상진화대가 사용하는 진화장비 중 가장 많은 비중을 차지하는 장비들을 선정하여 현장 적용 실험을 통하여, 그 특성을 비교 평가하고자 하였다. 선행 연구에서는 산불진화에 사용되는 수원지의 경우 물탱크 및 저수지 형태와 계곡 및 하천 형태로 크게 두 가지로 분류하였다. 본 실험에서는 계곡 및 하천 형태의 수원에서 실험 하였으며, 물탱크 및 저수지 형태의 수원을 사용한 예비실험 값과 비교 분석 하였다.

2. 연구범위 및 방법

초동 진화에 포함되는 지상 살수장비 중 분당 토출량(L/min)을 기준으로 진화차량(대형 펌프), 소형펌프, 중형펌프로 분류하였으며, 예비실험 데이터를 사용하여 용수공급 방법을 그림 1.과 같이 산불진화 현장 상황과 유사하게 실험을 실행하였다. 또한, 분사노즐의 경우 기초실험에 사용되었던 직사, 분사, 직분사의 노즐을 사용 하였으며, 측정구간은 표 1.과 같이 분류하였다. 성능 평가를 위한 측정 4개 항목으로 산불 진화시 가장 중요한 구간별 펌프 토출압력(Mpa), 분당 토출량(L/min), 분사거리(수평,수직:cm)를 측정하였으며, 토출압력을 제외한 3가지 항목을 대조군과 비교하여 성능 감소율을 나타내었다.(성능 감소율(%)=실험군/대조군×100)

표 1. 측정 구간에 따른 고도

(고도:m)	Start	50m	200m	400m	600m	800m	0~800m고도차
물탱크(대조군)	80	81	85	89	102	110	40m
계곡(실험군)	138	148	173	204	244	288	150m



그림 1. 용수 공급 방법(a:물탱크(대조군), b:계곡(실험군))

3. 연구 결과

그림 2.와 그림 3.은 펌프의 최대토출압력과 성능 비율에 대한 자료로써 거리가 증가할 수록 압력 또한 최소 2%에서 최대 33%까지 대조군과 실험군 모두 점차적인 증가 형태를 보여주고 있으며, 실험군의 소형펌프의 경우 200m 이상에서 33%의 급격한 압력 상승비율이 나타났다. 그러나 중형펌프의 경우 소형펌프와 반대로 대조군에 비해 압력 상승비율이 약 18%의 감소율이 나타났다.

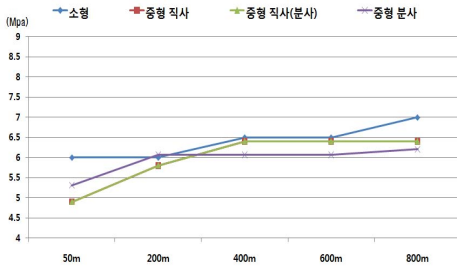


그림 2. 구간별 최대토출압력(대조군)

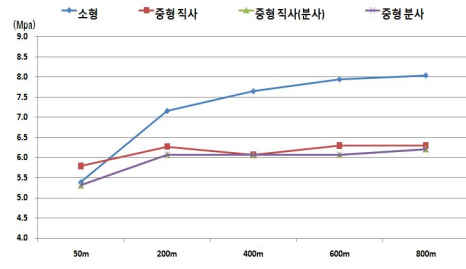


그림 3. 구간별 최대토출압력(실험군)

그림 4와 그림 5는 살수장비의 분당 토출량을 거리의 변화에 따른 값으로써 800m 지점에서 소형펌프는 46%(실험군), 67%(대조군), 중형펌프는 41%, 40% 진화차량은 24%, 46%의 성능 감소를 나타냈으며, 진화 차량의 경우 수원이 같은 실험으로써 고도의 변화에 따라 약 22%의 성능 차이가 나타났다. 또한 수원과 고도의 차이에 따라 소, 중형의 성능 감소율은 50%~71%이며, 평균적으로 61%의 성능 감소율이 나타났다.

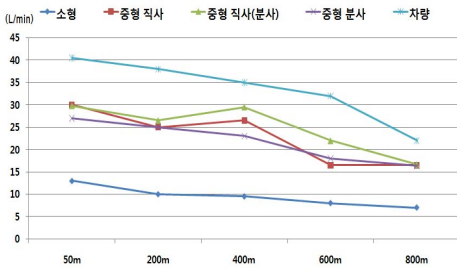


그림 4. 구간별 분당 토출량(대조군)

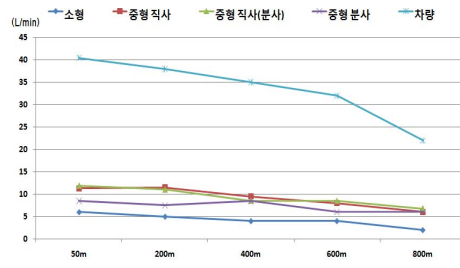


그림 5. 구간별 분당 토출량(실험군)

살수장비의 분사수평거리를 측정함으로써 산불 진화시 구간별 최대 이격거리를 분석할 수 있었다. 그림 6과 그림 7은 진화장비의 분사거리(수평)를 거리의 변화에 따른 값으로써 800m 지점에서 소형펌프는 41%(실험군), 31%(대조군), 중형펌프는 28%, 36% 진화차량은 30%, 21%의 성능 감소를 나타냈으며, 실험군의 중형펌프의 경우 800m 상에서 54%의 가장 높은 감소율을 보인다. 또한 수원과 고도의 차이에 따라 소, 중형의 성능 감소율은 9%~24%이며, 평균적으로 21%의 성능 감소율이 나타났다.

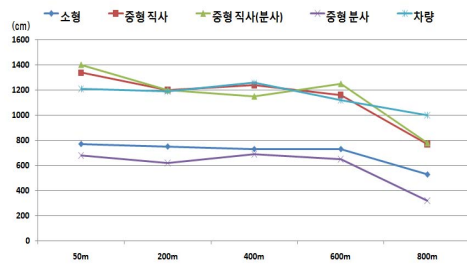


그림 6. 구간별 분사(수평) 거리(대조군)

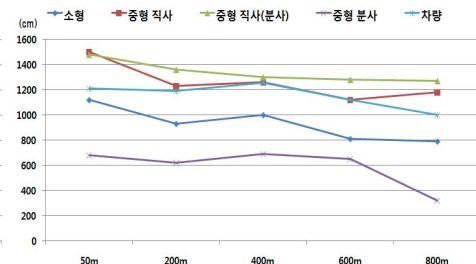


그림 7. 구간별 분사(수평) 거리(실험군)

그림 8.과 그림 9.는 진화장비의 분사거리(수평)를 거리의 변화에 따른 값으로써 800m 지점에서 소형펌프는 34%(실험군), 22%(대조군), 중형펌프는 27%, 23% 진화차량은 0%, 31%의 성능 감소를 보이고 있으며, 진화 차량의 경우 고도의 변화에 따라 약 31%의 높은 성능 차이가 나타났다. 또한 진화장비별 실제 진화대원의 적정 사용거리와 거리별 적정 소요인원을 산출 하였다.(표 2.)

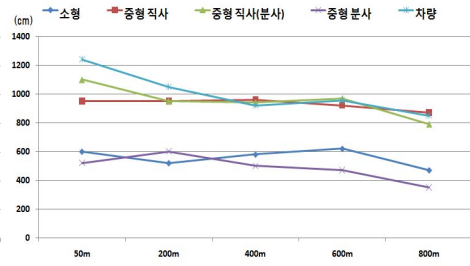
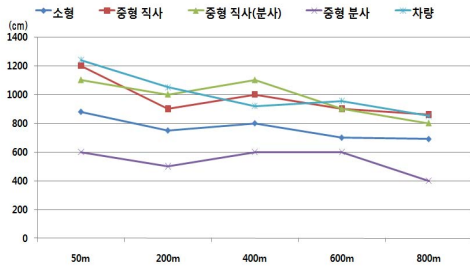


그림 8. 구간별 분사(수직) 거리(대조군)

그림 9. 구간별 분사(수직) 거리(실험군)

표 2. 장비별 적정인원 및 거리 구간

(명)	50m	100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	1000m~
소형펌프	2	2	3	3	4	5	6	7	8	-	-	-
	적정 사용 거리 600m							최대이용 가능 거리 800m				
중형펌프	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	-
	적정 사용 거리 600m									최대이용 가능 거리 1000m		
진화차량	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	-
	적정 사용 거리 600m, 최대이용 가능 거리 1000m 이상											

3. 결론

1. 용수공급 및 고도에 따라 분당 토출량은 평균61%까지 성능이 차이를 보이는 반면에 수직과 수평 분사거리의 경우 평균 12%, 21%의 성능 감소율이 나타났으며, 이는 분사거리의 경우 용수공급 및 고도에 따른 영향은 성능 감소율은 크게 차이나지 않는다는 것을 볼 수 있다.
2. 소형펌프의 경우 600m이상에서는 급격한 성능 감소로 인하여 주 산불진화장비로 부적합한 것으로 사료된다.
3. 분당 토출량의 경우 용수 공급 및 고도 차이(3.75배)에 따라 성능 감소율이 6~22%로 나타났으며, 이는 용수 공급차에 기인한 것으로 안정적 용수공급 저하, 펌핑압 부하 증가, 이물질 삽입 등이 원인과 고도에 따른 영향 인자가 반영된 것으로 사료된다.

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)