

요약

늘어나는 신종 대형 도시재난에 대응해 구조적·비구조적 대책 병행한 접근 필요

최근 세월호 침몰·우면산 산사태 등 신종 대형재난이 빈번히 발생

최근 세월호 침몰사고를 비롯하여 우면산 산사태, MERS 대유행, 경주지진 등 통상적인 예측의 범위나 관심권에서 벗어난 대규모 재난이나 새로운 유형의 재난이 빈번히 발생하고 있다. 일반적으로 신종 대형재난은 발생빈도가 낮지만 일단 발생하면 피해가 크고, 불확실성은 높는데 예측가능성은 낮아 사전 예방이 어렵고, 피해가 크고 광범위하기 때문에 사후 대응도 쉽지 않다. 따라서 기술발전, 사회경제시스템, 도시공간, 기후변화 등 서울을 둘러싼 여건의 변화, 국내·외 재난사례 등에 비추어 장래 발생가능성이 있는 신종 대형 도시재난들을 식별하고 그 위험성을 파악하여 전략적으로 대처하기 위한 준비가 필요하다.

역대 서울에서 발생한 대형재난을 보면, 지금까지는 화재, 도로교통사고, 철도·지하철사고, 호우·홍수 등이 지속적으로 큰 피해를 유발하는 재난이었지만, 최근 들어 철도·지하철 사고, 지반붕괴, 감염병 확산, 생활환경 독성 확산, 에너지 공급 마비 등이 과거에 비해 크게 증가하거나 새로이 부각되고 있다. 또한, 2011년 7월 집중호우에 의한 피해사례처럼, 풍수해가 침수 또는 산사태와 같은 직접적인 피해뿐만 아니라 정전, 통신마비, 통행중단 등 도시기반체계에 마비 등으로 파급되는 복합재난도 나타나고 있다.



[그림 1] 2011년 7월 말 집중호우로 인한 주요 피해

해외 대도시들은 서울에 비해 테러, 폭동, 항공기사고 등이 많아

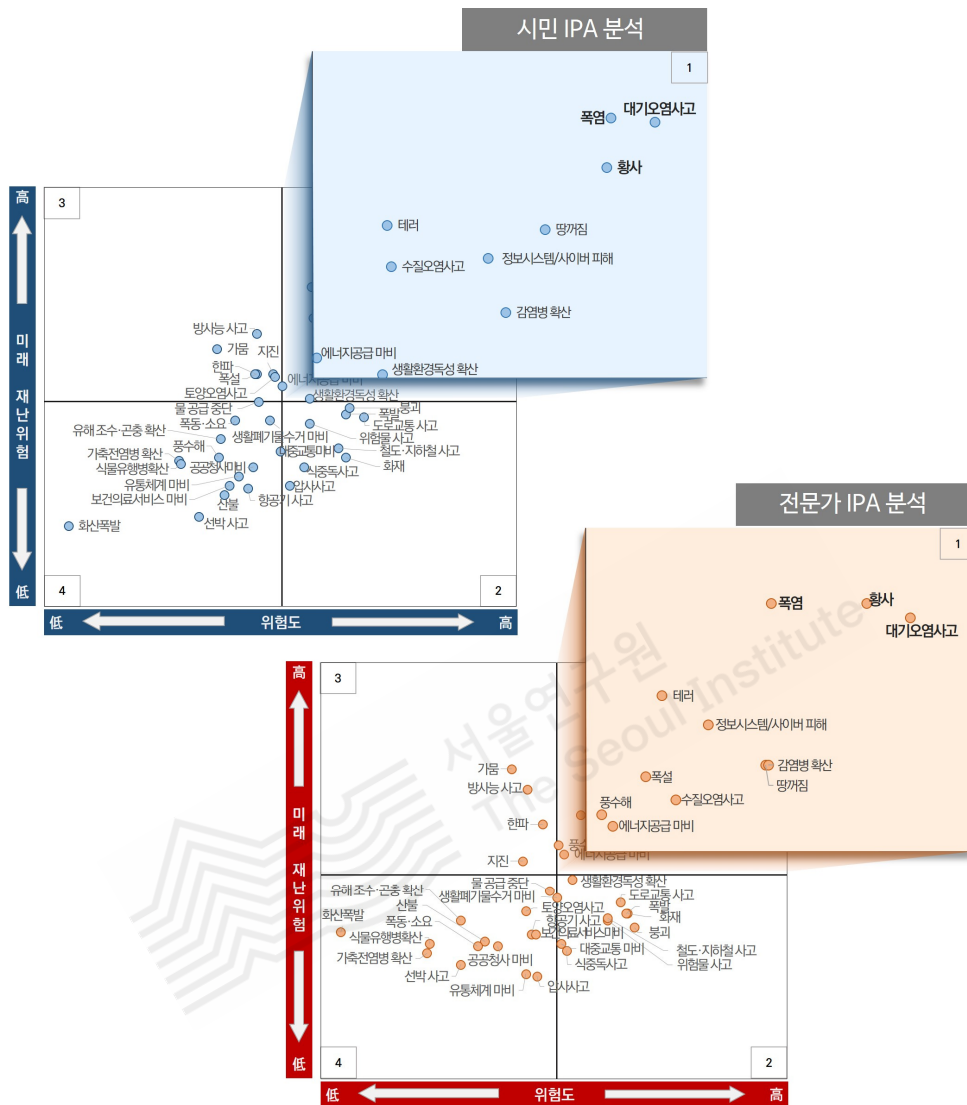
서울에서는 그동안 많이 발생하지 않았지만, 국내·외 다른 대도시들에서 상대적으로 많이 발생한 대형재난은 앞으로 서울에서 나타날 새로운 재난에 관한 시사점을 줄 수 있다. 국내 다른 도시들에서 발생한 대형재난을 보면, 호우·홍수, 화재, 폭발 등은 대체로 유사한 발생특성을 보였다. 그러나 위험물사고, 도로상 다중추돌사고 등은 서울보다 다른 도시들에서 더 많이 발생하였다.

뉴욕, 로스앤젤레스, 파리, 런던, 도쿄 등의 해외 대都市는 최근 폭풍, 폭염, 대설, 한파 등 대형 기상재난이나 화재, 산불, 폭발, 감염병 확산 등 사회재난이 크게 증가하는 경향이 있다. 해외 대도시와 서울 모두 화재, 철도·지하철사고 등이 많이 발생했다는 점은 유사하다. 그러나 해외 대도시들은 서울에 비해 테러, 폭동, 항공기사고 등이 많이 발생하였고, 일부 해외 대도시에서는 폭염, 대설, 산불, 대기오염사고, 선박사고 등도 큰 피해를 유발한 것으로 나타났다.

“대기오염, 황사, 감염병, 정보서비스 마비 등이 미래의 재난위험”

서울시민 1,344명, 전문가 85명을 대상으로 서울의 재난위험에 대해 설문조사를 수행한 결과, 시민, 전문가 모두 서울이 위험하다는 인식이 상대적으로 높았으며, 특히 시민들은 미래에는 서울이 더욱 위험해질 것이라고 답하였다. 예컨대, 시민 응답자의 14.6%가 안전하다고 한 반면, 56%는 위험하다고 답하였다. 또한, 시민 응답자의 36.3%가 앞으로 더욱 위험해질 것이라고 하여 안전해질 것이라는 응답(26.2%)보다 많았다.

시민과 전문가 사이에 다소의 차이는 있지만, 양쪽 모두 대기오염, 황사, 감염병 확산, 붕괴, 정보서비스 마비, 대중교통 마비 등이 위험도가 높으면서도 미래에 재난위험이 더욱 증가할 것으로 예상되는 재난으로 인식하였다. 또한, 위험도가 높지만 서울에서 생소한 유형의 재난으로는 테러, 에너지 공급 마비, 위험물사고, 생활환경 독성 확산 등을 꼽았다.



[그림 2] 재난유형별 위험도와 미래 재난위험 변화에 대한 설문조사 결과

도시공간, 기술발전, 기후변화 등이 신종 대형재난 발생확률을 높여

서울의 도시공간과 사회경제구조, '4차산업혁명'으로 대변되는 신기술 발전, 글로벌 동향, 기후변화 등 대내외 여건과 추세는 새로운 유형의 재난을 출현시키고 대형재난의 발생잠재력을 더욱 높일 것으로 보인다.

서울은 20세기 고도성장과 급속한 도시개발을 거치면서 시가지의 많은 부분이 저지대, 경사지 등 재난에 근본적으로 취약한 곳에 입지해 있다. 성숙도시단계에 들어선 오늘날, 과거 개발기에 집중적으로 건설된 건축물과 도시기반시설들이 한꺼번에 급격한 노후화를 맞고 있다. 다른 한편으로는, 도시공간의 고밀화, 대형화, 초고층화, 지하화, 그리고 네트워크화에 따른 상호의존성 증가가 신종 대형 도시재난의 위험을 더욱 높이고 있다.

서울의 인구구조 변화는 노인인구의 증가, 여성인구의 증가, 1인가구의 증가, 외국인 거주인구 및 외국인 방문객 증가, 가계소득의 불균형 심화, 저소득가구 증가, 비정규직 및 실업자 증가 등 이른바 재난에 취약한 인구의 증가로 요약할 수 있다. 취약인구의 증가는 안전사각지대의 증가를 의미하며, 시민들의 불안을 증가시키고 안전을 위협하는 요인으로 작용할 수 있다.

기후변화는 집중호우, 강풍, 폭염, 가뭄 등의 극단적인 기상이변과 그에 따른 자연재난 및 인적 재난의 위험을 높일 뿐만 아니라 생태계, 농작물, 건강, 수자원, 대기오염 등에도 직·간접적으로 광범위한 영향을 미칠 것이다. 경제활동의 글로벌화에 따른 사람과 물자의 국가 간 이동성 증가는 외래 감염병 유입 등의 위험을 증가시킨다. 이에 따라, 재난이 더는 도시나 국가에 한정되는 문제가 아닌 방향으로 가고 있다. 또한, 중동, 아프리카, 유럽 등 국제정세의 불안으로 테러를 비롯한 안보위험이 확산될 수 있다.

최근 인공지능(AI)을 둘러싼 사회적 논의에서 보는 것처럼, 새로운 유형의 대형재난은 특히 신기술의 발전에 큰 영향을 받을 것이다. 정보통신기술을 비롯한 신기술은 신속성, 현장성, 정확성을 담보해야 하는 재난관리능력을 획기적으로 향상시킬 수 있는 기회를 제공할 것이다. 그러나 기술에 대한 과도한 의존은 해킹, 정보유출, 사이버테러, 기술의 불안정성, 오작동, 오보 등으로 인한 사고와 경제적 손실, 네트워크화된 도시서비스의 마비, 사회적 혼란과 불안의 증폭 등 시스템적 취약성을 더욱 증가시킨다.

신형 대형 도시재난엔 지속 위협 재난·새로운 위협이 될 재난 있어

서울에서 과거에도 발생한 적이 있고 장래에도 위협이 지속되거나 증가할 것으로 예상되는 재난으로는 풍수해, 폭염, 가뭄, 황사와 같은 기상재난, 지반침하, 고농도 미세먼지, 오존 등에 의한 대기오염, 감염병 확산, 생활환경 독성 문제, 먹거리 위험과 같은 건강위해요인, 화재, 붕괴, 폭발, 산불 등 시설물 관련 재난, 대규모 도로교통사고, 철도·지하철사고와 같은 교통재난, 물 공급 중단, 에너지 공급 마비, 정보시스템 마비 및 사이버 피해를 비롯한 도시서비스 마비 등을 들 수 있다. 이러한 재난은 도시공간 변화, 기술발전, 사회경제적 추세, 기후변화 등 여건 변화에 따라 앞으로도 재난위험이 더욱 늘어날 수 있는 재난유형으로서, 과거 발생사례가 비교적 많고 장래에도 지속적으로 발생할 것으로 예측되기 때문에 일종의 ‘회색코뿔소(Gray Rhino)’ 속성을 갖고 있는 재난유형이라 할 수 있다.

서울에서 과거에는 발생한 적이 거의 없으나 해외도시 사례 및 여건변화에 비추어 볼 때 장래에 새로운 위협으로 다가올 것으로 예상되는 재난으로는 신기술(인공지능, 바이오기술 등) 확산에 따른 부작용 및 사고, 해외유입 신종 감염병, 신기술이나 새로운 재료를 이용하면서 생기는 생활환경 독성 또는 먹거리 위험, 극한 기상이변에 따른 자연재해가 대규모 인적재난과 결합되는 복합재난(Natech재난), 대규모(예: 규모 5~6 이상) 지진, 도시공간 노후화에 따른 대규모 건축물·시설물 붕괴, 신재생에너지 관련 화재 및 위해성, 지하도로를 비롯한 지하공간 재난, 드론을 포함한 항공기사고, 자율주행차 관련 사고, 도시기반체계의 복잡화와 상호의존성 증대에 따른 도시서비스 마비, 테러, 폭동·소요 등을 들 수 있다. 특히, 기술발전에 따른 새로운 기술의 도입, 도시시스템의 복잡화와 상호의존성 증가는 이러한 신종재난을 일으키는 가장 강력한 동인의 하나이다. 이런 유형의 재난은 관련 경험과 지식이 부족하고 불확실성이 높은 반면, 예측하기 어렵기 때문에 일종의 ‘흑고니(Black Swan)’ 속성을 갖고 있는 재난유형이라 할 수 있다.



[그림 3] 여건변화와 서울의 주요 신종 대형 도시재난 요약(상세한 내용은 본문 참조)

신종 대형 도시재난 대응 위해 도시공간의 종합적 대처능력 키워야

신종 대형 도시재난 대응을 위한 키워드는 재난에 대한 도시의 리질리언스(resilience) 확보라고 할 수 있다. 리질리언스란 시스템이 외부의 충격과 스트레스를 흡수하고 신속하게 정상상태로 회복하여 정상적인 기능을 유지하는 능력이라고 할 수 있다.

신종 대형 도시재난은 빈도는 낮지만, 일단 발생하면 피해가 크며 불확실성이 높고 예측가능성이 낮다. 따라서 전통적인 시설물 중심의 구조적(structural) 대책뿐 아니라 도시환경의 다양한 물리적 영역, 위기관리체계, 사회경제적 역량 등 이른바 비구조적(nonstructural) 대책을 병행하는 종합적인 접근이 필요하다.

그럼에도 불구하고 방재시설을 비롯한 각종 시설물은 도시를 재난으로부터 예방하고 보호하는데 핵심적인 역할을 할 것이다. 모든 재난상황에 대해 시설물의 용량이나 성능을 높여서 예방하는 것은 현실적으로 불가능하며 또한 바람직하지도 않다. 하지만, 현재 운영되고 있는 각종 기준이 오늘날의 변화된 상황에 과연 적절한지, 신종 대형재난이 발생하면 해당 시설물에 어떤 현상과 피해가 나타날 것인지를 평가하여 시설물 차원의 개선방안을 마련할 필요는 있다.

기존 시설물을 보강하거나 새로운 시설물을 건설할 때 성능향상과 함께 충격과 스트레스에 대한 내구성과 견고성을 강화한다. 설계기준 또는 방재능력을 초과하는 위험상황에 대비한 가외성(redundancy)을 확보하여 재난 피해에서 신속하게 원상복구되어 평상시의 정상적인 상태로 작동하고 서비스를 유지하는 대응능력을 갖춘다. 또한, 미래의 환경변화에 맞춰 시설물의 변경이나 확장을 쉽게 할 수 있도록 유연성(flexibility)을 확보한다.

도시공간의 모든 영역에 걸쳐 방재적 측면을 고려함으로써 충격을 흡수하고 위험을 분산하는 접근이 필요하며, 도로, 공원을 비롯한 비방재 도시기반시설, 도시계획 및 건축을 통한 토지이용제어 등의 역할이 중요하다. 도로, 공원 등 도시기반시설의 방재적 역할을 강화하며, ‘중복결정’, ‘입체적 시설결정’ 등의 도시계획수단을 이용해 도시기반시설의 복합화와 다목적화를 도모한다. 예컨대, 일본 동일본 대지진(2011년) 당시 피해지역을 관통하는 지역 간 고속도로가 해일의 충격을 방어하고 완화하는 제방 또는 완충지대의 역할을 하는 동시에, 대피로, 일시적인 피난장소, 비상대응을 위한 출동경로의 역할까지 수행한 바 있다.

오늘날 반복적으로 재난이 발생하는 지역 또는 시설의 상당 부분은 도시계획과 건축과정에서 사전에 재난위험을 고려하지 않았던 곳임을 유념하고, 도시계획 및 건축계획 과정에 방재개념을 강화하도록 한다. 도시의 대부분이 기성시가지로 이루어진 현시점에서 급격한 도시개조는 불가능하지만, 장기적 관점에서 도시의 토지이용, 건축물 및 시설물의 입지·구조·형태 등을 점진적으로 개선한다. 재난위험을 고려하지 않은 과도한 도시개발 억제, 자연순응형 개발 유도, 대형·복합·특수구조·지하 건축물·시설물의 안전관리체계 강화 등을 도모한다.

재난대응·대피 등 위기관리체계 구축해 피해 최소화·신속 회복 도모

신종 대형 도시재난은 재난이 발생했을 때 어떻게 하면 피해를 최소화하고 신속하게 회복할 것인가에 중점을 두어야 하며, 이에 관해서는 조기 예·경보, 재난대응, 대피, 커뮤니케이션 등 위기관리체계가 중요한 부분을 차지한다.

재난대응과 대피를 위한 충분한 리드타임(lead time)을 확보할 수 있도록 전조감지와 조기 예·경보체계를 구축하여 위험정보를 획득한다. 센싱(sensing) 및 네트워킹(networking)을 활용한 실시간 계측·모니터링·예측, 빅데이터(Big Data) 분석을 통한 상시적인 재난전조 감지, 시민 신고체계 등을 강화한다.

서울시의 현행 재난대응체계는 단일 재난에 대한 단일 주무부서 관리형태이기 때문에 복수의 재난이 결합되거나 복수의 주무부서가 관련되는 대규모 복합재난, 새로운 유형의 신종재난에 대응하기에는 취약한 구조라고 할 수 있다. 대규모 복합재난에의 대응성을 높이기 위해 뉴욕 시처럼 재난지휘체계를 단일지휘(Single Command) 유형과 통합지휘(Unified Command) 유형으로 구분하여 재난·사고를 관리하는 방안을 도입할 필요가 있다.

신종 대형 도시재난은 특성상 서울시 행정기관의 역량만으로는 대응에 한계가 있으므로, 다양한 기관과 주체들의 참여와 지원·응원이 가능하도록 네트워크를 구축하고 소통하는 협력적 거버넌스(risk governance)를 구축하도록 한다. 또한, 서울시 재난총괄부서의 위상과 컨트롤 타워 기능을 강화하기 위하여 안전총괄실 내의 총괄기능을 담당하는 부서를 시장 직할로 두고 권한과 직위, 전문성을 강화할 필요가 있다.

행정서비스, 핵심도시시설, 주요 기업 등 도시 핵심기능의 업무 연속성 확보를 위한 관리체계를 구축한다. 공공부문뿐 아니라 일정 규모 이상의 민간기업도 업무연속성 확보계획(BCP: Business Continuity Plan) 수립을 의무화하고 공공이 지원할 필요가 있다. 예컨대, 뉴욕시는 시의 각 부서, 산하 공공기관, 민간기업의 BCP 수립을 지원하고 있으며, 도쿄도는 대형재난에 관한 도 차원의 BCP를 수립하고 있다.

현재 운영되고 있는 재난대응 매뉴얼은 각 재난유형의 전형성(typicality)에 근거하여 ‘개연성 있는(plausible-case)’ 시나리오를 상정하여 대응활동을 기술하고 있는데, 대형 도시재난 대응력을 높이기 위해서는 통상적으로 예상 가능한 수준을 넘어서는 ‘최악의(worst-case)’ 시나리오를 추가할 필요가 있다. 또한, 신종감염병, 신기술·신재료를 이용한 생활용품 및 식품, 자율주행차 사고 등 신종재난에 관한 시나리오를 마련하고 선제적인 안전조치를 위한 지침을 마련하도록 한다.

대형재난이 발생하면 대규모 피해와 함께 다수의 이재민이 발생할 수 있으므로, 이재민 수용과 구호를 위한 대피시설, 임시주거시설이 마련되어야 한다. 현재의 재난유형별·부서별로 개별 관리되는 대피시설 관리체계를 개선하여 공통적인 특성과 개별적인 특성을 고려하여 통합적으로 관리하는 체계를 마련한다. 또한, 대피시설 유형별 입지기준, 시설구비요건, 유지관리 및 운영체계 등 관리기준을 마련하여 시설을 확충하고 정비한다.

최근에는 인터넷과 소셜미디어(Social Media)의 발달로 재난상황이 스포츠중계처럼 실시간 전파·확산되며, 사건의 실체와 여론이 결합하여 사회적으로 이슈화되고, 루머와 유언비어의 확산으로 시민의 관심과 공포가 확대·증폭되는 등 재난관리가 더욱 어렵고 복잡하게 되었다. 재난

상황에 대한 적극적인 정보제공과 함께 정보의 투명성, 일관성, 전문성, 책임성이 확보될 수 있도록 한다. 또한, 재난대응과정에 시민, 전문가의 참여 또는 참관을 확대하도록 한다.

대형재난의 피해복구는 단순한 원상복구의 차원을 넘어 재난에 대한 장기적인 리질리언스 확보와 지속가능한 발전을 위한 새로운 기회로 활용할 필요가 있다. 2005년 허리케인 카트리나(Hurricane Katrina)로 대규모 피해를 입은 뉴올리언스(New Orleans), 2011년 동일본 대지진으로 큰 피해를 입은 센다이시를 비롯한 도호쿠지방 사례를 참고하도록 한다. 또한, 재난의 원인과 피해에 대한 과학적이고 투명한 조사를 바탕으로 한 복구계획을 수립하기 위해 중립적이고 전문성을 가진 기관을 참여시키고 조사과정에 피해지역 주민들의 참여를 보장한다.

도시재난정보 축적하고 연구개발 강화... 과학·효율적 방재대책 마련

신종 대형 도시재난과 관련된 정보를 습득하고 이해를 높이기 위해 도시재난의 발생가능성과 예상되는 영향 및 피해에 대한 위험도 평가를 정례적으로 시행하여 재난위험을 모니터링하고 정책수립 지원 및 대시민 정보제공에 활용한다. 또한, 도시안전 및 위험에 대한 시민의식조사도 정례적으로 수행한다. 신종 대형 도시재난 사례집, 백서 등을 발간하여 교훈을 통한 피드백을 강화하도록 한다.

신종 대형 도시재난은 그 특성상 데이터와 경험적 지식이 부족하여 위험에 대한 분석과 평가가 어렵고, 적절한 대책을 마련하기도 어렵다. 따라서 대학, 전문연구기관 등의 연구개발 지원을 확대하여 지식과 이해를 높이도록 한다. 급격한 기술발전에 따른 신기술·신재료와 관련되는 신종재난은 발생가능한 위험과 속성, 영향, 피해 등에 관한 기초적인 정보와 지식이 크게 부족하므로 정보의 축적과 함께 연구개발을 강화한다. 또한, 극한 재난상황을 대비한 시뮬레이션 및 예측을 활성화하여 과학적이고 효과적인 방재대책을 마련할 수 있도록 지원한다.