

# 과거 침수재난 시 재난관리자원 동원사례 및 환경여건 분석



**김연수**  
LIG시스템  
재난안전연구소 책임  
yonsoo.kim@lig.kr



**김덕길**  
LIG시스템  
재난안전연구소 책임  
duckgil.kim@lig.kr



**김수전**  
인하대학교  
사회인프라공학과 교수  
sk325@inha.ac.kr

## 1. 서론

재난유형이 복잡화, 다양화, 대형화됨에 따라 재난 관리가 어려워지고 있으며, 대규모 피해 및 2차 피해로 인해 국가 위기상황으로 확산될 수 있는 가능성이 높아지고 있다. 자연재난의 경우 2008년부터 2012년까지 집계된 피해액은 증가하는 추세를 보이다 이듬해 감소하였으나 2017년까지 점진적으로 증가하는 추세를 보이고 있다.

특히 극한호우 등과 같은 기상이변의 영향으로 침수피해 위험성은 점차 증가하는 추세이고, 도시화로 인한 불투수면적의 증가, 녹지공간의 감소, 도시의 난개발 등 물 순환 체계의 왜곡에 따른 침수로 인한 피해가 다수 발생하고 있다.

이러한 재난 발생 초기에 재난관리자원의 신속한

확보와 동원은 피해확산 방지에 중요하고, 자원의 부족이나 동원의 지연으로 대응이 늦어질 경우 피해가 확대될 수 있기에 재난에 따른 필요 자원의 비축 및 동원이 필요하지만, 재난유형에 따라 발생 특성과 피해 유형이 상이하고 재난관리자원 또한 그 종류가 다양하고 요구되는 비축량이 많기에 자원을 비축하고 활용하기에는 어려움이 따른다. 따라서 침수피해 재난에 대한 자원동원 사례 및 환경여건 분석을 통한 효율적인 재난관리자원 운영 및 관리체계의 마련이 필요하다.

본 연구에서는 과거 20년(2001년~2020년)동안 발생한 침수관련 재난(호우, 태풍, 풍랑)발생 시 동원된 재난관리자원 사례를 분석하였다. 침수 사례 수집 및 분석을 통해 지자체 침수피해 현황을 분류하고, 관련된 자원의 비축 및 운용 사례 분석을 통해 장비 28종,

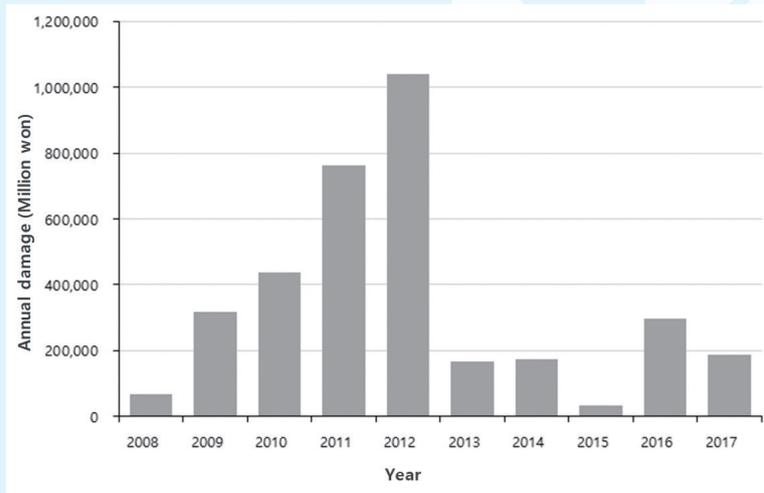


그림 1. 자연재해로 인한 피해 규모

자재 6종을 확인하였으며, 자원동원 시 발생하는 문제점을 자원비축, 자원능력, 자원활용, 대응시간으로 구분할 수 있었다.

## 2. 침수피해 관련 자료 수집 및 분석

### 2.1 침수피해 발생이력 수집 및 분석

과거 20년 (2001년~2020년)동안 발생한 자연재난 중 침수피해와 관련된 호우, 태풍, 풍랑에 대하여 통계자료인 재해연보를 기준으로 관련 재난자료를 수집 및 분류하였다. 과거 침수피해 관련 재난 발생 건수는 동 기간에 발생한 전체 자연재난 364건 중 248건으로 호우 185건, 태풍 38건, 풍랑 25건으로 조사되었다. 이 중 침수와 관련된 피해항목인 농경지 침수, 도시 침수, 건물 침수 발생 이력의 분석 결과 경기도, 경상남·북도, 전라남도, 서울특별시 순으로 높은 피해

표 1. 과거 침수피해 관련 재난발생 건수

재난유형	총 발생건수	피해 지자체 수	발생 비율
호우	185	4,576	50.8%
태풍	38	2,471	10.4%
풍랑	25	204	6.9%

표 2. 침수피해 관련 피해발생 이력 분석

지역 구분	침수 형태		
	농경지 침수	도시 침수	건물 침수
서울특별시	9건 (5,635ha)	4건 (5,557ha)	340건 (146,275동)
부산광역시	9건 (4,827ha)	11건 (520ha)	201건 (12,831동)
대구광역시	12건 (1078ha)	1건 (2ha)	34건 (2,850동)
인천광역시	10건 (552ha)	3건 (73ha)	243건 (25,207동)
광주광역시	6건 (553ha)	1건 (16ha)	44건 (2,295동)
대전광역시	3건 (15ha)	0건 (0ha)	34건 (584동)
울산광역시	14건 (549ha)	1건 (5ha)	51건 (2,127동)
세종특별자치시	0건 (0ha)	0건 (0ha)	10건 (57동)
경기도	121건 (145,707ha)	3건 (2ha)	855건 (52,240동)
강원도	46건 (7,307ha)	12건 (133ha)	220건 (30,891동)
충청북도	53건 (10,436ha)	2건 (124ha)	118건 (4,128동)
충청남도	90건 (19,057ha)	3건 (16ha)	142건 (3,944동)
전라북도	104건 (61,083ha)	3건 (2ha)	158건 (7,129동)
전라남도	66건 (45,262ha)	5건 (22ha)	281건 (15,102동)
경상북도	130건 (24,535ha)	2건 (56ha)	229건 (13,793동)
경상남도	127건 (63,021ha)	9건 (335ha)	253건 (34,998동)
제주특별자치도	8건 (13,079ha)	0건 (0ha)	47건 (5,261동)

건수를 기록하였다.

## 2.2 재난관리자원 동원 사례 수집 및 분석

### 2.2.1 침수발생 시 활용자원 유형 및 동원 사례 조사

과거 20년 동안 발생한 호우, 태풍, 풍랑에 따른 침수 재난은 전체 자연재난 중 68%를 차지하지만 재난관리 자원의 운영현황 및 문제점 분석은 미흡한 실정이다. 이에 248건 재난 이력 중 재난관리자원 동원 및 응원 현황을 파악할 수 있는 백서 및 보고서 103권(호우 39권, 태풍 37권, 풍랑 27권)을 수집하여 침수피해 관련

표 3. 침수피해 관련 장비 동원 현황

장비 - 차량 (동원대수, 24,150대)			
굴삭기 (9,357대)	덤프트럭 (7,210대)	펌프차 (2,133대)	로더 (460대)
구급차 (363대)	물탱크차 (314대)	급수차 (225대)	구조차 (200대)
살수차 (172대)	순찰차 (156대)	준설차 (108대)	불도저 (91대)
화물트럭 (77대)	지휘차 (72대)	집계차 (65대)	사다리차 (57대)
크레인 (46대)	방역차 (24대)	산불진화차 (12대)	경운기 (10대)
경찰버스 (7대)	그레이더 (6대)	노면청소차 (3대)	급식차 (3대)
지게차 (1대)	발전차 (1대)	기타 건설 (2,005대)	기타 소방 (838대)
기타 군경 (134대)	-	-	-
장비 - 기계 (동원대수, 3,787대)			
배수펌프 (1,108대)	압력증기청 소기 (8대)	발전기 (7대)	기타 (2,664대)
장비 - 항공·선박 (동원대수, 369대)			
해경구조보 트 (241대)	다목적 헬리콥터 (121대)	해경함정 (7대)	-

재난 발생 시 지자체 및 유관기관의 재난관리자원 동원 사례를 분석하였으며 표 3 ~ 5와 같이 장비, 자재, 인력이 동원된 것으로 확인하였다.

이를 통해 침수관련 재난에서 많이 동원된 장비는 차량의 경우 굴삭기, 덤프트럭, 펌프차 순서였으며, 기계의 경우 배수펌프, 항공 및 선박에서는 구조보트가 주요 장비로 활용되었다. 자재의 경우 긴급생활안정에 필요한 물품, 포대와 흡착포, 비닐 등이 활용되었다.

표 4. 침수피해 관련 자재 동원 현황

자재 - 구호·구조 (동원수량, 327,588개)		
응급구호품 (1,575개)	응급구호세트 (500개)	재가구호품 (485개)
취사구호세트 (200개)	기타 긴급생활안정 (324,828개)	
자재 - 복구·정비 (동원수량, 15,352개)		
포대 (13,505매)	흡착포 (679박스)	말목 (446개)
기름제거제 (348L)	오일펜스 (230m)	기타 시설응급복구 (144개)
자재 - 의료·방역 (동원수량, 964개)		
비닐 (964롤)		

표 5. 침수피해 관련 인력 동원 현황

인력 (동원인력, 총 324,408명)	
공공인력 (225,399명)	민간인력 (99,009명)

### 2.2.2 침수 관련 재난관리자원 유형 및 비축현황

침수 관련 재난 발생 시 동원된 자원을 재난관리자원 분류 기준에 따라 정리하면 기타 장비 및 자재를 제외하고 주요 장비 32종, 자재 10종이 침수피해 발생 시 주요 동원자원으로 검토되었으며, 이 가운데 재난관리자원의 분류 현황에 따른 침수 지역의 배수가 가능한 장비는 수중펌프, 수중인라인펌프, 엔진펌프, 소

방펌프차, 소방물탱크차로 장비 5종을 확인할 수 있었다.

표 6. 침수대응 관련 재난관리자원 목록

중분류	소분류			
	물품분류 번호	품명	세부품명 번호	세부품명
시설 응급 복구	40151513	수중 펌프	4015151301	수중펌프
			4015151302	수중 인라인 펌프
	40151597	엔진 펌프	4015159701	엔진펌프
기타	25101789	소방 펌프차	2510178901	소방 펌프차
	25101790	소방 물탱크차	2510179001	소방 물탱크차

각각의 장비별 주 목적 및 실제 동원사례를 살펴보면 수중펌프의 경우 반지하 주택, 지하주차장 등 시내 지역 및 전기공급이 가능한 지역, 엔진펌프는 전원공

표 7. 침수지역 배수 장비 보유현황

시도명	수중펌프	수중 인라인 펌프	엔진펌프	소방 펌프차	소방 물탱크차
서울	18,673	-	1,151	4	6
부산	1,593	-	818	-	1
대구	254	-	413	8	6
인천	2,826	-	369	24	96
광주	173	-	320	-	-
대전	251	-	142	-	1
울산	160	-	514	5	-
세종	92	-	88	-	-
경기	8,325	2	3,750	17	12
강원	1,149	-	1,772	-	-
충북	707	-	2,132	-	-
충남	781	-	1,028	-	1
전북	677	-	939	-	-
전남	679	1	1,882	2	6
경북	848	-	3,270	11	1
경남	663	-	1,262	54	18
제주	278	-	428	71	31

표 8. 침수관련 자원 운영사례 및 문제점

구분	대분류	중분류	재난유형별 사례 건수			침수재난 시 자원 동원 문제점
			호우	태풍	총 합계	
침수 재난 자원 비축	침수 재난 자원 비축	부족	17	3	20	· 장비보다 자재와 인력의 부족이 더 큼
		부재	1	-	1	· 장비, 자재, 인력의 미확보
침수 재난 자원 능력	침수 재난 자원 능력	장비·자재	1	-	1	· 장비·자재의 성능 부족 및 노후화
		인력	2	1	3	· 재난대응 경험부족으로 인한 대응미흡
침수 재난 자원 활용	침수 재난 자원 활용	적합성	5	1	6	· 재난 현장에 부적합한 자원의 배치 및 투입
		활용성	2	-	2	· 장비 및 자재 간 규격 불일치 활용 불가
		효율성	2	-	2	· 자원의 중복 배정 및 특정 지역에 집중
침수 재난 대응 시간	침수 재난 대응 시간	접근성	1	-	1	· 장비, 자재, 인력이 접근이 어려운 지역
		동원 지연	9	2	11	· 대응체계 혼선으로 자원동원의 지연
						· 재난담당자 변경으로 대응 및 복구 지연
						· 동원 및 응원 체계 미흡에 따른 대응 지연
대응 미흡	6	-	6	· 관련 위기대응매뉴얼 작동 미흡		
				· 재난발생 시 초기 대응 미흡		
				· 협업체계 미비로 효율적인 역할분담 미흡		

급이 어려운 지하시설, 선박시설, 정전기구, 소방펌프차 및 소방물탱크차는 대규모 주차장, 지하차도 등 침수면적이 넓은 지역에서 주로 활용되었다. 침수지역에 대한 배수가 가능한 장비 5종에 대한 전국 228개 지자체별로 비축 및 관리현황은 다음 표 7과 같다.

### 3. 침수 관련 재난관리자원의 문제점 및 시사점 도출

#### 3.1 침수 관련 재난관리자원의 문제점 분석

과거 침수재난 (호우, 태풍, 풍랑) 사례 분석을 통해 자원 동원의 문제점을 분석하였으며, 주요 문제점으로 표 8과 같이 자원의 부족 및 부재, 자원의 동원 지연 및 대응미흡, 자원활용 및 능력 부족으로 나타났다.

자원비축의 경우 침수 시 필요한 자원의 부재로 인한 문제가 발생한 경우는 적은 것으로 나타난 반면, 광역적으로 발생하는 침수피해 특성으로 자원 동원과 응원요청 지역이 다수 발생하여 자원이 부족한 현상이 생겼으며, 장비의 부족보다 해당 장비에 필요한 자재와 운영 인력의 부족이 큰 것으로 나타났다. 자원 능력 및 활용에서는 자원의 성능 부족, 경험 부족 등으로 인한 대응 미흡과 보유 및 응원 자원 간의 규격 불일치, 적절하지 않은 자원의 배치 및 투입, 중복 투입 또는 특정 지역의 자원 집중으로 다른 피해지역의 자원 부족의 문제가 발생하였다. 재난 대응에서는 침수 발생 시 관련 매뉴얼의 미흡이나 기관-기관, 부서-부서 간 협업체계가 갖춰지지 않아 대응체계의 혼선 및 담당업무의 혼선이 발생하여 필요한 자원의 동원과 응원이 제때 이루어지지 않은 문제가 발생하였으며, 해당 기관의 인사이동 이유 등으로 인한 담당자 변경으로 재난 시 대응이 지연되는 등의 상황이 발생한 것을 확인할 수 있었다.

#### 3.2 침수 관련 재난관리자원의 시사점 도출

침수피해 이력 조사와 침수대응에 필요한 자원현황 및 운영사례 분석을 통해 자원의 비축 및 관리, 동원 및 응원, 교육 및 훈련 등에서 발생하는 문제점을 분석하고, 침수 관련 재난관리자원이 효율적으로 비축 및 운용되기 위해 필요한 시사점을 도출하였다.

##### 3.2.1 침수관련 자원의 비축 및 관리

재난관리자원의 비축 및 확보는 위험성 평가를 통한 위험성이 높은 재난유형의 선정과 함께 필요자원의 분석이 필요하다. 이에 침수피해 발생의 위험성이 높은 지자체 분석 및 침수피해 유형 등에 대한 분석을 통해 침수피해 대응에 적합한 고성능 및 고효율의 배수 시스템 개발이 필요하다.

그리고 자원의 세부품명이 불일치하거나 분류가 불분명할 경우 재난 시 자원 간의 규격이 맞지 않거나, 부적절한 자원의 배치 및 투입이 될 수 있기에, 객관적인 기준에 따른 자원의 활용목적 및 대상의 명확화와 기준에 보유하고 있는 유사 장비 또는 자재와의 호환성 검토도 이루어져야 한다.

또한, 지자체에서는 개별 비축창고를 운영하고 있지만 공간이 협소하거나 낙후되어 고성능 및 고효율의 배수능력을 갖춘 대형 장비의 비축 및 관리가 사실상 어려운 실정이다. 따라서 통합관리센터나 시·도 단위에서 비축 및 관리를 통해 공동활용하거나 민간(개발)업체를 통한 임차 방안이 마련되어야 할 것이다.

##### 3.2.2 침수관련 자원의 동원 및 응원

호우, 태풍 등에 따른 침수피해는 발생 특성 상 화재, 붕괴 등 특정 시설에서 발생하는 재난이 아닌 지역(공간) 단위로 발생하기에 자원 부족하거나 보유자원의 관리체계 및 기관 간의 협업체계가 미흡할 경우 동원 및 응원이 불안정할 수 있다. 따라서 지역별 침

수피해 환경여건 분석을 통한 보유자원 및 배수펌프의 정수책정 검토, 기관-기관, 동일 기관 내 부서-부서 간 자원동원 및 응원 체계 마련, 인접 지자체 및 유관기관, 민간단체 등과의 자원 응원 및 활용 방안의 수립이 필요하다.

### 3.2.3 침수관련 자원의 교육·훈련 및 운영

침수피해 시 동원되었던 자원의 경우 재난 현장에 동원 및 응원 시 즉각적인 이동과 설치, 부가적인 자재와 인력이 함께 동원되어야 한다. 이에 다른 자원과 다르게 운용과 관리부분에 전문성이 요구된다. 하지만, 지자체 특성 상 고유업무 및 인사이동 등으로 업무의 전문성 및 연속성이 유지되기 어려운 실정이다. 따라서, 장비의 효율적 운영을 위해 체계화된 교육 및 훈련이 이루어져야 할 것이다.

또한, 기관-기관, 기관-민간 간 협약 및 계약을 통해 장비의 동원 및 응원이 이루어진 경우 추후 비용과 관련된 문제가 발생할 수 있기에 자원의 비용 정산 등 후속절차에 관한 구체적인 세부사항 및 지침도 함께 마련되어야 할 것이다.

## 4. 결론

침수피해 관련 재난은 신속한 재난관리자원의 확보와 동원을 통한 대응 및 복구가 중요하지만, 이와 관련된 재난관리자원의 운영 및 관리체계는 미흡한 실정이다. 이에 과거 20년 동안 발생한 침수피해 관련 재난인 호우, 태풍, 풍랑 사례와 당시 동원된 자원현황의 수집을 통해 침수 발생 시 동원된 재난관리자원을 분석하였으며, 자원 동원 시 발생하는 문제점을 자원비축, 자원능력, 자원활용, 대응시간으로 구분할 수 있었다. 이를 통해 침수관련 자원이 재난관리자원으로 비축 및 운용되기 위한 시사점을 도출하였다. 본 연구에서는 침수재난 발생 시 지자체별 침수피해 현황과 필요 재난관리자원의 도출, 자원의 동원 및 운영에 대한 환경여건을 분석한 점에서 그 의미가 있으며, 향후 침수피해 대응과 관련된 재난관리자원의 효율적 비축과 관리계획 수립에 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 감사의 글

이 논문은 행정안전부 자연재난 정책연계형 기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2022-ND629013)

### 참고문헌

- 1) J. M. Lee, et al. "Natural Disaster Risk Assessment in Local Governments for Estimating Disaster Management Resources", Journal of Korean Society of Hazard Mitigation., Vol.19, No.1, pp.331-340, 2019.
- 2) Ministry of Public Safety and Security (MPSS), 2014-2015 "Disaster report", 2016.
- 3) Ministry of the Interior and Safety (MOIS), 2016 "Disaster report", 2017b.
- 4) Ministry of the Interior and Safety (MOIS), "Development of forecasting technology and operational model for stockpile standards of disaster management resources", 2019.
- 5) Y. S. Kim, et al. "A Critical Review of Disaster Management Resource Problems based on Past Disaster Events", Journal of Korean Society of Hazard Mitigation., Vol.19, No.4, pp.89-102, 2019