



스마트시티의 재해회복력 향상을 위한 고찰

- 동일본 대지진 데이터 분석을 중심으로

A Study on improvement for disaster resilience of the smart city - Mainly on the data analysis in Great East Japan Earthquake -

저자 (Authors)	장혜정, 김도년 Hye-Jung Chang, Do-Nyun Kim
출처 (Source)	한국정보전자통신기술학회 논문지 9(4) , 2016.8, 373-387 (15 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보전자통신기술학회
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07001338
APA Style	장혜정, 김도년 (2016). 스마트시티의 재해회복력 향상을 위한 고찰. 한국정보전자통신기술학회 논문지, 9(4), 373-387.
이용정보 (Accessed)	성균관대학교 과학학술정보관 115.***.154.24 2016/12/23 21:08 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

스마트시티의 재해회복력 향상을 위한 고찰

- 동일본 대지진 데이터 분석을 중심으로

장혜정*, 김도년**

A Study on improvement for disaster resilience of the smart city

- Mainly on the data analysis in Great East Japan Earthquake

Hye-Jung Chang*, Do-Nyun Kim**

요약 도시는 항상 시대적 요구에 대응하고 새로운 과제를 해결하기 위해 그 시대의 지식과 첨단기술을 효과적으로 활용해 왔다. 어느 시대나 시민들은 더 나은 삶을 안전하고 안정적으로 살고자 하며 이러한 인간의 기본 욕구는 스마트 시티의 지속성과 발전에 관하여도 중요한 기반이 된다. 본 연구에서는 스마트 시티가 재난으로 인한 피해를 입고 난 뒤 다시 정상적인 환경으로 돌아오기까지 시민과 지역사회의 재해회복에 관한 니즈와 우선순위를 데이터 분석을 통하여 고찰 하였다. 이러한 데이터 분석을 기반으로 가장 시급하게 필요한 피해지역의 주민과 커뮤니티의 회복을 지원하는 방법을 제안하고자 하였다. 2011년 동일본 대지진을 사례로 고찰하여 스마트 시티의 지역 시민과 지역사회의 회복력을 데이터 활용을 통하여 향상 할 수 있는 방안을 연구하였다.

Abstract The citizen is going to live on security for better life stably in all times, and, as for such human basic desire, it is to the base which is important about the durability and the development of the smart city. I defined needs and the priority about the disaster recovery of the community as a citizen through date analysis until I came back to the normal environment again after a smart city suffered the damage by the misfortune in the study . I was going to suggest a method to support inhabitants of the damage area that was the immediate, and was necessary for a base in such date analysis and recovery of the community. I considered the Great East Japan Earthquake in an example in 2011. I studied the smart city plan which could improve the resilience of the local citizen and community through data utilization.

Key Words : Data Analysis, Disaster, Great East Japan Earthquake, Resilience, Smart city

1. 서론

도시는 항상 시대적 요구에 대응하고 새로운 과제를 해결하기 위해 그 시대의 지식과 첨단 기술을 효과적으로 활용해 왔다. 이를 성공적으로 실현한 도시들이 인류문명과 문화를 주도해왔으며, 그 도시들이 바로 스마트시티라 할 수있다. 스마트

시티의 정의는 매우 다양하지만 공통된 핵심가치로 보면, 그 시대가 지향하는 환경·사회경제적 발전을 목표로, 그 시대의 첨단기술을 활용하여 각 도시에 적합한 건강하고 건전한 성장을 실현해가는 도시를 의미한다. 또한 첨단 지식산업의 집적이며, 도시자체가 인프라이고 또 도시를 만들어가는

This work is financially supported by Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT) as 「U-City Master and Doctor Course Grant Program」.

*Department of Convergence Engineering for Future City, SungKyunKwan University

**Corresponding Author : Department of Convergence Engineering for Future City, SungKyunKwan University
(dnkim@skku.ac.kr)

Received July 22, 2016

Revised August 05, 2016

Accepted August 09, 2016

과정으로 정의된다. 기능적 측면에서 보면 더 적은 자원으로 더 많은 것을 할 수 있어야 하고 더 적은 공간에서 더 다양하고 좋은 활동이 일어날 수 있어야 하는 도시가 스마트 시티다[1].

이러한 첨단 스마트 기술을 갖춘 도시가 편안한 삶을 보장하게 되더라도 각종 재난과 재해의 충격으로 인한 도시의 위기를 기회로 바꿀 회복 탄력성이 중요하다 [2].

우리 삶의 공간은 다양한 위험 요인으로부터 안전해야 하며, 만약에 재난이 발생한다고 해도 사회적 혼란을 최소화 할 수 있는 다양한 재해방지 계획을 준비해야 한다. 또한 미래에 재난이 발생한다고 해도 그 피해를 최소화 할 수 있고 일상생활로 빨리 돌아갈 수 있는 재해회복력이 강한 도시가 되어야 한다. 재난 발생을 원천적으로 예방하는 것은 현실적으로 불가능 하지만 도시의 물리적 환경과 개인, 지역사회의 재해회복력이 확보된다면 재난으로 인한 손실은 최소화 될 것이다[3].

최선의 위기관리는 위기발생을 미연에 방지하는 것이다. 차선책은 위기로 인한 피해를 최소화 하는 것이다[4]. 마찬가지로 최선의 재해대책은 재난으로 인한 발생을 미연에 방지하는 것이고 불가항력적인 것이라면 재해로 인한 피해를 최소화하고 빨리 정상으로 회복하는 일이다.

본 연구 방법은 첫째, 2011년 일본에서 일어난 동일본 대지진의 재난회복에 관한 대응과 회복에 관한 사례를 기반으로 재해 회복력 향상에 도움이 되는 데이터 및 정보기술의 특성을 분석하고, 둘째, 이러한 분석을 통하여 제한된 시간과 자원 내에서 피해지역의 주민과 커뮤니티의 재해에 관한 회복력 향상 요인을 찾아내고자 하였다. 이때 복구 의사결정 과정에서의 수요자 니즈를 확인하기 위하여 피해지역을 중심으로 데이터 기록을 통하여 재해회복력 향상을 위하여 데이터 기반 피해지역 주민과 지역사회의 재해복구 우선순위 결정에 지원할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

본 연구는 객관적이고 과학적인 데이터를 기반으로 분석을 통하여 재해 회복시 자원 운영 방안과 빠른 재해회복방향을 찾고자 한다. 연구방법으

로는 첫째, 스마트 시티의 재해 회복을 이해하기 위하여 스마트 시티와 재해의 개념, 재해 회복력에 대한 정의를 고찰하고 재해 회복력을 평가하는 요인에 대해 고찰한다. 둘째, 세계 경제규모로 최대 피해였던 2011년 동일본 대지진의 사례를 통하여 재난의 대응과 회복 과정에서 피해지역의 주민과 커뮤니티의 수요나 행태에 영향을 미치는 심리적/사회적/행동학적 결과들을 검토한다. 또한 데이터의 속성에 따른 재난에서의 활용에 대한 내용을 바탕으로 실무적 활용을 다룬 연구들을 고찰하고 본 연구에 적용가능한 방법론을 검토한다. 셋째로 스마트시티의 회복력에 대한 정의내용과 재해 회복력 지수에 관한 유형을 통하여 재해회복력 요인과 우선순위 의사결정과정에서의 데이터 분석 및 활용 가능성을 파악한다. 마지막으로는 연구의 결과를 종합하여 시사점과 한계점을 논의하고 후속 연구에 대해 제언한다.

2. 본론

2.1 스마트시티의 재해회복력 고찰

2.1.1 미래도시와 스마트 시티

21세기 글로벌 도시는 생존전략으로 도시화의 적극적, 지속적 추진을 정책방향으로 하여 기존 도시 인프라 시설에 첨단기술을 입혀 스마트시티로 대 변화를 꾀하고 있다. 도시 경쟁력이 국가 경쟁력의 시대가 되었고 차별화된 경쟁력을 확보 하지 못한 도시는 글로벌 시장에서 도태 될 수밖에 없다. 이러한 도시의 경쟁력을 높이기 위하여 미래 도시는 유비무환으로 생존조건에 주목하였다. 유비무환의 미래도시는 그림 1과 같이 문화적 콘텐츠와 스토리가 풍부하여 사람을 끄는 매력이 있는(有.있을 유) 도시, 첨단 스마트 기술을 갖춰 도시의 편안한 삶을 보장하는 도시(備. 갖출 비), 고도화된 수직 도시설계를 통해 획적팽창이 없는 도시(無, 없을 무), 각종 재난 재해 등 충격으로 인한 도시의 위기를 기회로 바꿀 수 있는 회복탄력성이 있는 도시(換, 바꿀 환)로 재 정의할 수 있다[2].

2.1.2 재난과 재해회복력

국내에서는 재난을 국민의 생명, 신체, 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 적조, 조수 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해와 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고, 화생방사고, 환경오염 사고, 그밖에 이와 유사한 사고로 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해, 그리고 에너지, 통신, 교통, 금융, 의료, 수도 등 국가 기반체계의 마비와 ‘감염병의 예방 및 관리에 관한 법률’에 따른 감염병, ‘가축전염병예방법’에 따른 가축전염병 확산 등으로 인한 피해 등으로 규정하고 있다[5]

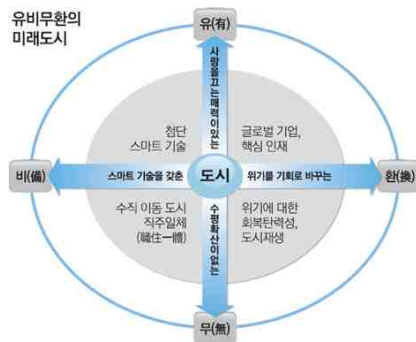


그림 1. 유비무환의 미래도시
Fig. 1. City of the future of YuBiMuWhan

관리의 차원에서 이와 같은 다양한 재난을 자연 재난, 인적 재난과 사회적 재난으로 구분하고 있다. 그런데, 최근 일어나고 있는 재난은 이처럼 자연과 인위적 재난 구분이 어려운 복합 재난의 양상을 띠는 경우들이 많아지고 있다는 것이다. 후쿠시마 원전 사고의 경우, 쓰나미라는 자연적인 재난에 의해 촉발되기는 하였지만 대규모의 피해가 일어나게 된 것은 원전 기술의 복잡성, 원전 사고에 대한 잘못된 방재 대응이라는 인위적인 요인이 복합적으로 작용하고 있었기 때문이다. 자연재난이 자 인적 재난의 형태를 띠고 있는 것이다. 자연재해로부터 인위적 재해에 이르기까지 전통적으로

국가에서는 재난을 분리된 하나의 사건, 위험을 비정상적인 것으로 보고 재난 관리에 필요 한 과학 기술을 개발하고 법적인 제도를 정비하여 사후 대응 적으로 현상을 복구하는 것에 역점을 두어 왔다. 이런 관리 패러다임이 재난의 일상화와 복합화가 진행되면서 재난 위험을 정상적인 것이자 일상적인 것으로 보고 과학기술과 법이 아닌 다양한 사회의 이해관계자들이 지닌 사회적 역량으로 관리할 대상으로 규정 하게 된 것이다. 현대 사회의 물질 토대가 점차 기술시스템으로 진화하고, 이들 기술시스템 간의 상호 의존성 및 통합성이 증가하면서 재난 위험의 특성 또한 과거와는 다른 양상으로 전개되고 있는 것이다. 그러나 지역의 각종 주요 인프라가 첨단 전력 설비를 비롯한 에너지 시스템, 여기에 연계된 상수도 시스템 등으로 상호 의존적이며 통합적인 시스템으로 바뀌면서 자연 재해는 곧 이들 인프라 오작동으로 인한 인위적 재난으로 이어지고 있다. 사회적, 기술적, 자연적 요소들이 한데 얹혀 있어 어디까지가 자연적이고 어디까지가 인위적인지, 어디까지가 사회적이고 어디까지가 기술적인지 그 구분을 어렵게 하는 복합적이고 연쇄적인 현상이 현재의 재난 위험이 되고 있다[6].

위기를 기회로 바꾸는 스마트시티는 예측하지 못한 내·외부적인 충격을 기회로 전환할 수 있는 역량을 가지고 있어야 하며 이렇게 위기에 대한 회복력(resilience)을 가진 도시가 미래의 글로벌 중심도시로 부상할 가능성이 크다. 재난에 대비하는 스마트시티의 모습은 도시 전체가 재난 위험을 분담하고 재난 충격 흡수 능력을 지속적으로 스스로 키워나갈 수 있을 때 미래재난에 대한 안전도시가 될 것이다[2]. 재난발생의불확실성증대, 재난유형의다양화 및 피해규모의 확대 등은 재난유형중심의 전통적 관리 방식에 한계를 가져왔다. ‘resilience(리질리언스)’는 ‘to jump back’의 뜻을 가진 라틴어 ‘resiliere’를 어원으로 하며 종종 ‘bouncing back’과 동의어로 사용된다. 이는 이전 상태로 되돌아가는 능력을 의미하며, 국내에서는 리질리언스, 복원력 또는 회복력이란 용어로 사

용되고 있다. 재난분야에서 리질리언스는 물리적, 생태적, 사회적 분야 및 도시, 지역사회(community), 개인 등 다양한 수준에서 정의되고 있으나, 대부분의 정의들은 혼란, 스트레스, 역경에 직면했을 때의 성공적인 적응능력을 강조하고 있다[7]. 지진통합연구센터 (Multidisciplinary Center for Earth quake Engineering Research : MCEER)는 “Resilience”를 사회조직의 재난위험을 경감하고 재해 발생 시 그 효과를 억눌러 사회적 혼란을 최소화 하며, 장래 재해의 영향을 저감하는 방향의 복구활동을 진행할 수 있는 능력으로 정의하고 있다. 또한, 리질리언스를 구성하는 요소로서 MCEER의 Bruneau et al.은 내구성(robustness), 대체성(redundancy), 자원동원력(resourcefulness), 신속성(rapidity)등을 제시하였다. 이 R4의 접근법은 도시계획에서 재해회복력

확보를 위한 방안을 시사하며, 방재력의 영역구분 틀인 TOSE (Technical, Organizational, Social, Economic)는 구조적이고 조직적인 시스템의 내면을 고찰하여 사회와 경제시스템의 혼란을 파악하고 커뮤니티와 사회적 방재력에 대한 전체적인 접근법을 제공한다.

그러나 R4의 경우 공학적 시스템의 실패 가능성을 낮추어줄 수 있는 요소로는 구성되어 있으나, 자연환경 복원력이나 지역 차원의 사회적 요소는 배제된 상태다. 이에 대해 김현주 외[7]는 R4의 개념을 토대로 물리적 시스템뿐만 아니라 사회적 요소까지 반영한 [표1]의 5R을 제안 하였으며, 도시방재 관점에서 리질리언스의 개념을 이전 상태로의 복원보다 더 나은 상태로의 개선을 포함하는 재해회복력으로 정의하였다[7].

2.1.3 재난 관리에서의 회복대응

재난관리는 일반적으로 시간의 흐름에 따라 ‘예방-대비-대응-복구’ 4단계로 나뉘는데, 우리나라 국가법령을 보면 「재난 및 안전관리 기본법(약칭:재난관리법)을 통해 ‘각종 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하기 위하여 국가와 지방자치단체의 재난 및 안전관리체제를 확립하고, 재난의 예방·대비·대응·복구와 안전 문화 활동, 그밖에 재난 및 안전관리에 필요한 사항을 규정함’을 그 목적으로 한다. 또한 ‘재난관리’란 [표2]에서 나타나듯이 ‘재난의 예방·대비·대응 및 복구를 위하여 하는 모든 활동’으로 명시하고 있다. 하지만 재난발생시 재난 대응기관들은 현장에서 재난관리 4단계와 같이 적용하는데 여러 가지 한계를 가지고 있다. 재난에 따른 중앙정부와 지방정부, 그 외 국제기구나 비정부조직(NGO)등 관련대응 기관이 너무 많아서 통합관리가 어렵고, 소통의 부재 등 다양한 문제가 드러나고 있기 때문이다.[8] 본 연구에서는 스마트시티가 재난으로 피해를 입었을 때 빠른 대응과 이전상태로의 회복을 위한 복구부문을 대상으로 하고 있다.

표 1. Urban Resilience 구성요소

Table 1. Component of Urban Resilience

기능(5R)	정의	요소
내구성 (Robustness)	시스템과 시스템의 구성요소가 심각한 성능의 감소 없이 재난에 견딜 수 있는 능력	-재해에 안전한 자연환경 -기반시설 및 건물의 내구성 -강건한 경제구조
대체성 (Redundancy)	시스템 기능에 손실이 발생할 경우 원래 기능을 대체할 만큼의 여분 확보 능력	-대체 기반시설 -잉여 자원 및 재정 -다양성(경제·통신수단 등)
신속성 (Rapidity)	신속하게 손실을 감수하고 혼란을 피하면서 원래 기능을 회복하는 능력	-시스템(계획, 관리) -정보(신속 정확한 전달 및 공유) -자원수송
자원동원력 (Resourcefulness)	문제를 진단하고 우선순위를 결정하는 능력 및 정보, 기술, 물적·금전적·인적 자원을 동원하여 해결책을 제시하는 능력	-자원확보(구호 물자 및 장비, 정보기술, 재정, 인력) -자원운영(리더십, 계획 우선순위판단, 평가, 형평성) -자원관리(자원모니터링 및 적재적소 배치)
지역경쟁력 (Regional Competence)	위험에 대한 이해 및 집단적인 행동, 의사결정, 문제 해결 능력	-결속력(신뢰, 자율, 협력, 참여소통) -적응(위험인지, 재난경험) -교육 및 훈련

표 2. 재난 관리 4단계

Table 1. Four phases of the misfortune management

구분	단계	정의
1단계	예방	· 위기요인을 사전에 제거& 감소 · 위기발생 자체를 억제 · 위기방지를 위한 활동 · 위기상황시 제반사항을
2단계	대비	· 계획&준비&교육&훈련 · 위기대응능력 제고 · 즉각적대응 태세
3단계	대응	· 국가자원&역량을 활용 · 신속대처 · 피해최소화 · 2차위기발생 가능성감소 · 이전상태로 회복
4단계	복구	· 제도개선과 운영체계보완 · 재발방지 · 위기관리능력 보완

아이티 대지진의 경우 UN의 구호 가이드에 따른 조달상황을 살펴보면 현장 대응기관의 가장 큰 니즈는 식량, 보건의료, 식수와 위생 등 즉각적으로 필요한 생존이 달려 있는 구호물품들과 관련된 것들이었다. 그 외에도 교육, 임시주거, 보호, 인권 등 니즈에 비해 조달 액이 턱없이 부족했다[그림2]. 재난의 현장에서는 첫 번째로 재난의 종류에 상관없이 식량과 의약품, 식수를 포함한 ‘구호물품’이 가장 기본적으로 제공되어야 한다. 다른 지역이나 나라로부터 적재적소에 보급되는 것이 중요한데, 특히 재난발생 직후 보급되는 것이 중요하다[8].

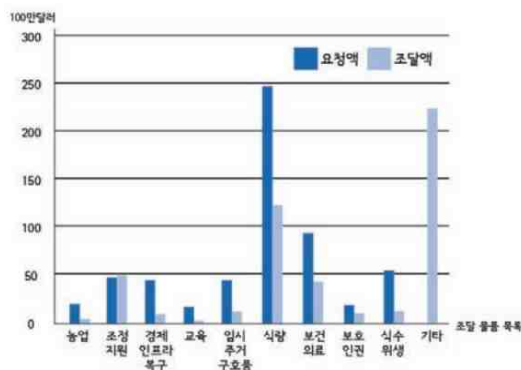


그림 2. UN의 구호가이드에 따른 조달 상황

Fig.2. Procurement status component by the aid guide of the UN

모든 전기 시스템이 멈추자 첨단장비들은 오히려 제 기능을 하지 못했지만 옛날방식의 비상등들이 오히려 탈출하는 사람들에게 도움이 되기도 하였으며 손전등을 비치한 것이 도움이 컸던 것으로 드러났다. 또한 커뮤니케이션을 통한 구호물품의 적절한 분배가 필요하다. 이재민들이 소통할 수 있는 장소와, 대응기관의 정보공개, 태도 등 커뮤니케이션의 부재는 피난소 내에 혼란을 가중시킨다. 마지막으로 재난발생 이후 즉각적으로 행동할 수 있는 행동요령이나 대피 장소에 대한 공지, 대피 장소에서의 소통을 위한 공간구성등 대응기관과 구성원들이 함께 공유할 수 있는 ‘대응매뉴얼’이 필요한 것으로 분석된다[8].

2.1.4 재해 회복력 측정

재해회복력은 흡수력(내구성), 적응력(내부변화), 복구력(외부자원)으로 구성되는데, 이를 회복력지수 개념에 대입하면 [그림3]과 같이 흡수력과 적응력은 시스템 영향에 포함되며, 복구력은 총 복구노력을 나타낸다. 시스템 영향이 크고 총 복구노력이 클수록 회복하는데 많은 노력과 시간, 자원이 사용되기 때문에 회복력은 낮다고 해석할 수 있다. 회복력지수를 회복비용을 통해 정량화하게 되면 시스템 영향은 자연재난피해액으로, 총 복구노력은 총복구액으로 대체할 수 있게 된다. 여기에서도 회복비용이 높을수록 회복력은 낮은 것으로 해석할 수 있다.[9]



그림 3. 회복력 정량화를 위한 구성요소와 측정지표

Fig.3. A component and measurement index for resilience quantification

스마트 시티 공간에서 특성을 규정하는 가장 큰 요인은 인구이다. 인간의 다양한 활동은 도시구조나 시설, 시스템을 형성하며, 주변 환경에 영향을 준다. 그러므로 인구특성은 재해 회복력 분야에서 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다. 유순영[9]은 인구가 많은 지역은 자연재난에 노출된 취약인자가 크기도 하지만, 재난 복구 시 동원할 수 있는 복구자원이나 복구인력이 많다고 하였다. 이에 인구밀도는 각 지역의 재난회복력에 영향을 주는 주요요인이 될 수 있다고 판단하였다. 또한 각 도시의 면적 대비 인구규모를 나타내기 때문에 인구특성을 나타낼 수 있는 가장 기본적인 변수이다. Burton[9]도 커뮤니티의 회복력 지표에서 도시 내 밀집지역 인구 비율을 변수로 제시하였다. 재난 취약 인구비율, 장애 인구비율, 의사소통 취약인구비율, 기초생활수급자 비율은 재난 발생 시 취약한 인구 집단을 대표할 수 있기 때문에 포함하였다. 이들은 연령, 장애, 의사소통, 경제적 원인으로 재난을 견디거나 적응하는데 상대적으로 취약할 수 있기 때문이다. 재난 취약 인구는 다수의 기후변화 취약성 연구에서 활용하고 있는 5세 미만인구와 65세 이상 인구수로 선정하였다. 5세 미만 인구는 영유아로서 자연재난에 대한 자발적인 대처가 어렵기 때문이다. 65세 이상 인구 역시 풍수해 등으로 인한 질병 등에 취약하다고 볼 수 있다[9]. 의사소통 취약인구비율은 한국어를 사용하지 않는 사람으로 등록된 외국인 수를 사용하였다. 외국인의 경우 언어 및 문화 차이로 인하여 재난 발생 시 자국민에 비해 대응이 늦어질 수 있으므로 재난에 취약한 계층으로 구분되어질 수 있다. Cutter[9]는 지역사회 회복력은 고학력자일수록 높은 수준을 갖기 때문에 대학교육을 받은 인구 변수로 선정하였다.

Mayunga[9] 건강보험을 적용받는 인구 또한 회복력을 측정할 수 있는 지표로 선정하였다. 박소연은 [표3]과 같이 회복력 향상을 회복비용으로 정의하여 이에 따른 지역특성 요인을 구성하였다[9].

표 3. 회복비용에 대한 지역특성요인 영향력

Table 3. Local characteristic factor influence over recovery expense

분야	지표	정의
인구	인구밀도(인/㎢)	인구(인)/면적(㎢)
	재난 취약 인구비율(%)	5세미만+65세이상 인구수/전체인구
	장애 인구 비율(%)	등록 장애인수/전체인구
	의사소통 취약인구비율(%)	등록 외국인수/전체인구
토지 이용	시가화비율(%)	주거+상업+공원/전체면적
	녹지지역 비율(%)	녹지지역면적/전체면적
	하천면적(㎡)	하천면적
주택/인프라	노후주택 비율	30년 이상 주택수/전체주택 수
	반지하 거주비율(%)	지하(반지하)에거주하는 가구 수/전체 가구 수
	빈 집비율(%)	빈집 수/전체 가구수
	공동주택 비율(%)	아파트 거주가구수/전체가구수
	도로 연장(m)	도로연장(m)
	상수도 및 하수도 보급률(%)	상수도 및 하수도 보급률(%)
경제	재정자립도(%)	재정자립도(%)
	1인당 조세 부담액(천 원)	1인당 조세 부담액
	경제활동 참가율(%)	경제활동 참가율
	3차 산업이상 사업체 비율(%)	3차 산업이상 사업체/총사업체
사회/행정	지방자치단체 공무원(인)	전체인구/지방자치단체 공무원수*1000
	소방서 1개소 당 담당주민 수(인)	각 지역의인구수/소방서 개수
	인구실면적당 사회복지시설수(개)	전체인구/사회복지시설수*100,000
	의료 기관 병상수(개)	전체인구/의료기관 병상수*1,000
	임시 보호소 수(개소)	초등학교, 관공서
	재난 정보 네트워크(개)	신문사, 방송사 수
기후	연평균강수량(mm)	연평균 강수량
	도시화율	도시화율
지역 특성	해안선 비중	해안선 길이
	도시지역	행정구역상 도시 지역 거주 인구수/전체인구수
	해안지역	해안선 길이

2.1.5 국내 지진 현황

2016년 7월 5일 울산 동쪽 52km 해역에서 규모 5.0의 지진이 발생했다. 이에 지진에 대한 한 국민들의 불안감이 커졌다. 2차례나 지진이 발생하면서 원전 밀집지역인 경북 동해안과 부산을 중심으로 지진에 대한 불안감이 확산 되고 있다. 지난 5일 울산 동쪽 52km 해역에서 역대 5번째로 강한 규모 5.0 규모의 지진이 발생한 데 이어9일 새벽 5시께 역시 울산 동쪽 41km 해역에서 규모 2.3의 지진이 발생해 추가 여진 발생 가능성과 피해에 대한 우려가 커지고 있다. 또 국내 지진 발생 빈도가 증가 추세인 것으로 나타나 지진 불안감이 더욱 커지고 있으며 우리나라가 ‘지진 안전지대’라는 통념이 깨질 전망이다. [그림 4]에서 나타나듯이 기상청 자료에 따르면 국내 지진 관측이 시작된 1978년 이후 2016년까지 지진 발생 추이가 증가세

를 보이고 있다. 지난 1999년부터 2015년까지의 지진 발생 횟수는 평균 47.8회로 2배 이상 급증했다. 특히 지난 2013년 지진 발생 횟수는 93회로 역대 최고 수치를 기록하기도 했다. 올해 들어 7월 현재까지 지진은 34차례나 발생했다. 이중 경북 지역에서는 8차례 지진이 일어났다. 지난 1월 김천에서 올해 들어 국내 첫 지진이 발생한 데 이어 의성, 울진, 상주, 포항 등지에서도 지진이 일어났다[11].

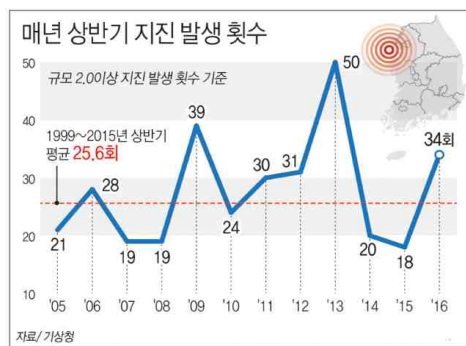


그림 4. 국내 상반기 지진 발생 횟수(기상청)
Fig.4. The domestic first half earthquake occurrence number of times (the Meteorological Agency)

표 4. 동일본 대지진 기록(소방청)

Table 4. Record of the Great East Japan Earthquake (The Fire and Disaster Management Agency)

재해 종류별 도도부현	인적피해					주택피해					비주택피해		화재 건
	사망	행방불명	부상자			전파	반파	일부파손	마루위 침수	마루아래 침수	공공건물	그외	
			중상 인	경상 인	정도불명 인								
인	인	인	인	인	인	등	등	등	등	등	등	등	건
北海道	1	-	-	3	-	-	4	7	329	545	17	452	4
青森県	2	1	25	85	-	308	701	958	-	-	-	1,363	11
岩手県	4,976	1,205	3	33	166	19,199	5,013	8,673	1,761	323	-	-	33
宮城県	10,365	1,394	504	3,607	29	85,311	151,719	224,225	15,475	12,894	17,767	9,484	137
秋田県	-	-	4	7	-	-	-	5	-	-	-	-	1
山形県	2	-	10	35	-	-	14	1,279	-	-	8	116	2
福島県	2,687	226	20	162	-	20,841	70,901	160,535	1,054	339	-	-	38
茨城県	61	1	33	676	-	2,632	24,176	185,178	1,798	778	1,638	17,523	31
栃木県	4	-	7	127	-	260	2,108	71,317	-	-	428	7,155	-
群馬県	1	-	14	25	-	-	7	17,675	-	-	-	-	2
埼玉県	1	-	10	94	-	24	198	16,397	-	-	-	-	12
千葉県	20	2	26	226	-	799	10,021	51,703	157	728	12	832	18
東京都	7	-	20	97	-	17	195	4,858	-	-	405	701	35
神奈川県	4	-	17	117	-	-	39	454	-	-	-	13	6
新潟県	-	-	-	3	-	-	-	17	-	-	4	5	-
山梨県	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	1	1	-
長野県	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
静岡県	-	-	1	2	-	-	-	13	-	5	-	-	-
三重県	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-
大阪府	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-
徳島県	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9	-	-	-
高知県	-	-	-	1	-	-	-	-	2	8	-	-	-
합 계	18,131	2,829	694	5,305	195	129,391	265,096	743,298	20,580	15,629	20,283	37,645	330

2013년 4월 한반도가 유라시아판이란 대륙 지각에 있다는 기존 학설을 뒤집고 남한판이라는 작은 판위에 있다는 한국천문연구원 등 한·중 연구진의 조사 결과가 발표되었고 남한판이 북쪽의 아무르판과 서쪽의 북중국판, 동쪽은 일본 서부지역에 맞닿아 움직이고 있으며 단층 경계의 활성단층에 의해 큰 규모의 지진 가능성도 있다고 밝혔다[12].

2.2 일본 동일본지진 사례를 통한 분석

2.2.1 동일본 대지진 개요

2011년(헤세이23년) 3월 11일 14시 46분에 발생한 동일본 대지진은 일본 관측사상 최대 규모인 매그니튜드 9.0을 기록하고 진도 7의 강한 진동과 광범위한 쓰나미로 큰 피해를 가져왔다.

다수의 사망 실종자와 건축물 붕괴·소멸, 교통망 차단, 라이프 라인의 단절 등의 피해가 발생하는 동시에 후쿠시마 제일 원자력 발전 사고를 일으켰다. 산업과 국민 생활면에서도 정유소 등의 재해에 따른 연료 부족과 공급망의 단절 등으로 인한 생산 저하, 관련 공장의 조업 정지 등을 야기했고 일부 생활 관련 물자의 공급 부족 등의 사태를 일으

켰다. 2012년 4월 17일자 긴급재해대책본부 자료에 의하면 인적피해는 사망 15,857명, 행방불명 3,059명, 부상자 6,072명, 주택피해로는 전파 129,472동, 반파 255,977동, 일부파손은 702,928동이었다. 그러나 [표4]에서 보듯이 2016년 소방청 자료에 따르면 사망 18,131명, 행방불명 2,829명, 부상자 6,194명, 주택피해로는 전파 129,391동, 반파 265,096동 이었고, 일부 파손은 743,298동이었다. 정확한 데이터는 국가 관계기관별로 차이가 있어 데이터의 정합성에는 어려움이 있어 보이나 인명피해와 피해 규모가 늘었다는 점에는 이견이 없어 보인다. 또 이들 사망자 대부분은 해일에 의한 익사로 65세 이상 고령자가 절반을 차지했다.

피해지역의 보금자리 피해는 지진동에 의한 붕괴와 해일에 의한 유출, 화재로 인한 소손, 사태, 지반 침하, 액상화 등 다방면에 걸친 전·반파 및 일부 파손을 포함하고 100만 채 이상에 달했다.

2.2.2 동일본 대지진 피해주민 니즈

본 연구에서는 재난 발생 직후 대응에 관한 데이터와 정보 활용을 고찰하였다. 재난의 현장에서는 첫 번째로 재난의 종류에 상관없이 식량과 의약품, 식수를 포함한 구호물자가 가장 기본적으로 제공되어야 하며 다른 지역으로부터 재난발생 직후 적체적소에 보급 되는 것이 중요하다. 특히, 이와테(岩手), 미야기(宮城), 후쿠시마(福島)의 재해 3현에서는 공공 인프라, 라이프 라인 등의 피해는 더욱 심각하여 도로 철도 항만 시설이 곳곳에서 크게 훼손되면서 산리쿠(三陸) 해안에서는 대부분이 치명적인 타격을 받았다. 동시에, 전기, 가스, 상하수도, 통신 등의 라이프 라인도 각처로 파손되어, 시민 생활과 경제 활동 등에도 큰 영향을 미쳤다. 지진 당일에 토후쿠 전력·도쿄 전력 관내에서 약 855만호가 정전, 지진 직후의 단수 호수는 220만호 이상, 도시 가스는 약 46만 채 공급 정지, 고정 통신은 약 190만회선이 재해, 고속 도로 15노선, 직할 국도 69구간 등에서 통행금지, 6노선의 신칸센을 포함 42회사 177노선에서 운행중지, 병원은 10군데가 완파, 581개소가 일부 손괴, 학교에서

는 약 8,000학교에서 물적 피해, 이와테 현, 미야기 현, 후쿠시마 현 3현내의 시청 중에서 7곳이 참사로 대응할 수 없었다[13].

표 5. 국가긴급수송 대책본부의 지원물자 조달·수송 실적
Table 5. Procurement of the support supplies of the national emergency transportation task force · The transportation results

식료 음료	빵	약939만식
	죽·석면류	약256만식
	주먹밥 떡 핫반류	약350만식
	쌀	약336만식
	그외(캔류 등)	약740만식
	식료계	약2,621만식
생 활 용품	음료	약794만병
	화장실휴지	약38만개
	담요	약41만매
	기저귀	약40만매
	일반약	약24만상자
그외	마스크	약438만매
	연료	약1.6만kl

실제로 재난 발생 직후 긴급 물자는 물이나 생선, 빵 등의 식량을 비롯한 담요, 내의, 카이로와 난로 등 긴급성 높은 품목이 대부분을 차지했다. 또한 오니기리와 빵의 수요는 날로 양이 커지면서 인근 현 및 관동권만으로 감당할 수 없고 조달 지역은 멀리 추코쿠(中國), 시코쿠(四國), 큐슈(九州) 지방까지 확대했다.

긴급물자에는 평소에는 심각하게 생각하지 못한 내용들도 필수 품목이 된다는 것이 데이터를 통하여 나타났다. 동일본 대지진의 경우 음식물의 경우 부식 외에도 환자를 위한 병원식, 영유아를 위한 이유식 등 유아용 분유, 어린이나 노인을 위한 과자, 야채, 과일이 필요했고, 의류품으로는 일반옷, 속옷, 방한복, 양말, 운동화, 장화, 샌들, 벨트, 비옷에 대한 니즈가 접수 되었다.

부엌 용품으로는 부엌 세제, 냄비, 설거지 세트, 랍, 플라스틱 식기, 젓가락, 종이 컵, 밥그릇, 숟가락, 포크, 조리 기구, 전기 포트, 전기렌지, 탈착식 가스연료, 휴대용 가스레인지, 은박지에 대한 요청이 있었다. 위생 용품으로는 여성생리 용품, 간호용 장갑, 수건, 아기나 환자들의 용변을 처리하기

위한 물티슈, 소독용 알코올, 칫솔세트, 비누, 샴푸, 바디로션, 스펀지 수세미, 발매트, 빨래 세제, 거즈, 면도, 노인들을 위한 틀니 세정제, 면봉, 스프레이, 드라이기, 헤어브러시 등이 접수 되었다.

일상생활 용품으로는 유아용 젖병, 이불, 매트리스, 물티슈, 손난로, 휴지, 타올, 쓰레기봉투, 목장갑, 손톱깎이, 알레르기환자를 위한 약, 천막이나 파티션에도 쓸 수 있는 천막용 시트, 전기를 연장하기 위한 케이블, 액체를 담아둘 수 있는 폴리탱크, 스토브, 라디오, 촛불, 간이화장실, 회중전등, 건전지, 고무장갑, 박스티슈, 긴급시트, 파티션, 옥내 텐트, 열 시트, 건조기, 세탁기, 온풍 히터가 접수 되었다. 그 외에도 재해 직후 이므로 시신처리를 위한 드라이아이스, 부직포, 시신 수납봉지, 관, 유골함, 관을 덮을 시트, 장례를 치를 때 필요한 불교승복 니즈가 있었고, 주거를 위한 텐트, 테이블, 흙 부대 자루, 차아염소산(물 과일 두부등 살균용), 소석회, 방범부저, 위성전화, 삼, 수중 펌프, 발전기, 휠체어, 들것(스트레처)등이 요청되었다[13].

동일본 대지진으로 피해가 큰 미야기, 후쿠시마, 이와테, 이바라키 현의 식료품, 음료수, 담요 등의 물자 수송은 [표6]과 같다. 그 외에도 발전기 560대, 반사식 스토브 2,510대, 포켓용 방사능측정기 837대, 이동식 화장실 5,297대, 기저귀 253,669매, 코트 61,600벌, 라디오 3,000개, 텐트 900장 외 다수가 수송 되었다.

표 6. 지역별 긴급 물자 수송 실적

Table 6. The urgent supplies transportation results according to the area

지역	식료품 (단위:식)	음료수 (단위:병)	담요 등 (단위:매)
미야기현 宮城県	8,582,431	974,847	136,808
후쿠시마현 福島県	6,487,056	2,416,740	184,451
이와테현 岩手県	3,735,956	800,852	126,100
이바라키현 茨城県	150,508	115,206	10,800
기타지역	21,200	294,320	0
합계	18,977,151	4,601,965	458,159

물자에 대한 니즈는 [그림5]와 같이 재해 발생 직후부터 시간이 지남에 따라 요청사항이 달라짐이 파악되었다.

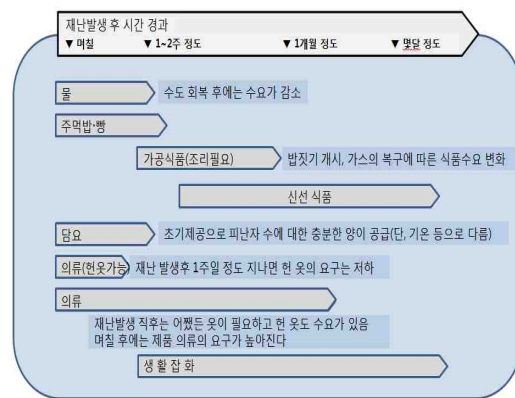


그림 5. 재난발생 시간에 따른 물자 니즈

Fig. 5. Supplies needs by the misfortune outbreak time

구마모토 2016년 지진에서는 재해발생 직후는 구호물자에 대한 물류문제로 제2의 재난이라는 용어가 나왔다. 예를 들어 현옷에 대한 니즈가 있으나 일정시간이 경과되면 구호물자 역할을 하지 못하고 오히려 피해지역에서 현옷에 대한 처리를 해야 하므로 재난복구 인원들에게 어려움을 주는 결과가 되었다[14].

2.2.3 동일본 대지진 피해주민 물자 지원

동일본 대지진의 경우 긴급물자 지원은 [그림6]와 같이 조달, 보관과 조정, 운송으로 나누어졌다. 각 현에서 나라의 긴급 재해 대책 본부에 요청된 긴급 지원 물자의 수송에 트럭을 주체로 자위대 수송기, 철도, 선박, 항공기 등이 활용됐다. 이 중 도어 투 도어에서 유연한 수송을 잘하는 트럭이 식료의 약 7할, 음료 약 6할을 차지하는 등 큰 위력을 발휘했다.

이는 긴급적인 대응이 요구될 때 물자 공급지로부터 재해지로의 수송에 여러 운송모드가 관계하면서 그들간의 조정 및 환적 시간과 노력을 필요로 하게 되는데 트럭으로 직접 배송하는 것이 시

간적으로 가장 유리하게 된다고 판단된 결과였다. 예컨대 항공기의 경우 공항 이용과 반출입에서 트럭 사업자와의 조정이 필요하게 되었으며, 공항에서의 환적의 시간과 노력을 필요로 하게 된다. 또 헬기에 대해서는 날씨 등의 영향과 수송력이 작고 항속 거리 면에서도 대량의 물자를 수송하기 어렵다. 또한 철도 및 선박에 대해서는 재해지의 인프라 시설의 대부분에서 피해가 발생하면서 대응이 한정 되었다.

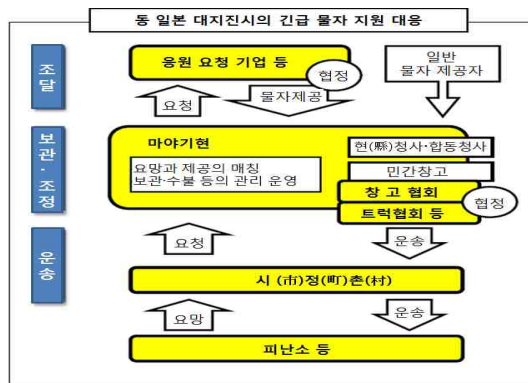


그림 6. 동일본 대지진 긴급 물자 지원 대응
Fig. 6. Urgent supplies support of the Great East Japan Earthquake

동일본 대지진의 경우 긴급물자 지원은 [그림6]과 같이 조달, 보관과 조정, 운송으로 나누어져 피난소 등에서 물자에 대한 지원을 시정촌(市,町,村)으로 요청을 하면 그 내용을 피해지역 현(縣)에서 피난소의 니즈와 현에서 가지고 있는 물자를 매칭하고 보관 수불 관리를 운영하였다. 없는 물자의 경우 협정을 맺은 응원기업이나 일반개인의 제공자로부터 받는다. 물자는 현의 청사나 합동청사, 민간창고에 보관이 되고 협정을 맺은 창고협회와 트럭협회를 통하여 시정촌으로 운송이 되며, 시정촌에서는 피난소 등으로 운송을 하였다.

그러나 현장에서 발생한 문제는 [그림 7]과 같이 커뮤니케이션과 정보에 대한 중요성이 부각되었다.



그림 7. 동일본 대지진 물자지원 대응의 문제점
Fig. 7. Great East Japan Earthquake supplies problems for support

현장에서는 통신수단이 두절되어 정전 회선혼잡에 의해 통신은 불능 상태가 되고 관계기관이나 협정을 맺는 기업에 요청수단으로 활용되는데 어려움이 있었다. 예상범위 밖의 피해로 인하여 업무를 감당할 인력이 부족하였고 연안에 위치한 청사도 피해를 입어서 시정촌에서 피난소까지의 수송이 곤란하였다. 또한 전국각지에서 온 물자에 대한 정보관리가 어려웠다. 물자관리를 할 수 있는 정보시스템이나 툴(Tool)이 정비되어 있지 않아서 피난소의 요청 내용과 운송하는 내용이 달라서 수정을 하는데 시간이 막대하게 들어갔다. 물자에 대한 보관 장소도 문제가 되었다. 청사는 강도와 온도 등에 의해 물자보관에는 적당하지 않았고 염두에 두었던 창고들 또한 피해를 입어서 더욱 어려웠다. 물자 유통에 대한 노하우가 없어서 공무원 중에 전문가가 없다보니 자치단체에서 직원들이 자체적으로 물류를 조정 하는데 는 한계가 있었다.

긴급 재해 대책 본부가 조달한 물자는 가설 화장실 같은 대형 물자 및 석유 제품 등, 시읍면에서 물류 관리가 어려운 품목을 제외하고 각 현의 일차 집적소로 운송됐다. 2,000곳 이상에 달하는 피난소로의 수송은 각지의 트럭 협회의 수배로 산하의 회원사 업자에 의해서 행해졌다. 또한 전국 각지에서 재해 각 현에의 수송(간선 운송)이 재난 발

생 직후부터 비교적 순조롭게 이동이 되었으나 재해 각지에 산재하는 다수의 대피소로의 배송에 대해서는 재난 발생 후에 며칠이 지나도 대피소에 물자가 닿지 않거나 또는 한쪽으로 쏠리는 현상으로 혼란이 각지에서 발생했다. 이들에 대해서는 물자의 절대량이 부족한 경우도 있었지만, 일차 집적소에 충분한 물자가 배달되고 있음에도 불구하고, 피난소의 피난주민까지 미치지 못하는 사례가 잇따랐다. 이런 혼란에 대해서는 피해가 광범위하며 심각한데다 재난 발생 직후 정전과 통신 인프라의 두절 등 한정된 혹독한 환경 속에서 재해지의 수용 체제가 곧바로 여의치 않아 집적 거점 확보가 늦어진 것, 또 구조와 구호 활동이 최우선 되는 가운데 물품처리와 구분을 하는 인력이 턱없이 부족한 것 등 여러 원인들이 지적되었다. 또 대규모 재해시의 물류 업무에 관하여 지방 공공 단체 등에서 대비 개념이나 원칙이 확립되어 있지 않은 점도 과제로 꼽혔다.

2.2.4 재해 회복력 향상 방안

지금까지의 재해와 재난 등에 대한 대응체제는 자본과 기술 중심적이며, 하드웨어적 하향식 방식으로 이루어져 왔으며, 이러한 대응방식은 피해양상이 복잡하고, 대형화되어지는 현재적 재해와 재난의 특징으로 인해 다양한 한계에 직면하고 있다. 이러한 가운데 지역주민과 공동체에 기반을 둔 소프트웨어적이며, 상향식 대응방식이 고민되며, 지역사회의 역할이 증대되고 있다. [그림8]과 같이 전통적인 재난·재해 대응체제인 정부주도의 자본·기술중심(Hardware : HW) 즉 하드웨어적 하향식방식은 피해양상이 복잡하고 대형화 되어지는 현대적 재해·재난의 특징으로 인해 다양한 한계에 직면하고 있으며, 현대사회의 주요한 재난관리요소로서 지역사회의 역할(Humanware : HuW)이 증대되고 있다. 자본과 기술적 접근방식과 법제도에 의존한 접근방식에 중점을 둔 국정과제 추진은 대규모 예산의 투입에도 불구하고 성공가능성은 낮게 보고되고 있다. 따라서 지역사회 및 주민 중심적인 정책적 관점에서 접근할 필요가 있으며, 이

를 주민과의 접점에 있는 지자체에서의 적용방법과 그 성공요인을 도출하는 것이 중요하다[15].

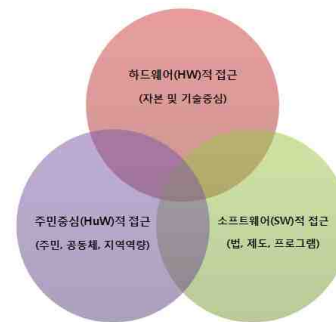


그림 8. 재난대응 접근방식 3요소

Fig. 8. Disaster-response processing method three elements

공동체를 구성하는 요인에 따라 위험요인에 대한 대응능력이 어느 부분에 초점이 맞춰져 있는지 판단할 수 있으며 각 요인의 상호작용이 적절히 결합한 대응능력으로의 회복가능성을 높일 수 있다. 지역 구성원들은 위험 혹은 재해가 발생했을 때 위험에 대응하는 노력에도 불구하고 충격을 극복하기 위한 외부로부터의 긴급지원이 필요한 경우가 발생한다. 이때 공동체간 협력에 의한 공동체 역량강화로 외부적 충격에 대응하여 위기를 극복하고 위험의 취약성을 습득하며 경험을 체득한 후 다시 정상적인 상태로 돌아간다. 공동체의 역량수준이 지역 구성원들의 위험 혹은 재난을 극복하고 본래의 상태로 돌아가는지에 대한 중요한 척도가 되는 것이다[15].

어떤 형태의 조직에서건 갈등을 피할 수는 없다. 재난상황에서 갈등이 특히 중요한 것은 재난상황에서는 다양한 원인으로 인해 갈등이 쉽게 발생하며 심화될 수 있기 때문이다. 재난상황에서 사람들은 심리적으로 매우 불안해지며 통신망 등 인프라 붕괴로 인하여 효과적 소통이 어려워진다. 또한 재난은 일반적으로 사회적 약자들에게 더욱 심한 피해를 남긴다. 돈이 없어 보험도 없고, 위험한 지역에 거주하며 몸이 불편한 사람들은 재난으로 인한 피해를 직접적으로 받게 될 뿐만 아니라 적절

한 완충장치가 없기 때문에 그 피해가 심화되고 장기화된다. 따라서 재난은 사회적 불평등을 심화시키며 이로 인하여 잠재되어 있던 사회적 갈등을 표면화 시킨다[16].

동일본 대지진의 사례를 통하여 본 연구에서는 재난 발생 직후 대응에 관한 데이터와 정보 활용을 고찰하였다. 사례고찰을 통하여 나온 결론은 재해 회복력 향상을 위해서는 피해를 입은 주민과 그 지역의 지원물자 니즈에 빠른 대응이 필요하다는 점이다. 동일본 대지진의 경우 피난주민이나 지역에 지원물자가 늦어진 이유는 [그림9]와 같이 정리할 수 있다.

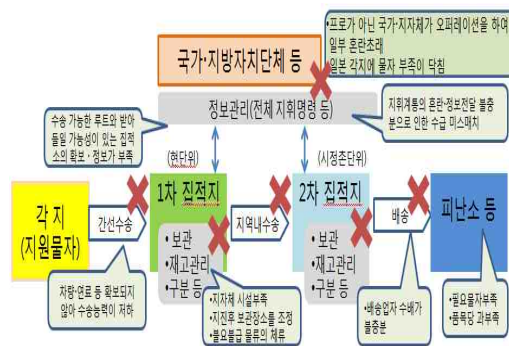


그림 9. 동일본 대지진 물류 애로사항
Fig. 9. Problems of the Great East Japan Earthquake distribution

피해주민까지 물자배달이 늦어진 구체적인 원인은 1) 지진규모가 과거 상상을 넘는 대규모 재해로 피해 지역이 광범위하게 미쳤다는 점, 2) 지진과 쓰나미 또는 재해 잔재 등으로 도로망이나 정보 통신망이 피해를 입어서 각처에서 끊어져 있었다는 점, 3) 대규모 물류 업무를 처리하는 집적 시설의 확보가 늦었다는 점, 4)방재 비축시설을 비롯한 차량과 설비가 다수 피해를 입었다는 점, 5) 구급 및 구명이 우선되어야 했으므로 지자체와 물류 업무 인력이 턱없이 부족하였던 점, 6)정유소와 현지 지역 주유소 등도 피해를 입어서 연료가 부족했다는 점, 7)집으로 돌아온 재택 피난민과 마을에 있는 소규모 피난소의 인원이 파악되지 않았고 피

난주민에게 물자배송해 주는 물이 명확하지 않았다는 점, 8)규격과 로트를 갖추지 않는 물자가 다량으로 반입되어 물품처리와 구분의 부담을 더했다는 점, 9)정보의 뒤섞임에 의한 주문 실수나 수정해야 하는 집배가 잇따랐다는 점, 10)배송지의 시설이 파괴되어 있어서 수신자가 없었다는 점, 11)피해자 니즈에 부합하지 않는 물자가 집적소에 다량으로 반입되었다는 점, 12)후쿠시마 현에서는 원전의 영향으로 대응이 한정되었다는 점이다[13].

본 연구에서는 피해주민들이나 지역에 대하여 지원물자 도달이 늦어진 주된 원인 속에서 데이터와 커뮤니케이션 관련 항목을 찾아 이에 대한 대응을 우선적으로 실행할 때 회복력 향상에 도움이 될 것으로 보았으며 정지범[15]의 자료의 부족 및 잘못된 정보, 정보에 대한 다른 해석, 중요성에 대한 다른 견해, 서로 다른 분석 과정으로 인한 정보 갈등을 해결 하는 것이 중요하다는 것을 동일본 대지진 사례를 통하여 확인 하였다. 또한 재난 상황에서는 정보가 부족할 수밖에 없기 때문에 효과적인 대응을 위해서는 서로 간에 한계를 인정하고 명령과 통제 시스템을 일원화할 필요가 있기 때문에 재난 발생 이전부터 합의가 되어 특별지시가 없어도 준수 될 수 있어야 한다.

스마트 시티의 경우 첫째 정보통신망의 복구가 제일 먼저 되어야 하며 통신이 안 될 경우 행동수칙이 있어야 한다. 통신은 기존의 이동통신망이 안될 경우에 독자적인 피해지역 전용 통신망이 긴급가동 될 수 있도록 추가설치가 필요하다. [그림 10]과 같이 기간통신망 두절시 행정 및 공공 WiFi에 접속하여 가족 또는 재난기관에 전화통화, e-메일, 트위터 등으로 연락을 할 수 있는 인프라 제공이 필요하다. 둘째, 재난지역으로의 물자 수송에 관한 정보 제공 및 수요와 니즈에 대한 매칭 시스템이 필요하다. 단순한 모바일 앱을 통하여 현재 물자 상황과 필요 물자 신청, 구호품 지원들이 될 수 있어야 한다. 이는 민간 업체의 매칭 시스템 또는 물류관리 시스템의 최소한의 기능만 있어도 재난현장에서는 도움이 될 것이다.

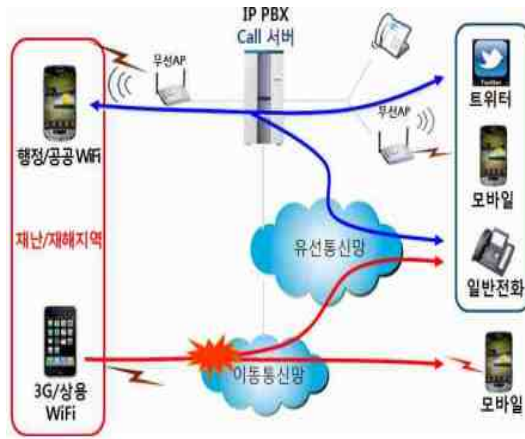


그림 10. 재난지역 긴급 통신망 구축
Fig. 10. Urgent communications network construction of the disaster area

이를 위해서는 국가 및 지자체의 행정과 민간업체와의 재난회복에 대한 연계 및 구체적 행동에 대한 가이드라인이 있어야 한다. 또한 민간업체의 물류 전문가와의 협력이 이루어 질 수 있도록 최소의 기능을 할 수 있는 민간이 제공하는 톨이 있어야 한다. 물류전문가는 지역니즈를 정확히 파악하고, 적절한 분류를 하며, 최적의 배송을 하게 도와줄 수 있다. 이렇게 민간 물류전문가의 도움을 받게 되면 구입물자의 반입처를 지시, 구호물자의 분류 및 재고관리, 피난소를 비롯한 피해지역 수송에 관한 계획등 책정, 수송 작업 지휘감독에 관한 조언, 피난소의 물자 니즈 파악, 데이터베이스화, 배송 루트 수정 등 지원을 받을 수 있다. 그 외에도 대규모 재해에 대비하여 물자 지원체제가 사전에 정비 되어야 하고 피해 예측범위를 넘어설 경우 단기간에 대량의 지원 물자의 통제가 필요한 것을 미리 가정하여 조정·수송에 시간이 걸리지 않도록 미리 물자 제공에 관한 톨을 정하는 것이 필요하다. 동일본 대지진의 경우 전일본 트럭협회가 피난소까지의 물자 수송에 기여했으며 재해지역 복구를 위한 수송트럭의 영업범위 제한을 한시적으로 특례를 적용하여 가동하였다.

3. 결론

본 연구에서는 스마트 시티의 재난안전에 대해 재해회복력을 향상하는 방안을 일본의 동일본 대지진 사례를 가지고 고찰 하였다.

동일본 대지진 발생이후, 재난 대응단계에서 발생한 집계된 데이터 속에서 재해 회복력 향상 목적에 부합하는 데이터를 찾고 분석하여, 피해 지역 주민의 회복력 향상에 영향을 준 주민 니즈 우선순위와 필요품목을 분석하였다.

또한 시간의 흐름에 따른 피난민들의 품목 변화와 물자유통 현황과 수송 체계의 문제점을 분석하였다. 피해주민들이나 지역에 대하여 지원물자 도달이 늦어진 주된 원인 속에서 데이터와 커뮤니케이션 관련 항목을 찾아 대응방안으로 통신망 복구 방안과 물자 매칭 시스템 및 물류 전문가의 역할을 정의 하였다.

본 연구에서는 일본의 동일본대지진의 재해대응 데이터를 중심으로 재해회복력 관점에서 한정적으로 분석이 되었으나, 차후 연구에서는 빅데이터 관점에서 수집·분석·가공하여 본 연구와 비교하고, 구호품 유통 및 이재민들의 니즈 우선순위 결정 등의 차이점을 분석하여, 재해 현안과 대안을 기획할 때 객관적인 지원도구로 활용할 수 있도록 재난지역의 회복력 향상연구를 하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Kim Do-Nyun, Korean representative product 'Smart city' which makes proper guidance in global market, Construction engineer, 2015 09/10, 30, 2015.9
- [2] Maeil Business Newspaper Future Economy Report Team, The Future of Cities, Maeil Business Newspaper Co. 2016
- [3] Shin, Jin-Dong, Kim, Tae-Hyun, Kim, Hyun-Joo, The Measures to Strengthen Urban Resilience through the Legal Analysis from the Viewpoint of Resilience, Journal of the Korea Planning Association 47(1), 185-197, 2012.2,

- [4] Yoo Jae-Woong, Understanding of the Risk Management, Communication Books, 4, 2015
- [5] Won So-Yeon, Research on the Building Method of Korea Model Collaborative Governance System : Research on Comparison Case of Disaster and Safety Area through Network Analysis , KIPA Research report 2013-28 , 10-11, 2013
- [6] Park, Jin-Hee, A Study on a New Strategy for Risk Management in Disaster Risk Society -Enhancement of Resilience and Citizenship-, Dongguk University, Phd Thesis, The Korean Society for the Study of Environmental Philosophy, Vol.19, 91-118, 2015
- [7] Kim Hyun-Joo, Shin Jin-Dong, The city disaster prevention plan that applied a Urban Resilience concept, Planning and Policy, 2015.2, no.400 .17-24 ,2015.2
- [8] Yun Seon-Hee , Kim Yoo-Jin , Kim Gyu-Yong , Nah Ken , A Study on the Beneficiary-centered Guideline for Disaster Management Service -Focused on the "Response Stage" in Four Stages of Disaster Management-, Journal of the Korean Society of Design Culture, 21(1), 379-389, 2015.3,
- [9] Park So-Yeon, The Impact of Regional Characteristics on Resilience to Natural Disaster, Inha University doctoral dissertation , 2016.2
- [10] Geum Young Min, Duke Hoon Jeong, Research on Assessment of Impact of Big Data Attributes to Disaster Response Decision-Making Process, The Journal of Society for e-Business Studies , 18(3), 17-43 ,2013.8,
- [11] Kwak Seun-Il, Domestic earthquake occurrence, Taegu · KyungBook The overwhelming first place, www.kyongbuk.co.kr/?mod=news&act=articleView&idxno=964894 2016.7.11 Quote, 2017.7
- [12] Choi Yeon-Pil, Creta Erathquick , Koreatimes Opinion, www.hankookilbo.com/v/df101f08bb95488b85ebb7ed0b72192e 2016.7.21 Quote, 2016,7
- [13] Miyagi Ken Economic commercial and industrial sightseeing department, The problems that it showed from the spot of the urgent supplies support in the Great East Japan Earthquake, Council for industrial structure circulation sectional meeting, no 2, 2017
- [14] Tokyo Sports Editor, It is to watch out in relief supplies confusing a "second disaster" stricken area, www.tokyo-sports.co.jp/nonsec/social/531935/ , 2016.4.18 Quote, 2016.4
- [15] Choi In-Soo, A Study on Implementing the Resident Safety System of Korean Local Authorities against Forest Disasters, Korea Research Institute for Local Administration 2013-12,17-18,28,2013
- [16] Chung Ji-Beum, The present situation and correspondence strategy of the tangle to occur in the disaster situation, KIPA Research Report 2013-24, 38, 2013.

저자약력

장혜정(Hye-Jung Chang)

[회원]



- 1988년 8월 : 중앙대학교 대학원 SW공학(석사)
- 2016년 8월 성균관대학교 박사과정 수료
- 2000년 4월 - 현재 : 이비전 대표

<관심분야>

스마트시티, 빅데이터 , 재난안전, 미래도시 융복합기술

김 도 년(Do-Nyun Kim)

[회원]



- 2002년 ~ 현재 : 성균관대학교
미래도시융합공학과/
건축학과 교수
- 현) 국가건축정책위원회 위원
- 현) 한국도시설계학회 부회장
- 상암 신도시 및 Digital Media
City 도시설계 외 다수

<관심분야>

스마트시티, 도시설계, 빅데이터,
미래도시 융복합기술