

7.23~26 경북 봉화군 호우피해 현장조사 결과 및 대책



최 우 정 |
소방방재청 국립방재연구소 시설연구사
choiwj@nema.go.kr



정 재 학 |
소방방재청 국립방재연구소 시설연구사
blueboat@nema.go.kr



심 재 현 |
소방방재청 국립방재연구소 연구기획팀 팀장
shim1001@nema.go.kr



이 원 호 |
소방방재청 국립방재연구소장
whyi1208@nema.go.kr



박 연 수 |
소방방재청 차장
parky2100@nema.go.kr

1. 서 론

2008년 7월 23일부터 서울, 인천, 경기, 강원, 충

북, 경북지역에 호우특보가 발효되면서 경북 봉화군의 경우 7월23일~26일 동안 총 233.5mm의 많은 비가 내렸으며, 최대 시우량 38.0mm의 강한 호우가 발생하였다. 이로 인해 많은 인명피해 및 재산피해가 발생하였다.

봉화군은 대부분 산악지형으로 현장조사 결과 기상청의 AWS자료와 각 읍면동의 강우기록 그리고 자동우량경보시설의 계측 강우량이 큰 차이를 보이고 있는 것으로 조사 되었다. 따라서 본 연구에서는 각 강우자료에 대한 분석과 피해현장 조사를 통해 피해 원인을 파악하고 그에 따른 대책을 제시하고자 한다.

2. 피해연황 및 특성

2.1 피해현황

이번 호우로 인해 인명피해는 사망 8명이 발생하였다. 춘양면 의양1리에서 철도 토사사면이 붕괴되면서 주택이 매몰되어 2명이 사망하였으며, 춘양면 참새골에서는 급격히 늘어난 유량 및 토석류로 인해 4명이 사망 하였다. 특히 피해가 가장 심각했던 서벽리에서는 산사태로 인해 발생한 토석류가 주택을 덮쳐 유실되면서 2명이 사망하였다.

인명피해 뿐만 아니라 재산피해도 곳곳에서 일어났다. 공공시설이 286개소로 약 441억6천만원 이상의 피해가 발생하였으며, 사유시설은 약 35억9천만원, 건물피해는 175동으로 약 10억원, 건물 침수 132개동, 농경지 유실 및 매몰이 178ha로 약 23억2천만원, 농작물 피해가 249ha 발생하였다.

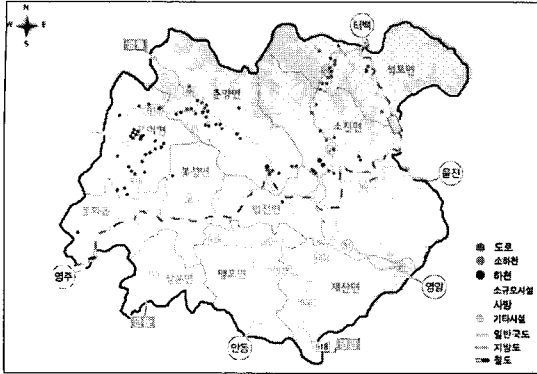


그림 1. 공공시설 피해현황

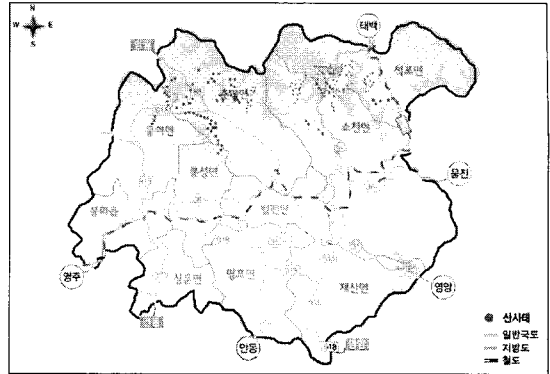


그림 2. 산사태 피해현황

2.2 피해특성

그림 1 및 그림 2의 피해 현황도에서 볼 때 피해는 물야면, 춘양면, 소천면, 석포면에서 대부분의 피해가 발생된 것으로 확인되었다. 춘양면, 소천면, 석포면의 상류쪽 산악지형은 산사태 및 토석류의 발생으로 인한 하천 및 도로 피해가 주로 발생하였으며, 하류쪽의 물야면은 소하천 및 소규모시설의 피해가 주로 발생하였다. 특히 춘양면, 소천면, 석포면의 상류쪽 산악지형에 피해가 집중하였으며, 주요피해원인은 상류부에 장시간의 집중호우로 산사태 및 토석류가 발생하면서 대규모 피해를 입은 것으로 나타났다.

3. 호우피해 원인분석

3.1 강우분석

기상청의 봉화 관측소는 춘양면사무소와 인접해 있고 자동우량경보시설은 상류쪽의 산악지역에 위치해있다. 그림 3에 각 자동우량경보시설의 위치와 기상청의 봉화 관측소, 각 면사무소의 위치를 도시해 놓았다.

강우분석은 기상청 봉화 관측소의 AWS자료, 읍면동 강우기록 그리고 자동우량경보시설의 강우자료를 바탕으로 분석하였으며, 토석류 피해가 많이 발생

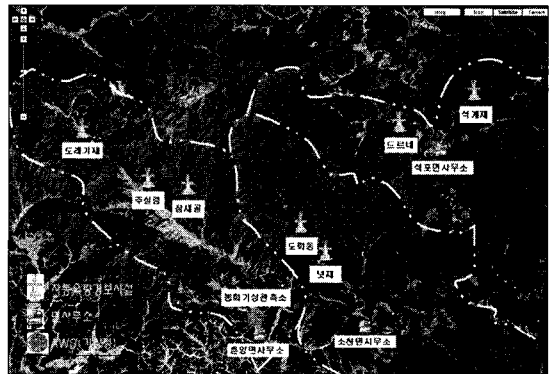


그림 3. 자동우량경보시설, 면사무소 및 기상청 기상 관측소의 위치

한 춘양면, 소천면, 석포면을 대상으로 FARD2006¹⁾을 활용하였다. 그림 4~그림 10은 기상청의 AWS, 춘양면, 소천면, 석포면의 각 면사무소와 각 면에 설치된 자동우량경보시설의 시간별 강우 기록을 나타낸 것이다.

시간강우분포를 살펴보면 참새골, 주실령 도화동, 넝재의 자동우량경보시설의 강우분포는 강우초기에 크게 나타나며 시간당 50mm이상의 큰 강우가 내린 것으로 나타났다. 반면 기상청의 AWS나 면사무소의 강우분포는 강우 초기보다 후반부에 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 도래기재나 드르네, 석재재의 경우에는 자동우량경보시설의 자료와 면사무소, AWS의 자

1) FARD2006(Frequency Analysis of Rainfall Data)은 국립방재연구소에서 개발하여 재해영향평가 등에 활용하고 있는 강우분석 프로그램

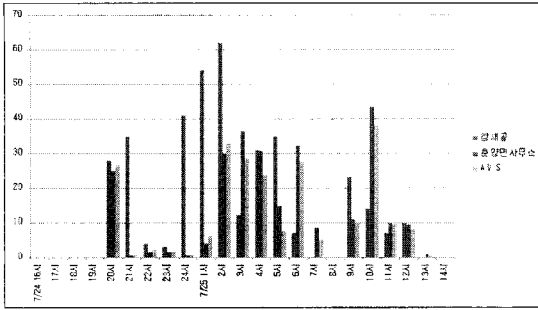


그림 4. 춘양면 참새골 시간강우 분포도

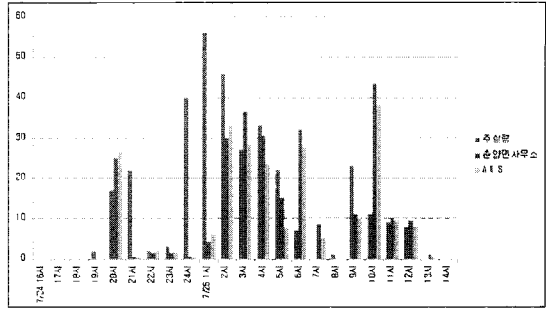


그림 5. 춘양면 주실령 시간강우 분포도

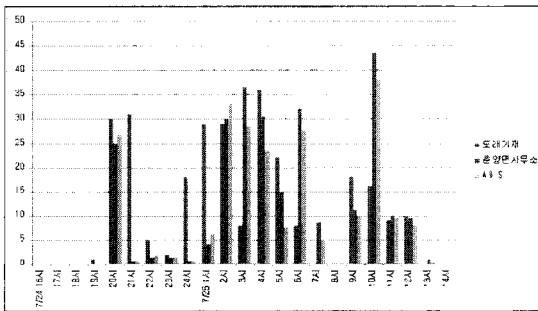


그림 6. 춘양면 도래기재 시간강우 분포도

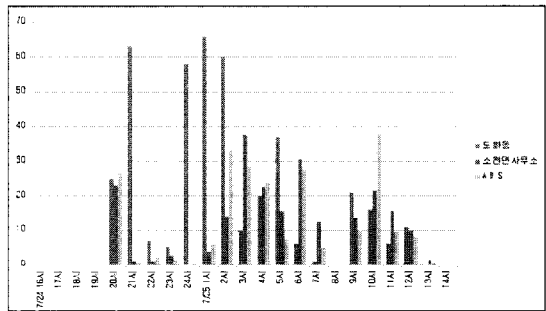


그림 7. 소천면 도화동 시간강우 분포도

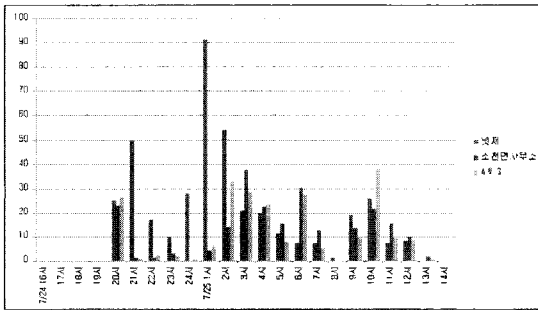


그림 8. 소천면 넷재 시간강우 분포도

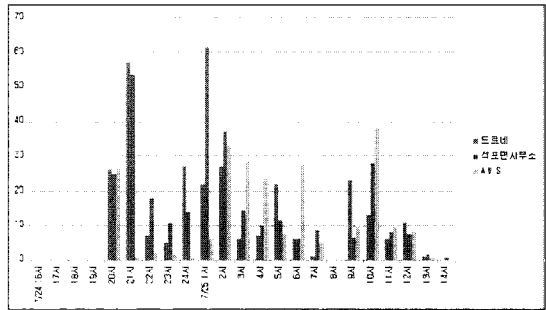


그림 9. 석포면 드르네 시간강우 분포도

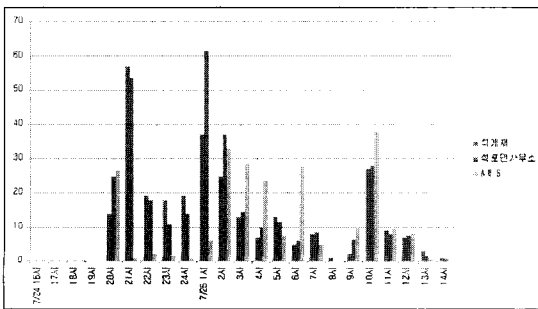


그림 10. 석포면 석개재 시간강우 분포도

료가 비슷하거나 오히려 면사무소나 AWS의 강우기록이 더 크게 나타났다.

여기서, 시간최대, 일최대, 시간최대누적강우량과 강우빈도를 분석한 결과는 표 1과 같다. 춘양면, 소천면의 일최대강우량을 분석하면, AWS 및 면사무소의 강우기록으로는 10~15년 빈도로 강우량이 적으나, 자동우량경보시설의 자료는 100년 빈도를 넘어 서고 있다. 또한 시간최대강우량보다 지속시간에 따른 일최대강우량의 강우빈도가 높아 집중호우가 장

표 1. 시간최대, 일최대, 시간최대누적강우량과 강우빈도

		시간 최대	일 최대	1시간 최대	2시간 최대	3시간 최대	4시간 최대	6시간 최대	9시간 최대	12시간 최대	15시간 최대	
AWS	강우량	38.0	228.0	38.0	61.5	85.0	92.5	126.0	173.0	196.5	210.0	
	빈도	1.7	9.1	1.7	3.2	3.6	3.4	4.8	8.6	10.0	10.3	
춘 양 면	면사무소	강우량	43.5	260.5	43.5	67.0	97.0	114.0	152.5	207.0	230.5	240.0
		빈도	2.5	15.9	2.5	4.3	5.3	6.2	8.6	17.5	20.2	18.6
	경보시설 (참새골)	강우량	62.0	366.0	62.0	116.0	157.0	169	235.0	277.0	312.0	349.0
		빈도	11.4	100.9	11.4	83.1	51.4	32.1	61.5	79.2	111.8	166.6
	경보시설 (주실령)	강우량	56.0	329.0	56.0	102.0	142.0	169.0	224.0	251.0	275.0	310.0
		빈도	6.8	52.5	6.8	34.8	24.4	32.1	47.1	45.0	51.2	75.6
경보시설 (도래기재)	강우량	36.0	272.0	36.0	61.0	76.0	102.0	142.0	188.0	219.0	252.0	
	빈도	1.6	19.3	1.6	3.1	2.8	4.4	14.1	11.7	15.9	23.6	
소 천 면	면사무소	강우량	37.5	260.5	37.5	60.0	75.5	106	132.5	169.0	197.0	201.5
		빈도	1.7	15.9	1.7	3.0	2.7	5.0	5.5	7.9	10.1	8.8
	경보시설 (도화동)	강우량	66.0	412.0	66.0	126.0	184	194.0	251.0	326.0	358.0	395.0
		빈도	16.3	228.3	16.3	155.4	108.7	69.4	90.8	230.8	296.5	424.0
경보시설 (넛재)	강우량	62.0	402.0	62.0	145.0	173.0	194.0	225.0	302.0	341.0	387.0	
	빈도	11.4	191.1	11.4	511.9	73.4	69.4	48.3	136.6	206.7	360.4	
석 포 면	면사무소	강우량	61.5	322.5	61.5	98.5	113.0	127.0	195.0	244.5	270.5	305.0
		빈도	10.9	46.8	10.9	28.0	8.9	9.1	23.4	39.1	46.5	68.4
	경보시설 (드르네)	강우량	57.0	267.0	57.0	83.0	90.0	95.0	145.0	184.0	213.0	249.0
		빈도	7.4	17.7	7.4	10.9	4.2	3.7	7.3	10.8	14.1	22.2
경보시설 (석개재)	강우량	57.0	285.0	57.0	76.0	94.0	113.0	175.0	209.0	235.0	265.0	
	빈도	7.4	24.2	7.4	7.2	4.8	6.0	14.6	18.2	22.1	30.6	

시간 지속된 것으로 분석되었으며, 15시간 최대누적 강우빈도는 참새골 166년, 도화동 424년, 넛재 360년으로 100년 이상의 큰 강우가 발생한 것으로 분석되었다. 특히 금번 피해는 7.15~7.20일 사이에 내린 120.2mm의 선형강우에 의해 지표면이 포화되어 침투량이 감소하고 유출량이 증가하여 피해가 증가된 것으로 판단된다.

3.2 지형적 분석

봉화군은 임야가 전체면적의 83%로 구성되어 있으며, 금번 호우로 춘양면, 소천면, 석포면 등 산지지역에서 많은 피해가 발생하였다. 이는 지형학적으로 유역경사가 급하고 홍수도달시간이 짧아 상대적으로 많은 피해가 발생된 것으로 판단된다. 특히, 산지지

역에서 떠내려온 돌과 유목들이 소하천 횡단암거 등을 폐쇄시켜 통수단면이 작아지고 이로 인해 토석류가 범람하면서 더 큰 피해가 발생하였다. 그러나 물야면은 지형적으로 평탄한 면적이 많아 상대적으로 산사태 피해가 적고 소하천 및 소규모 시설 피해가 많이 발생했던 것으로 판단된다.

3.3 강우이동경로 분석

봉화 관측소(AWS), 춘양면사무소 및 소천면사무소는 위치가 비슷하여 강우기록이 유사하였다. 그러나 10~20km 떨어진 상류부에 위치한 자동우량경보시설 강우기록은 AWS 및 면사무소보다 높은 값으로 기록되었다. 반면 춘양면내 위치한 자동우량경보시설 중 도래기재에서 관측된 강우량은 참새골, 주실령에

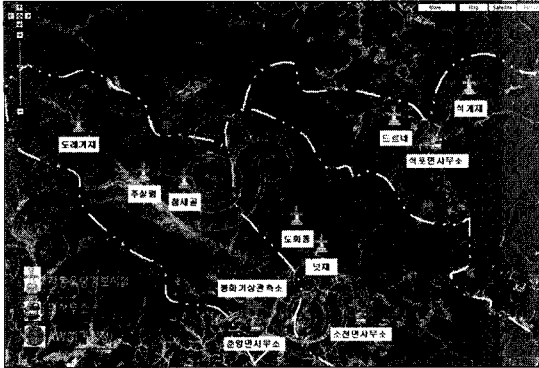


그림 11. 집중호우 발생지역 및 이동경로 예측

서 보다 적은 강우량을 나타내고 있는데, 이는 도래기재 자동우량경보시설의 설치 위치가 능선을 넘어 있는 것으로 보아 지형적인 특성이 클 것으로 판단된다. 또한 강우의 시간적 분포는 자동우량경보시설의 강우형태는 전방집중형, 읍면동 및 AWS는 후방집중형의 강우패턴을 나타내고 있으므로 이에 따라 집중호우 지역 및 강우이동경로를 분석하면, 그림 11처럼 능선 산악지형에 호우가 발생하여 산아래 면사무소 및 봉화 관측소 지역으로 이동하였 것으로 판단된다. 따라서 이와 같은 강우형태로 인해 유역내 강우가 장시간 지속되고 하류부 우수집중이 심화되면서 피해가 커진 것으로 판단된다.

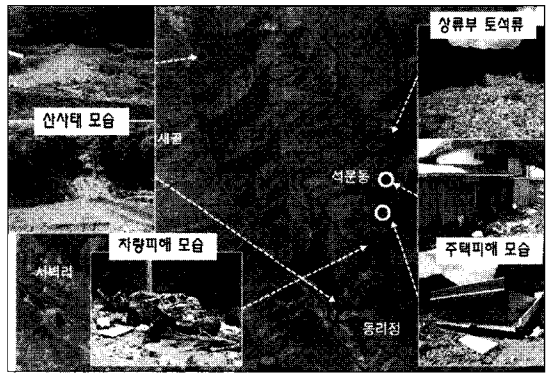
4. 현장 재해조사

4.1 춘양면 참새골 및 석문동

춘양면 참새골과 석문동 일대 지역은 대부분 산사태 및 토석류가 발생하였다. 이로 인해 하천 통수능이 저감되어 하도가 유실되면서 토석류가 하천주변으로 월류되어 하천변 도로 및 농경지가 유실되고 하천에 인접한 주택들은 침수되거나 반파 또는 완파되었다. 그림 12는 참새골 및 석문동 일대의 주요 피해 지점 및 모습을 나타내고 있다.

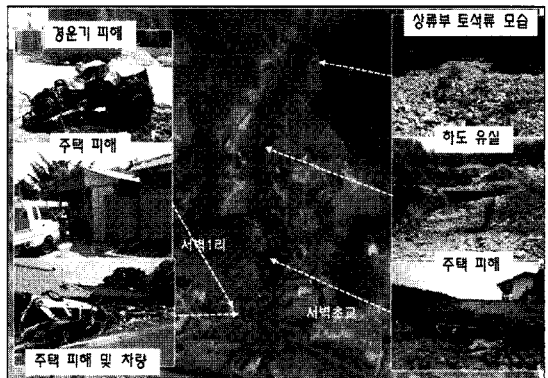
4.2 춘양면 서벽1리

금번 집중호우로 가장 심각한 피해를 입은 서벽1리 일대 지역은 장시간의 집중호우로 인해 소하천 상류부에서 산사태 및 토석류가 발생하였으며, 이로 인해 산지 소하천의 하도가 완전히 유실되었고 토석류가 하천변으로 월류되면서 많은 주택이 전파 또는 반파되었다. 특히 마을에 쌓인 토석류 퇴적 높이가 1.5m 이상으로 피해가 매우 극심했던 것으로 판단된다. 그림 13은 서벽1리 일대의 주요 피해 지점 및 모습을 나타내고 있다.



- 산사태 국유림 피해지역
- 산사태 사유림 피해지역
- 주택 피해

그림 12. 춘양면 참새골 및 석문동 피해지역



- 인명 피해지역
- 주택붕괴 피해지역

그림 13. 서벽1리 피해지역



- 웅벽파괴
- 주택 침수지역 ○ 농경지 침수지역

그림 14. 춘양교 일대 피해지역

4.3 춘양면 춘양교

춘양교 일대 지역은 집중호우로 운곡천 수위가 상승하여 월류하면서 하천 주변의 제방고 보다 낮은 저지대의 주택에 침수피해가 발생하였다. 또한 춘양교 상류쪽의 수충부에서는 빠른 유속과 토석류로 인하여 웅벽의 일부가 파괴되었다. 운곡천은 지방2급 하천으로 하천정비가 되어있지 않았으며, 침수피해를 입은 지역은 재해위험지구로 선정되어 있는 지역이다. 그림 14는 춘양교 일대의 주요 피해 지점 및 모습을 나타내고 있다.

5. 개선대책

가. 강우량 등 기상관측과 활용에 대한 개선방안
봉화군 춘양면, 소천면 등과 같은 산지지역에 대해

서는 국지성 집중호우에 대비하여 추가적인 AWS 관측망 증설이 필요하며, 읍면동 강우기록계와 자동우량경보시설 관측자료의 산지 돌발홍수 예경보 등에 활용도 강화가 요구된다.

나. 자동우량경보시스템 정보의 실시간 전파방안 강구

산지 최상류단에 설치된 자동우량경보시스템의 관측기록을 읍면동 강우기록계와 함께 활용하여 현장대응체계를 구축하고, 위험상황 우려시 자동음성통보시스템을 연동하거나 지역 이장 등을 활용한 사전대피 정보의 실시간 전달체계 강구가 필요하다.

다. 지역특성을 고려한 육림사업과 사방댐 설치사업 추진

해당지역의 토질특성상 표토층이 매우 얇아 과거 60년대 육림사업으로 추진된 낙엽송은 뿌리층이 깊지 못해 오히려 토석류 및 산사태 유발요인으로 작용하였다. 따라서, 표토층을 고려한 육림사업에서의 수종선택과 산사태 위험지역에 대해서는 사전예방 차원의 사방댐 설치 추진이 필요하다.

라. 한국형 토석류 및 산사태 피해예측 및 경보시스템 개발 연구 추진

토석류에 대한 한국형 예측 및 예경보를 위한 핵심 기술 및 활용시스템 개발이 필요하며, 특히 강우특성을 고려한 산사태 위험도 등급 판정과 산사태 예경보 시스템 개발이 필요하다. 🌀