

스마트 셀을 활용한 국가재난 대응방안 연구

A study on the Application of Smart cell to
Disaster Management

김종학, 고용석, 김준기, 박종일, 이병재

발간사

인간 활동영역이 확대되고 사회구조가 복잡해지면서 각종 재난에 노출되는 건수도 증가하고 있다. 최근 세월호·메르스 사태 등에서 얻은 교훈은 신속하고 효율적인 초동대처가 인명피해를 줄이는데 중요한 역할을 한다는 것이다. 인명피해 최소화를 위해서는 재난발생 시 재난지역에 있을 잠재적 요구조자(要救助者)의 위치와 규모를 파악하는 것이 급선무 일 것이다.

최근 ICT(정보통신기술)와 공간정보 기술 발전 등으로 각 재난대응 기관들이 공유해야할 공통기반의 빅데이터 구축이 가능하게 되었다. 해외에서는 DHN과 같은 비영리 단체가 자원봉사자들의 인력과 IT기업들의 정보와 기술력을 모아 재난, 인명구호 활동에 참여하고 있다. 최근 우리나라도 스마트 빅보드와 같은 시스템에서 SNS, CCTV 영상, 위성정보 등의 빅데이터를 재난대응에 활용하려고 하고 있다. 국내외 사례에서 알 수 있듯이 재난분야에도 빅데이터를 활용하려는 다양한 노력이 진행 중이다.

다양한 빅데이터 중에서 우리 일상과 가장 밀접한 빅데이터는 모바일 폰에 기반하여 생산되는 모바일 빅데이터라고 보아도 무방할 것이다. 남녀노소를 불문하고 현대인들의 일상과 함께 움직인다고 볼 수 있기 때문이다. 모바일 빅데이터는 인간의 모바일 폰 사용을 통해 생산되면서 개인정보는 삭제된 상태에서 특정 공간(50m²)단위로 활동인구 정보와 주변 공간정보를 담고 있어 개인정보 유출은 없으면서 유사시 발생할 수 있는 재난에 적용 가능성이 높다고 할 수 있다.

본 연구는 앞서 언급하였듯이 국내외 재난관리 동향과 기술발전에 부합하는 시기적으로 적절한 연구이며 다양한 사례분석을 통해 실증적인 정책 활용방안을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 사례분석은 모바일 빅데이터의 재난관리 활용가능성을 살펴보

기 위해 폭염, 침수, 전염병, 대피로 계획 등의 다양한 재난분야에 적용하였다.

적용결과, 재난발생 초기에 요구조사 집단의 규모, 성별분포, 연령별 분포를 파악하여 신속한 초기대응 정보 제공이 가능해 초기 인명피해를 줄이는데 기여할 수 있는 것으로 나타났다. 특히, 넓은 지역에 피해가 미치는 국가적 재난의 경우 한정된 응급자원의 지역별 투입우선순위를 결정하는데 유용한 정보인 것으로 나타났다. 끝으로, 본 연구를 수행하는데 노력을 아끼지 않은 김종학, 고용석, 김준기 연구위원과 박종일 연구원, 이병재 책임연구원의 노고에 감사하며 외부연구진으로 참여하신 외부연구진께도 심심한 감사의 말씀을 드립니다. 또한, 본 연구의 수행에 아낌없는 조언을 해주신 자문위원 께도 깊은 감사를 드립니다.

2015년 12월

주요 내용 및 정책제안

본 연구보고서의 주요 내용

- ① 재난 발생 시 초동대처의 중요성이 부각되면서 잠재적 요구조사¹⁾의 위치와 규모를 파악할 수 있는 자료의 필요성이 높아지고 있으며 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터의 활동인구 정보는 이러한 분야에 적용 가능할 것임
- ② 모바일 빅데이터와 재난의 시공간적 특징을 고려해 재난의 유형을 구분하고 재난관리 단계별 활용가능성을 개념적으로 검토함
- ③ 사례 분석에서 모바일 빅데이터와 지리정보를 연계하는 시각화 작업을 통해 재난분야에서의 구체적 활용방안을 도출함
- ④ 종로구 폭염, 강남역 침수 등의 가상 재난상황을 설정하여 사례 분석을 수행한 결과, 모바일 빅데이터의 요구조사 위치와 규모 정보는 실시간 대피현황 파악, 대피우선순위 결정 등에 활용 가능한 것으로 나타남

본 연구보고서의 정책제안

- ① 재난관리 정책은 기존 시설물 위주의 관리정책에서 한 걸음 나아가 위험에 노출된 인명관리 정책으로 확대될 필요가 있음
- ② 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터를 재난관리에 적용하기 위해서는 실시간 활동인구 집계 시스템 구축이 필요하며 본 연구의 사례분석 결과는 이 시스템의 실천계 획으로 적용 가능할 것임
- ③ 모바일 빅데이터는 성별, 연령별 활동인구 정보도 제공 가능해 재난취약계층을 대상으로 한 맞춤형 재난대책 수립에 활용 가능함
- ④ 국민안전처, 소방본부 및 지자체 등의 각 기관이 공유재난정보로 활용한다면 국가재난시 효율적인 의사결정을 유도하는데 유용할 것으로 보임

1) 要救助者(구조를 청하는 사람)

요약

1. 연구의 배경 및 목적

□ 연구의 배경

- 재난피해 최소화를 위해 재난대응 기관들이 공유해야할 공통기반 빅데이터 정보가 ICT, GIS기술 발전으로 구축 가능하게 됨
- 재난 발생초기 골든타임의 초동대처 중요성이 부각되면서 재난초기 인명피해 최소화를 위해 요구조자 정보의 파악과 연계가 중요해짐

□ 연구의 목적

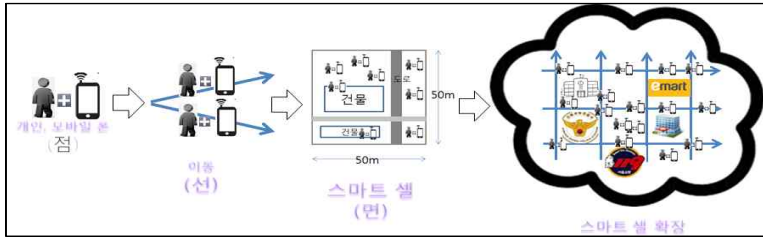
- 재난발생 전후에 재난피해를 줄이기 위한 셀 기반 모바일 빅데이터의 정책적 활용방안을 사례분석을 통해 제시

2. 스마트 셀의 재난분야 활용성

□ 「스마트 셀(Smart-cell)」 및 국가재난 개념

- 스마트 셀은 실시간 활동인구 파악이 가능한 최소규모 공간으로 이동(선)을 통해 특정 셀로 진입진출로 공간정보를 생산하며 셀 형태의 공간정보를 표출(김종학 외, 2014)
- 본 연구에서 국가재난은 일상적 대응체계로 지역사회가 감당하기 어려운 자연사회적 재난으로 정의함

<스마트 셀의 정보생산과정>



자료, 김종학 외. 2014

□ 모바일 빅데이터 특성을 고려한 재난유형 구분

- 시간과 공간의 관점에서 모바일 빅데이터와 재난의 공통된 특징을 살펴봄
- 모바일 빅데이터는 미시 공간에서 거시 공간까지 실시간으로 데이터 생산이 가능하다는 점에서 데이터의 시공간적 해상도가 높은 특징이 있음
- 재난의 특성은 시간 측면에서 지속시간과 예측가능성, 공간 측면에서는 파괴력과 영향권을 세부요소로 도출 할 수 있음
- 태풍 같은 재난은 지속시간이 길고 예측가능성이 높은 시간적 특성이 있고 넓은 영향권역에 인적·물적 피해를 입히는 특성이 있음

<재난특성과 모바일 빅데이터 관계>



- 본 연구는 모바일 빅데이터의 시·공간적 고(高) 해상도 특성을 고려해 사회재난과 자연재난 유형을 각각 3가지로 구분
- 예로, 폭염·가뭄 등과 같이 예보가 가능하고 수일 또는 수개월간 지속되면서 넓은 지역에 피해를 입히는 재난은 자연재난 유형2로 구분하였음

<모바일 빅데이터 특성을 고려한 재난의 유형 구분>

재난 유형			특징
자연재난	유형1	태풍, 호우, 해일, 강풍 등	예보가 가능하며 수일 이상 지속되면서 넓은 지역에 높은 순간 파괴력으로 인적·물적 피해 발생
	유형2	폭염, 한파, 가뭄, 대설 등	사전 예측이 가능하며 수일 또는 수개월 이상 지속되면서 넓은 지역에 걸쳐 인적피해를 유발
	유형3	지진, 화산폭발 등	예고 없이 짧은 시간에 높은 파괴력으로 넓은 지역에 걸쳐 강도 높은 인적·물적 피해 발생
사회재난	유형1	감염병, 가축전염병 등	예고가 불가능하고 짧은 기간에서 수주 또는 수개월 동안 넓은 지역에 걸쳐 인적·물적 피해 유발
	유형2	대형화재, 폭발, 화생방, 환경오염사고 등	예고 없이 몇 시간 동안의 높은 파괴력으로 넓은 지역에 인적위주의 피해 유발
	유형3	대형건축물붕괴, 사회기반시설과괴 등	예측이 어려우면서 단 몇 초간의 고 파괴력으로 인구 밀집지역에 강도 높은 인적·물적 피해 유발

□ 재난관리 단계별 활용방향

- (대비단계) 이 단계에서 모바일 빅데이터는 기 구축 위험정보와 그 주변 활동인구를 모니터링하여 실제 요구조사 정보에 기반한 반복훈련을 통해 유사시 행동요령을 사전에 숙지하는데 활용될 수 있음
- (대응단계) 모바일 빅데이터는 활동인구 모니터링 정보를 기반으로 하며 골든타임과 진행단계에서 필요한 예보 및 경보발령, 대피, 상황 전파, 현장수습, 인명수색 및 구조, 이재민 수용 등의 대응에 적용될 수 있을 것임
- (복구 단계) 모바일 폰 신호가 살아있다면 실종자 위치를 추적하는데 도움을 줄 수 있고 이재민 규모, 대피장소 마련 및 배분계획 자료로 활용할 수 있음

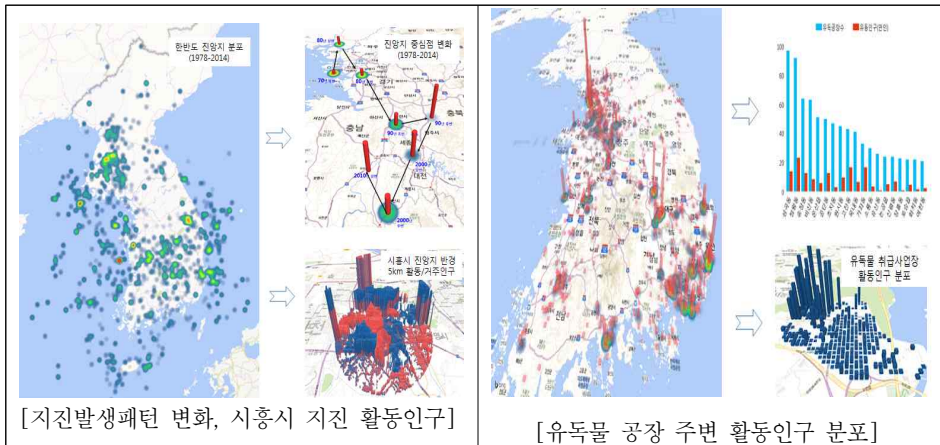
<재난관리 단계별 활용방향>

단 계	활용방향
대비	재난발생 시 인명피해 최소화 하는데 필요한 상시 활동인구 모니터링 및 대피 시뮬레이션 훈련
대응	활동인구 모니터링 결과를 기반으로 직접 취하는 구조 및 대피행동관련 의사결정 정보 제공(요구조자 규모, 인적구성, 위치 등)
복구	재난이전 상태로 되돌리는 장기적 절차로 인명수색 및 구조

3. 스마트 셀의 재난분야 사례분석

- 전국 단위: 지진 발생 패턴 및 유독물 취급장 주변 활동인구 분포
 - 모바일 빅데이터의 지진관련 활용방안은 대비단계에서 주간 및 야간활동시간에 발생할 수 있는 지진 피해규모를 추정할 수 있는 자료로 활용가능
 - 유독물 취급장 주변 활동인구 자료는 신속한 구조와 대피시설 마련, 복구자원 투입규모 등의 의사결정 판단 자료로 활용할 수 있을 것으로 보임

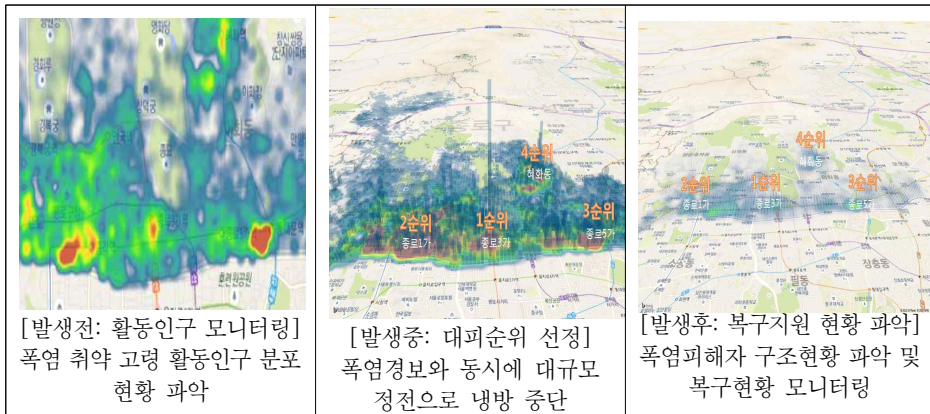
<지진 및 유독물 관련 사례분석>



□ 구 단위: 종로구 폭염 시나리오 분석

- 예측이 가능하며 피해확산속도가 낮은 폭염과 같은 재난에는 폭염 주의 단계에서 안전유의 문자를 발송하고 위급상황에는 대피순위를 지정하는데 적용가능하며 대피진행시에는 대피현황을 파악하는데 적용가능

[종로구 폭염 사례분석]



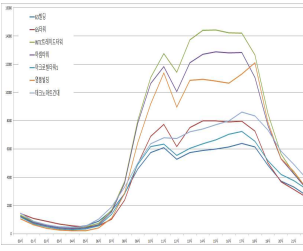
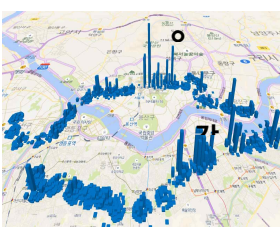
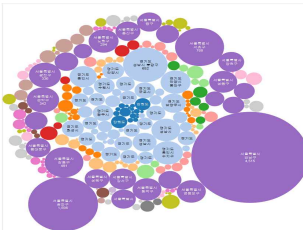
□ 초고층 건물, 병원: 유사시 요구조자 규모 및 연령 파악, 전염병 확산 방지

- 초고층 건물용도에 따라 시간대별 활동인구 패턴이 다르게 나타나 유사시에 발생하는 사태에 대응하기 위해 활동인구 모니터링이 필요한 것으로 보임
- 전염병 초기단계에서 확산피해를 줄이기 위해서는 전국영향권 대형병원의 활동 인구의 원거주지 분포를 모니터링 등이 필요

□ 대피로 계획: 잠실경기장 시뮬레이션 분석

- 인구밀집시설 대피계획은 사전에 활동인구 위치와 규모를 근거로 다양한 대피 시나리오를 분석해야만 유사시에 신속히 대응 가능
- 분석결과, 외부 대피로 통제 보다 내부 주차장에서 빠져나오는 차량에 대한 통제와 관람객들이 일시에 외부로 나오는 과정에서 가장 가까운 출구로 집중 되므로 출구수요 분산 통제전략이 중요한 것으로 나타남

[개별시설물 사례분석]

[전철역]	[초고층건물 및 병원]	[잠실경기장]
 [전철역 활동인구 나이데]	 [초고층건물 시간대별 변화]	 [잠실경기장 활동인구]
 [2호선 전철역 활동인구]	 [대형병원 활동인구 원 거주지 분포]	 [대피로 시뮬레이션]

4. 정책제언

- 자연재난과 사회재난의 각 3가지 유형에 대한 정책적 활용방안을 제시함
- 정책 활용방안에 대한 이해를 돕기 위해 자연재난 유형1 중 태풍에 대해서는 재난관리 단계별 활용사례 예시를 통해 그 활용방안을 기술함

□ 자연재난: 유형1(태풍, 호우 등)

- 본 연구에서 자연재난 유형1로 구분한 태풍의 경우 모바일 빅데이터는 대비단계에서 피해예상지역의 주민에게 대피문자를 발송하고 주민들의 대피상황을 파악하는 것에도 적용 가능함
- 대응단계에서는 요구조자의 위치와 규모를 파악해 구조인력과 자원을 투입하는데 활용 가능함
- 복구단계에서는 모바일 폰 신호로 매몰되어 있는 요구자들의 위치파악을 통한 구조 활동과 피해지역 활동인구 규모와 연령별 분포를 파악해 이재민 시설 위치나 규모 등을 결정하는데 활용 가능함

[태풍: 재난관리 단계별 활용사례 예시]



□ 자연재난: 유형2(폭염, 한파, 침수 등)

- 자연재난 유형2의 재난은 예보가 가능한 재난으로 모바일 빅데이터는 재난 발생 전 대비 단계에서 위험지역에 노출된 잠재적 요구조자의 위치와 규모 등에 대한 모니터링이 가능함
- 자연재난 유형2에 대해 본 연구는 종로구의 폭염과 강남역 침수를 대상으로 사례분석을 실시함
- 사례분석결과, 재난 발생 초기대응 단계에서 현장 중심의 체계적, 효율적 구조 활동을 하는데 적용할 수 있을 것으로 보임
- 또한, 구급대원·구급차 등의 한정된 구조자원의 투입우선순위 지역을 선정하는데 활용할 수 있으며 복구단계에서 모바일 빅데이터로 요구조자의 위치와 규모를 파악하는 자료로 활용할 수 있을 것으로 보임

□ 자연재난: 유형3(지진, 화산폭발 등)

- 시흥시 지진을 사례 분석하였고 거주인구로 파악하기 어려운 공장지대, 상업지역의 활동인구를 파악할 수 있었음
- 지진과 같은 자연재난 유형3은 예측이 어려우므로 모바일 빅데이터는 재난발생 후 초기대응과 복구단계에서 활용할 수 있을 것임

- 재난 초기단계에서 인명피해규모를 파악하는 것은 구조자원 투입계획 마련과 이재민 관리, 구호활동 등의 복구계획에 이르기까지 광범위하게 사용될 수 있을 것으로 예상됨

□ 사회재난: 유형1(감염병, 가축전염병 등)

- 모바일 빅데이터로 활동인구의 원거주지 분포를 파악할 수 있어 감염병 발생지점 주변 활동인구의 공간적 확산 정도를 가늠할 수 있음
- 감염병에 대해서는 ○○병원을 대상으로 활동인구의 원 거주지 분포를 분석하였고 분석결과 전국 모든 시군구의 거주자들이 활동하고 있는 것이 확인됨
- 예를 들어 감염병 발생 시간이 10시간 이상 또는 수일 이상이 걸릴 경우 본 자료의 활용도는 더욱 높을 것으로 예상됨
- 전국 각지의 활동인구가 밀집해 감염병 발생 시 주요 전파경로가 될 수 있는 대형 의료시설, 주요 교통시설 등의 모바일 빅데이터 활동인구 정보로 감염병 확산지역을 추정하는데 참고자료로 활용가능 할 것임

□ 사회재난: 유형2(환경오염, 화생방 등), 유형3(건축물 붕괴, 사회기반시설 파괴 등)

- 자연재난과 구분되는 사회재난의 특징은 예고 없이 불특정지역에 재난이 발생할 수 있다는 것임
- 위 재난에 대해서는 불특정 시간대에 발생하기 때문에 주간시간대 인구가 밀집하는 전철역 주변, 서울시 대형빌딩 등의 활동인구 분포의 특징을 살펴봄
- 쇼핑시설, 복합시설은 모두에게 공개된 시설로 단시간에 활동인구 규모를 파악하기는 어려우나 모바일 빅데이터의 시공간적 고 해상도 활동인구 정보로 어느 정도 극복 가능할 것으로 보임

<재난유형별 모바일 빅데이터의 활용방안>

재난유형별 특징				재난관리			
				발생전		발생후	
재난 유형		특징		예 방	대 비	초기 대응	복 구
자연 재난	유형1	태풍, 호우, 해일, 강풍 등	예보가 가능하며 수일이상 지속되면서 넓은 지역에 높은 순간 파괴력으로 인적, 물적 피해 발생		○	○	○
	유형2	폭염, 한파, 가뭄, 대설 등	일기예보를 통해 예측이 가능하며 수일 또는 수개월 이상 지속되면서 넓은 지역에 걸쳐 인적피해를 유발		○	○	○
	유형3	지진, 화산폭발 등	예고 없이 짧은 시간에 높은 순간 파괴력으로 넓은 지역에 걸쳐 강도 높은 인적, 물적 피해 발생			○	○
사회 재난	유형1	감염병, 가축 전염병 등	예고가 불가능하고 짧은 기간에 수 주 또는 수개월 동안 넓은 지역에 걸쳐 인적, 물적피해를 유발			○	
	유형2	대형화재, 폭발, 화재방, 환경 오염사고 등	예고 없이 몇 시간 동안의 높은 파괴력으로 넓은 지역에 인적위주의 피해를 유발			○	○
	유형3	대형건축물붕괴, 사회기반시설 파괴 등	예고 없이 몇 초간의 고 파괴력으로 인구밀집지역에 강도 높은 인적, 물적 피해를 유발			○	○



시간적 고 해상도 (정보의 실시간 생산)	공간적 고 해상도 (50m ² 단위의 정보)	활동인구 (연령별, 성별, 거주지 분포 및 규모)
모바일 빅데이터 특징		

C O N T E N T S

차례

발간사	i
주요 내용 및 정책제안	iii
요약	iv
I. 연구의 개요 및 목적	1
1. 연구의 배경 및 목적	3
1) 연구의 배경	3
2) 연구의 목적	4
2. 연구의 범위 및 방법	5
1) 연구의 범위	5
2) 연구의 방법 및 틀	6
3. 연구의 기대효과	8
1) 학술적 기여도	8
2) 정책적 기여도	8
4. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성	9
1) 재난대응 선행연구	9
2) 셀 형태 빅데이터 관련 선행연구	10
3) 본 연구의 차별성	10
II. 재난의 개념 및 관련제도 검토	31
1. 재난의 개념 및 유형	5
1) 개념	5

2) 재난유형	17
2. 재난관리 개념 및 단계	20
3. 재난관련 제도	23
III. 스마트 셀의 재난분야 활용성	72
1. 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터 개요	92
1) 스마트 셀 개념	9
2) 모바일 빅데이터 구축	13
2. 스마트 셀기반 모바일 빅데이터 특성 및 한계	33
1) 특성	33
2) 한계	34
3. 재난관련 모바일 빅데이터의 활용방향	53
IV. 스마트 셀을 활용한 재난관리 사례분석	74
1. 사례분석 지역 및 재난유형 선정	94
2. 전국: 지진, 유독물 유출	5
1) 지진	51
2) 유독물 유출	5
3. 시·구: 종로구 폭염	62
1) 현장조사	62
2) 이원분산분석	66
3) 시간대별 연령별 활동인구의 변화	76
4) 폭염 관련 시나리오 분석	77
4. 인구밀집시설	76
1) 수도권 전철역	76
2) 초고층 건물	84
3) 신 노량진 시장: 노후건물	78
4) 전염병 확산: 대형병원	88
5) 잠실경기장: 대피로 계획	99

V. 시사점 및 정책제언	59
1. 분석결과 시사점	9
1) 전국 단위	9
2) 종로구: 폭염	9
3) 인구밀집시설	10
2. 정책제언	102
1) 재난관리 정책변화의 계기	12
2) 재난관리 단계별 활용방안	13
3) 재난유형별 활용방안	15
3. 연구의 한계 및 향후과제	19
참고문헌	111
SUMMARY	113

<표 1-1> 선행연구와의 차별성	11
<표 2-1> 존스의 재해분류	17
<표 2-2> 아네스의 재해분류	17
<표 2-3> 「재난 및 안전관리 기본법」의 재난 구분	8
<표 2-4> 재난관리책임기관별 재난유형	9
<표 2-5> 재난관리단계별 행동요령	20
<표 2-6> 재난관리 유형	21
<표 2-7> ICT를 활용한 재난관리 방안	22
<표 2-8> 재난관련 국내 법률	23
<표 2-9> 제2차 국가안전관리 기본계획 주요내용	24
<표 2-10> 위계별 안전관리계획 수립절차	25
<표 3-1> 모바일 빅데이터 생산단계	32
<표 3-2> 부산시 모바일 빅데이터 활용방안	33
<표 3-3> 활동인구와 주요변수와의 상관관계	33
<표 3-4> 활동인구와 3차 산업과의 상관관계	38
<표 3-5> 모바일 빅데이터와 기존 인구자료와의 차이점	39
<표 3-6> 모바일 빅데이터 특징을 고려한 재난의 유형 구분	24
<표 3-7> 재난관리 단계별 활용방향	44
<표 3-8> 재난변수별 적용가능성	45
<표 4-1> 사례분석의 공간적 범위 및 재난유형	6
<표 4-2> 광역권역별 연평균 지진발생 건수(건/년)	35
<표 4-3> 시흥시 지진 반경 5km 행정구역	55
<표 4-4> 유독물 취급장 정보 예시	57
<표 4-5> 유독물 취급장 영향권역 미 포함 시군구	59

<표 4-6> 이원분산분석 결과	65
<표 4-7> 종로구 시간대별, 연령대별 활동인구 분포	66
<표 4-8> 지하철 활동인구 상위 20개 역사	7
<표 4-9> 분석대상 초고층 건물 목록	5
<표 4-10> 시간대별 대형빌딩 활동인구 분포	8
<표 4-11> 단계별 활용방안	87
<표 4-12> 신 노량진 시장 활동인구 분석	8
<표 4-13> ○○병원 활동인구 분석	9
<표 4-14> 잠실경기장 시설별 활동인구	9
<표 4-15> 잠실경기장 혼잡구간 및 상충구간	9
<표 4-16> 지점별 대피전략	94
<표 4-17> 시나리오별 대피시간	94
<표 5-1> 지진분석 시사점 및 활용방안	98
<표 5-2> 유독물 유출 분석 시사점 및 활용방안	9
<표 5-3> 종로구 대상 폭염 시 활용방안	100
<표 5-4> 재난시 의사결정 정보	104
<표 5-5> 재난유형별 모바일 빅데이터의 활용방안	108

<그림 1-1> 재난시 활용 가능한 정보통신 기술 발전	4
<그림 1-2> 연구의 공간적 범위	5
<그림 1-3> 본 연구 스마트 셀 자료 시각화 분석사례	6
<그림 1-4> 연구의 틀	7
<그림 2-1> 재난발생시 DHN 역할	21
<그림 2-2> Smart-Big board의 개념	2
<그림 3-1> 스마트 셀의 개념	30
<그림 3-2> 스마트 셀의 정보생산 과정	30
<그림 3-3> 스마트 셀의 공간확장	31
<그림 3-4> 스마트 폰 데이터 수집 형태 및 제공정보	2
<그림 3-5> 재난시 피해규모 영향요인	3
<그림 3-6> 위험 영향요인별 감소노력	3
<그림 3-7> 서울 명동입구 활동인구 모습과 모바일 빅데이터	38
<그림 3-8> 스마트 셀 정보로 파악 가능한 재난정보	4
<그림 3-9> 재난특성과 모바일 빅데이터 관계	4
<그림 4-1> 기상청 한반도 지진데이터	5
<그림 4-2> 한반도 진앙지 분포	52
<그림 4-3> 시대별 진앙지 중심점 변화(1978-2014)	45
<그림 4-4> 시대별 지진규모와 발생건수 변화	4
<그림 4-5> 시흥시 지진 반경 5km 활동인구 변화	5
<그림 4-6> 시흥시 지진 반경 5km 활동인구(blue)와 거주인구(red) 분포	5
<그림 4-7> 유독물 취급장 공간분포	3
<그림 4-8> 유독물 취급사업장 지자체별 분포	9
<그림 4-9> 지자체별 동지역 유독물 취급사업장 개수	6

<그림 4-10> 전국 유독물 공장 및 주변활동인구 분포	16
<그림 4-11> 종로구 현장조사: 고령자 활동인구	18
<그림 4-12> 종로구 현장조사: 고령자 편의시설	18
<그림 4-13> 종로구 현장조사: 위험 건축물	18
<그림 4-14> 모바일 빅데이터 (시간대별 연령별 활동인구) 형태	56
<그림 4-15> 종로구 시간대별 연령대별 분포	6
<그림 4-16> 종로구 시간대별 연령대별 활동인구 중심점 변화	76
<그림 4-17> 종로구 20대, 60대 이상 활동인구 중심점 변화 비교	86
<그림 4-18> 종로구 연령별 활동인구의 시간대별 활동량 변화	96
<그림 4-19> 종로구 연령별 활동인구 분포(수요일 15시)	107
<그림 4-20> 종로구 60대 활동인구 분포(수요일 15시)	117
<그림 4-21> 종로구/중구 법정동별 60대 활동인구 분포	117
<그림 4-22> 종로구 재난관련 시설 분포 및 60대 인구분포	127
<그림 4-23> 종로구 폭염 시나리오 분석	138
<그림 4-24> 수도권 전철역 위치	160
<그림 4-25> 지하철 2호선 반경 500m 활동인구 분포	187
<그림 4-26> 서울시 전철역 활동인구의 평균나이 분포	197
<그림 4-27> 서울시 전철 호선별 연령대 분포	208
<그림 4-28> 서울시 호선별 전철역 활동인구 규모	208
<그림 4-29> 강남역 침수 시나리오 분석	218
<그림 4-30> 대형빌딩 시간대별 인구분포	218
<그림 4-31> 신 노량진 시장 현장 조사	218
<그림 4-32> ○○병원 활동인구의 거주지 시도 분포	219
<그림 4-33> ○○병원 활동인구의 거주지 시군구 분포	219
<그림 4-34> 잠실경기장 시설 및 대피로	229
 <그림 5-1> 태풍: 재난관리 단계별 활용사례 예시	115

	제 1 장 연구의 개요 및 목적	
--	----------------------	--

연구의 개요 및 목적

1장은 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터가 재난대응에 필요한 사유와 활용목적을 기술하였다. 그리고 연구의 주요내용과 연구의 틀 설정을 통해 연구의 추진방향에 대해 설명하였다. 또한, 연구에서 활용한 모바일 빅데이터의 규모와 공간적 범위를 기술하고 선행연구 검토를 통해 본 연구의 차별성을 제시하였다.

1. 연구의 배경 및 목적

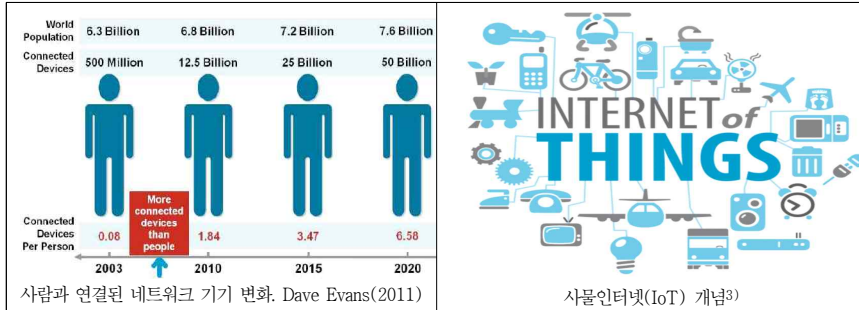
1) 연구의 배경

재난으로 인한 인적·물적 피해 최소화를 위해 재난대응 기관들이 공유해야 할 공통기반의 빅데이터가 ICT²⁾, 공간정보 기술 발전 등으로 구축 가능하게 되었다. 특히, ICT로 생산 및 공유 가능한 빅데이터는 재해관리 정책 및 유사시 효율적인 의사결정을 지원하는 자료로 활용 가능 할 것으로 기대되고 있다. 과거 대형재난에서 나타난 것처럼 골든타임의 초동대처 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 신속하고 효율적인 초동대처는 인명피해 줄일 수 있는 유일한 기회라고 받아들여지고 있기 때문이다. 그동안 대형 재난 시 위험에 노출된 잠재적 요구조자의 규모는 통계청의 거주인구가 유일한 자료였다. 주간시간대 도심, 업무지역,

2) Information Communication Technology(정보통신기술)

공장지대, 관광지 등의 활동 밀집지역의 예상피해 규모 파악은 어려웠다.

<그림 1-1> 재난시 활용 가능한 정보통신 기술 발전



재난초기 인명피해 최소화를 위해서는 요구조자⁴⁾ 정보의 연계와 유통이 중요하며 특히 모바일 폰 기반 동적활동인구 정보는 국민안전을 위해 활용할 수 있는 효율적인 초동대응 정보로 활용 가능할 것으로 보인다.

그동안 자연재난은 자연재해대책법에 근간해 그동안 풍수해피해 예측 시스템 등 다양한 대책 등이 강구되어 왔으나, 대형건축물 붕괴, 도심 폭염, 유독물 유출과 같은 사회재난에 대한 대비책은 미흡하였다고 할 수 있다.

2) 연구의 목적

본 연구 목적은 재난발생 전후에 재난피해를 줄이기 위해 재난관리 분야에 적용 가능한 셀 기반 모바일 빅데이터⁵⁾의 정책 활용방안을 제시하기 위한 기초연구를 수행하는데 있다. 이러한 목적달성을 위해 본 연구는 셀 기반 모바일 빅데이터의 특성을 살펴보고, 사례분석 결과에 근거하여 재난 유형별·단계별 활용방안을 모색하고자 하였다.

3) KT의 이커버레이션 홈페이지 다운로드: <http://www.econovation.co.kr/ecnvb/>

4) 구조를 요구하는 사람, 본 연구에서는 모바일 빅데이터의 활동인구를 의미

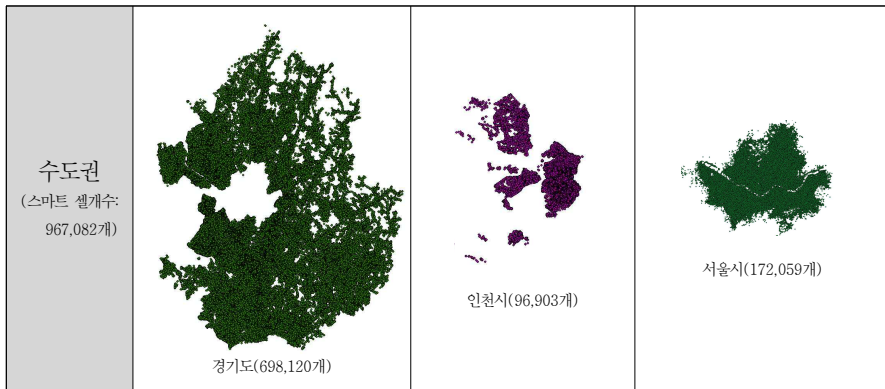
5) 모바일 폰 기반으로 수집·가공되는 미시 공간 단위의 활동인구 자료

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

스마트 셀 기반 모바일 빅데이터 자료⁶⁾의 공간적 범위는 수도권을 대상으로 하였으며 시간적 범위는 2014년 11월 요일별 시간대별 평균자료를 활용하였다. 수도권의 시간대별 빅데이터 개수는 약1.6억 개(셀개수×7일×24시간), 일자로는 약 7천만 개(셀 개수×7일)이다. 시간대별 빅데이터 정보를 연령별(6개)로 파악하면 약 10억 개 까지 증가한다.

<그림 1-2> 연구의 공간적 범위



본 연구는 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터의 특징이 어떠한 재난유형에 언제 적용가능한지를 파악하는데 집중하였다. 모바일 빅데이터의 특징이 시공간적 해상도가 높다는 점에 착안하여 자연재난과 사회재난 유형을 구분하고 이중 일부 재난에 대해 사례분석을 통해 실증적인 활용방안을 모색하고자 노력하였다.

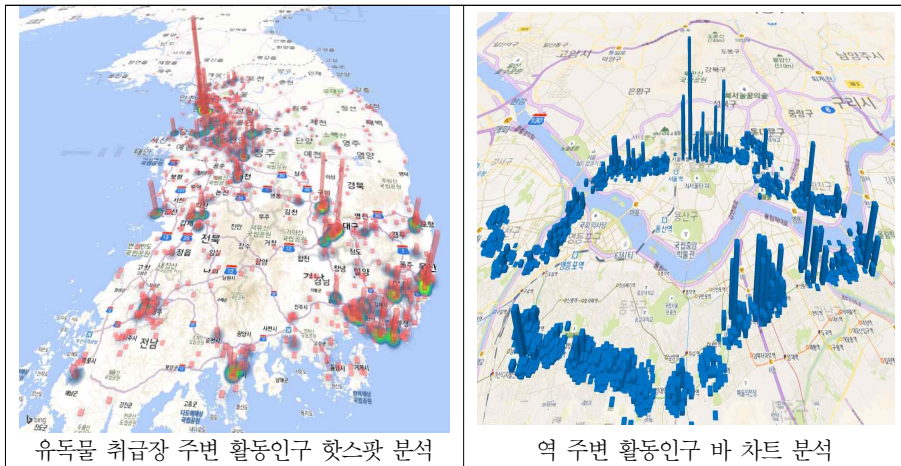
6) SKT 지오비전 통해 구득

2) 연구의 방법 및 틀

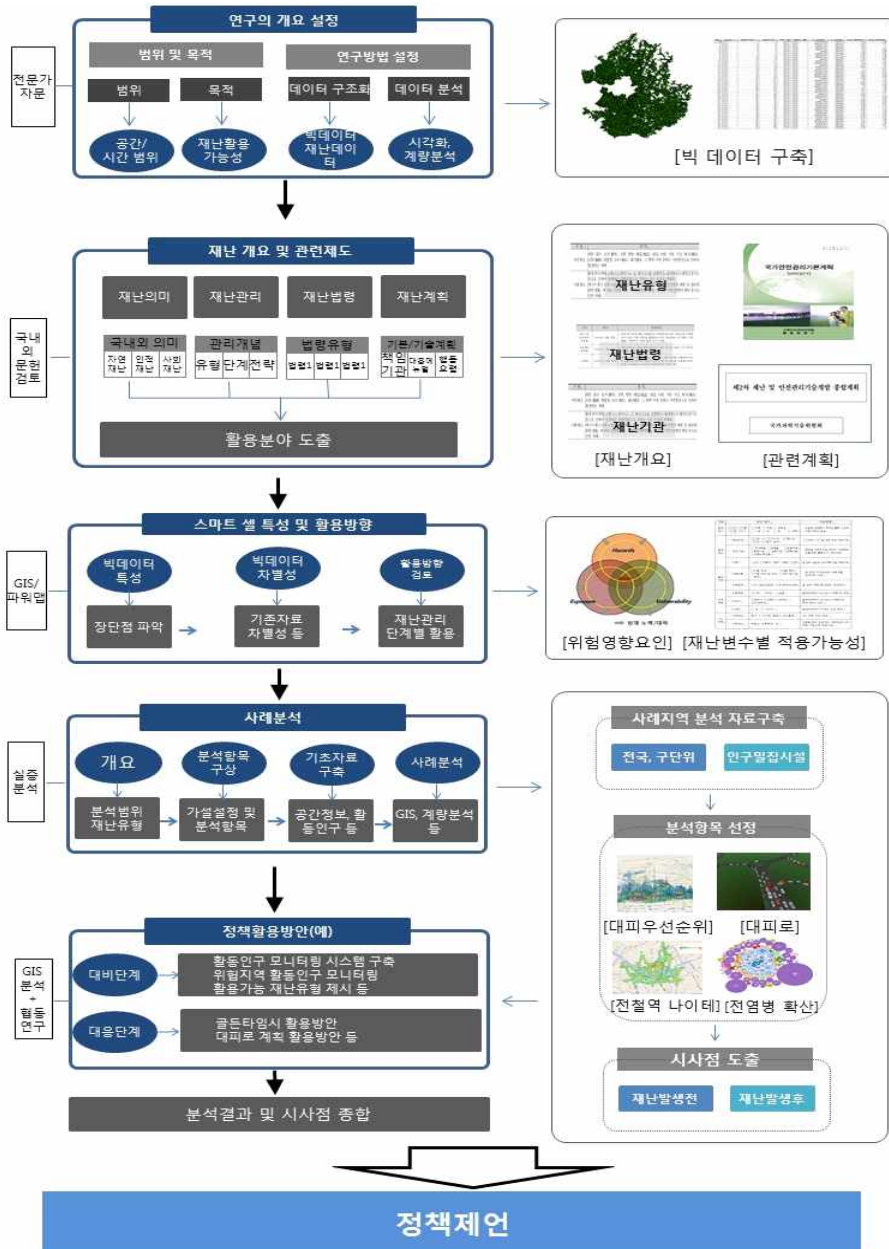
본 연구에서 적용한 연구방법은 모바일 빅데이터의 시각화 분석기법이며 각 자료의 시각화 방법은 MS Office사 엑셀에서 추가기능으로 제공하는 파워맵(power map)을 활용하였다. 이 기능은 모바일 빅데이터 활동인구와 주변지리정보를 한눈에 입체적으로 파악할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구의 수행과정은 사례분석 전후로 구분할 수 있다. 사례분석 전 단계는 관련연구 검토와 연구진 회의, 자문회의 등을 통해 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터 특징과 재난과의 연관성을 파악하는데 중점을 두었다. 사례분석에서는 모바일 빅데이터와 재난과의 연관성을 재난유형별, 단계별로 파악한 결과에 근거해 구체적인 분석을 수행하였다. 사례분석은 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터와 지진, 침수, 유독물 취급장, 전철역, 대형빌딩, 시군구 경계자료 등을 통합하기 위한 데이터 구조화 작업을 통해 당초 의도한 분석을 수행할 수 있었다.

<그림 1-3> 본 연구 스마트 셀 자료 시각화 분석사례



<그림 1-4> 연구의 틀



3. 연구의 기대효과

1) 학술적 기여도

기존의 재난연구가 위험시설에 관심을 두었다고 한다면 본 연구는 잠재적 위험시설 주변의 활동인구에 중점을 둔 새로운 개념의 국가재난 대응방안 연구라고 볼 수 있다. 본 연구의 학술적 기여도는 첫째, 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터를 재난분야에 처음 사용했다는 점이며 종로구 사례를 들어 연령대별 공간적 분포 패턴이 통계적으로 다를 수 있다는 것을 이원분산분석을 통해 증명하였다는 점에서 의미가 있다. 둘째, 잠실종합경기장 대피계획을 교통시뮬레이션 분석을 통해 분석한 것은 재난대응 분야에서 학제간 협동으로 재난관리가 필요하다는 것을 보여준 사례라고 판단된다. 다양한 요소들이 총체적으로 실현되는 재난대응은 학문간 협업을 통한 체계적 대응방안 마련이 필요하다.

2) 정책적 기여도

본 연구의 정책적 기여도는 먼저 정부3.0계획의 추진과제에 활용 가능한 점이다. 정부3.0계획 상에는 데이터 기반의 과학적 정책수립 지원을 위해 치안, 재난·재해, 교통안전 등의 6대 분야에 빅데이터를 활용하려는 계획을 가지고 있다. 둘째, 스마트 기기 이용자는 정보의 생산자와 소비자 역할을 동시에 수행 하므로 모바일 빅데이터는 사회현상이 정책과 연결될 수 있는 논리적 근거자료가 될 수 있을 것이다. 특히, 그동안 소홀했던 인명피해 최소화를 위한 재난대응에 활용 가능할 것이다. 셋째, 민관 결합형 재난대응 정책 제시에 활용이 될 수 있다. 재난의 효율적인 대응은 신뢰할 수 있는 정보 유무에 기반하며 민간통신 회사의 자동화된 스마트 셀 정보를 공공의 재난정책에 활용하는 민관 결합형 재난 대응 정책의 시발점이 될 수 있을 것이다.

4. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성

본 연구의 주요 주제인 재난대응과 빅데이터로 구분하여 선행연구를 살펴본 후에 기존연구와의 차별성을 파악하였다. 재난대응 연구는 하규만, 심재현 등의 연구를 살펴보았고 빅데이터 연구는 김종학, MIT, LTA 등의 연구를 살펴보았다.

1) 재난대응 선행연구

이상건 외(2005)는 “국가교통망의 유고대응 전략연구”에서 교통망 관련 재난관리의 단계별 대응전략을 제시하였다. 재난발생시 인명피해를 줄이기 위한 대피경로를 설정하였고 복구단계에서는 도로복구 우선순위 선정 전략도 제시하였다.

하규만(2009)은 “우리나라 국가재난대응체계의 기반 구축방향”연구에서 우리나라에 일관된 재난안전체계가 부족하다고 지적하면서 미국일본 등의 재난관리 대책을 검토해 연계형 재난관리 구축 필요하다고 주장하였다. 또한, 미국 연방위기관리청(FEMA)의 국가대응틀과 일본 방재기본계획상의 방재정보 네트워크 등의 사례를 통해 국내 재난대응체계 구축 필요성을 강조하였다.

심재현 외(2009)는 “우리나라 통합적 재난 관리체계 구축방안 기획연구”에서 대형 국가 재난 및 불시에 발생하는 사건에 여러 기관이 효율적으로 대응하기 위한 재난 통합대응체계를 구축하기 위해 필요한 추진과제를 제시하였다.

김지태 외(2013)는 “재난대피·구호 기술개발 상세기획 연구”에서 국가재난 대피 및 이재민 구호시스템 개선모델을 개발을 위한 연구추진계획을 수립하였다. 또한, 재난사례 시나리오 분석 등을 통해 정책과제를 도출하였다.

이병재(2014)는 “도시기후 변화 재해 취약성 분석 지원 플랫폼 구축방안 연구”에서 재난취약의 원인을 통합 데이터 관리체계 부재 및 협력 네트워크 취약으로 보고 재해 취약성 분석 지원 플랫폼 구축을 통해 데이터와 인적자원 정보 등을 용이하게 서로 공유하고 축적할 수 있는 온라인 협업지원 체계가 필요하다고 주장하였다.

2) 셀 형태 빅데이터 관련 선행연구

김중학 외(2014)는 “스마트셀 기반 활동인구의 공간정책 활용방안 연구”에서 모바일 폰 기반의 스마트 셀 빅데이터가 공간정책에 활용 가능성을 사례분석을 통해 제시하였다. 또한, 모바일 빅데이터와 공간정보를 연계한 실증분석을 통해 수도권 일상생활의 모습을 투영해 공간, 교통분야 정책 활용방안을 제시하였다.

MIT의 Sensible city는 2004년부터 다양한 기기의 센서로 감응되는 도시정보를 활용하여 새로운 방식의 도시환경 구상 연구를 수행하고 있다. 이 연구소의 모토는 “The real time city is now real(실시간 도시의 실현)”으로 실시간 도시현상을 단시간에 시각적으로 표현하는 연구를 주로 수행하였다.

싱가포르 LTA⁷⁾는 실시간 교통정보, 기후, 이벤트 교통대책 등을 실시간으로 분석한 프로젝트를 수행하였으며, 실시간 동적 정보를 도시정책에 활용 가능한 다양한 사례를 실제 데이터로 분석하여 제시하였다.

3) 본 연구의 차별성

본 연구는 개별행태를 셀 단위로 파악이 가능한 모바일 빅데이터를 활용해 재난대응방안을 모색한다는 점에서 기존연구와 차별된다. 기존 연구는 빅데이터의 생산과 소비 주체를 사물과 개인에 구분 없이 사용하였으나 본 연구는 스마트 셀 개념을 도입해 기존 빅데이터와 차별성을 두려고 하였다. 또한, 모바일 빅데이터로 각종 재난 사례분석을 실시하여 가급적 실천력이 높은 정책제언을 하고자 노력하였다.

7) Land Transport Authority(육상교통국)

<표 1-1> 선행연구와의 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1	• 과제명: 우리나라 국가재난대응체계의 기반 구축방향 • 연구자: 하규만 (2009) • 연구목적: 한국형 국가재난대응체계 제안	• 미국과 일본의 국가재난대응체계와 시사점 분석 • 비교학적 분석 • 정성적 분석	• 미국/일본의 국가재난대응체계와 시사점 • 우리나라 국가재난대응체계와 문제점 • 우리나라 국가재난대응체계의 재정립 방안
	2	• 과제명: 우리나라 통합적 재난관리체계 구축방안 기획연구 • 연구자: 심재현 외 (2009) • 연구목적: 대형 재난 및 예견치 못한 사건·사고에 대한 통합대응체계 구축방안	• 문헌조사와 자료조사 • 재난관리분야 전문가 의견수렴 • 인터넷 검색과 기관방문을 통한 자료수집	• 우리나라의 재난관련 법·제도 및 재난대응체계 연구 • 미국, 일본, 영국의 재난대응체계 조사 분석 • 재난 통합대응체계 구축을 위한 세부과제 도출 및 로드맵 제시
	3	• 과제명: 거버넌스형 안전도시 포털시스템 설계 연구 • 연구자: 강병기 외 (2012) • 연구목적: 안전정보 통합 관리를 위한 DB 구축 표준모델 설계, 구축 및 운영방안 제시	• 현장조사 • 표준모델 설계 • 전문가 자문	• 안전관련 DB 구축 표준모델 설계 • 포털시스템 기본 설계 및 테스트베드를 활용한 시범진단
	4	• 과제명: 재난대피·구호 기술개발 상세기획 연구 • 연구자(년도): 김지태 외 (2013) • 연구목적: 재난 대피 및 이재민 구호 시스템 개선모델 개발, 재난 대피 및 이재민 구호 기술개발 연구추진계획 수립	• 재난 대피 및 이재민 구호 현황조사 • 국가 재난 대피 및 이재민 구호 시스템 개선모델 개발 설계 • 재난 대피 및 이재민 구호 기술개발 연구추진 계획 수립	• 재난 대피 및 이재민 구호 현황조사 • 국가 재난 대피 및 이재민 구호 시스템 개선모델 개발 및 설계 • 재난사례 시나리오 분석을 통한 정책·기술 과제 도출 • 재난 대피 및 이재민 구호 기술개발 연구추진 계획 수립
본 연구		• 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터의 재난 사례분석을 통한 국가재난대응 방안 모색	• 관련연구 검토 • 빅데이터 시각화 • 이원분산분석 • 교통시뮬레이션분석	• 모바일 빅데이터 특징과 연계한 재난유형 구분 • 공간유형별 재난 사례분석 • 재난유형별 단계별 정책활용방안 제시

	제 2 장 재난의 개념 및 관련 제도 검토	
--	---	--

2장은 본 연구에서 다루는 국가재난의 개념을 사전적 재난과 법적 재난의 개념 검토를 통해 정의하였다. 또한, 재난의 정책적 활용방안을 모색하기 위해 현재 재난관련 제도를 관련법과 관련계획 중심으로 살펴보았다.

1. 재난의 개념 및 유형

1) 개념

□ 과거와 현재의 재난

재난에 대한 정의는 시대에 따라 다르게 정의 내릴 수 있을 것이다. 과거의 재난의미는 사전적 의미로 파악할 수 있다. 재난의 영어적 표현은 불일치를 의미하는 dis와 별을 의미하는 aster의 복합어인 disaster로 고대 그리스어에서 유래한 것으로 그 의미는 불운한 별(bad star)이라고 한다. 이것은 별의 위치가 원래와 다르게 배열된 것으로 재앙을 예측하는데 사용한 것에서 유래한 것이라고 한다.⁸⁾ 현대의 재난은 태풍, 해일, 침수 등의 자연재난과 인명피해 위주의 사회재난을 포괄하는 개념으로 받아들여지며 현재 세계적으로 발생하고 있는 테러 및 전쟁으로 인한 재난까지 포함하는 개념으로 확장된 것이다.(조석현, 2015)

8) <https://en.wikipedia.org/wiki/Disaster> 내용을 참고하여 작성

□ 법적 재난개념

「재난 및 안전관리 기본법」 제3조(2014.12.30.)에서 재난은 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로 재난을 정의하고 있다. 「자연재해대책법」의 재난도 「재난 및 안전관리 기본법」에 준하여 정의하고 있다.

□ 특별재난구역

대통령은 「재난 및 안전관리 기본법」 제60조에 의거 특별재난지역을 선포할 수 있다. 동법에서 특별재난지역 지정요건은 다음과 같다. 첫째, 자연재난으로서 국고지원 대상 피해기준금액의 2.5배를 초과하는 피해 재난이다. 둘째, 사회재난의 재난 중 재난이 발생한 해당 지방자치단체의 행정능력이나 재정능력으로 재난 수습이 곤란할 경우이다.

최근 동법상의 특별재난구역으로 선포된 지역을 살펴보면 자연재난은 2013년 중부폭우(경기도 이천 등), 2014년 동남권 폭우(부산 등)이며 사회재난은 2012년 구미불산가스(경북 구미), 2014년 세월호 참사(안산)을 들 수 있다.

□ 본 연구의 국가재난 개념

앞서 검토한 재난의미와 특별재난구역 선포기준 등을 통해 본 연구의 국가재난을 다음과 같이 조작적으로 정의하고자 한다. 연구 내용에서는 재난과 국가재난을 구분하여 기술하지는 않았다. 본 연구 4장 사례분석의 재난유형은 대부분 규모가 큰 재난이라는 점에서 국가재난이라고 볼 수 있을 것이다.

⇒ 인위적 사고 또는 이상적 자연현상으로 인명피해 규모가 커
지역사회의 일상적 대응·복구 체계로 감당하기 어려운 재난

2) 재난유형

□ 학자별 분류

류충(1999)에 의하면 존스는 재난을 재해라고 표현하였고 재난을 자연재해, 준자연재해, 인위재해 3가지로 구분하였고 이중 자연재해를 지질, 지형, 기상, 생물학적 4가지로 더 세분하여 <표 2-1>과 같이 제시하였다고 한다.

<표 2-1> 존스의 재해분류

재해					
자연재해				준자연재해	인위재해
지구물리학적 재해			생물학적 재해	스모그현상 온난화현상 사막화현상 염수화현상 눈사태 산성화 홍수 토양침식 등	공해 광화학연무 폭동 교통사고 폭발사고 태업 전쟁 등
지질학적 재해	지형학적 재해	기상학적 재해			
지진 화산 쓰나미 등	산사태 염수토양 등	안개, 눈, 해일, 번개, 도난도, 폭풍, 태풍, 가뭄, 이상기온 등	세균질병 유독식물 유독동물		

자료. 류충. 1999

류충(1999)에 의하면 아네스는 인위재해분류를 고의성 유무에 따라 구분하고자 했으며 장기간 완만히 진행되거나 인명피해를 발생시키지 않는 일반 행정관리 분야의 재해는 제외하였다고 한다.

<표 2-2> 아네스의 재해분류

대분류	세분류	재해의 종류
자연재해	기후성재해	태풍
	지진성재해	지진, 화산폭발, 해일
인위재해	사고성재해	교통사고(자동차, 철도, 항공, 선박사고) 산업사고(건축물 붕괴) 폭발사고(갱도, 가스, 화학, 폭발물) 화재사고 생물학적 재해(박테리아, 바이러스, 독혈증) 화학적 재해(부식성물질, 유독물질) 방사능 재해
	계획적재해	테러, 폭동, 전쟁

자료. 전계서

□ 관련법상의 구분

「재난 및 안전관리 기본법」은 <표 2-3>과 같이 재난을 자연재난과 사회재난으로 구분하고 있다. 사회재난⁹⁾에는 화재, 붕괴, 환경오염 등이 있으며 자연재난에는 태풍, 홍수, 화산활동 등이 포함되어 있다.

<표 2-3> 「재난 및 안전관리 기본법」의 재난 구분

구분	의 미
자연 재난	태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사(黃沙), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해
사회 재난	화재·붕괴·폭발·교통사고(항공사고 및 해상사고를 포함한다)·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가·민생체계의 마비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산 등으로 인한 피해

자료. 재난 및 안전관리 기본법(2015.6.30. 시행) 제3조(정의)

□ 재난관리책임기관별 재난유형

소방방재청의 ‘재난관리책임기관 표준 매뉴얼’(2005)은 46개 주요 재난 책임기관의 담당 재난유형을 15개로 <표 2-4>와 같이 구분하고 있다. 산불, 숲일חק파리 같은 산림 관련 재난은 지방산리청 및 산림조합중앙회에서 관리해야 하며 교통시설 구조물 및 건축물 관련 재난은 지방국토관리청, 한국시설안전기술공단 등에서 관리하도록 규정하고 있다.

9) 기존 인적재난을 확장해 사회재난에 포함

<표 2-4> 재난관리책임기관별 재난유형

재난관리책임기관(46개)	소관 재난 유형(15개)
지방산림관리청, 산림조합중앙회	산불, 솔잎혹파리, 재선충, 벌목, 산사태 등으로 인한 재난
국립수의과학검역원, 국립식물검역소, 국립검역소	인체전염병 재난, 동물전염병 재난, 식물전염병 재난
유역환경청 또는 지방환경청, 한국수자원공사, 하천법 제22조의 규정에 의한 댐 등의 설치자(관리자포함), 홍수통제소	홍수 예경보 시설재난, 홍수 예경보 전파시설(대중매체)의 재난, 관로 펌프장, 질오염, 독극물환경오염, 홍수, 붕괴
지방국토관리청, 부산교통공단, 한국도로공사, 한국시설안전기술공단, 국립공원관리공단, 한국토지공사, 대한주택공사, 수도권매립지관리공사	공사현장재난, 포장 노후교량 및 구조물, 지하매설물, 건축물
지방항공청, 한국공항공사, 인천국제공항공사	항공재난(항공기사고) 및 풍수해(태풍, 호우, 대설, 해일)
지방노동청, 한국산업안전공단, 한국산업단지공단	산업(건설)현장재난(추락, 붕괴포함), 화재, 폭발, 독성물질누출, 석유화학공장 등 위험시설
지방해양수산청, 수산업협동조합중앙회, 항만공사	적조, 조수, 해안침식, 해양백화, 해수온도상승
시도의 교육청	화재, 시설물재난, 어린이안전, 재난발생시 수용시설로서의 기능
지방체신청(현 우정청)	시설물, 통신재난
한국철도공사, 한국철도시설공단, 지하철공사, 도시철도공사	화재, 탈선, 테러, 추돌, 정전, 붕괴, 교통사고, 화생방사고, 테러
한국전력공사, 한국가스공사, 한국가스안전공사, 한국전기안전공사, 한국환경자원공사	정전, 화재, 폭발, 가스시설 및 건축물, 매설배관
농업기반공사, 농업협동조합중앙회, 농수산물유통공사	시설물재난
한국방송공사, 방송법에 의한 재난방송사업자	방송통신상의 재난, 정전사태
한국원자력연구소, 한국원자력안전기술원, 원자력법에 의한 원자력발전관련시설관리기관	방사능누출, 정전, 누전
대한적십자사	재난구호

자료, 소방방재청, 2005

2. 재난관리 개념 및 단계

□ 개념

「재난 및 안전관리기본법」 제3조는 재난관리를 ‘재난의 예방·대비·대응 및 복구를 위하여 행하는 모든 활동’으로 규정하고 있다. 「자연재해 대책법」 제33조에서는 일반적으로 구분하고 있는 것처럼 재난관리 단계를 재난 발생전 예방 및 대비단계, 재난발생 후의 대응 및 복구단계로 총 4단계로 구분하고 있다. 동법 시행규칙 제14조는 각 단계별 행동요령을 <표 2-5>와 같이 제시하고 있다.

<표 2-5> 재난관리단계별 행동요령

구분	행동요령
예방단계	가. 자연재해위험개선지구·재난취약시설 등의 점검·정비 및 관리에 관한 사항 나. 방재물자·동원장비의 확보·지정 및 관리에 관한 사항 다. 유관기관 및 민간단체와의 협조·지원에 관한 사항 라. 그 밖에 국민안전처장관이 필요하다고 인정하는 사항
대비단계	가. 재해가 예상되거나 발생한 경우 비상근무계획에 관한 사항 나. 피해 발생이 우려되는 시설의 점검·관리에 관한 사항 다. 유관기관 및 방송사에 대한 상황 전파 및 방송 요청에 관한 사항 라. 그 밖에 국민안전처장관이 필요하다고 인정하는 사항
대응단계	가. 재난정보의 수집 및 전달체계에 관한 사항 나. 통신·전력·가스·수도 등 국민생활에 필수적인 시설의 응급복구에 관한 사항 다. 부상자 치료대책에 관한 사항 라. 그 밖에 국민안전처장관이 필요하다고 인정하는 사항
복구단계	가. 방역 등 보건위생 및 쓰레기 처리에 관한 사항 나. 이재민 수용시설의 운영 등에 관한 사항 다. 복구를 위한 민간단체 및 지역 군부대의 인력·장비의 동원에 관한 사항 라. 그 밖에 국민안전처장관이 필요하다고 인정하는 사항

자료. 자연재해대책법 시행규칙 제14조 내용정리

□ 재난관리의 유형

재난관리유형은 여러 부처와 기관이 관리하는 분산식과 일개 기관이 통합하여 관리하는 통합식으로 구분되며, 각 유형별로 책임범위와 활동범위는 다르다. 각 유형별 책임범위, 활동범위 등의 내용은 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 재난관리 유형

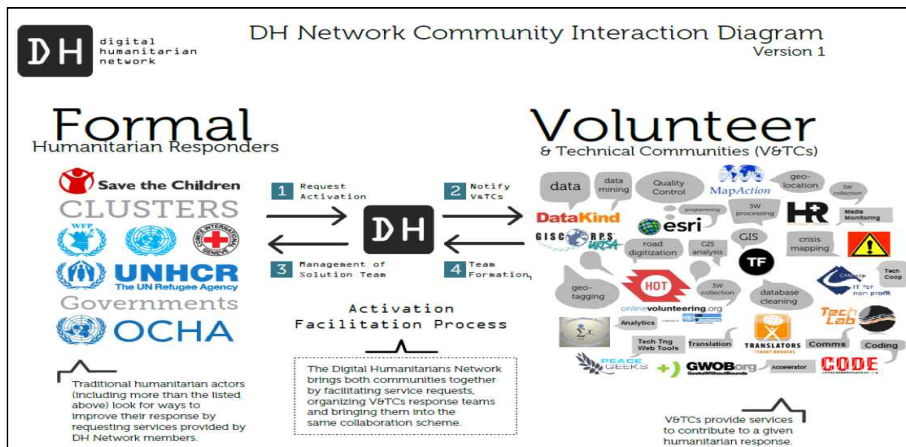
유형	분산식	통합식
관련부처 및 기관의 수	다수 부처 및 기관 관련	소수 부처 및 기관관련
책임범위와 부담	소관재난에 대한 관리책임, 부담분산	모든 재난에 대한 관리책임, 과도한 부담 가능성
활동 범위	특정재난에 대한 관리활동	모든 재난에 대한 관리활동
정보의 전달	정보전달의 다원화, 혼란우려	정보전달의 단일화, 효율적
재원마련과 배분	복잡(과잉, 누락)	간소
재난대응	대응조직 없음 (사실상 소방)	통합, 대응/지휘통제 용이(소방)

자료: 국립방재교육연구원, 2009

□ ICT를 이용한 재난관리

DHN(Digital Humanitarian Network)은 구글, ESRI 등의 대기업과 현지통신원들을 연계해 재난에 대응하고 있다. 민간기업의 기술과 자료, 현지 지원자와 재난구호기관을 연계하는 것이다. 최근 필리핀의 대형 대풍 발생, 에볼라 바이러스 등에서 활약하고 있다.

<그림 2-1> 재난발생시 DHN 역할



자료: DHN 홈페이지: <http://digitalhumanitarians.com/>

미국, 호주 등과 같이 자연재난이 많은 국가들은 모바일, 소셜미디어, 로봇, GIS 등의 ICT 기술과 빅데이터로 재난 및 국가안전 문제에 대응하고 있다.

<표 2-7> ICT를 활용한 재난관리 방안

구 분	재난대비 및 상황전파	재난 대응 및 복구지원
모바일	• 미국의 대국민경보시스템(PLAN6): 휴대전화 기지국을 이용, 재난지역에 맞춤형정보발송	• 유럽의 SMART WORKPAD
소셜 미디어	• 미국 트위터 지진감지기(TED7): 트위터글 중 지진 낱말을 토대로 지진의 위치정보를 파악하여 지진발생을 실시간 으로 전파 • 호주의 Emergency 2.0 프로젝트	• 아이티지진(2010) 발생시 상황인지를 위해 미국은 HSMDMI¹⁰⁾를 구축하여 대응, 복구와 재건을 지원
CCTV	• HD급 CCTV기술을 활용하여 현장영상을 수집 분석하여 사전에 재해나 재난을 예방	• 테러 현장주변 CCTV 영상검색으로 범인 검거
로봇	• 미국 국방부의 정찰로봇과 지뢰탐사 로봇 ‘에어리얼’ • 미국 나사의 솔로트랙: 해양탐사용 무인 잠수로봇(수심 500m까지 잠수)	• 2011년 일본 대지진 현장에 재난대응로봇을 투입하여 재난 구조활동 전개 • 영국의 FireSpy 로봇: 소방요원이 접근 불가능한 빌딩에 투입, 진화작업 수행
GIS	• 미국 맵플러 서비스: 2012년11월 허리케인 샌디 피해지역 주변의 이용가능한 주유소 지도정보 제공	• 일본 나가레도로: 피해지역 사람과 피해지역으로 이동하는 사람에게 이동참고 지도정보서비스
빅 데이터	• 싱가포르 RAHS: 빅데이터 기반의 해상상황인식 파악으로 해상테러/침투 등 안전 확보 • 영국 The Foresight HSC: 해수면상승, 해안침식 및 홍수 등 잠재적 위험에 대한 관리대책 마련 목적	• 국립재난안전연구원의 스마트 빅보드(Smart Big Board): 빅데이터 분석을 통한 재난대응 의사결정 지원

자료. 경기개발연구원. 2014

국내에서는 국립재난안전연구원이 빅데이터를 통합·분석해 재난에 대응하는 스마트 빅보드 초기 기술을 2013년도에 개발하였고 실용화를 위한 성능 고도화

10) Haiti Social Media Disaster Monitoring Initiative

작업 중이다. 현재 대전, 전남, 경북 3개 지자체를 대상으로 시범사업을 진행 중이다. 스마트 빅보드는 재난시 CCTV, 기상정보, 위성영상, 전자지도 정보, 재난이력 등의 디지털 정보를 통합해 현장의 상황을 모니터링 하고 분석하여 재난에 대응하는 재난관리 시스템이다.(최우정 외. 2013)

<그림 2-2> Smart-Big board의 개념



자료, 최우정 외. 2013.

3. 재난관련 제도

□ 재난관련 법률

국내의 재난관련 제도는 2004년 3월에 제정된 「재난 및 안전관리 기본법」 과 「자연재해대책법」 , 「소방기본법」 등이 있으며 각 법의 목적은 <표 2-8>과 같다.

<표 2-8> 재난관련 국내 법률

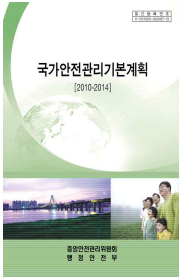
구분	제정	제정목적
재난 및 안전관리 기본법	2004년 3월 제정	• 우리나라 방재 관련 기본법으로 자연재난과 인적재난으로 이원화되어 있던 기존 개념을 통합하고, 국가 재난관리 시스템의 기본 틀을 구축하기 위한 법적 근거 마련
자연재해 대책법	1995년 12월 제정	• 자연재난의 예방, 대비, 대응, 복구 체계 혁신을 위한 신규 제도의 도입을 위해 필요 사항을 규정
소방 기본법	2003년 5월 제정	• 화재를 예방·경계·진압하고 재난 및 그 밖의 위급한 상황에서 구조·구급활동을 통하여 국민의 생명·신체 및 재산을 보호함으로써 공공의 안녕질서 유지와 복리증진에 이바지함

자료, 관련법 참조하여 정리

□ 재난관련 법정계획: 국가안전관리 기본계획(2010)

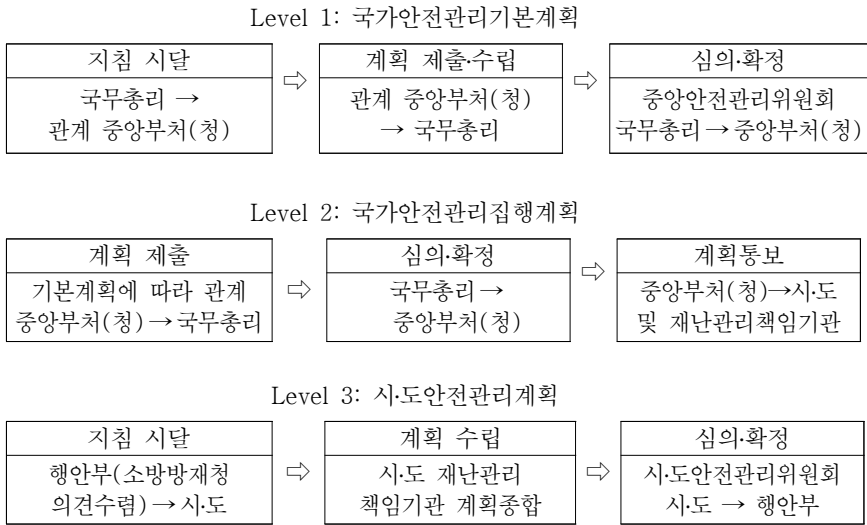
동 계획은 5년 마다 작성하는 기본계획과 이를 바탕으로 매년 작성하는 중앙행정기관의 집행계획과 지자체의 시도 및 시·군·구 안전관리계획, 그리고 재난관리 책임기관이 작성하는 세부시행계획 등으로 이루어진다. 1977년부터 방재계획(자연재난중심계획)을 수립하고, 1996년부터는 국가재난관리계획(화재, 폭발 등 인적재난중심계획)을 수립하여 운영하고 있다. 2004년 「재난 및 안전관리기본법」 제정에 따라 국가안전관리 기본계획을 수립하였다. 동 계획은 상위기관이 지침을 전달하고 이 지침대로 하위기관이 계획을 수립하여 취합 정리하여 고시하는 형식으로 작성되었으며 기본계획 ⇒ 집행계획 ⇒ 시도 및 시군구안전관리계획 순으로 수립하도록 되어있다.

<표 2-9> 제2차 국가안전관리 기본계획 주요내용

표지	주요내용	
	• 안전의식 제고를 위한 기반 구축 • 교육·홍보를 통한 국민 안전 의식 강화 • 민관협력을 통한 자원의 효율적 활용 • 사회 각 영역에 안전디자인 적용 확대 • 재난 및 안전관리 기반 확충 • 재난 취약계층에 대한 생활안전 강화 • 종합적 안전사고 예방 대책 추진	• 안전도시 사업 추진 • 재난으로부터 안전한 기업 경제활동 지원 • 민간기업의 재난안전관리사업 참여 활성화 • 국가기반시설 보호와 안정적 관리 • 통합적·포괄적 상황관리 체계 구축 • 재난 대응복구의 실효성 확보 • 기후변화대비 재난안전 강화 • 재난·안전 평가를 통한 환류

자료. 행정안전부. 2010

<표 2-10> 위계별 안전관리계획 수립절차



자료: 전게서

□ 시사점

국내 재난관련 제도는 위험시설물관리와 안전의식 제고에 집중하여 왔다. 특히, 자연재난에 대해서는 자연재해 대책법 등의 제도적 장치가 있고 기관별 역할분담도 구분되어 있다. 현재 재난관련 제도는 태풍이 언제 발생해 이동경로가 어떻게 변하는지에 대한 정보파악은 가능하지만 태풍으로 인해 피해를 입을 수 있는 지역의 인명에 관련된 정보는 거주인구 밖에 없는 실정이다. 만약, 태풍이 갑작스럽게 경로를 변경해 인파가 많은 해수욕장을 통과할 경우 현재로서는 사이렌을 통해 대피방송을 할 수 밖에 없는 상황이며 해수욕장 활동인구의 규모나 연령별 분포, 분포위치 등을 파악해 신속히 대응조치를 할 수 있는 정보는 마련하기 어려운 실정이다. 재난피해를 줄이기 위해서는 자연재난 경보시스템, 시설물 관리도 중요하지만 선제적 조치로 인적피해를 줄이기 위해서는 잠재적 위험시설 주변의 활동인구를 상시적으로 모니터링 할 수 있는 방안도 제도적으로 강구할 필요가 있다.

	제 3 장 스마트 셀의 재난분야 활용성	
--	--------------------------------------	--

3장은 기존연구에서 정립한 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터의 개념을 살펴보고 이 자료의 특성과 한계에 대해 기술하였다. 또한, 스마트 셀 자료에 대한 신뢰성과 차별성을 검토하여 자료의 적정성을 판단하고자 하였다. 재난단계별, 영향변수별 활용방안을 제시하고 스마트 셀 자료의 특징이 시간적 공간적 해상도가 높다는 점에 착안하여 사회재난과 자연재난 유형을 구분하였다.

1. 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터 개요

1) 스마트 셀 개념¹¹⁾

스마트-셀(Smart-cell)¹²⁾이란 실시간 셀 단위로 집합화된 개인의 시간대별 위치 정보를 의미하며 집합화된 개인활동 정보를 공간정보와 연계하여 파악가능하다는 점에서 주간 행정수요¹³⁾ 파악, 재난관리 등 다양한 분야에 활용 가능한 특징이 있다고 할 수 있다. 스마트 셀 정보는 개인의 모바일 폰 정보에 기반 하지만 셀

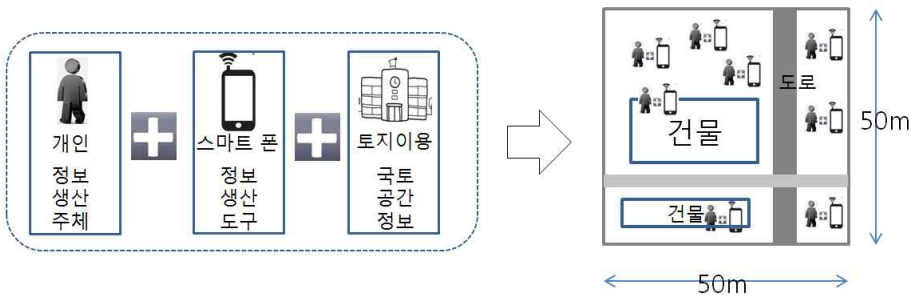
11) 김종학 외(2014)내용을 참고하여 작성

12) 본 연구는 스마트 셀 용어를 각 문장에 맞게 스마트 셀 또는 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터, 모바일 빅데이터로 혼용하여 사용

13) 낮 시간대 행정구역내의 활동인구(타 지자체 유입인구 포함)

단위로 집계화 하여 개인정보를 삭제하므로 개인정보 유출은 없다고 할 수 있다. 예를 들어 월요일 21시에 강남 논현동의 음식점과 맥주집이 밀집한 200번 스마트 셀에 30-40대의 남성들이 100명 있다는 정보만 알 수 있지 100명 의 각 개인 정보는 알 수 없도록 구성되어 있다. <그림 3-1>은 이러한 스마트 셀을 개념도로 설명하고 있다.

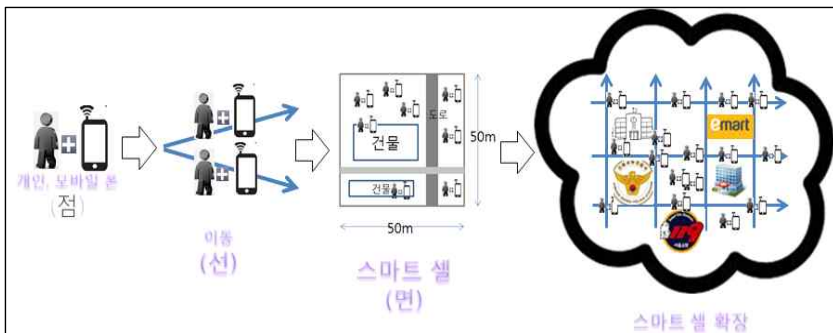
<그림 3-1> 스마트 셀의 개념



자료. 김종학 외. 2014

스마트 셀 기반 모바일 빅데이터의 생산은 <그림 3-2>와 같이 모바일 폰 이용자인 개인(점)이 이동(선)을 통해 특정 스마트 셀로 진입진출을 통해 공간으로 퍼지면서 다양한 개인 공간정보를 표출하는 과정을 거친다.

<그림 3-2> 스마트 셀의 정보생산 과정

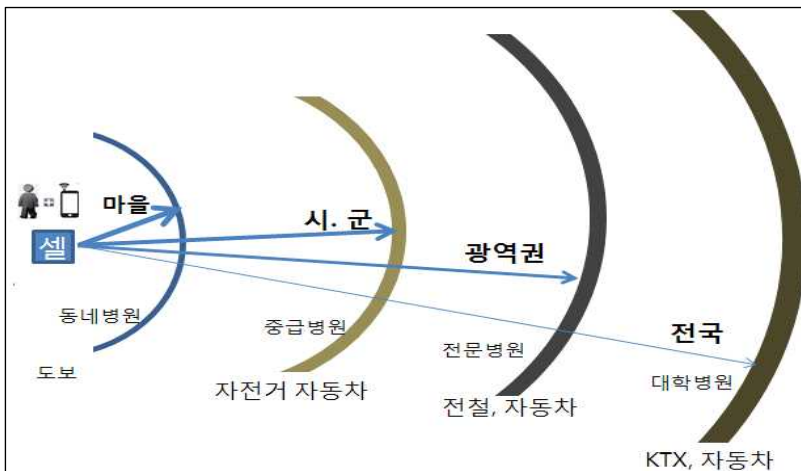


자료. 전계서

스마트 셀 기반 모바일 빅데이터는 정적정보와 동적정보로 구분할 수 있다. 정적정보는 셀 위치 및 토지이용정보와 같은 고정 정보이고 기지국 자료를 근거로 생산되는 유출입 인구수와 연령, 성별, 원거주지 분포 등의 인구통계학적 특성 정보 등은 동적정보로 볼 수 있다.

스마트 셀 개념을 공간적으로 확장한다면 <그림 3-3>처럼 작게는 아파트 단지는 마을에서, 구, 광역권 등 까지 확장 가능하므로 다양한 형태의 국가재난 영향범위에 제약 없이 활용가능 할 것으로 보인다.

<그림 3-3> 스마트 셀의 공간확장

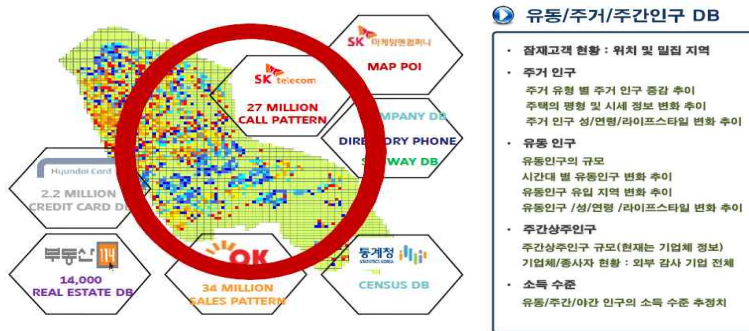


자료: 전계서

2) 모바일 빅데이터 구축

본 연구는 통신사(SKT)로부터 개인정보가 삭제된 자료를 구득해 지리정보와 연계하여 활용하였다. 통신사 제공 자료는 기지국 기반의 셀 단위 집계자료로 이루어졌고 모바일 폰 로그인 원시자료를 가공하여 한달 전 자료를 생산하고 있다. 하지만, 현재 내부적으로 준 실시간 자료 생산시스템을 구축 중으로 향후에는 본 연구에서 가정된 실시간 자료 구축이 가능할 것으로 보인다.

<그림 3-4> 스마트 폰 데이터 수집 형태 및 제공정보



자료. 전계서

SKT의 모바일 빅데이터는 현재 한달 주기로 유동인구 자료를 성비율, 연령비율, 유입지 정보를 포함하여 생산하고 있으며 <표 3-1>과 같이 크게 2단계의 단계를 거치며 생산방법은 SKT 기술원의 로그인 정보를 가공하여 SKT 지오비전에서 셀 단위로 생산하고 있다. 현재 데이터 생산에는 수일의 시간이 필요하며 하둡(Hadoop) 시스템 적용 시 시간단위 생산이 가능한 것으로 알려져 있다.

<표 3-1> 모바일 빅데이터 생산단계

단 계	내 용
STEP 1	시간당 8TB의 전국 모바일 폰 로그인 정보에서 개인정보를 삭제하고 유니크한 정보(활동인구)만 선택
STEP 2	기지국 단위 모바일 폰 로그인 정보를 셀 단위 활동인구를 파악

본 연구는 SKT에서 제공한 원시 모바일 빅데이터 정보를 지리정보와 연계시키기 위해 기존 지리 및 재난정보와의 구조화 작업을 통해 분석자료를 구축하였다. 구조화 작업의 대부분은 좌표체계 일치와 특정 시설물과 모바일 빅데이터의 연계를 위한 데이터의 공간조인(spatial join) 작업을 수행하였다.

2. 스마트 셀기반 모바일 빅데이터 특성 및 한계

스마트 셀 기반 모바일 빅데이터가 모든 재난유형에 적용될 수는 없으므로 어떤 재난유형의 어느 관리단계에서 활용도가 높은지를 파악하기 위해 이 자료의 특성과 한계에 대해 살펴보았다.

1) 특성

□ 특성1: 적용가능 공간위계의 다양성 (공간적 고 해상도)

첫 번째 특성은 적용가능한 공간적 위계가 다양하다는 점이다. 셀 단위 자료로 작게는 아파트 단지에서 크게는 광역권 까지 공간위계 구분에 크게 구애받지 않고 적용 가능하다. 이러한 특징 때문에 개별공장 유독물질 유출은 물론 피해 범위가 광범위한 원전방사능 유출 등에도 적용 가능성이 있다.

□ 특성2: 정보 구축의 상시성 (시간적 고 해상도)

두 번째 특성은 모바일 폰 사용에 근거해 자료를 구축하기 때문에 실시간 정보수집 및 구축이 가능하다는 것이다. 통계자료는 조사 기간에 한정된 현상을 나타내지만 모바일 빅데이터는 자료수집 체계의 자동화로 계절별, 월별, 요일별, 시간대 등 분석이 가능하다. 이러한 정보 구축의 상시성은 유사시 발생 할 수 있는 각종 재난에 상시적으로 대응 가능하다.

□ 특성3: 거주인구에서 동적 활동인구로의 대체성

세 번째 특성은 해당지역의 활동인구 정보 파악이 가능하다는 점이다. 이 자료에서 파악 가능한 인구특성 정보는 활동인구 규모, 성별, 연령별 분포, 활동인구의 거주지와 직장지 정보 등이 있다. 사스(SARS)와 메르스(MERS) 등의 감염병, 가축전염병 발생 시 활동인구의 원거주지를 통해 감염원의 공간적 확산을 파악 할 수 있다는 장점이 있다.

2) 한계

□ 한계1: 야간시간대 적용

앞서 기술한 것처럼 모바일 폰 사용에 근거해 자료가 생성 되므로 기지국을 경유한 모바일 폰 사용건수가 줄어드는 새벽시간대는 적용의 어려움이 있다. 하지만, 최근 스마트 폰의 경우 특정 백그라운드 어플리케이션이 시간단위로 기지국과 통신을 하는 경우가 많아 이러한 한계는 점차 줄어들 것으로 보인다.

□ 한계2: 지하, 해상재난 적용

기지국이 있는 육상(섬포함)지역의 활동인구를 알 수 있으며 해상이나 통신 불능 지역의 재난에는 적용이 어렵다. 지하공간 활동인구 정보는 중계기로 통신이 이루어져 현재 시설로는 파악이 쉽지 않다. 중계기에 저장기능을 추가하면 가능하지만 산악지역은 기지국 설치를 위한 철탑 건설이 필요하며 일부 국립공원의 경우 기 설치된 기지국을 이용해 파악이 가능하다.

□ 한계3: 실시간 대응성

현재 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터는 1달 전 자료를 생산하고 있어 실시간 대응을 위해서는 시스템 구축이 필요하다. 최근, 통신사 내부적으로 준 실시간 자료 구축을 위한 시스템을 구축 중이며 이 정보는 국민안전처 등에서 먼저 사용할 것으로 보인다. 본 연구는 한계3에 대해 모바일 빅데이터가 실시간 구현이 가능하다는 전제하에 연구를 진행하였다.

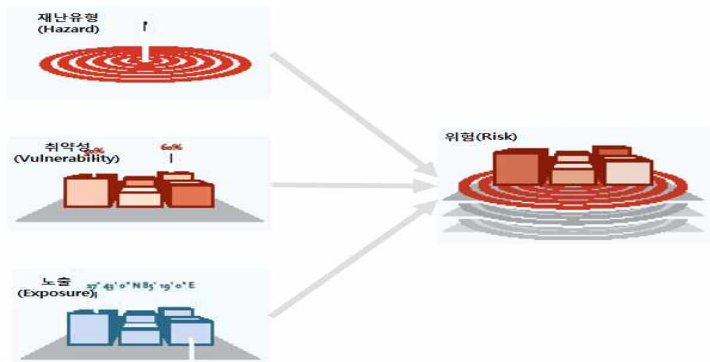
3. 재난관련 모바일 빅데이터의 활용방향

활용방향 도출을 위해 정보측면에서 모바일 빅데이터의 차별성과 재난영향 요인 변수별로 적용가능성을 검토하였다. 또한, 재난유형별 활용방안을 모색하고자 모바일 빅데이터의 특징을 고려해 재난을 자연재난과 사회재난을 각각 3가지로 구분하였다.

1) 재난 위험의 결정요인

재난의 위험은 <그림 3-5>처럼 재난의 유형과 재난에 취약한 시설물, 장소, 그리고 재난에 노출된 인적규모에 따라 그 위험규모가 정해진다고 볼 수 있을 것이다.

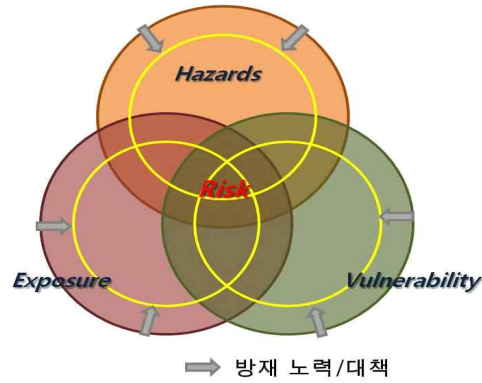
<그림 3-5> 재난시 피해규모 영향요인



자료: GFDRR, 2014. 를 참조하여 재작성

재난 시 위험을 줄일 수 있는 방법은 재난유형에 따른 재난 취약성과 재난에 노출된 위험요인을 체계적인 노력과 대책으로 줄여나가는 것이다. <그림 3-6>은 상호연관성을 가지는 위험영향요인 3가지의 에 대한 방재노력과 대책으로 위험을 감소시키는 개념을 나타내고 있다.

<그림 3-6> 위험 영향요인별 감소노력



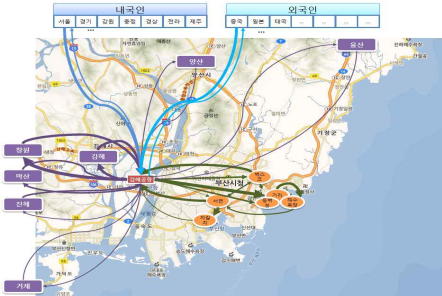
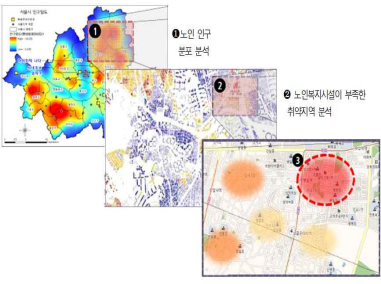
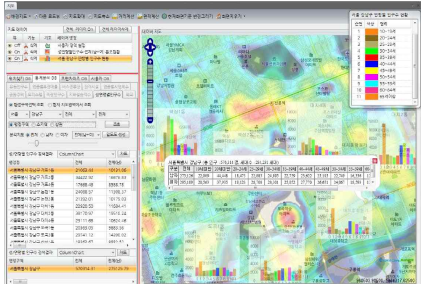
자료. 한국건설교통기술평가원. 2012.

2) 모바일 빅데이터의 신뢰성 및 특성 검토

□ 모바일 빅데이터 적용사례 및 신뢰성

2014년 부산시는 점차 감소하는 거주인구를 극복하는 방안으로 타 지역에서 유입해 활동하는 인구를 모바일 빅데이터를 이용해 서비스 인구 산정 방법을 개발하였고 동년 10월 통계청으로부터 국가공식 통계로 승인받았다. 부산시 서비스 인구는 본 연구의 활동인구 개념과 유사하며 개개인이 위치하고 있는 기지국 기반의 모바일 빅데이터를 사용하고 있다. 향후 부산시는 타 지역 유입으로 인한 행정수요 증가와 지역 상권 분석 등이 가능하도록 부산시 소지역 인구통계를 작성하여 제공할 계획을 가지고 있다.

<표 3-2> 부산시 모바일 빅데이터 활용방안

구분	내 용
 유출입 인구산정	 김해공항 이용자 분석
 노인 복지시설 입지	 상권분석

자료, 부산시 홈페이지 :www.busan.go.kr/Download

김종학 외(2014)는 모바일 빅데이터의 활동인구 자료와 상주인구, 3차 산업 사업체수 및 종사자수 등 주간활동과 관련된 변수와의 상관관계를 검토하였다. 검토결과, 모든 변수에서 유의수준 1%내의 통계적 유의성을 보이는 것으로 나타났다.

<표 3-3> 활동인구와 주요변수와의 상관관계

구분	모바일 빅데이터 활동인구	상주인구	사업체수	종사자수
활동인구	1.000	0.752	0.913	0.890
상주인구	0.752	1.000	0.669	0.457
사업체수	0.913	0.669	1.000	0.910
종사자수	0.890	0.457	0.910	1.000

자료, 김종학 외, 2014.

또한, 김종학 외(2014)은 숙박 및 음식점업, 보건업 및 사회복지 서비스업 등의 산업별 사업체수와 종사자수와 모바일 빅데이터와의 상관성을 분석하여 두 변수간의 상관성이 높다는 것을 제시하였다.

<표 3-4> 활동인구와 3차 산업과의 상관관계

구분	기준	
	사업체수	종사자수
숙박 및 음식점업(55~56)	0.922	0.932
부동산업 및 임대업(68~69)	0.972	0.906
교육 서비스업(85)	0.836	0.798
보건업 및 사회복지 서비스업(86~87)	0.924	0.924
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업(90~91)	0.858	0.785
협회 및 단체, 수리 및 기타 개인 서비스업(94~96)	0.868	0.965

자료: 전계서

□ 기존 인구자료와 모바일 빅데이터의 활동인구와의 차별성

현재 재난대비 및 대응은 스마트 빅 보드 등 정보통신기술과 빅데이터를 활용하려는 추세이다. 하지만, 인적재난 정보는 통계청의 거주인구 자료만 있는 실정이며 동 단위 수준으로만 파악이 가능한 실정이다.

통계청은 5년마다 전수 조사하는 거주인구와 매월 3.2만 가구를 샘플로 조사하는 경제활동인구가 있다. 지자체로는 서울시가 주요 보행로 중심으로 매 4년마다 2,000개 지점에서 3일간 보행교통량 조사를 시행하고 있다. 민간기관으로는 통신업체인 SKT가 매월 50m² 단위의 활동인구를 일별, 시간대별로 집계하여 유료로 제공하고 있다. 대규모 재난 발생시 요구조자의 규모 추정이 가능한 자료는 5년마다 집계구 단위로 전수 조사하는 통계청의 거주인구가 유일한 하다고 보아도 과언이 아닐 것이다. 하지만, 통근, 통학, 여가 등으로 거주지역 이외에서 활동하는 인구가 많다는 점에서 주간 또는 초저녁에 발생하는 재난지역 요구조자 규모를 파악하는 데는 한계가 있다. 현재 모바일 빅데이터는 매월단위로 집계하고 있지만 하둡(Hadoop)과 같은 빅데이터 가공 시스템 구축한다면 시간단위 구축도 가능할 것으로 보인다. 특히, 미시공간의 활동인구를 시간대별로 파악가능하다는 장점이 있다.

<표 3-5> 모바일 빅데이터와 기존 인구자료와의 차이점

구분	통계조사			모바일 빅데이터
	통계청 경제활동인구	통계청 인구총조사	서울시 유동인구	SKT 활동인구
조사범위	전국	전국	서울시	전국
조사방법	샘플링: 전국 3만2천가구	모집단 조사 심층면접 20% 가구만 조사	2000개 지점 보행교통량 , 3일간 조사	모바일 폰 기지국 자료 가공
조사범위	시도별	전국 집계구별	서울시 구별	50m ² 단위
시간범위	일평균	일평균	일평균	월, 매일, 시간
집계시기	매월	매5년	매4년	매월

소규모 건물이나 건물일부에서 발생하는 화재나 가스폭발 사건에는 모바일 빅데이터 적용없이 119 또는 소방대원이 출동하여 구조 활동을 하면 될 것이다. 그러나 서울 명동과 같이 상가들이 밀집하고 보행인구와 관광인구가 혼재된 지역의 대규모 재난 발생 시 요구조사 규모를 추정할 수 있는 자료는 상당히 미흡한 실정이다. 도심에서 주간에 발생하는 재난에 대해 통계청 인구자료는 거주지역이 아니기 때문에 적용이 어렵고 경제활동인구는 샘플링 조사이면서 시도 단위로 집계되어 활용이 어려운 실정이다. 또한, 서울시에서 조사하는 보행교통량 자료는 건물 안 사람은 제외되었으므로 공간적 분포 파악이 어려워 재난이 활용하는데 제약이 있을 것으로 보인다.

<그림 3-7> 서울 명동입구 활동인구 모습과 모바일 빅데이터



□ 육하원칙 하에서의 활용가능성

재난초기 골든타임 동안의 신속하고 신뢰도 높은 재난상황정보는 인적, 물적 피해 최소화를 위해 중요하며 이 정보는 육하원칙 하에 제공될 때 그 효용성이 높을 것이다. 스마트 셀 기반의 모바일 빅데이터로 파악 가능한 육하원칙(5W1H)의 재난정보는 다음과 같다. 먼저, 어떤 성별의 연령대 사람들(who)이 재난 발생 지역에 있는지를 알 수 있다. 이 정보는 재난지역에서 위험에 처한 것으로 추정되는 요구조자의 규모 및 남녀비율 그리고 연령대 분포 파악이 가능하다. 두 번째 정보는 지리정보와 연동되므로 활동목적(what)이 여가, 업무, 교육 등인지를 알 수 있다. 또한, 모바일 빅데이터 정보는 시스템 구축이 실시간(when)으로 위치(where)파악이 가능하기 때문에 초기대응 정보로서의 활용도가 높다. <그림 3-8>은 모바일 빅데이터가 육하원칙의 정보제공이 가능한지를 검토한 내용을 나타내고 있다.

<그림 3-8> 스마트 셀 정보로 파악 가능한 재난정보

5W1H(육하원칙)	스마트 셀 특징	재난대응 활용	예시(소평을 불피)
Who(누가)	성별, 연령대별 활동인구	요구조자 규모 및 특성 파악	요구조자 규모: 3000명 특성: 남성 1000, 여성 2000 연령: 남70대 200, 여60대 100 등
What(무엇을)	셀 주변 토지이용 정보 집, 직장 주소지 정보	활동내용 추정	음료구매 및 상주 근무자 업무
When(언제)	실시간 활동인구 자료	재난위험 상시 대응 가능 야간보다는 주간에 활동성 높음	재난발생 시점: 5.3(일) 17시 활동인구 정보
Where(어디서)	50m 단위의 위치정보	미시공간 단위 활동인구 파악	0000 소평을 (완공연도, 설계도면)
Why(왜)	셀 주변 토지이용 정보 집, 직장 주소지 정보	활동목적 추정	쇼핑 및 근무
How(어떻게)	셀 주변 토지이용 정보 집, 직장 주소지 정보	개략추정	쇼핑을 위해 걷다가

□ 모바일 빅데이터 특성을 고려한 재난의 유형구분

모바일 빅데이터는 시공간 해상도가 높은 활동인구 정보이므로 시간적, 공간적 제약이 타 데이터에 비해 적을 것으로 보인다. 모바일 빅데이터의 재난활용 방안을 모색하고자 자연재난과 사회재난 유형을 모바일 빅데이터의 시공간적 특성에 부합하게 구분하고자 하였다. 모바일 특성에 부합하는 재난의 유형은 시간, 공간, 피해규모로 구분 될 수 있다. 시간적 요소는 지속시간과 예측가능성으로 세분화 될 수 있으며, 공간은 재난의 파괴력과 영향권역, 피해는 인적피해와 물적피해로 구분된다고 보았다.

<그림 3-9> 재난특성과 모바일 빅데이터 관계



자연재난 중 태풍, 호우 등은 예보가 가능하며 수일이상 지속시간을 유지하면서 넓은 지역에 큰 파괴력으로 물적·인적 피해를 유발시키는 재난으로 파악해 자연재난 유형1로 구분하였다. 또한, 폭염이나 한파와 같이 높은 파괴력을 가지지는 않지만 넓은 지역에 걸쳐 일상에 많은 불편을 초래하는 재난은 자연재난 유형2로 구분하였다.

마지막으로, 우리나라에서 발생 확률은 낮지만 예측이 어렵고 높은 순간 파괴력으로 인적 물적 피해를 유발하는 지진, 화산폭발 등은 자연재난 유형3으로 구분하였다.

사회재난 중 감염병, 가축전염병 등과 같이 예고 없이 발생과 거의 동시에 장기간에 걸쳐 불특정 지역에 퍼지는 재난은 사회재난 유형1로 구분하였다. 또한, 예고 없이 발생하는 대형화재, 폭발, 환경오염 등은 사회재난 유형2로 구분하였다. 예측이 어렵고 단 몇 초간의 파괴력으로 많은 인적 물적피해를 유발하는 건축물 붕괴, 사회기반시설 붕괴 등은 사회재난 유형3으로 구분하였다.

<표 3-6> 모바일 빅데이터 특징을 고려한 재난의 유형 구분

재난 유형			특징
자연재난	유형 1	태풍, 호우, 해일, 강풍 등	예보가 가능하며 수일 이상 지속되면서 넓은 지역에 높은 순간 파괴력으로 인적·물적 피해 발생
	유형 2	폭염, 한파, 가뭄, 대설 등	일기예보를 통해 예측이 가능하며 수일 또는 수개월 이상 지속되면서 넓은 지역에 걸쳐 인적피해를 유발
	유형 3	지진, 화산폭발 등	예고 없이 짧은 시간에 높은 순간 파괴력으로 넓은 지역에 걸쳐 강도 높은 인적·물적 피해 발생
사회재난	유형 1	감염병, 가축 전염병 등	예고가 불가능하고 짧은 기간에 수주 또는 수개월 동안 넓은 지역에 걸쳐 인적, 물적피해를 유발
	유형 2	대형화재, 폭발, 화생방, 환경오염사고 등	예고 없이 몇 시간 동안의 높은 파괴력으로 넓은 지역에 인적위주의 피해를 유발
	유형 3	대형건축물붕괴, 사회기반시설파괴 등	예측이 어려우면서 단 몇 초간의 고 파괴력으로 인구밀집지역에 강도 높은 인적, 물적 피해를 유발

3) 재난분야 활용방향

(1) 단계별 활용방향

앞서 살펴본 모바일 빅데이터의 특징과 기존정보와의 차별성을 근거로 재난분야 활용을 위한 기본방향을 제시하고자 한다. 활용방향은 재난발생 시점을 기준으로 대비(발생전), 대응(발생중), 복구(발생후)로 구분하였다.

□ 재난대비 단계

모바일 빅데이터는 재난 대비단계에서 기 구축 위험정보와 그 주변 활동인구를 체계적으로 모니터링하여 피해 규모를 최소화하는데 활용될 수 있다. 일례로 국민안전처 생활안전지도의 산사태, 화재, 교통사고 등의 재난정보와 연계 시 잠재위험지역의 체계적 활동인구 모니터링이 가능할 것이다. 최단 시간내 활동인구 대피를 위해서는 사전에 인구밀집시설에 대한 대피 시뮬레이션이 필요하며 이 경우 대피규모는 모바일 빅데이터로 파악가능하기 때문이다.

또한, 잠재적 재난발생 지점의 상세정보를 이용해 대피경로 계획 수립, 대피장소 확보 등에 대한 사전적 준비 계획에 활용할 수 있을 것이다. 대피계획이 실제 적용되기 위해서는 재난의사 결정자와 실무자들이 직접 시뮬레이션에 참여하여 모의 판단하는 경험의 필요하다. 부가적으로 전염병, 사회시설 붕괴 등과 같이 재난피해가 확산될 가능성이 있는 지역 2차 영향권 설정 시에도 활용 가능할 것으로 보인다.

□ 재난 대응단계

모바일 빅데이터는 재난 발생시 현장 중심의 구조 활동으로 인명과 재산의 피해를 최소화하기 위해 실시간 상황관리를 지원하는데 활용될 수 있을 것이다. 대응단계에서는 대비단계 활동인구 모니터링 정보를 기반으로 골든타임과 진행단계에서 필요한 예보 및 경보발령, 대피, 상황 전파, 현장수습, 인명 수색 및 구조, 이재민 수용 등의 대응에 적용될 수 있다. 대피 단계에서 재난관리 기관인 중앙,

광역시도, 기초 시군구 담당자들의 신속한 협의 도출을 위해서는 일관된 정보 제공이 필요하다.

□ 재난 복구단계

복구 단계에서 모바일 폰의 신호가 살아있다면 실종자 위치를 추적하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 전체 이재민의 규모, 대피장소 마련 및 배분계획에도 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 보인다.

<표 3-7> 재난관리 단계별 활용방향

단 계	활용방향
대비	재난시 인명피해 최소화 하는데 필요한 상시 활동인구 모니터링 및 대피 시뮬레이션 훈련
대응	활동인구 모니터링 결과를 기반으로 직접 취하는 구조 및 대피행동관련 의사결정 정보 제공(요구조자 규모, 인적구성, 위치 등)
복구	재난이전 상태로 되돌리는 장기적 절차로 인명수색 및 구조

(2) 재난영향 변수별 활용방향

소방방재청(2014)이 재난대비 표준서식에서 제시한 재난 시 고려되는 발생일시, 장소, 피해 등의 변수를 대상으로 모바일 빅데이터의 활용가능성을 <표 3-8>과 같이 살펴보았다. 살펴본 결과, 모바일 빅데이터는 셀 단위 자료로 기존 동단위 상주인구로 파악하기 어려웠던 재난 발생시설과 위험지형의 활동인구 규모를 파악할 가능성이 있는 것으로 사료된다. 인적피해 규모에서 기존에는 불확실한 정보로 피해규모를 추정한데 반해 상세정보로 재난발생 단계에서 인적피해 규모를 파악할 수 있을 것이다. 특히, 연령대별 자료를 이용하여 노약자 계층 활동인구 규모를 추정할 수 있는 장점이 있다. 또한, 메르스조류독감과 같은 전염성 질병의 2차 확산피해 지역을 추정할 수 있다는 점에서 사회재난 활용가능성이 높을 것으로 보인다.

<표 3-8> 재난변수별 적용가능성

구분	재난 변수		적용방향
발생 일시	〇〇년〇〇월 〇〇일〇〇시	☐ 주중 ☐ 주말 ☐ 공휴일 ☐ 아침 ☐ 낮 ☐ 밤 ☐ 새벽	요일에 상관없이 주야간 활동 시간대 적용가능성 높음
발생 장소	- 행정위계	〇〇도(시) 〇〇구(군) 〇〇동(리) 〇〇로 〇〇번지 일대	〇〇번지 〇〇셀 단위 정 보 파악가능
	- 대상시설	☐ 주상복합 ☐ 건축물 ☐ 공동주택 ☐ 문화시설 ☐ 집회시설 ☐ 대형건물 ☐ 대형고층건물	동단위 상주인구로 파악 이 어려웠던 건물주변 활 동인구 파악가능
	- 지형	☐ 산지 ☐ 구릉지 ☐ 평지 ☐ 해안 ☐ 산악	셀 단위 정보로 상세지형 정보 제공가능
물적 피해	- 피해상황	☐ 건물 손상 ☐ 건물 붕괴 ☐ 사회기반시설 손상 ☐ 사회기반시설 붕괴	셀 단위 지리정보로 피해 상황 상세파악 가능
	- 피해범위	☐ 개 기초자치단체 ☐ 개 광역자치단체	셀 단위 피해 확산범위 상 세파악
인적 피해	- 피해경중	☐ 사망 ☐ 부상 ☐ 실종	발생단계에서 요구조자 피해규모 추정
	- 노약자	☐ 영유아 ☐ 고령자 ☐ 장애인 ☐ 10대학생	발생단계에서 요구조자 피해규모 추정(영유아 제외)
	- 이재민	☐ 명 (☐ 가구수)	발생단계에서 이재민 규 모 추정
2차 피해	- 자연재난	폭우 시 산사태, 폭염시 의식불명	2차 피해 규모 추정
	- 사회재난	메르스, 조류독감 등	전염병 등의 전파가능 사 회재난의 2차 피해 가능 지역 추정가능

자료, 소방방재청(2014)을 참고하여 제작성

	제 4 장 스마트 셀을 활용한 재난관리 사례분석	
--	--	--

스마트 셀을 활용한 재난관리 사례분석

3장에서 앞서 살펴본 모바일 빅데이터의 특징과 재난시 활용방향을 기반으로 본 연구의 사례분석 재난유형과 공간적 범위를 선정하였다. 그 동안 자연재난 관리는 많은 연구가 있었으나 인구가 밀집된 도시지역의 인명피해 관련 재난에 대한 연구는 미흡하여 인구밀집시설의 사례 분석을 시행하였다.

1. 사례분석 지역 및 재난유형 선정

3장에서 살펴본 모바일 빅데이터의 특징을 고려한 재난유형과 재난 시 활용방향을 기반으로 본 연구의 사례분석 재난유형과 공간적 범위를 선정하였다.

사례분석 재난유형은 사회적으로 관심이 있으면서 데이터 구득이 가능한 자연 및 사회재난을 선정하였고, 공간적 범위는 전국, 시도, 구, 집단건물 등으로 구분된다. 사례분석 자연재난은 지진(자연재난 유형3), 폭염·침수(자연재난 유형2)를 분석하였고, 사회재난은 유형1(전염병), 유형2(전철역 테러), 유형3(건축물 붕괴) 등에 대해 실시하였다. 또한 3장에서 기술한 활용방향을 근간으로 재난 발생전 피해 최소화를 위한 활동인구의 시공간적 분포 파악에 집중을 두고 분석을 수행하였다.

공간적 측면에서 전국차원의 재난은 지진과 유독물 공장 유출에 대해 지진의 시·공간적 패턴변화, 유독물공장 주변 활동인구에 대해 살펴보았고, 시도 단위는 활동인구가 많이 몰리는 수도권 전철역 주변을 대상으로 분석하였다. 구 단위 분석은 국민안전처 지역별 안전등급 4(화재)등급을 받은 종로구에 대해 연령별 인구분포를 분석하였으며, 집단건물 분석은 활동인구가 많고 2000년 이전 완공된 서울 고층건물과 안전진단E를 받은 동작구 신 노량진 시장을 분석하였다.

또한, 교통이론에 모바일 빅데이터를 접목해 특정시간대에 사람이 몰리는 스포츠 시설 중 잠실경기장을 대상으로 응급 상황 시 관람객을 최단시간에 안전지대로 대피시키는 시뮬레이션을 수행하였다.

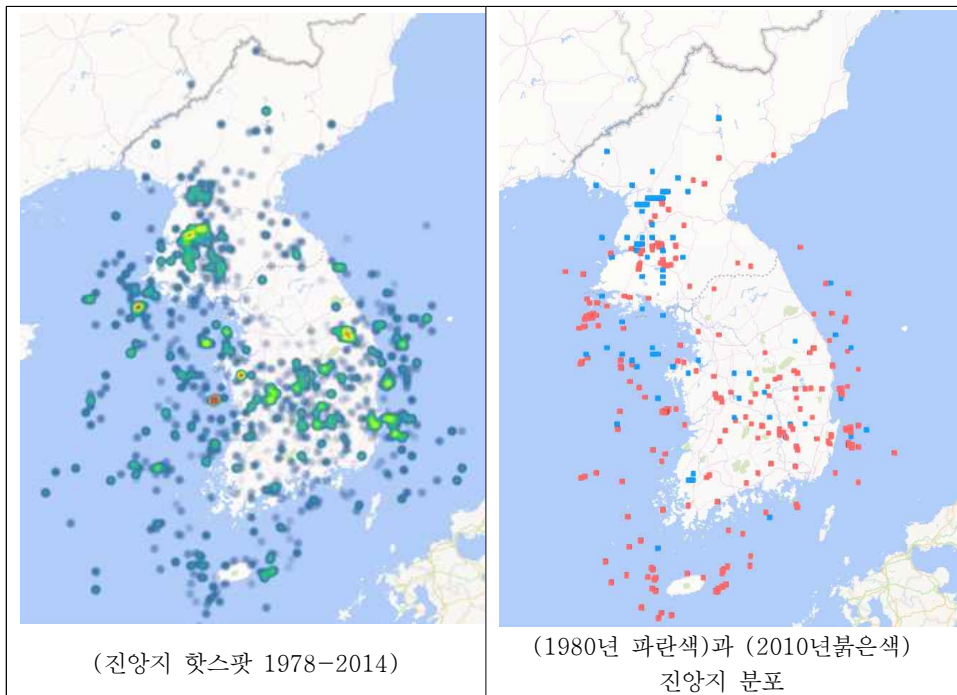
<표 4-1> 사례분석의 공간적 범위 및 재난유형

구분	재난유형	분석범위				사회이슈	분석내용
		전국	시도	구	블록		
전국	지진 (자연재난 유형3)					동일본대지진(2011) 백두산 폭발위험 등	시대별 지진발생 분포변화 활동인구 분포 발생지역 거주인구와 비교
	유독물 유출 (사회재난 유형2)					구미 유해물질 사고 (2012)	시도별 유독물 공장 분포 활동인구 분포 사례공장 활동인구 분포
시구	수도권 전철역 테러 (사회재난 유형2)					일본 지하철 사린 살포	반경 500m 활동인구 분포 활동인구 순위 분석
	종로구 폭염 강남역 침수 (자연재난 유형2)					지역안전 지수 4등급	연령별 시간대별 활동인구 분포 변화 활동인구 중심점 변화 시나리오 분석 노후시설 현장조사
인구 밀집 시설	서울시 고층빌딩 (사회재난 유형3)					삼풍백화점 붕괴	활동인구 분포
	신 노량진 시장 건축물 붕괴 (사회재난 유형3)					건축물 안전E 등급	활동인구 분포
	대형병원 전염병 (사회재난 유형1)					메르시 확산 진원지	활동인구 원 거주지 분포
	잠실경기장 테러 (사회재난 유형3)					집단 인구밀집 시설	재난 시 대피로 계획

(2) 공간분포

1978-2014년 까지 36년간 한반도에서 발생한 1,000여건 지진 진앙지의 공간적 분포를 Hot spot 분석을 통해 검토하였다. 검토결과, 한반도 지진은 북한보다는 남한에서 많이 발생하였고 동해보다는 서해상에서 많이 발생하는 것으로 보인다. 서울, 경기, 강원 지역의 발생은 적은 반면, 경북, 충청권 발생빈도는 높은 것으로 나타났으며, 시대별로 보면 80년대 진앙지는 주로 서해상과 북한에서 관측됐지만 2010년 이후에는 남한과 제주해역에서 다발하는 것으로 나타났다.

<그림 4-2> 한반도 진앙지 분포



주) 기상청 지진센터 자료를 활용해 본 연구에서 작성

북한을 제외한 남한지역의 광역권역별(해상포함)로 시대별 지진 발생건수를 검토한 결과 경상권, 수도권, 제주도는 1980년 이후부터 발생건수가 증가하고 있었으며, 수도권은 1990년 연평균 2.9건에서 2010년 이후 6건으로 51% 증가하였고 세부 지역은 백령도 부근의 발생빈도가 증가했기 때문으로 보인다. 제주도는 1990년 연평균 1.3건 발생에서 2010년 이후 6건으로 78% 증가했고 해안 부근의 발생빈도 증가에 기인한 것으로 보인다.

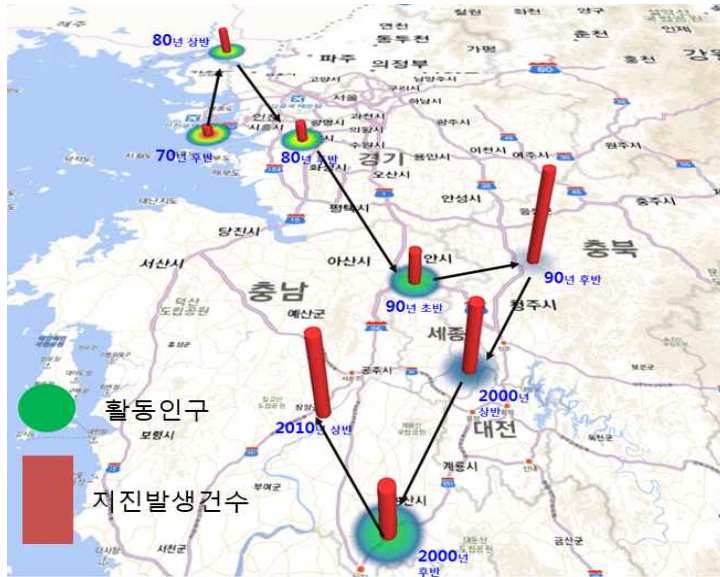
<표 4-2> 광역권역별 연평균 지진발생 건수(건/년)

구분	강원도	경상권	수도권	제주도	충청권	호남권
1970년대	14	0	0	0	0	0
1980년대	1.7	10.4	1.4	0	0	0
1990년대	0	8.4	2.9	1.3	5.1	7.7
2000년대	0	8	4.1	2	9.9	6
2010년후	0	12.2	6	6	3	7.2
평균	1.3	9.1	3.2	1.8	4.6	4.8

□ 진앙지 중심점의 시대별 변화

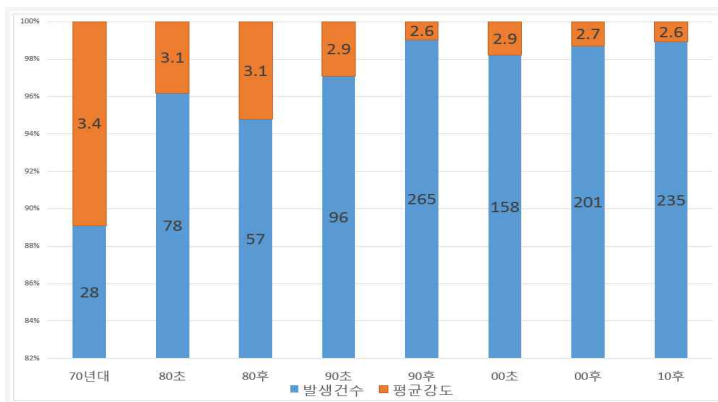
한반도 지진의 규모와 중심점의 시대별 변화를 동시에 표현하는 멀티차트 작성을 통해 살펴보았다. 1978-2014년 까지 5년 단위(단, 1970년 후반은 1978년, 1979년)로 지진발생의 시공간 패턴을 파악하였으며, <그림 4-11>의 원은 지진의 규모, 바 차트는 발생건수를 의미하며 시대별로 살펴보았다. 한반도의 진앙지 중심점은 1980년 초 강화도 북단에 위치하던 것이 이후 남으로 이동해 2010년에는 충남 청양군 화양리 부근에 위치하였고 이것은 1970-2014년 사이 지진 발생의 중심점이 동측 42km, 남측 108km 이동했다고 볼 수 있다. 하지만, 본 연구에서 제시한 지진발생 중심점의 이동은 기상청 자료를 근거로 분석한 자료로 기상청 지진관측 장비 교체시점에 따라 데이터의 신뢰도가 다를 수 있고 한반도 단층구조와도 연계하여 살펴볼 필요도 있을 것으로 보인다.

<그림 4-3> 시대별 진앙지 중심점 변화(1978-2014)



시대별 지진 발생 패턴은 과거에는 지진 발생건수가 적고 규모가 상대적으로 컷지만 최근에는 규모는 줄어든 반면 빈도는 증가하고 있는 추세이며, 1980~1984년 (5년 사이) 78건이던 것이 2010~2014년 235건으로 301% 증가하였고 지진규모는 3.1에서 2.6으로 16.1% 감소하였다.

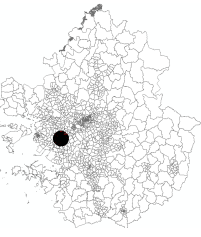
<그림 4-4> 시대별 지진규모와 발생건수 변화



□ 시흥시 지진 사례분석

리히터 규모 3.0이상 지진 중 인구가 밀집한 지역에서 발생한 시흥시 지진 (2010. 2. 9)을 대상으로 주변 활동인구를 모바일 빅데이터로 분석하였다. 반경 5km 지역의 거주인구는 123만명으로 동별로는 부천시 중동, 인천 만수동이 14만, 부천시 상동이 11만으로 높게 나타났다.

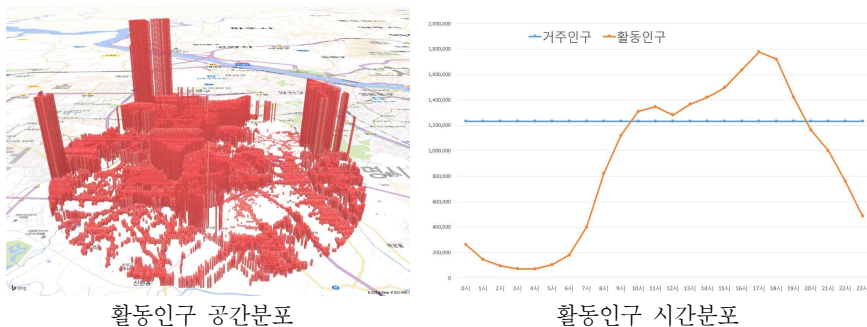
<표 4-3> 시흥시 지진 반경 5km 행정구역

	경기도 (시흥시, 광명시, 부천시) 거주인구97.4만	계수동,과림동,광명동,괴안동,노온사동,대 야동, 도창동,매화동,무지내동,미산동,방산 동,법박동,상동,소사동,소사본동,송내동, 신천동,심곡동,심곡본동,안현동,역곡동,옥 길동,원미동,은행동,중동,춘의동,포동,하 안동,하중동
	서울시 거주인구8.1만	오류동,온수동,천왕동,향동
	인천시 거주인구17.7만	구산동,만수동,서창동,운연동 장수동
(시흥시 지진발생지 반경 5km)	해당 동 거주인구 (123만)	

지진 발생 지역 반경 5km 활동인구 분포를 15,992개의 스마트 셀 데이터로 검토한 결과, 경인선 전철역과, 아파트 단지 밀집지역 등에서 높았다.

거주인구는 123만명으로 고정되어 있지만, 모바일 빅데이터로는 활동인구 변화를 시간대별로 파악 가능하였다.

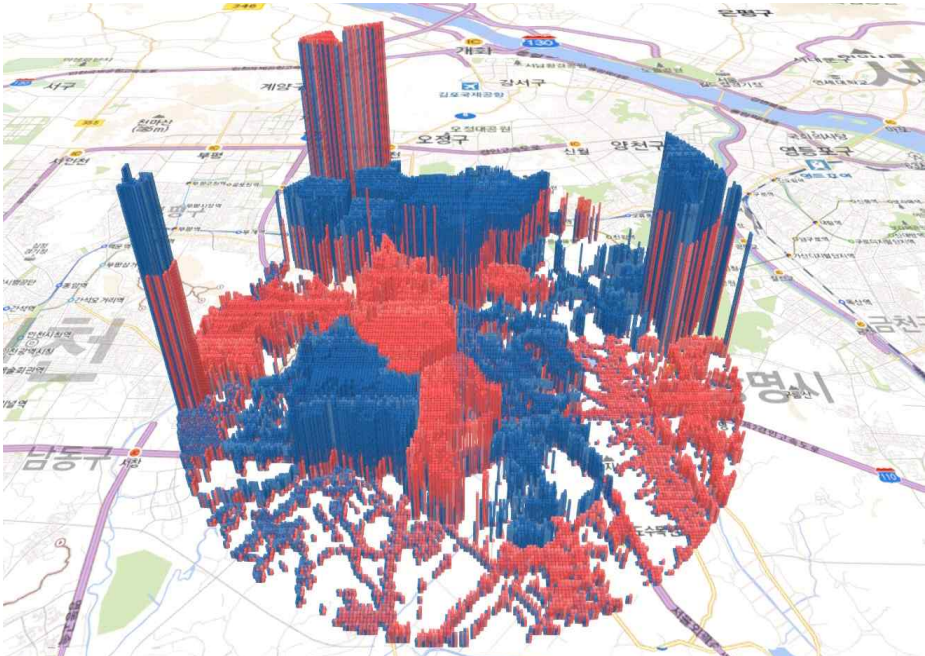
<그림 4-5> 시흥시 지진 반경 5km 활동인구 변화



지진 발생 지역 반경 5km 활동인구와 거주인구 분포를 중첩하여 비교한 결과는 <그림 4-6>과 같다. 외곽고속도로 시흥 TG 주변 공장, 역곡역, 소사역 등 경인선 주변, 빌라중심의 주상복합지역 등에서 활동인구가 거주인구 보다 높은 것으로 나타났으며, 아파트 단지가 밀집되어 있는 중동, 만수동 지역에서는 거주인구와 활동인구 빈도가 둘 다 높은 것으로 나타났다.

지진 발생시 공장지역, 주상복합지역, 전철역 주변의 잠재적 인명피해 규모를 파악하기 위해서는 모바일 빅데이터 활용이 필요하며, 모바일 빅데이터는 거주인구 자료로 파악하기 어려운 주간 활동 시간대 인명 피해 규모를 파악하는데 유용한 자료이다.

<그림 4-6> 시흥시 지진 반경 5km 활동인구(blue)와 거주인구(red) 분포



2) 유독물 유출

2012년 9월 구미 수소가스 유출로 공장 일대 주민과 동·식물에 피해를 입혔다. 본 연구는 사회적으로 피해가 있었던 유독물 유출로 인한 인명피해를 사전에 예방하자는 차원에서 생활권 주변에 있는 유독물 공장의 공간분포 특성을 살펴보고 위험에 노출되어 있는 활동인구 규모를 살펴보았다.

(1) 자료구축

전국 유독물 취급 사업장의 위치정보는 YTN의 ‘우리동네 유독물 사업장 지도’에서 제공하는 자료¹⁴⁾를 활용하였다. 상기 자료는 2011년 “화학 물질배출이동량 정보시스템”의 유독물 취급 사업장의 주소에 기반해 위치정보 데이터를 구축하였다. 화학 물질배출이동량 정보시스템에서 제공하는 8개 화학물질그룹 중 유독물¹⁵⁾을 취급하는 2,800 여개의 사업장을 대상으로 하고 있으며 <표 4-4>와 같은 정보가 있다.

<표 4-4> 유독물 취급장 정보 예시

사업장명	주소	취급 유독물신고내역(단위:kg/연)
(명)○○기업사	○○ ○○시 ○○구 ○○동 77-7	4,4-다이소시아니드페닐메탄- 배출량:0 이동량:57
(유)○○환경	○○ ○○군 ○○면 ○○리 350-1번지	수산화나트륨- 배출량:16 이동량:62000
(유)○○공장	○○ ○○구 ○○동 453-4	수산화나트륨- 배출량:0 이동량:0 아연밋그화합물- 배출량:0 이동량:4981 황산- 배출량:0 이동량:

자료. 화학물질배출이동량정보시스템: <http://ncis.nier.go.kr/triopen/>

14) http://www.ytn.co.kr/program/esriMap/map_popup.php

15) 유독물질이란 유해성(有害性)이 있는 화학물질로서 대통령령으로 정하는 기준에 따라 환경부장관이 정하여 고시한 것을 말한다.(「화학물질관리법」 제2조 제2호)

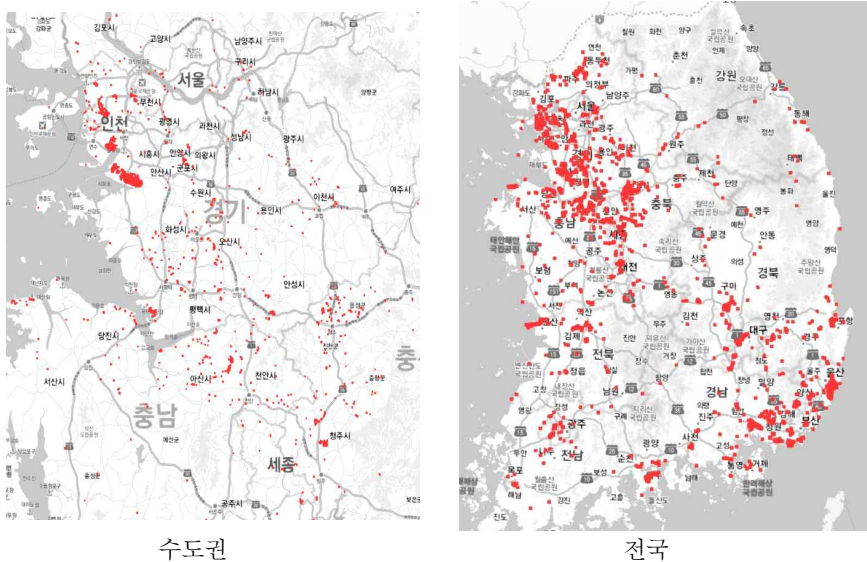
(2) 유독물 취급장 공간분포

구축자료 중 위치가 유사한 자료 등을 필터링하여 총 2,828개 유독물 취급장에 대한 공간적 분포를 살펴보았다.

□ 광역 지자체별 분포

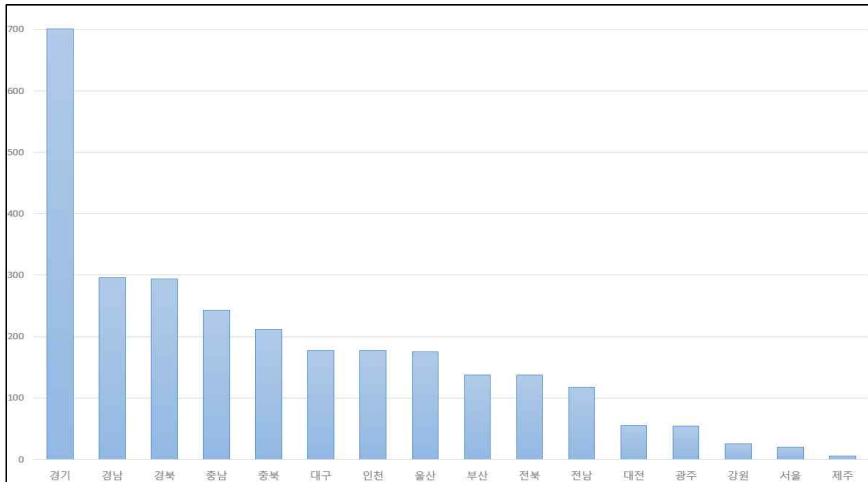
유독물 취급장은 수도권-충남북부 산업벨트 지역에 밀집해 있고 구미-대구, 부산-울산축에 밀집해 있는 경향을 가지고 있다. 인천(남동국가산단), 안산(반월국가산단), 아산(아산국가산단)과 충북진천 광혜원산단, 음성산단 등에 유독물 취급장이 분포하고 있다.

<그림 4-7> 유독물 취급장 공간분포



유독물 취급장 2,828개 중 도별로는 경기 701개(24.8%), 경남 296개(10.5%), 경북 294개(10.4%) 순으로 높게 나타났다. 권역별로는 경상권 905개(32.0%), 수도권 898개(31.8%), 충청권 510개(18.0%) 순으로 높았다.

<그림 4-8> 유독물 취급사업장 지자체별 분포



유독물 취급장 영향권역을 500m에 설정하여 유독물 영향권역에 포함되지 않는 시군구를 분석한 결과, 전국 260개 시군구 중 49개(18.8%)로 수도권 19개, 경상권 12개, 호남권 11개, 강원권이 7개로 나타났다. 시군구 10개 중 약 2개 시군구 만이 유독물 공장 영향권역에 해당하지 않고 나머지 8개는 모두 유독물 영향권역에 포함되는 것을 의미한다.

<표 4-5> 유독물 취급장 영향권역 미 포함 시군구

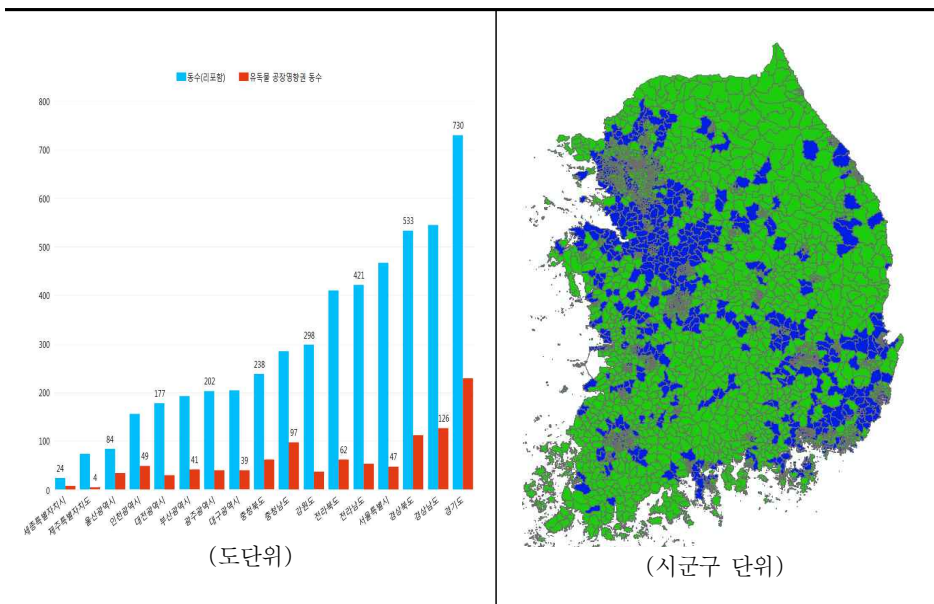
광역권	시군구 명
강원권(7)	속초시, 양구군, 양양군, 인제군, 정선군, 철원군, 화천군
경상권(12)	남해군, 산청군, 함천군, 영덕군, 영양군, 예천군 울릉군, 청송군, 수성구, 부산진구, 수영구, 연제구
수도권(19)	가평군, 고양시 일산서구, 과천시, 수원시 팔달구 양평군, 여주시, 용인시 수지구, 강북구, 관악구 동대문구, 동작구, 서대문구, 서초구, 성북구 용산구, 은평구, 종로구, 중랑구, 강화군
호남권(11)	고흥군, 구례군, 신안군, 완도군, 장흥군, 진도군 함평군, 무주군, 장수군, 전주시 완산구, 진안군

□ 동별(법정동 기준) 분포 및 활동인구 분포

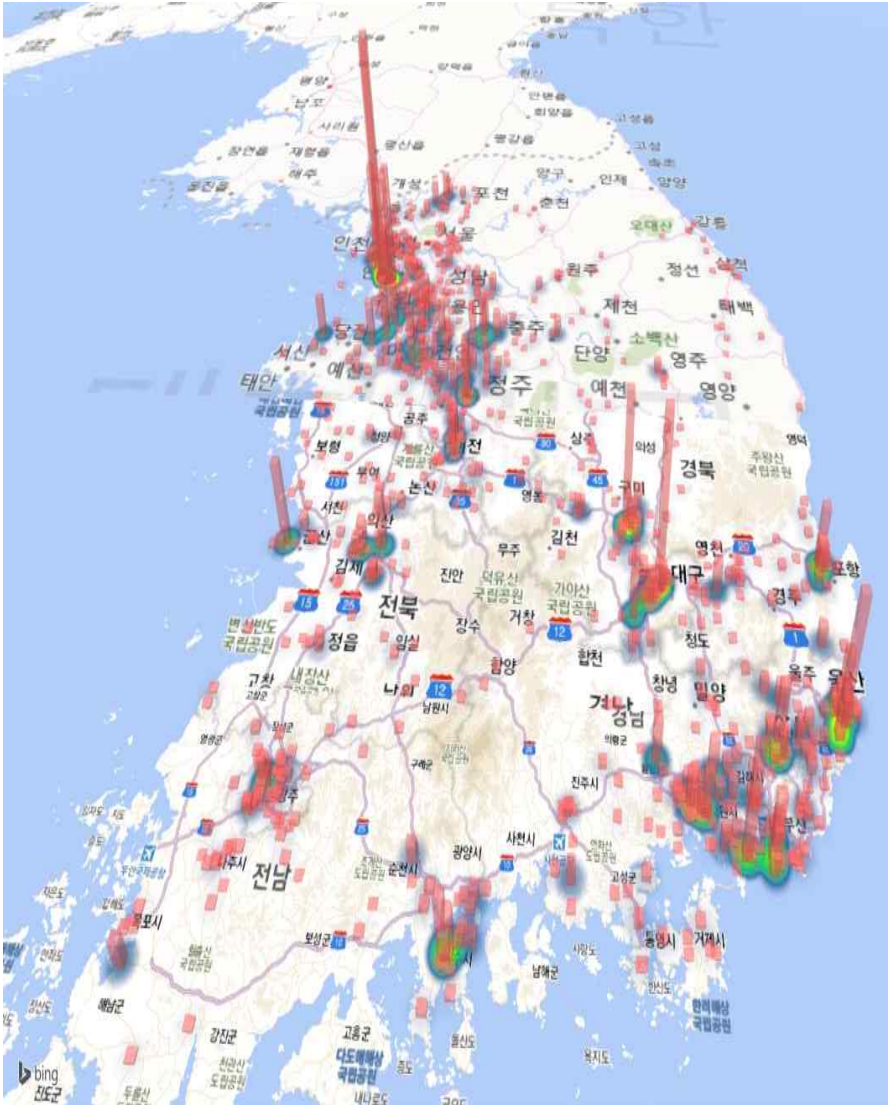
전국 5,039개의 법정동(리포함)단위로 GIS의 공간조인 기능을 활용하여 동별 유독물 취급장 분포를 분석하였다. 분석결과, 전국 법정동의 21.2%인 1,068개 법정동이 유독물 공장 500m 안에 위치한 것으로 나타났다. 앞서 분석한 시군구별 분석결과 보다는 높게 나타났으며 100개 동지역 중 21개 동지역이 유해물 취급장 영향권역에 있는 것으로 나타났다. 지역별로는 경기와 인천 법정동의 31% 이상이 유해물 공장 영향권에 위치한 반면 서울은 10.1%로 경기·인천의 1/3 수준이었다.

유독물 공장 영향권역에 포함된 동이 가장 많은 지역은 울산광역시 40.5%로 84개 동중 34개가 영향권에 있었고, 반면 가장 낮은 지역은 제주도 5.4%로 74개 동중 4개 동만 해당하는 것으로 나타났다.

<그림 4-9> 지자체별 동지역 유독물 취급사업장 개수



<그림 4-10> 전국 유독물 공장 및 주변활동인구 분포



3. 시·구: 종로구 폭염

국민안전처의 지역안전지수 발표¹⁶⁾에 따르면 종로구의 화재안전 등급은 4등급으로 재난의 잠재적 위험이 높은 곳으로 나타났다. 종묘 등은 고령자 등이 낮 시간에 밀집되어 있는 것으로 알려져 있기 때문에 재난에 취약한 지역에 고령자가 많다고 볼 수 있다. 상기 두 가지 사유로 종로구의 활동인구 분포를 모바일 빅데이터로 연령별 활동인구의 동적변화를 분석하였다.

본 분석에 앞서 현장조사와 함께 활동인구(모바일 빅데이터) 자료에 대해 통계적 검증을 실시하였으며, 고령자에 대한 활동인구 분포가 통계적으로 유의미하기 위해서는 활동인구의 분포패턴이 연령대와 시간대별로 차이가 있다는 것을 이원분산분석을 통해 검증하였다. 또한, 종로구의 가상 재난으로는 급격한 기후변화에 취약한 고령자들이 밀집되어 있는 점을 감안해 폭염을 사례로 분석하였다.

1) 현장조사

2015년 9월 30일(수) 오후 3시경에 종로구 인구밀집 지역인 종각과 종로3가 주변에 대한 현장조사를 실시하였다. 고령자 활동인구가 많은 것을 확인할 수 있었다. 고령자들은 탑골공원 및 종로3가역 주변에 집중적으로 모여 있었고 탑골공원 뒤편 포장마차에서는 낮 시간대이지만 음주를 즐기는 모습이 관찰되었다.

<그림 4-11> 종로구 현장조사: 고령자 활동인구



탑골공원 뒤편 포장마차



탑골공원 내

16) 국민안전처 보도자료(2015.7.28.)

주변 골목에는 저렴한 염색전문 이발소들이 있었고 종로1,2,3,4가 주민센터에는 무더위와 한파 시 이용 가능한 쉼터가 있었다.

<그림 4-12> 종로구 현장조사: 고령자 편의시설



탐골공원 뒤편 포장마차



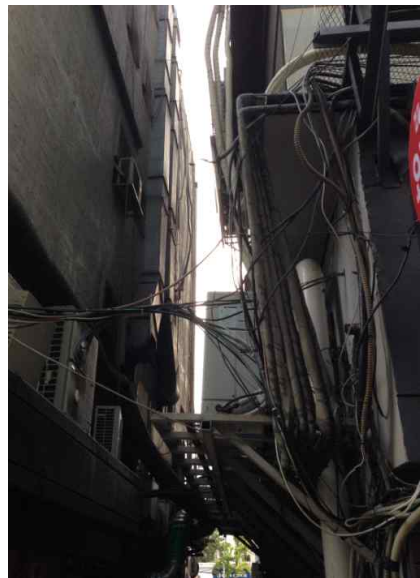
탐골공원 내

종로3가역 뒤편 골목 주변으로 쓰러져가는 노후 주택들이 많았고 전선줄과 환풍구가 어지럽게 설치되어 붕괴 및 화재의 위험성이 존재하는 것으로 보인다.

<그림 4-13> 종로구 현장조사: 위험 건축물



종로3가역 뒤편 노후건물



종로3가역 뒤편 노후건물

2) 이원분산분석

□ 개 요

본 연구에서 설정한 귀무가설과 귀무가설을 개념식으로 표현하면 다음과 같다.

귀무가설

시간대와 연령은 활동인구의 영향요인이 아니며 이들 두 요인은 활동인구 분포에 영향이 없다.

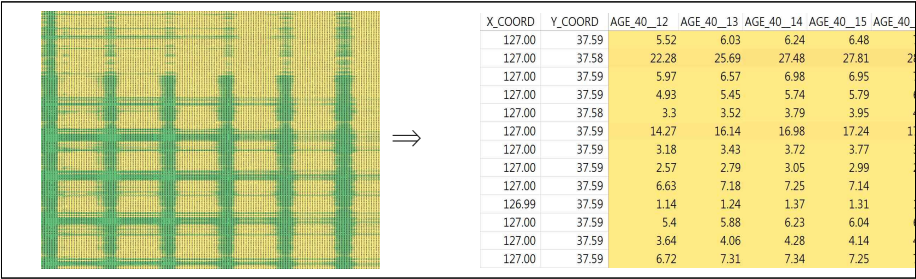
개념식: 활동인구 = 시간대별 효과 + 연령대별 효과 + 상호작용효과 + 오차

설정 가설에 따라, 분석 자료는 시간대별, 연령대별 활동인구 자료를 셀별로 구축하였다. 또한, 분석결과의 이해도 제고를 위해 활동시간과 연령대를 구분하였다. 시간대는 일상패턴을 고려해 1시-3시, 4시-6시, 7시-9시 등 3시간씩 그룹하여 하루를 8개 시간대로 구분하였다. 연령대는 경제활동 행태를 고려해 10대, 20-30대, 40-50대, 60대 이상의 4등급으로 구분하였다.

□ 분석자료

본 연구의 수도권 모바일 빅데이터 중 GIS의 공간조인 기능으로 종로구 자료만 추출하였다. 추출한 종로구 스마트 셀의 개수는 총 5,916개였으며 주중 평균 시간대별(24시간) 연령대별(10살 차이 6등급 구분) 활동인구 자료로 확장하면 약 85만개의 데이터가 되었다. 85만개의 데이터는 각 셀별 연령대, 시간대 활동인구로 구성되며 개략적인 분포는 <그림 4-14>와 같으며 셀의 위치정보, 연령대별 시간대별 활동인구로 구성되어 있다.

<그림 4-14> 모바일 빅데이터 (시간대별 연령별 활동인구) 형태



□ 분석결과

모형 전체적인 검증결과, $F(31,112)=8.577$ 로 나타나 유의수준 0.000 상에서 고려한 인자들은 전체적으로 유의한 영향을 미친다고 볼 수 있다. 다음으로 어떠한 인자가 영향이 있는지를 살펴본 결과, 시간, 연령 그리고 두 변수의 상호작용효과도 유의미 한 것으로 나타났다. 시간과 연령의 상호작용효과가 유의미 하다는 것은 활동시간과 연령특성에 따라 활동인구 규모를 달리 해석할 수 있음을 의미한다.

<표 4-6> 이원분산분석 결과

구분	자유도	Mean Square	F 통계치	유의수준
Corrected Model	31	1.320E9	30.170	.000
Intercept(상수)	1	3.309E10	756.575	.000
time(시간대)	7	2.688E9	61.455	.000
age(연령대)	3	2.724E9	62.269	.000
time * age(상호작용)	21	2.321E8	5.307	.000

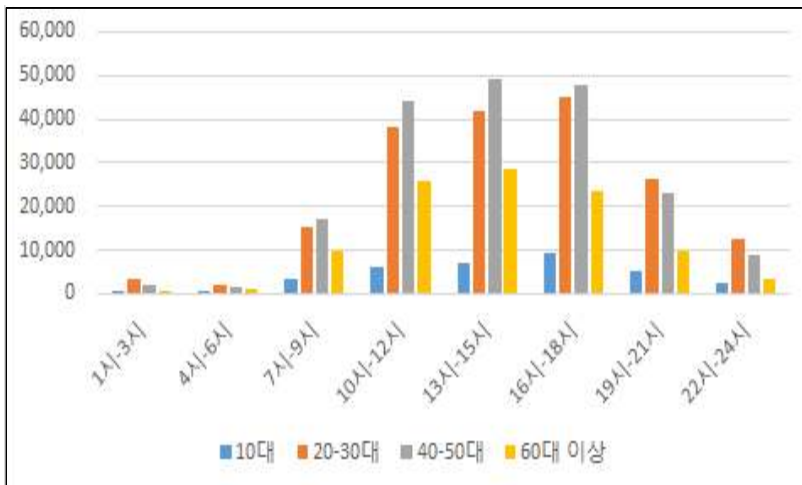
이원분산분석 결과 종로구의 시간대별 연령대별 활동인구의 분포 평균차이가 유의미해 카테고리별로 활동인구의 평균을 산출하였다. 분포 특성을 파악하면 다음과 같다. 1시-6시 까지는 20-30대 인구의 활동이 제일 높지만 7시-18시 까지는 40-50대가 가장 높고 이후 19시-21시 까지는 다시 20-30대 활동인구가 높았다. 취업인구가 많은 40-50대 활동이 근무시간대에 높고 이전과 이후로는 20-30대 젊은 층 활동인구가 높다. 60대 이상 연령대는 13시-15시 활동이 제일 높았고

18시 이후에 활동인구 감소비율은 전체 49%이고 60대 이상은 58%로 9% 정도 감소율이 높았다. 이것은 60대 이상 연령층이 타 연령층에 비해 일과 후 별도의 활동이 없기 때문으로 보인다.

<표 4-7> 종로구 시간대별, 연령대별 활동인구 분포

시간대	10대	20-30대	40-50대	60대 이상
1시-3시	259	3,221	1,925	793
4시-6시	226	2,188	1,519	974
7시-9시	3,217	15,259	17,069	9,594
10시-12시	5,961	38,044	43,956	25,874
13시-15시	7,126	41,891	49,180	28,630
16시-18시	9,399	45,133	47,797	23,609
19시-21시	5,366	26,442	22,933	9,848
22시-24시	2,568	12,613	8,654	3,269

<그림 4-15> 종로구 시간대별 연령대별 분포



3) 시간대별 연령별 활동인구의 변화

앞의 이원분산분석 결과에 의해 시간대별 연령대별 분포의 차이가 통계적으로 유의미 하다고 나타나 연령대별 공간적 분포를 분석하였다.

□ 시간대별 연령대별 활동인구 중심점의 변화

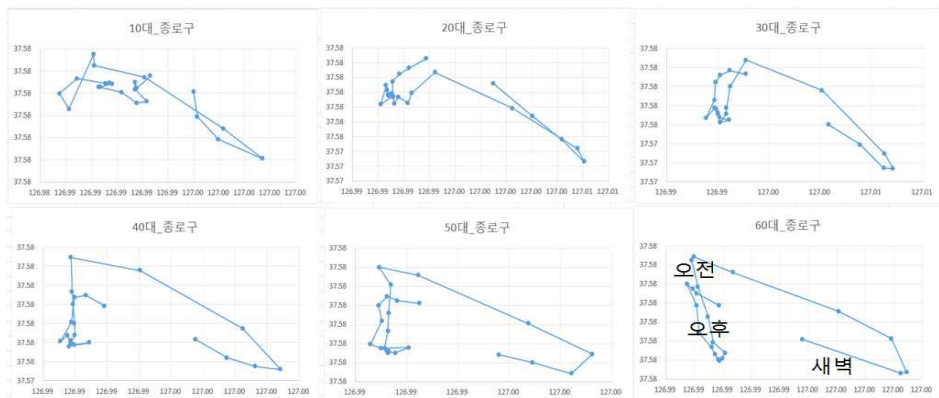
중심점 변화 분석은 실제로 해당연령층의 주 활동공간을 파악하는 것이 아니라 시간대별 활동범위의 차이를 파악하는데 있다. 김진유(2010)가 적용한 인구무게 중심점을 구하는 방법을 적용해 종로구의 시간대별 연령대별 중심점 변화를 분석하였다. 중심점을 구하는 방법은 식1)과 같다.

$$\bar{X}_K = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ik} x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \quad \bar{Y}_K = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ik} y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \quad \text{식1)}$$

여기서, i: 종로구 스마트 셀 번호
k: 활동시간대(00시-23시)
 p_{ik} : 활동인구(모바일 빅데이터)
 x_i : i 셀의 x좌표
 y_i : i 셀의 y좌표

분석결과, 학생이 많은 10대의 분포는 타 연령대와 차이가 있었고 20대는 오전과 오후 시간대의 남북 이동변화가 크지 않았으나 연령대가 증가할수록 남북이동 패턴이 두드러지는 경향을 보이고 있었다.

<그림 4-16> 종로구 시간대별 연령대별 활동인구 중심점 변화



중심점 분석의 실제 위치를 파악한 결과 종묘와 창덕궁앞 사거리 주변에 분포하였다. 20대는 사거리 주변에서 중심점이 형성된 반면 60대는 종묘옆 울곡로 10길에서 종묘까지 20대 활동중심점 보다 활동분포가 상대적으로 크게 나타났다.

<그림 4-17> 종로구 20대, 60대 이상 활동인구 중심점 변화 비교

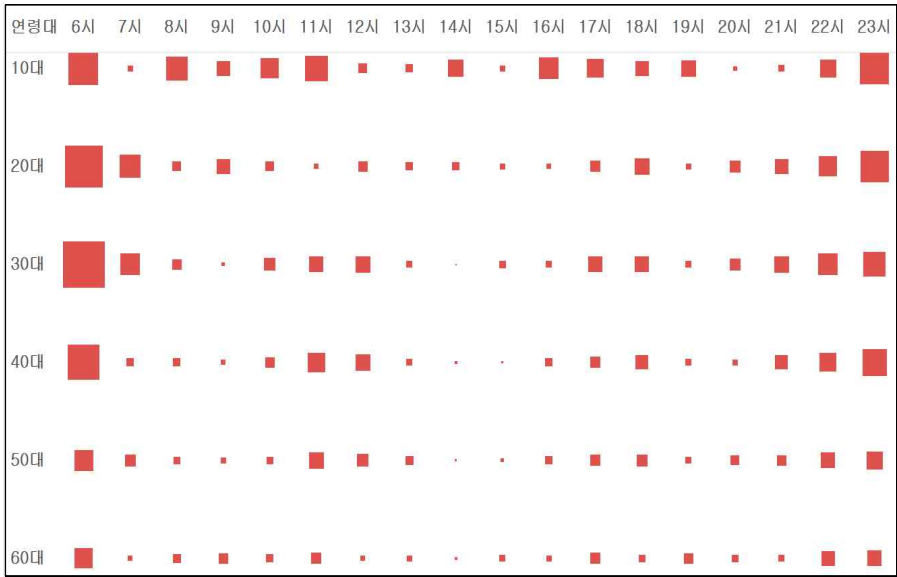


□ 시간대별 연령대별 활동량 크기의 변화

각 연령대의 활동이 전 시간대에 비해 어느 정도 변화하는지를 시간대별 중심점의 변화를 통해 살펴보았다. 살펴본 결과, 일상에서 나타나듯이 기상시간에 변화가 두드러졌고 일과시간에는 변화가 없다가 저녁이후에 변화가 많은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기상-일과-잠자리로 표현되는 생활패턴을 모바일 빅데이터를 통해 파악할 수 있는 결과라고 볼 수 있다.

연령별로는 10대의 활동량 변화(2.4)가 가장 크고 60대 변화(0.7)가 적게 나타났으며 비율로 보면 60대의 활동량의 변화는 10대의 29% 수준이었으며 이것은 젊은 층 일수록 활동의 변화가 크고 나이가 들수록 활동의 변화가 적어지는 일상적 패턴을 모바일 빅데이터로 표현한 것이라고 볼 수 있다. 재난대응 측면에서는 활동량의 변화가 적은 고령층 대응은 고정 시설로 대응가능하다고 볼 수 있는 결과이다.

<그림 4-18> 종로구 연령별 활동인구의 시간대별 활동량 변화

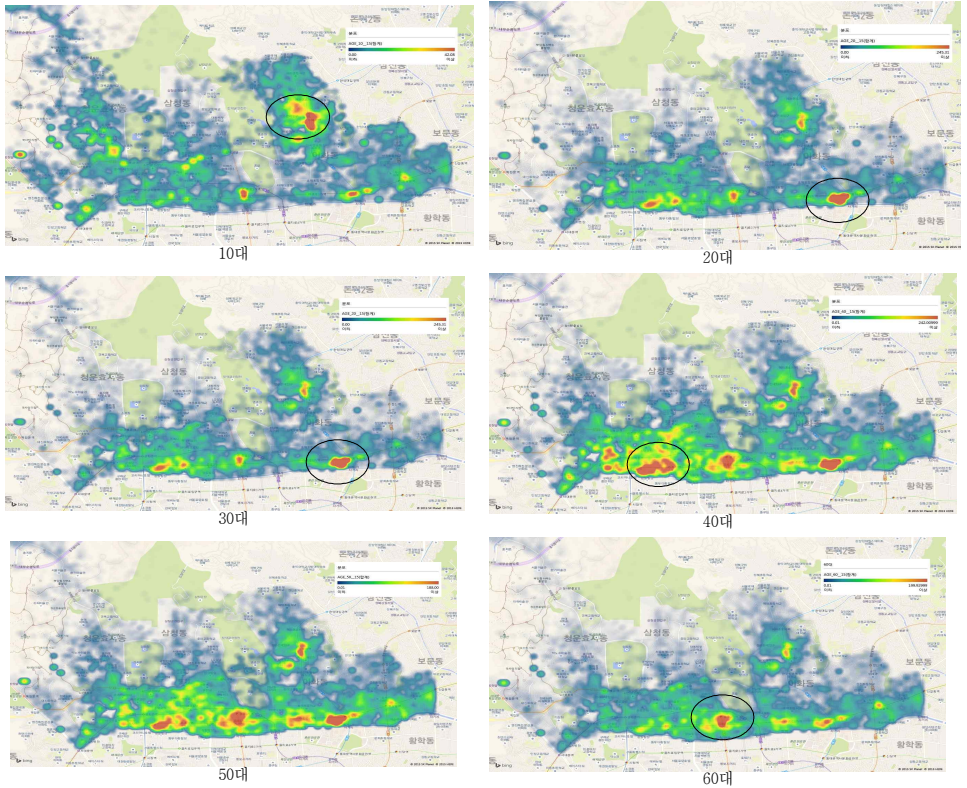


□ 연령대별 활동지역

재난시 활동인구의 공간적 분포를 파악하기 위한 시범적 단계로 종로구의 연령대별 분포를 살펴보았다. 시간대별로 활동인구의 분포를 파악할 수 있다면 재난에 취약한 노약자의 안전 확보에 기여할 수 있을 것이다.

<그림 4-19>는 평일 15시의 연령대별 활동분포의 핫 스팟을 표현한 것으로 10대는 중고등학교가 밀집한 가회동 근처에 집중되어 있었다. 20-30대는 종로5가에 30-40대 종각, 60대는 종묘가 있는 종로3가에 밀집되어 있는 것으로 나타났다. 가족구성원을 예를 들어 설명하면 할아버지는 종로3가에 아들은 종각에 손자는 종로5가에 있다고 볼 수 있다.

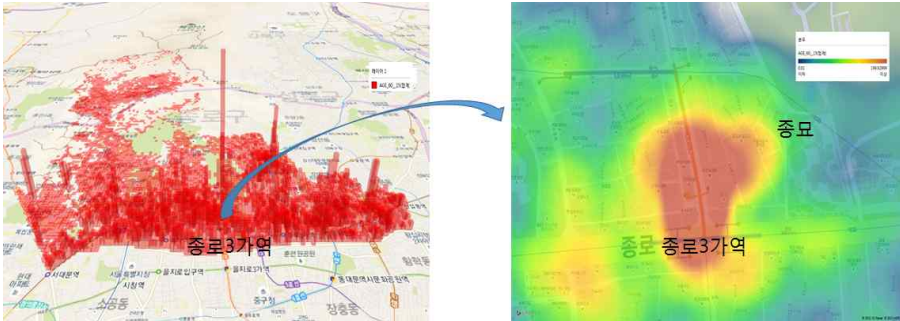
<그림 4-19> 종로구 연령별 활동인구 분포(수요일 15시)



본 연구는 재난발생시 타 연령대에 비해 재난에 취약한 60대 이상이 집중 분포하는 지역에 관심을 가지고 분석해 보았다. 일반적으로 종묘 인근에 고령인구가 오후에 많이 있다고 알고 있지만 실제 데이터로 이를 확인하지는 못하였다.

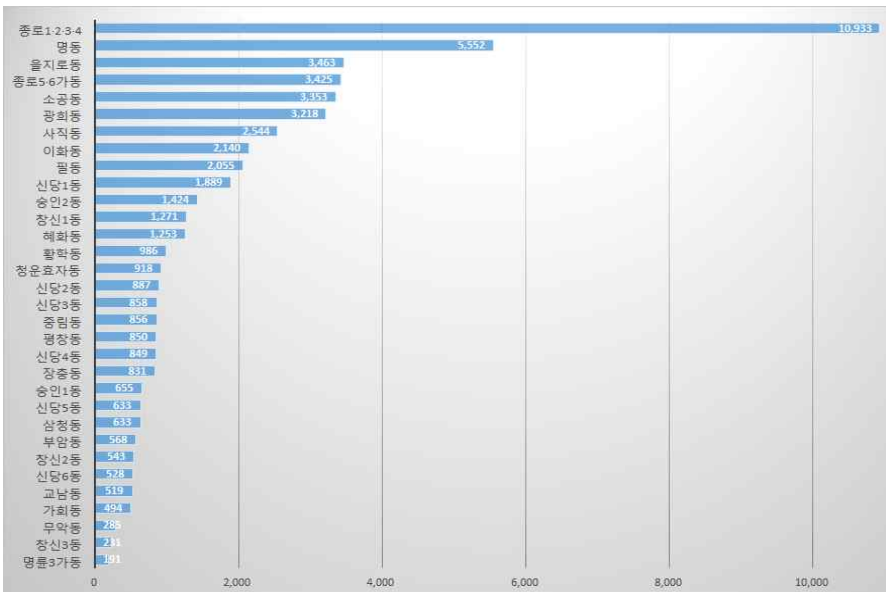
본 연구 분석결과 종로3가역 1호선과 3호선에 고령인구가 집중되어 있는 것으로 나타나 일반적으로 말하는 종로3가 인근에 고령자 층이 밀집되어 있는 것을 데이터로 확인할 수 있는 결과라고 보여진다.

<그림 4-20> 종로구 60대 활동인구 분포(수요일 15시)



이 지역의 60대 인구가 어느 정도 많은지를 파악하기 위해 종로구와 중구 법정동을 대상으로 60대 이상의 활동인구를 모바일 빅데이터로 분석하였다. 분석 결과, 종로1.2.3.4가 활동인구가 시간당 11천명으로 2위 중구 명동 5.5천명에 비해 약 2배나 높아 이 지역 고령층 인구가 타 지역에 비해 높음을 확인할 수 있었다.

<그림 4-21> 종로구/중구 법정동별 60대 활동인구 분포

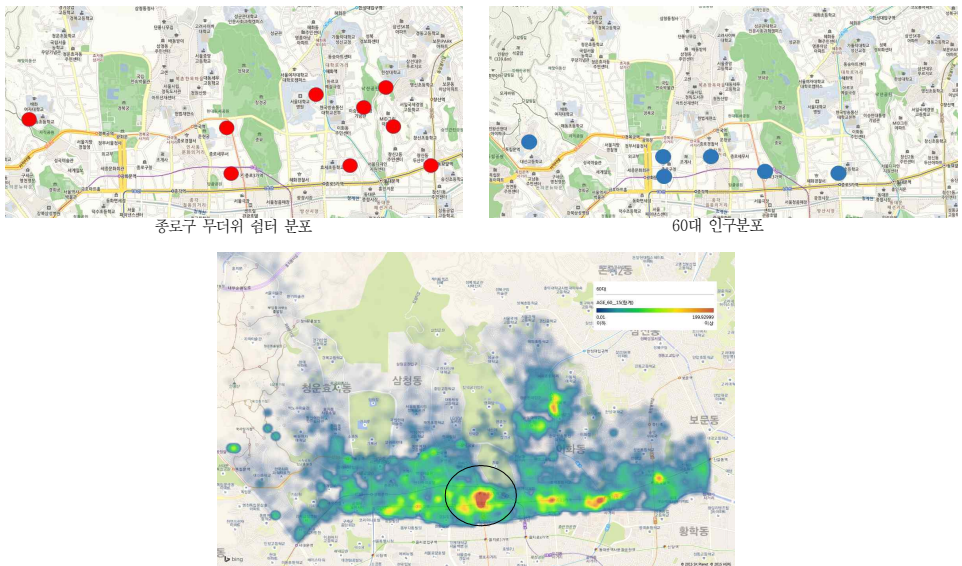


□ 종로구 재난관련 시설 분포

최근 기후변화로 폭염주의보가 발령되는 횟수가 늘어나고 있어 종로구에 무더위 쉼터가 설치된 경로당의 분포를 살펴보았다. 무더위 쉼터는 기존 경로당 위치에 설치하였기 때문에 실제 60대 활동인구 분포와 다소 상이한 점이 있었다.

종로구 119센터는 종로주변에 분포하고 있었지만 고령자가 밀집된 지역의 119센터의 장비는 노약자 활동인구의 재난에 대비해 타 소방서 보다 장비가 더 구비되어야 할 것이다. 또한, 대피로와 119 출동 노선에 대한 응급로 대피 설치도 필요하며 병원응급 루트, 노인안전구역 지정, 주변안전시설 강화, 심장 박동기 설치 등이 필요한 것으로 보인다.

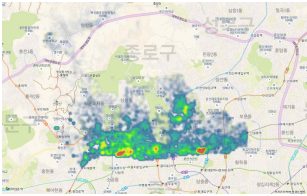
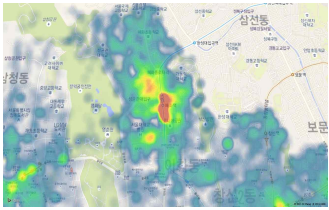
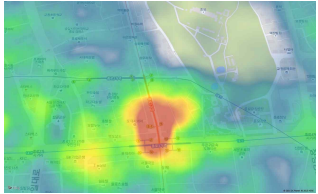
<그림 4-22> 종로구 재난관련 시설 분포 및 60대 인구분포

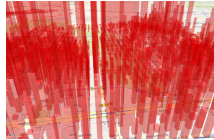
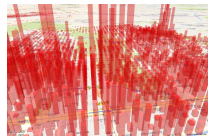
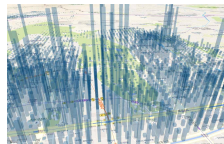
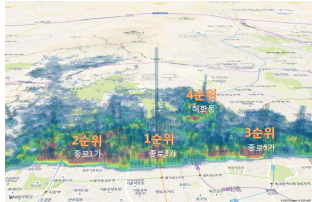
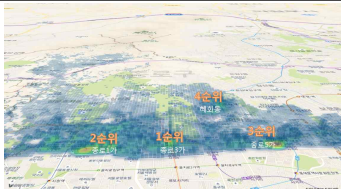


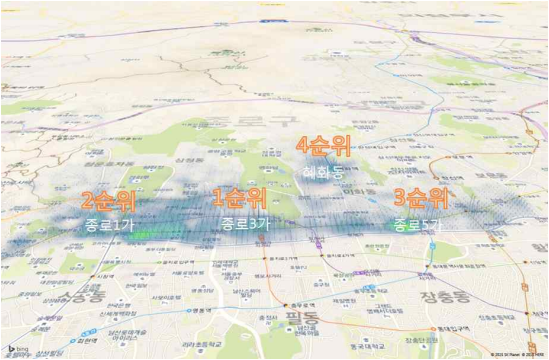
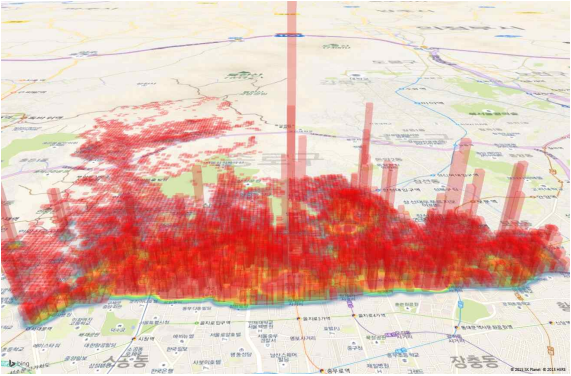
4) 폭염 관련 시나리오 분석

최근 이상 고온으로 문제화 되고 있는 폭염이 전력중단과 겹쳐 종로구에 발생하는 가상 상황을 설정해 모바일 빅데이터의 활용방안을 검토하였다.

<그림 4-23> 종로구 폭염 시나리오 분석

시각	상황	예방 및 대응	모바일 빅데이터 모니터링	상황별 종로구 활동인구 분포
15.8.02	2일 연속 33.5도 이상으로 폭염 주의보 발령	CBS 국민폭염주의 문자 발송 고령자 활동자제 문자 발송	소방방재청 종로구 활동인구 모니터링 요청	
15.8.03	기온 35.1도 폭염주의보 발령 유지	야외 활동 자제 문자 발생 폭염 경보 발령 준비 종로구청 고령자 대면 활동자제 홍보 시행(오전)	활동인구 집중 지역 모니터링 대피계획 점검	 
15.8.04 12:31	이틀연속 기온 35.3도로 폭염 경보 발령	CBS로 폭염 경보 문자 발송 종로구청 고령자 대면 활동자제 홍보 시행(오전)	노약자 집중활동 지역 모니터링	 

시각	상황	예방 및 대응	모바일빅데이터 모니터링	활동인구 분포	
14:00	종로구 변전소 고장으로 종로3가 전력공급 중단 지하철역, 건물 냉방 중단	119 비상대기 관계기관 상황진파 건물 밖 대피명령 하달	5분 단위 종로3가 활동인구 변화 모니터링 종로1.2.3.4가 60대 이상 4,000명 활동현황 파악	 종로3가 14:00 50,000명	 종로3가 14:10 35,000명
				 종로3가 14:20 20,000명	 14:20 종로3가 60대 고령자 4,000명
14:30	상황지속	집중 활동지역 대피명령 하달 및 모바일 빅데이터(노약자 고려)로 대피 우선지역 선정	14:30분 종로구 셀별 활동인구와 연령별 분포 파악	 고령자가 많은 종로3가를 대피1순위 지역으로 선정	
15:00	종로3가 지하철역 고령자 열사병 환자 3인 발생 신고접수	119출동 및 우선순위별 인력 및 물자 지원	15:00분 우선순위 지역의 활동인구 변동 모니터링	 우선순위 지역별 대피현황 모니터링: 활동인구 감소 확인	

시각	상황	예방 및 대응	모바일빅데이터 모니터링	활동인구 분포
15:30 - 16:29	종묘 앞 고령자 열 사병 환자 40인 발 생 신고접수	종묘 지역 인력 및 물자 지원 주변지역 119지원	대피상황 모니터링	 잔류 대피인원 파악 등
16:30 - 17:30	종로구 변전소 수리로 냉방 재가동	냉난방 시설로 이송 상황종료	현황 모니터링	 원상 회복

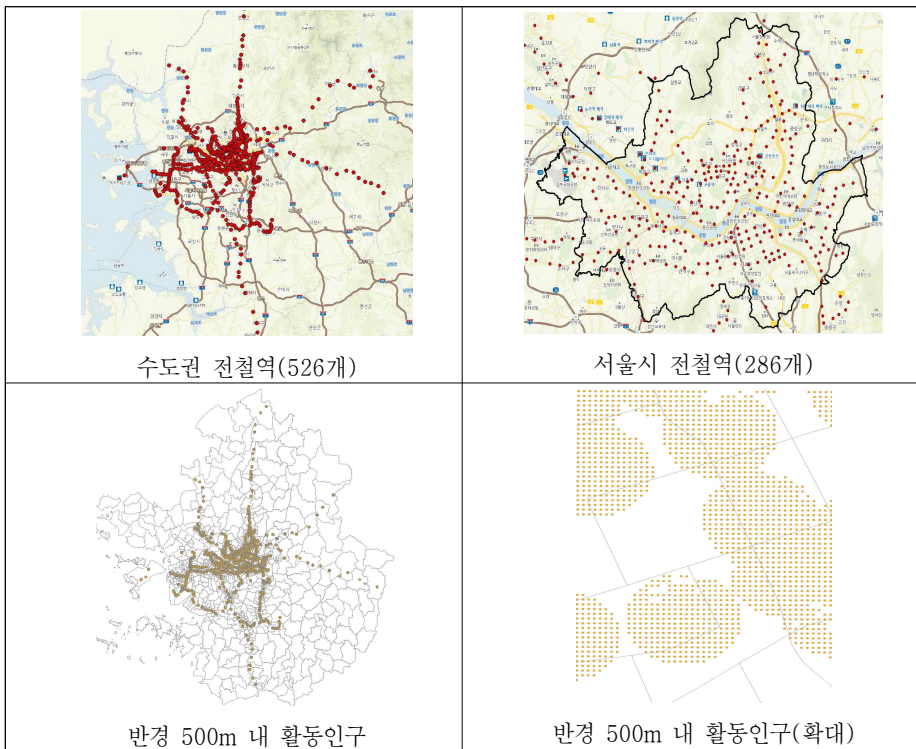
4. 인구밀집시설

1) 수도권 전철역

□ 개요

모바일 빅데이터가 주간시간대의 활동인구를 의미하고 주간시간대의 활동인구가 많이 몰리는 대표시설은 전철역 주변일 것으로 보인다. 불시에 발생할 지도 모르는 테러, 화학물질 살포 등의 사회적 재난대응을 위해 수도권 526개 전철역 반경 500m의 활동인구를 분석하였다. 또한, 활동인구가 가장 많은 서울시 전철역을 대상으로 연령대별 분포자료를 이용하여 전철역별로 활동인구의 평균 나이를 파악하였다.

<그림 4-24> 수도권 전철역 위치



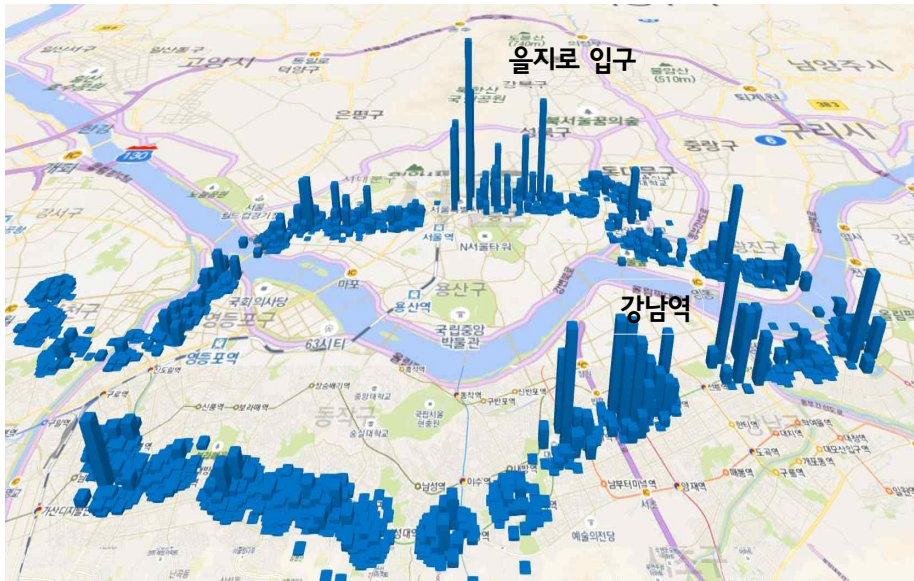
□ 분석결과

수도권 전철역 반경 500미터 활동인구 산정 결과 2호선 을지로 입구가 94천명으로 가장 높았다. 활동인구가 높은 상위 20개역 중 활동인구가 높은 전철역을 호선별로 살펴보면 1호선은 종각역(88천명), 2호선 을지로역(94천명), 3호선 고속터미널역(61천명), 4호선 명동역(59천명), 5호선 광화문역(64천명), 9호선 신논현역(58천명)으로 나타났다. 상위 20개 역사 모두 서울에 위치하여 수도권에서 서울의 활동인구 입지규모를 확인할 수 있었다.

<표 4-8> 지하철 활동인구 상위 20개 역사

역명	호선			활동인구
을지로입구	2호선			94,439
종각	1호선			87,886
강남	2호선	신분당선		78,402
시청	1호선	2호선		67,174
광화문(세종문화회관)	5호선			64,217
고속터미널	3호선	7호선	9호선	61,203
명동	4호선			58,635
동대문	1호선	4호선		58,482
신논현역	9호선			57,923
건대입구	2호선	7호선		54,253
서울역(지하)	1호선	4호선		53,728
회현(남대문시장)	4호선			53,450
종로3가	1호선	3호선	5호선	52,799
삼성(무역센터)	2호선			51,539
선릉	분당선	2호선		51,239
홍대입구	2호선			50,674
역삼	2호선			49,893
영등포	1호선			46,470
동대문운동장	2호선	4호선	5호선	46,305
압구정	3호선			45,790

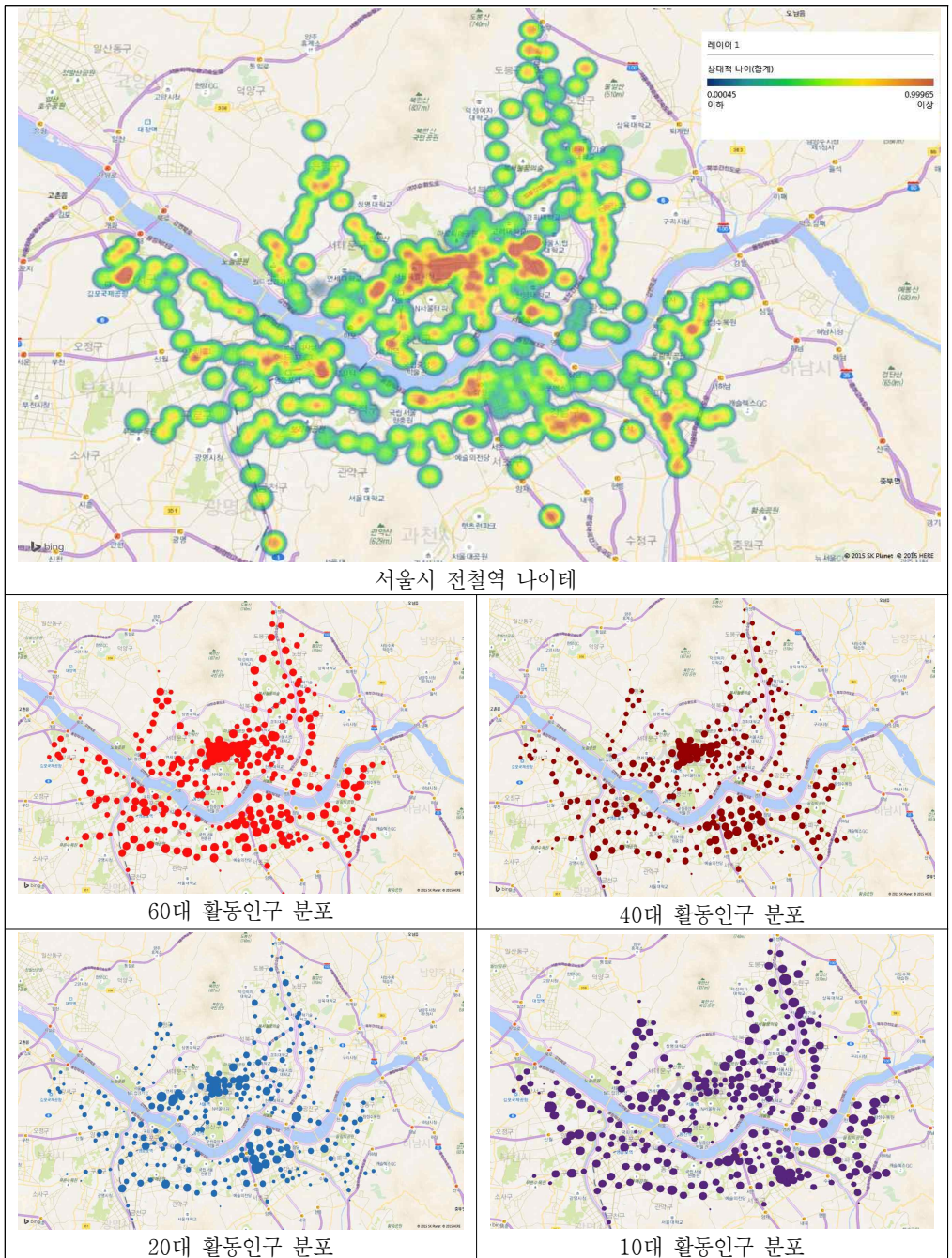
<그림 4-25> 지하철 2호선 반경 500m 활동인구 분포



서울시 전철역 활동인구의 연령별 분포자료를 이용하여 각 전철역 활동인구의 평균나이를 산정하였고 이를 “전철역 나이테”로 명명하였다. 분석결과, <그림 4-26>처럼 서울 전철역의 나이테는 30.7세-40.8세 사이에 분포하는 것으로 나타났다.

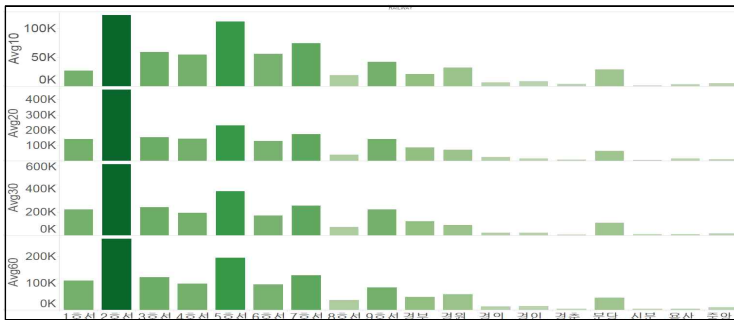
세부지역으로 살펴보면, 종로3가, 종로5가 등의 전철역 나이테는 40세, 신촌, 홍대는 31.5세, 종로구, 중구의 연령대가 높았다. 동일 강남구에서도 대치역, 도곡역의 나이테는 38세, 강남역, 논현역 주변은 33세로 거주지역과 상업지역의 차이가 5세 정도로 나타났다.

<그림 4-26> 서울시 전철역 활동인구의 평균나이 분포



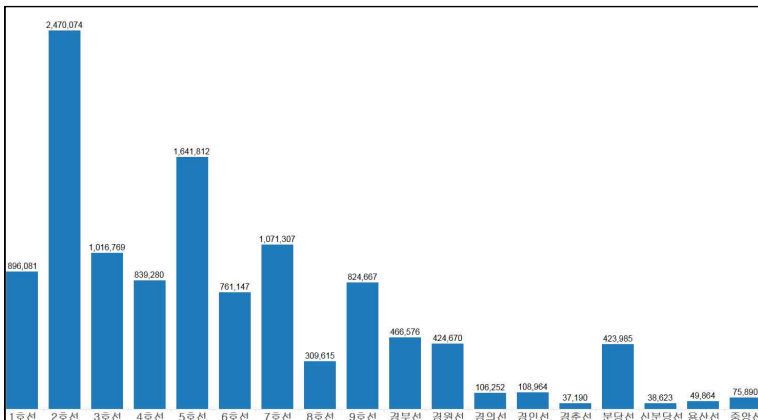
호선별로 전철역 주변 활동인구의 연령대 차이를 살펴보기 위해 호선별 연령대별 활동인구를 산정하였다. 산정결과 <그림 4-27>에서 나타난 것처럼 특정 호선대에서 활동인구의 연령대별 차이를 발견 하지는 못하였다. 이러한 결과는 30대 활동인구의 호선별 이용패턴이 20대의 호선별 이용패턴과 유사하다고 할 수 있다는 의미로 해석 할 수 있을 것이다.

<그림 4-27> 서울시 전철 호선별 연령대 분포



서울시 호선별 전철역 주변 활동인구 규모는 1,156만명 으로 서울시 인구의 116% 인구가 활동하는 것으로 나타났으며, 하루 활동인구는 2호선 247만명 으로 가장 높았고 5호선 164만명, 7호선 107만명 3호선 102만명 순으로 나타났다.

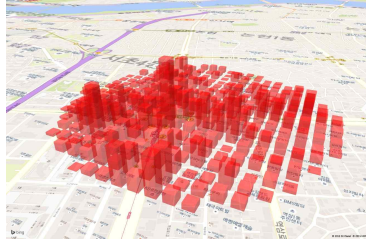
<그림 4-28> 서울시 호선별 전철역 활동인구 규모

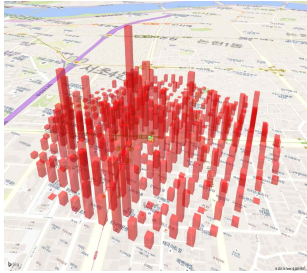
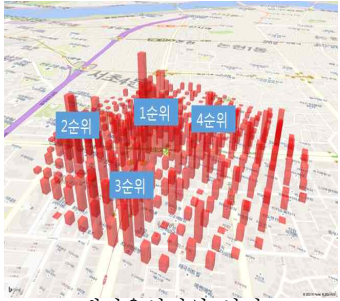


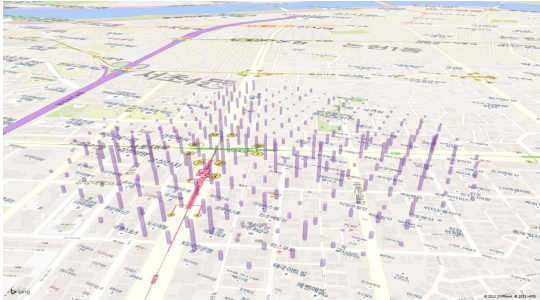
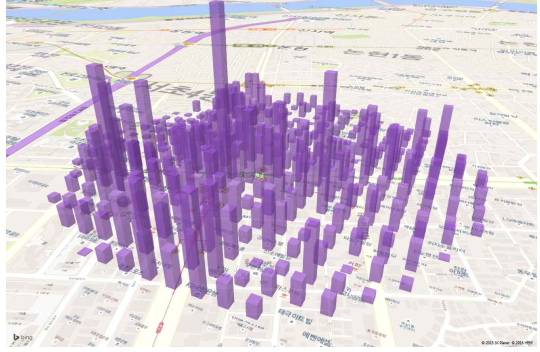
□ 강남역 침수 가정 시나리오 분석

기준에 발생했던 강남역 침수상황을 가정해 모바일 빅데이터의 활용방안을 검토해 보았다.

<그림 4-29> 강남역 침수 시나리오 분석

시각	상황	예방 및 대응	모바일 빅데이터 모니터링	상황별 강남역 주변 활동인구 분포
2018. 7.22 07:00	중부지방 호우 주의보 발령 새벽 강남역 일대 100mm 폭우	· CBS 폭우 및 침수로 통행주의 문자 발송 · 강남역 일대 활동자제 문자 발송 · 강남역 부근 기업체 휴무 및 휴교 · TV 방송 (유입인구 차단)	소방방재청 강남역 부근 활동인구 모니터링 요청	 강남역 영향권역 셀 추출
08:00	강남역 일대 시간당 50mm 폭우 지속 침수지역 발생	대피명령 통보 요구조자 규모를 고려 해 서울시 전역 119 출 동 명령하달 강남역 차량통제 보행자 통행제한 시행 CBS로 재난문자 재발송	강남역 주변 활동인구 5000명(08:03) 5500명(08:05)로 증가	 오전 7:03 통행제한 명령에도 외부 유입인구 발생(200인)  강남역 도로침수 시작(CCTV)

시각	상황	예방 및 대응	모바일 빅데이터 모니터링	활동인구 분포
08:05	강남역 일대 시간 당 30mm 폭우 지속 침수지역 확대	대피우선지역을 고려한 119 구조 활동자원 투입 버스운행 금지 전철 무정차 통과 강남역 차량통제 보행자 통행제한 시행 CBS로 재난문자 재 발송	강남역 주변 활동인구 5500명(08:05)로 증가 활동인구 규모 및 위 치정보로 대피우선 지역 선정 (활동인구 규모, 고 령자분포, 대피가능 지역 등 고려)	 오전 8:05 통행제한 명령에도 활동인구 증가 지속(300인)  대피우선지역 선정
08:10	강남역 일대 시간 당 20mm 강우량 침수지역 정체	119 구조 활동 전철 무정차 통과 강남역 차량통제 통행제한 시행 CBS로 재난문자 재 발송	119 구조 활동 및 유 입인구 통제로 활동인구 감소 2000명 (08:15) 대피현황 모니터링	 오전 8:10 위험상황 전파로 활동인구 2500인 감소  강남대로 승용차 통행 불가

시각	상황	예방 및 대응	모바일빅데이터 모니터링	활동인구 분포
08:30	비 소강상태 시간당 5mm 침수지역 감소	119 구조 활동 침수해소 지역 차량통행 재개	대피상황 모니터링	 침수지역 감소
09:30	비 그침 침수지역 복구	119 구조활동 침수피해 현황 파악	복구상황 모니터링	 활동인구 증가

□ 시사점

예고 없이 발생할 수 있는 사회재난의 인명피해 최소화를 위해서는 상시적으로 인구밀집시설의 모니터링이 필요하다. 본 연구에서 나타난 것처럼 서울시 전철역 활동인구는 일일 1,000만명이 넘어 재난 모니터링 차원에서 사회적 관심이 필요한 것으로 보인다.

특히, 재난에 취약한 60대 고령자들이 밀집된 종로구, 중구 등 서울 구도심에 대해서는 우선적으로 활동인구 모니터링이 필요하다고 할 수 있다. 전철역 주변은 주로 상업지역으로 사회재난시 동단위 거주인구 자료로는 피해지역 및 인적피해규모 추정이 어려우므로 모바일 빅데이터의 활용도가 높을 것으로 보인다.

2) 초고층 건물

□ 개 요

불시에 발생할 수 있는 테러, 오염물질 확산, 대형건물화재 등 다양한 사회재난에 모바일 빅데이터가 어떻게 활용될 수 있는지를 살펴보았다. 인구밀집 시설 중 대표적으로 지하철 주변과 2000년 이전에 완공된 서울시 초고층 건물을 사례로 분석하고자 하였다. 이 시설들은 행정구역별 통계인구 자료로 재난예방 및 복구단계에서 대응이 어렵다는 한계가 있어 모바일 빅데이터의 활용도가 높을 것으로 보인다. 관련 법령상에서 초고층 건물이란 200m 이상 높이 또는 50층 이상의 건물을 의미한다.

초고층 건물

「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법」 상의 '초고층 건축물'은 50층 이상 또는 높이가 200m 이상인 건축물을 말함
또는 건축법 시행령 제2조 18에 의하여 높이 200m 이상 또는 50층 이상인 건축물을 말함

본 연구는 재난에 중점을 두고 있어 상기 법령상의 정의와 상이하지만 2000년 이전에 완공된 서울시 150m 이상의 초고층 건물을 대상으로 분석하였다. 상기 기준의 서울시 초고층 건물 중 완공된 지 30년 이상 된 건물은 종로구 영풍빌딩(37층), 63빌딩(60층)을 비롯해 7개가 있다.

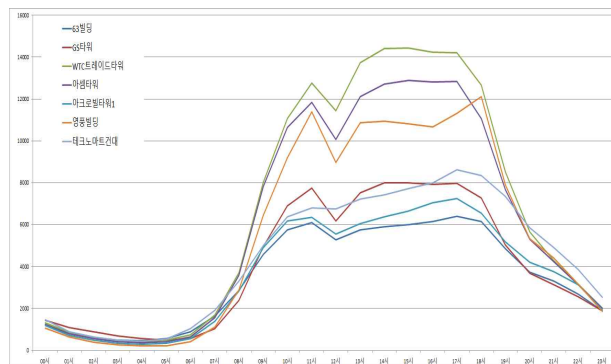
<표 4-9> 분석대상 초고층 건물 목록

구분	건물	위치	높이	층수	완공연도
1	영풍빌딩	종로구 종로1가	145m	37	1982년
2	63시티 빌딩	영등포구 여의도동	249m	60	1985년
3	WTC트레이드타워	강남구 삼성동	229m	51	1988년
4	아셈타워	강남구 삼성동	176m	41	1992년
5	테크노마트	광진구 구의동	189m	39	1998년
6	GS타워	강남구 역삼동	177m	38	1998년
7	아크로빌타워1	강남구 도곡동	163m	46	1999년

□ 분석결과

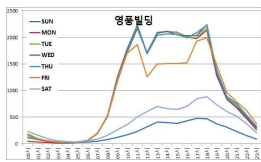
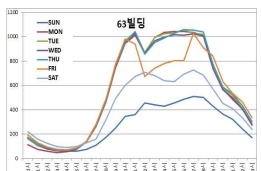
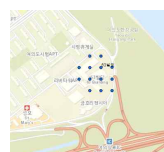
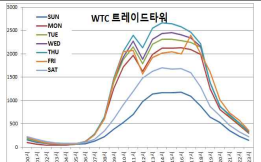
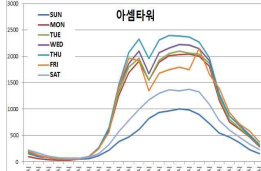
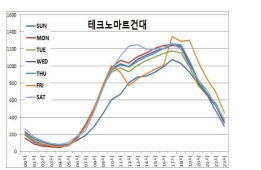
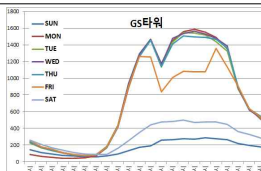
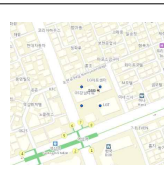
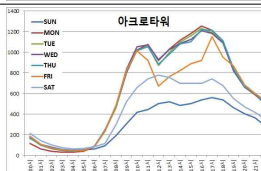
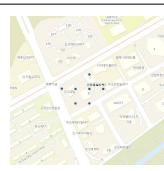
활동인구는 WTC 트레이드타워, 아셈타워, 영풍빌딩 순으로 나타났으며, 빌딩 규모 대비 아셈타워가 가장 활동인구가 높은 것으로 나타났다. 대상 건물의 주 용도가 업무시설이기 때문에 출퇴근 시간에 활동인구가 급격히 증가 또는 감소하고 있었다. 분석대상 건물 주변 활동인구는 오전보다 오후가 높았고 오후 1시~5시 사이에 최대 활동인구 패턴을 보이고 있었다. 오후 3시~4시 사이에 WTC 트레이드 타워 주변은 14천명, 아셈타워 13천명, 영풍빌딩 11천명의 활동인구가 각각 있는 것으로 나타났다.

<그림 4-30> 대형빌딩 시간대별 인구분포



각 건물의 요일별 활동인구 분포를 살펴보면 주말과 주중 활동인구가 급격히 증가하는 시간은 차이가 있었다. 이러한 특성은 모바일 빅데이터를 통해 파악할 수 있는 것으로 유사시 발생할 수 있는 재난에 효율적으로 대응하기 위해 평시에 활동인구의 모니터링을 체계적으로 수행할 필요가 있음을 보여준다.

<표 4-10> 시간대별 대형빌딩 활동인구 분포

구분	건물	시간대별 활동인구 패턴	모니터링 결과	
1	영풍빌딩		주중에는 금요일 활동인구가 적고 월-목요일 패턴은 유사함 활동인구는 10시에 급격히 증가 활동인구는 18시 이후 급격히 줄어듦	
2	63시티빌딩		주말 쇼핑객으로 주말 활동인구가 높음 활동인구는 9시에 급격히 증가 주중에는 금요일 활동인구가 적고 월-목요일 패턴은 유사함 18시 이후 급격히 줄어듦	
3	WTC트레이드타워		활동인구는 10시에 급격히 증가 주말 관광객으로 타 고층건물보다 주말 활동인구가 높음	
4	아셈타워		활동인구는 9시에 급격히 증가 타 건물보다 요일별 변동폭이 큼	
5	테크노마트		주말 구매고객이 많아 고층건물보다 주말 활동인구가 높음 활동인구 분포시간대가 넓어 오후에도 활동인구 감소폭이 낮음	
6	GS타워		월-목요일 활동인구 패턴이 동일하고 금요일에 가장 낮음	
7	아크로빌타워		월-목요일 활동인구 패턴이 동일하고 금요일에 가장 낮음 토요일 패턴이 높음	

□ 시사점

연구 결과, 초고층 건물의 용도에 따라 활동인구의 요일별 시간대별 활동패턴은 상이한 것으로 나타났다. 초고층 건물은 업무 뿐만 아니라 쇼핑, 여가기능의 역할도 있어 위급 상황시 활동인구 규모를 상주 근무자로만 파악할 경우 오차범위가 크고 비상 상황시 주변지역에 영향을 미치므로 주변지역 활동인구도 포함하여 파악하는 것이 필요하다. 초고층 건물에 대해 재난 대비단계에서는 지속적인 활동인구 모니터링이 필요하며 재난 발생시에는 이 자료를 기반으로 요구조자 규모, 성별, 연령분포 등을 파악하여 신속한 대응을 하는 것이 필요하다.

<표 4-11> 단계별 활용방안

구분	항목	실천내용	활동인구 분포도(WTC)
대비단계	활동인구 모니터링	활동인구 연령대, 성별 분포 등 파악	
대응단계	요구조자 모니터링	요구조자 집중지역 파악 및 대피지원	
복구단계	요구조자 구조현황	모바일폰 작동시 위치파악	

3) 신 노량진 시장: 노후건물

□ 개요

서울시 건축물 중 안전성에 위험이 있는 안전등급 E 재래시장은 1968년 12월 준공된 영등포구 영남시장과 동작구 1971년 5월에 준공된 신 노량진시장이 있다. 본 연구는 이 중 노량진 재정비 촉진지구에 포함된 신 노량진 시장을 대상으로 활동인구 분포를 분석하고 재난단계별 활용방안을 모색하고자 하였다.

안전등급 E

주요부재에 진전된 노후화 또는 단면손실이 발생하였거나 안전성에 위험이 있는 상태로 사용금지 및 개축 필요

자료) <https://citybuild.seoul.go.kr/archives/29614> (시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의한 안전점검)

신 노량진 시장은 완공된 지 45년이 지난 노후시설로 시장기능을 하지 못하고 있으며 1997년부터 재개발 사업을 추진하고 있는 실정이다. 이 시장은 동작구 노량진2동 119번지, 121번지 일대로 <그림 4-31>과 같이 많이 노후화가 많이 진행되었다. 시장은 3층 건물로 1층에 보행자 통로에 상가들이 운영되고 있는 시설로 구조물 전체가 세운상가처럼 큰 건물군을 이루고 있는 시설이다.

현장 조사결과 건물 붕괴위험이 높아 철 구조 지지대가 있었으며 이러한 시설물을 통과하는 행인도 목격할 수 있었다. 일부 식당과, 기름집은 열악한 환경에서도 영업중이었고 구멍 난 건물 천장을 통해 녹슨 철조망을 볼 수 있었다.

<그림 4-31> 신 노량진 시장 현장 조사



□ 분석결과 및 시사점

모바일 빅데이터 분석결과, 신 노량진 시장 반경 50m 주변의 평일 활동인구는 약 430명으로 나타났고 노후건물 북서쪽 다가구 주택 주변의 활동인구가 높았다. 이 시장과 같이 안전 불량 건물이 밀집되어 있는 곳에서는 유사시에 발생할 지도 모르는 사태에 대비해 주변지역 활동인구를 집중적으로 모니터링 하고 위험지역 진입시 안내문자를 보내는 것도 필요하다. 건물붕괴 조짐이 보이면 기지국을 통해 대피문자를 보내고 실시간 대피현황을 파악하는 것도 중요하다. 특히, 복구단계에서 모바일폰 추적을 통해 요구조자의 위치를 파악해 구조현장에 전달하는 노력도 필요할 것이다.

<표 4-12> 신 노량진 시장 활동인구 분석

구분	내용	파악내용	활동인구 분포도
예방단계	활동인구 모니터링	위험건물 주변 활동인구 건물주변 활동인구 안전주의 문자발송	
대비단계	활동인구 대피명령	건물붕괴 조짐 발생 활동인구 대피문자 발송 대피상황 파악	
대응단계	요구조자 규모파악	요구조자 집중지역 파악 및 복구자원 조달	
복구단계	요구조자 위치파악	모바일폰 작동시 위치파악	

4) 전염병 확산: 대형병원

□ 개요

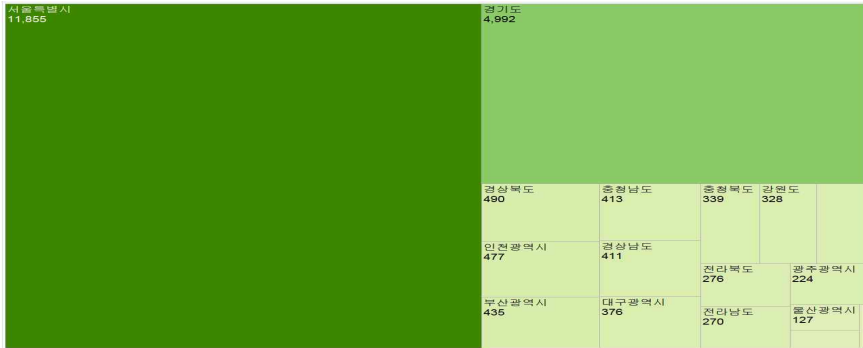
2015년 중동호흡기 증후군 확산 시 많은 감염 환자가 발생하였던 ○○병원을 사례로 활동인구의 분포를 분석하였다.

□ 분석결과

이 병원은 전국 17개 광역지자체에서 21,062명이 활동하고 있는 것으로 추정되며,

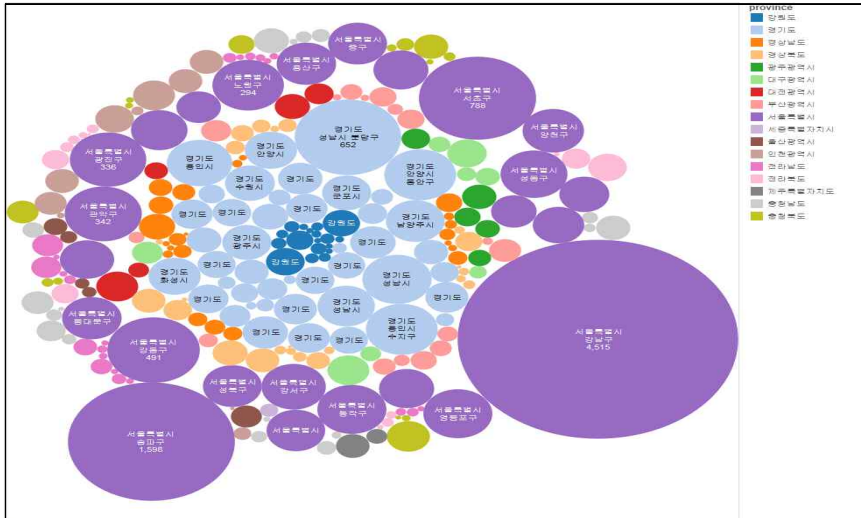
이들의 거주지 분포는 서울시 55.4%, 경기도 23.7% 순으로 높았다. 지방 활동인구의 거주지 분포는 호남권 769명, 경상권 1,838명, 충청권 1036명, 제주도 91명, 세종시 20명 등으로 나타났다.

<그림 4-32> ○○병원 활동인구의 거주지 시도 분포



시군구 분포는 전국의 모든 253개 기초자치 단체에서 ○○병원 주변에서 활동하고 있었고 강남구, 송파구, 서초구, 성남 분당구, 안양 동안구 등의 비율이 높았으며, 수도권과 광역시 이외 지역 중 60명 이상 활동인구를 보이는 지자체는 제천시, 서산시, 제주시, 청주시, 천안시, 여주시 등으로 나타났다.

<그림 4-33> ○○병원 활동인구의 거주지 시군구 분포



□ 시사점

금번 메르스 사태에서 나타난 것처럼 전염병 확산 초기단계에서의 상황판단이 중요하며 특히, 이동경로에 대한 효과적인 파악이 전염병 확산을 방지하는 데 중요한 역할을 담당하였다. 본 연구에서 살펴본 것처럼 ○○병원은 전국에서 환자 및 보호자 등이 내원하는 곳으로 전염성이 높은 질병일 경우 한국이 만나질 생활권임을 감안할 때 전국적 확산에 많은 시일이 걸리지 않을 수도 있다. 유사한 전염병의 확산을 사전에 방지하기 위해서는 전국권 단위의 대형병원에 대한 활동인구 모니터링 체계 도입 검토가 필요할 것으로 보인다. 전염병관련 재난에서 모바일 빅데이터의 두드러진 활용방안은 잠재 감염자의 이동 경로를 파악해 2차, 3차 확산을 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 보인다.

<표 4-13> ○○병원 활동인구 분석

구분	항목	실천내용	활동인구 분포도
대비단계	활동인구 모니터링	활동인구의 거주지, 주간 활동지역 파악 활동인구의 경로 추적	
대응단계	감염자 이동경로 파악	감염자 이동경로 추적 및 이동 통제	
복구단계	감염자 이동경로 파악	감염자 격리	

5) 잠실경기장: 대피로 계획

□ 개요

잠실경기장 코리안 시리즈 야구경기 중 경기장 주변에서 발생한 테러사건으로 탄천 건너편 안전지대로 대피해야하는 상황을 가정하였다. 모바일 빅데이터로 잠실경기장 야구장은 물론 주 시설의 시간대 활동인구로 대피수요를 산정하였다.

<표 4-14> 잠실경기장 시설별 활동인구

No	주요시설	활동인구(인/시간)	
		가정1	가정2
1	잠실 야구장	12,630	25,260
2	잠실 종합 운동장	8,329	8,329
3	잠실 보조경기장	1,168	1,168
4	잠실 학생 체육관	3,731	3,731
5	잠실 수영장	3,627	3,627
6	잠실 실내 체육관	3,029	3,029
합계		32,514	45,144

교통류 마이크로 분석을 수행하기 위하여 Transmodeler를 이용해 잠실 종합 경기장 내부 도로와 접속 도로 네트워크를 구축하였고 대피로는 잠실 경기장의 서쪽 방향으로 청담교, 봉은교, 삼성교 3개로 설정하였다.

<그림 4-34> 잠실경기장 시설 및 대피로



□ 분석결과

시뮬레이션 결과로 토대로 혼잡구간 및 상충구간을 규명한 결과, 종합운동장역 앞 삼거리에서 회전 교통류와 직진 교통류의 상충이 발생하여 접근차량의 지체시간이 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 올림픽대로로 접근하는 도로 용량이 작아서 잠실 경기장 내부도로에 대기행렬이 길어지는 것으로 나타났다.

위급상황시 이러한 혼잡지점 원인을 해결하는 방향으로 잠실 종합경기장 대피 전략을 수립하였다. 상세 전략으로 잠실 경기장 남문 접근 도로에 회전 교통류와

직진 교통류를 통제하여 차량의 대피 시간을 최소화하였고, 잠실 수영장 주차장에서 대피하는 차량에게 좌회전을 금지시켜 잠실 경기장 남문에서 나오는 차량들과 상충을 방지하도록 하였다.

<표 4-15> 잠실경기장 혼잡구간 및 상충구간

구분	혼잡구간 및 상충구간 설명	
구간 1	종합운동장역 앞 삼거리에서 회전 교통류와 직진 교통류의 상충이 발생하여 접근차량의 지체시간이 증가함	
구간 2	올림픽대로로 접근하는 도로 용량이 작아서 잠실 경기장 내부도로에 대기행렬이 길어짐	
구간 3	잠실 경기장 주차장에서 내부도로로 진입할 때 차량 간 상충이 발생하여 내부 도로에서 지체시간이 증가함	

<표 4-16> 지점별 대피전략

대피전략	
· 잠실 경기장 남문 접근 도로에 회전 교통류와 직진 교통류 통제	· 잠실 수영장 주차장화회전 금지
	

혼잡구간 및 상충구간을 통제하는 위급상황 전략을 수립한 결과 무통제 시 대피완료시간은 123분, 완전통제시 79분으로 줄어드는 것으로 나타났다.

<표 4-17> 시나리오별 대피시간

구분	대피 완료시간	평균 지체시간
case1. 무통제	2시간 03분	3.5분/대
case2. 부분통제	1시간 49분	3.0분/대
case3. 완전통제	1시간 19분	2.4분/대

□ 시사점

외부 대피로 통제보다 내부 주차장에서 빠져나오는 차량에 대한 통제가 우선적으로 필요한 것으로 나타났다. 야구장의 관람객들이 일시에 외부로 나오는 과정에서 가장 가까운 출구로 집중되므로 출구수요 분산 통제전략이 중요하다. 이와 같은 가상 상황은 좀 더 다양한 수요와 출구배분, 대피로 배분 등의 다양한 시뮬레이션을 통해 대응전략을 모색할 필요가 있다.

	제 5 장 시사점 및 정책제언	
--	---------------------	--

시사점 및 정책제언

5장에서는 4장의 사례분석 결과에 대한 공간위계별 시사점을 종합적으로 기술하고 이를 근거로 재난관리 단계별, 재난유형별 활용방안에 대해 기술하였다. 또한, 연구의 한계와 향후과제를 제시해 향후 관련연구에서 참고하도록 하였다.

1. 분석결과 시사점

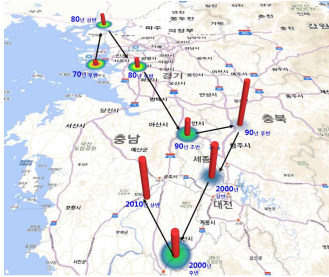
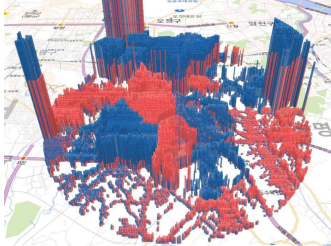
1) 전국 단위

□ 지진발생 트렌드 및 시흥시 사례

한반도에서 지진의 피해를 경험한 것은 37년전 규모 5.0 충남 홍성(1978)의 지진으로 먼 옛날 기억으로 남아있다. 본 연구에서 기상청 한반도 지진발생 자료 분석결과 지진발생은 북한보다는 남한에서 동해보다는 서해에서 발생빈도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 모바일 빅데이터로 2010년 시흥시 지진(규모 3.0) 주변 활동인구 분석 결과 거주인구는 123만 이지만 활동인구는 180만으로 활동인구가 높은 것으로 나타났다. 또한, 진양지 주변 공장지역, 전철역 주변의 활동인구가 거주인구보다 높아 모바일 빅데이터로 활동시간대 인명 피해 규모를 파악할 수 있는 것으로 나타났다. 모바일 빅데이터의 지진관련 재난활용방안은 대비단계에서 주간 및 야간활동시간대 발생할 지도 모르는 지진에 대비해 피해규모를

파악할 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다. 또한, 대응단계에서는 모바일폰 신호로 요구조자 구조를 위한 위치정보, 대피상황, 이재민 구호시설 규모, 위치선정 등에 활용될 수 있을 것이다.

<표 5-1> 지진분석 시사점 및 활용방안

구 분	분석결과	시사점 및 활용방안
시대별 지진 분포	 진앙 중심점은 해안에서 내륙으로 북에서 남으로 이동 (80년 강화도▶10년 충북 청양)	한반도 남한지역을 지진안전 지 대로 단정하기 보다는 보다 적극 적 대비 필요 발생분포에 대한 세밀한 관찰 필요 발생분포 변화에 대한 원인 파악 필요
시흥시 사례 지역	 진앙지 주변 거주인구보다 활동인구(파란색) 가 높음 (거주민구 123만▶활동인구 180만) 공장지역, 상업지역 활동인구 파악	지진발생시 요구조자 파악을 위한 활동인구 모니터링 자료로 활용 활동시간대 동적인구 분포 파악 으로 인적피해 규모 추정가능

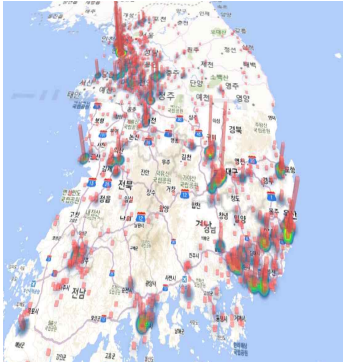
□ 유독물 유출

전국 유독물 사업장(2,828개)은 경기 701개(24.8%), 경남 296개(10.5%), 경북 294개(10.4%)순으로 분포하고 있었다. 축별로 유독물 취급장 분포는 인구밀도가 높은 수도권-충남북부축, 구미-대구축, 부산-울산축에 밀집해 있어 유사시 인적

피해와 연관성이 높을 수 있는 것으로 나타났으며, 유독물 취급장 영향권역을 500m로 설정해 시도별 분포를 분석한 결과 전국 260개 시군구 중 211개(81.2%)가 영향권역에 포함되는 것으로 나타났다. 유독물 취급장은 인구가 밀집하고 활동인구가 높은 지역에 분포해 언제 발생할지 모르는 유출사고에 대비하기 위해 주변 지역 활동인구에 대한 모니터링이 필요한 것으로 사료된다.

대응단계에서는 대비단계에서 파악한 유독물 취급장 주변 활동인구 자료로 신속한 구조와 대피시설 마련, 복구자원 투입규모 등의 의사결정 판단 자료로 활용할 수 있을 것이다.

<표 5-2> 유독물 유출 분석 시사점 및 활용방안

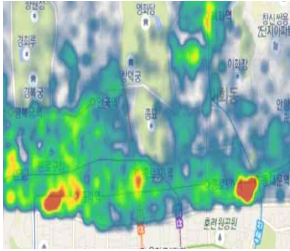
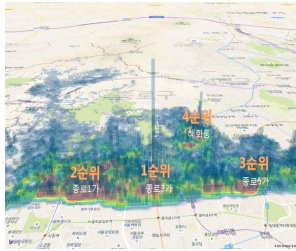
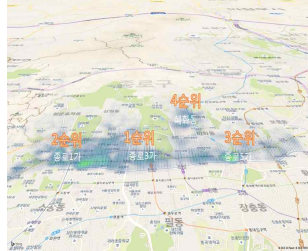
전국 유독물 취급장 주변 활동인구 분포	시사점 및 활용방안
	인구밀집 지역에 유독물 취급장 분포하고 있었음 유사시 유독물 유출시 인명피해를 줄이기 위해 주변지역 활동인구 모니터링 필요

2) 종로구: 폭염

국민안전처의 지역안전지수(화재) 4등급을 받은 서울시 종로구를 대상으로 시나리오 분석을 통해 모바일 빅데이터의 폭염시 활용방안을 살펴보았다. 본 연구에서 가정한 상황은 폭염 경보 중 종로구 변전소 고장으로 냉방시설이 고장난 상황을 가정하여 재난단계별 활용방안을 살펴보았다. 먼저, 대비단계인 폭염 주의보 발령시에는 모바일 폰 문자로 종로3가 고령자 등에게 귀가 및 야외 활동자제 문자발송과 종로구 활동인구에 대한 모니터링을 강화하는데 사용가능하다. 대응단계에서는 119 비상대기 및 관계기관 상황전파 건물 밖 대피명령을 전파하고 상황실에서 활동인

구의 연령별 분포를 파악하여 구급대원들에게 대피우선순위를 전달 하는데 활용할 수 있을 것으로 보인다. 마지막으로 모바일 빅데이터를 통해 대피상황을 모니터링 하고 대피미비 지역에 대한 조치를 취하는데도 활용가능 할 것이다.

<표 5-3> 종로구 대상 폭염 시 활용방안

발생 전	발생 중	발생 후
 활동인구 모니터링	 대피우선순위 지역 선정	 대피현황 파악

3) 인구밀집시설

□ 전철역

서울시 전철역 주변 일일 활동인구는 1,156만명으로 서울시 인구보다 많은 인구가 활동하는 것으로 나타났다. 서울시 전철역 연령별 활동인구를 전철역 나이테로 명명하여 분석한 결과 서울시 전철역 나이테는 30.7세~40.8세 사이에 분포하였다. 종로3가.5가 등의 전철역 나이테는 40세, 신촌, 홍대는 31.5세로 구도심 연령대가 높았다. 재난대비의 목적은 유사시 인명피해 최소화이고 서울시 전철역 주변은 일 활동인구가 높아 모니터링이 필요하다. 전철역 주변은 주로 상업지역으로 사회재난시 동단위 거주인구로 자료로는 피해지역 및 인적피해규모 추정의 불확실성이 크므로 모바일 빅데이터의 활용이 가능할 것으로 보인다.

□ 대형건물

인구밀집 시설 중 2000년 이전에 완공된 서울시 초고층 건물 7곳을 사례로 분석하였다. 활동인구 규모는 WTC 트레이드타워, 아셈타워, 영풍빌딩 순으로 큰 것으로 나타났다. 영풍빌딩은 금요일 활동인구가 높았고 10시에 급격히 증가 18시 이후 급격히 줄어들었다. 테크노마트의 경우 주말 구매고객이 많아 고층건물 보다 주말 활동인구가 높았고 초저녁에도 활동인구 감소폭이 낮았다. 이처럼 초고층 건물도 건물용도에 따라 시간대별 활동인구 패턴이 다르게 나타나 유사시에 발생하는 사태에 대응하기 위해 활동인구 모니터링이 필요한 것으로 보인다.

□ 대형병원

○○대형병원 주변 활동인구위 원 거주지 분포 검토결과, 전국 모든 기초 지자체 거주자들이 활동하고 있는 것으로 나타났다. 전염병 확산 초기단계에서의 확산과 악이 중요하며 특히, 이동경로에 대한 효과적인 파악이 전염병 확산을 방지하는데 중요한 역할을 담당한다. 유사한 전염병의 확산으로 인한 피해를 줄이기 위해서는 사전에 전국영향권 대형병원의 활동인구의 원거주지 분포를 모니터링 한다면 전염병 발생시 확산방지를 위한 조치계획에 활용할 수 있을 것이다.

□ 경기장 대피로 계획

대피계획은 사전에 활동인구 위치와 규모를 근거로 다양한 대피 시나리오를 분석해야만 유사시 발생할지도 모르는 상황에 신속히 대응가능하다. 본 연구 시나리오 분석 결과 외부 대피로 통제 보다 내부 주차장에서 빠져나오는 차량에 대한 통제가 우선적으로 필요한 것으로 나타났다. 또한, 관람객들이 일시에 외부로 나오는 과정에서 가장 가까운 출구로 집중되므로 출구수요 분산통제전략이 중요한 것으로 나타났다.

2. 정책제언

1) 재난관리 정책변화의 계기

□ 재난관리대상의 변화 (위험 취약 시설관리 ⇒ 위험 노출 인명관리)

모바일 빅데이터 활용은 기존 노후건축물, 침수지역 등 재난에 취약한 시설물 중심의 물적 재난관리에서 위험에 노출된 인적 중심의 재난관리로 전환하는 계기가 될 것이다. 모바일 빅데이터는 재난발생전에 인적피해 예상규모를 추정할 수 있어 행위기반형 재해취약성 분석 자료로 활용가능 할 것으로 보인다. 기존 재해위험등급별로 획일화된 재난저감 대책의 차별화 및 유형화를 통해 재난관리 투자의 우선순위 산정, 재난관리 예산확보의 필요성을 파악하는데 적용할 수 있을 것이다. 모바일 빅데이터는 동적자료로 최악의 인명피해를 고려하는 방재측면에서 각 셀별 최고치로 인명재난 취약지역 매핑을 할 수도 있다.

□ 변화의 시작: 실시간 재난대응을 위한 활동인구 모니터링 시스템 구축

재난관리의 시작은 위험에 노출된 인적규모를 파악하는 것에서 출발해야 하며 이러한 자료로 본 연구의 모바일 빅데이터는 활용가능성이 높다. 하지만, 현재 모바일 빅데이터는 1달 전 자료를 가공하여 사용하고 있어 본 연구에서 제시한 실시간 데이터 활용은 어려운 실정이다.

본 연구의 시나리오 분석에서 활용가능한 모바일 빅데이터를 구축하기 위해서는 실시간 활동인구 파악이 가능한 시스템 구축이 필요하다. 구축 시스템에는 여러 가지 재난상황에 대응하기 위한 분석알고리즘, 지리정보, 위험정보들이 상호 연계되어야 할 것이다. 또한, 모바일 빅데이터는 민간에서 생산하는 자료 이므로 민관 협력사업으로 추진하는 방안 고려도 필요하다.

2) 재난관리 단계별 활용방안

본 연구에서 제안하는 재난관리 단계별 활용방안은 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터가 시스템 구축을 통해 실시간으로 집계된다는 전제하에 활용방안을 기술하였다.

□ 대비단계: 재난피해 최소화를 위한 활동인구 모니터링

모바일 빅데이터로 자연재난과 사회재난 위험에 노출되어 있는 활동인구 규모를 상시 모니터링 체계로 구축이 가능하다. 시간과 공간에 구애 받지 않고 재난에 대한 상시 모니터링 체계를 구축할 수 있다고 볼 수 있다. 특히, 유독물 취급장, 침수지역 등 잠재재난 정보와 연계하여 모니터링 한다면 재난을 예방하는데 효과적인 것이다. 거주인구로 파악하고 있었던 잠재적 재난 노출 인명피해 규모를 시간대별로 파악하는 동적 위험지도(Dynamic risk mapping) 작성이 가능하다.

또한, 거주인구를 기초로 수립한 재난응급 시스템의 변화가 필요한 것으로 보인다. 안산시 단원구 유독물 취급장의 경우 거주자와 근무자가 혼재되어 있는 지역 등에서 잠재적 요구조사 추정이 가능하였다. 활동인구 모니터링에서는 가상 재난상황을 고려한 시뮬레이션을 통한 반복 훈련도 필요하다. 본 연구에서 분석한 것처럼, 야구경기장과 같이 짧은 시간에 이벤트를 즐기러 오는 인구밀집 시설의 재난시 대피로 계획에 적용할 수 있다.

우선, 이벤트 수요에 대한 구체적인 파악이 필요하다. 둘째, 이벤트 시설 외부로 최단 시간내에 대피시키기 위해 경기장 출구, 주차장, 진출로, 교차로 등의 활용가능 대피시설에 대한 용량파악이 필요하다.

셋째, 재난시 이들 수요와 용량을 고려해 대비 단계에서 준비한 시나리오 분석결과를 기반으로 대피전략을 수립을 해야 한다. 재난발생 이후에는 위 사항을 고려할 시간적 여유는 없으며 사전에 다양한 시나리오를 분석하고 이를 몸에 익히는 재난대응 연습이 중요하다.

□ 대응단계: 재난발생시 의사결정 정보 제공

재난 발생시 지휘통제자의 신속한 의사결정을 지원하기 위해 신뢰도 높은 정보가 단시간에 제공될 수 있어야 한다. 제공 정보는 <표 5-4>와 같이 재난유형, 인구통계학, 환경경제, 기반시설, 자원 등 다양한 정보가 필요하다.

제공 정보 중 사회기반시설, 자연환경 등의 정보는 공간정보체계 구축으로 파악가능하나 인구통계학 정보는 거주인구 인구자료로 방문자, 타지방 외출자 등의 상황을 파악하기에는 어려움이 있다. 모바일 빅데이터는 해당지역의 활동인구 규모, 성별, 연령별, 원거주지 분포 파악이 가능해 효율적인 의사결정 정보로 활용될 수 있다.

<표 5-4> 재난시 의사결정 정보

구분		시나리오1 (기준)	시나리오2 (빅데이터 활용)	차이점
요구조자 파악	규모	거주인구 자료로 약123만명 잠재적 요구조자로 판단	빅데이터 월요일 14시 활동인구 154만명 으로 요구조자 규모판단	잠재 요구조자 규모 추정가능
	위치	동단위 거주인구로 요구조자 파악	셀 단위 위치정보로 요구조자 위치 파악	공장, 상업지 요구조자 파악 가능
	구조	건물규모 및 토지이용 정도에 근거해 구조작업 시행	셀 단위 활동인구, 건물규모, 토지이용 등을 종합적으로 고려가능	미시공간 구조활동 추진 가능
	노약자 규모	동단위 거주인구 연령대 비율로 파악	셀 단위 활동인구의 성별, 연령별 구조 파악	재난 취약자 위치 및 규모 파악
대피관리	현황	육안조사를 통한 개략적 규모 파악	지리정보와 연계한 빅데이터로 요구조자 대피현황 파악	요구조자 규모 산정 가능
	경로통제	주간선도로 위주로 대피	실시간 대피경로를 파악해 대피시간 최소화	대피시간 단축
	시설	주변 학교 체육관 시설사용	피해인원 규모 추정을 통해 대피시설 확대가능	대피시설 효율적 마련
복구자원 요청		요구자원 추정 어려움	활동인구와 대피인원 고려해 복구자원 요청	복구자원 효율적 조달 및 공급

3) 재난유형별 활용방안

3장에서 재난의 예측가능성, 지속성, 파괴력, 영향권역 등의 시공간적 특성에 따라 자연재난과 사회재난을 각각 3가지로 구분하였다. 각 재난유형에 대해 본 연구 사례분석 결과에 기반해 재난관리 단계별 활용방안을 제시하고자 한다. 모바일 빅데이터는 동단위 거주인구에 비해 시공간적 해상도가 높아 인명피해가 높을 수 있는 대규모 재난의 초기대응 단계에서 그 활용도가 높을 것으로 보인다.

□ 자연재난: 유형1(태풍, 호우 등)

본 연구에서 자연재난 유형1로 구분한 태풍이나 호우의 경우 모바일 빅데이터는 대비단계에서 피해예상지역의 주민에게 대피문자를 발송하고 주민들의 대피상황을 파악하는데 적용 가능할 것이다. 대응단계에서는 요구조자의 위치와 규모를 파악해 구조인력과 자원을 투입하는데 활용 가능하며, 복구단계에서는 모바일 폰 신호로 매몰되어 있는 요구자들의 위치파악을 통한 구조 활동과 피해지역 활동인구 규모와 연령별 분포를 파악해 이재민 시설 위치나 규모 등을 결정하는데 활용 가능하다¹⁷⁾.

<그림 5-1> 태풍: 재난관리 단계별 활용사례 예시



17) 요구조의 모바일 폰이 작동과 기지국 장비의 원활한 작동을 가정하는 경우에 한함

□ 자연재난: 유형2(폭염, 한파, 침수 등)

자연재난 유형2의 재난은 예보가 가능한 재난으로 모바일 빅데이터는 재난 발생 전 대비 단계에서 위험지역에 노출된 잠재적 요구조자의 위치와 규모 등에 대한 모니터링이 가능하다. 자연재난 유형2에 대해 본 연구는 종로구의 폭염과 강남역 침수를 대상으로 사례분석을 실시하였다. 사례분석결과, 재난 발생 초기대응 단계에서 현장 중심의 체계적, 효율적 구조 활동을 하는데 적용할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 구급대원·구급차 등의 한정된 구조자원의 투입우선순위 지역을 선정하는데 활용할 수 있으며 복구단계에서 모바일 빅데이터로 요구조자의 위치와 규모를 파악하는 자료로 활용할 수 있다.

모바일 빅데이터는 주간과 초저녁 활동시간대 자연재난 유형1과 유형2의 재난 발생 전 대비단계에서 잠재적 요구조의 규모를 제거하거나 축소하는데 적용가능하고 재난발생 후 가장 중요한 요구조자의 위치와 규모를 짧은 시간내에 파악 가능해 초기대응 단계에서 현장 중심의 체계적, 효율적 구조 활동을 하는데 적용할 수 있을 것으로 보인다.

□ 자연재난: 유형3(지진, 화산폭발 등)

지진과 화산폭발과 같은 자연재난 유형3은 한반도에서 발생할 가능성은 낮지만 대비차원에서 그 활용성을 검토하고자 한다. 지진과 같은 유형2의 재난 예측은 사실상 어렵기 때문에 모바일 빅데이터는 재난발생 후 초기대응과 복구단계에서 활용할 수 있을 것이다. 시흥시 지진 사례에서 분석한 것처럼 지진발생 시점이 낮 시간일 경우 동 단위 거주인구로는 공장지대, 상업지역 등의 인명피해 규모를 파악하기 어려우므로 모바일 빅데이터를 통해 지진 발생지역의 인명피해 규모를 추정하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 재난 초기단계에서 인명피해규모를 파악하는 것은 구조자원 투입계획 마련과 이재민 관리, 구호활동 등의 복구계획에 이르기까지 광범위하게 사용될 수 있을 것으로 보인다.

□ 사회재난: 유형1(감염병, 가축전염병 등)

모바일 빅데이터로 활동인구의 원거주지 분포를 파악할 수 있다. 따라서, 감염병 발생지점 주변 활동인구의 공간적 확산 정도를 가늠할 수 있다. 만약, 감염병 발생 시간이 10시간 이상 또는 수일 이상이 걸릴 경우 본 자료의 활용도는 높을 것으로 보인다. ○○병원의 활동인구의 원거주지 분포를 분석한 결과 전국 모든 시군구의 거주자 들이 이 병원에서 활동하고 있는 것으로 나타났다. 이처럼 전국각지의 활동인구가 밀집해 감염병 발생시 주요 전파경로가 될 수 있는 대형 의료시설, 주요 교통시설 등의 모바일 빅데이터 활동인구 정보로 감염병 확산지역을 추정하는데 참고자료로 활용가능 할 것이다.

이처럼 모바일 빅데이터는 감염병과 같은 사회재난 발생 시 잠재적 감염자의 공간분포 추정을 통해 사전적으로 감염원의 공간적 확산방지 조치를 취할 수 있는 정보로 활용가능 할 것으로 보인다. 기술적으로는 기지국 트래킹 정보를 통해 이동경로 정보도 파악가능 하지만 개인정보 유출 등의 문제로 구축되지는 못하고 있는 실정이다.

□ 사회재난: 유형2(환경오염, 화재방 등), 유형3(건축물 붕괴, 사회기반시설 파괴 등)

자연재난과 구분되는 사회재난의 특징은 예고 없이 불특정지역에 재난이 발생할 수 있다는 점이다. 본 연구에서 검토한 유독물 취급장, 대형건물, 전철역 주변 등에서 유독가스 살포, 건축물 붕괴, 테러 등의 사회적 재난이 발생한다면 현재 자료로서는 잠재적 인명피해 규모를 추정하기 어려울 것이다.

단일 건물에서 발생한 사건이라면 상주직장인, 거주자를 파악해 대응가능할 수 있지만 쇼핑시설, 복합시설의 경우에는 단순 방문자가 많아 단시간에 활동인구 규모를 파악하기는 어려울 것이다. 이러한 한계는 모바일 빅데이터의 시공간적 고해상도 활동인구 정보로 어느 정도 극복 가능할 것으로 보인다.

<표 5-5> 재난유형별 모바일 빅데이터의 활용방안

재난유형별 특징				재난관리			
				발생전		발생후	
재난 유형		특징		예방	대비	초기 대응	복구
자연재난	유형1	태풍, 호우, 해일, 강풍 등	예보가 가능하며 수일이상 지속되면서 넓은 지역에 높은 순간 파괴력으로 인적·물적피해 발생		○	○	○
	유형2	폭염, 한파, 가뭄, 대설 등	일기예보를 통해 예측이 가능하며 수일 또는 수개월 이상 지속되면서 넓은 지역에 걸쳐 인적피해를 유발		○	○	○
	유형3	지진, 화산 폭발 등	예고 없이 짧은 시간에 높은 순간 파괴력으로 넓은지역에 걸쳐 강도 높은 인적·물적 피해 발생			○	○
사회재난	유형1	감염병, 가축전염병 등	예고가 불가능하고 짧은 기간에 수주 또는 수개월 동안 넓은 지역에 걸쳐 인적, 물적피해를 유발			○	
	유형2	대형 화재, 폭발, 화생방, 환경오염사고 등	예고 없이 몇 시간 동안의 높은 파괴력으로 넓은 지역에 인적·위주의 피해를 유발			○	○
	유형3	대형건축물 붕괴, 사회기반시설 파괴 등	예고 없이 몇 초간의 고 파괴력으로 인구밀집지역에 강도 높은 인적, 물적 피해를 유발			○	○



시간적 고 해상도 (정보의 실시간 생산)	공간적 고 해상도 (50M 단위의 정보)	활동인구 (연령별, 성별, 거주지 분포 및 규모)
모바일 빅데이터 특징		

3. 연구의 한계 및 향후과제

□ 한계

본 연구의 첫 번째 한계는 연구에 사용한 모바일 빅데이터의 시간적 한계에 있다. 본 연구의 모바일 빅데이터는 SKT에서 제공한 2014년 11월 1달 동안의 수도권 모바일 빅데이터의 요일별 평균자료로 계절별 변동 요인 등 데이터의 대표성을 갖는데 한계가 있었다. 둘째, 현재 시스템 미 구축으로 실시간 구축이 안 되는 모바일 빅데이터의 실시간 구축을 전제로 연구를 진행하였다는 점이다. 하지만, 이러한 한계는 조만간 실시간 구축 시스템이 갖춰질 예정이어서 해결 가능할 것으로 보인다. 셋째, 스마트 셀 기반 모바일 빅데이터가 기존 자료에 비해 시공간적 해상도가 높다고 볼 수 있지만 심야시간대, 지하·해상재난에 적용하기 어렵다는 한계가 있다.

□ 향후과제

첫째, 모바일 빅데이터의 신뢰성에 대한 다양한 검증이 이루어져야 했지만 기존연구 자료로 대체한 것은 향후 연구에서 시행해야할 과제로 남겨두고자 한다. 시간단위 모바일 빅데이터를 일단위 모바일 빅데이터로 변경한 것에 대한 검증작업이 필요하다. 또한, 샘플링 형태의 현장 조사를 통해 50M 단위 활동인구의 신뢰성에 대한 검증작업도 필요하다. 둘째, 재난분야 데이터와 모바일 빅데이터와의 연계를 통한 정책활용방안 모색이 필요하다. 본 연구는 가상적 재난상황을 고려하여 사례분석을 실시하였지만 과거 발생한 재난의 실시간 현장 정보와 모바일 빅데이터 정보를 연계한 사례분석을 실시한다면 모바일 빅데이터 사용시의 재난피해 저감액도 정량적으로 제시가능 할 것으로 보인다. 셋째, 모바일 빅데이터와 지번 데이터, 토지이용 데이터, 교통량 데이터 등 타 빅데이터와 연계를 통한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 데이터 가공능력과 구축의 한계 등으로 제한적인 분석을 수행하였으나, 타 빅데이터와의 구조화가 이루어 진다면 미시적이고 다양한 재난에 모바일 빅데이터의 적용가능성을 검토할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강병기 외. 2012. 거버넌스형 안전도시 포털시스템 설계 연구. 서울: 국립방재연구원.
기본연구 06-02.
- 국립방재교육연구원. 2009. 재난관리론. 충남: 국립방재교육연구원.
- 국민권익위원회. 2013. 정부3.0세부 추진계획. 서울: 국민권익위원회
- 국민안전처. 2015. 지자체별 안전수준 알 수 있는 안전지수 공개, 보도자료
(2015.7.28.). 서울: 국민안전처.
- 경기개발연구원. 2014. 미래형 재난대응과 통합플랫폼 구축. 경기: 경기개발연구원
이슈와 진단 No154.
- 김중학 외. 2014. 스마트 셀 기반 활동인구의 공간정책활용방안연구. 경기: 국토연구원.
기본연구 2014-44.
- 김진유. 2010. 신도시 개발이 도시공간구조에 미친 영향: 수도권 1기 신도시가 인구
및 고용분포 변화에 미친 영향을 중심으로, 국토연구 제64권: 185-201.
- 김지태 외. 2013. 재난대피·구호 기술개발 상세기획 연구. 서울: 안전행안부.
- 류충, 편. 1999. 재난관리론. 서울: 한성문화사.
- 심재현 외. 2009. 우리나라 통합적 재난 관리체계 구축방안 기획연구 - 재난대응을
중심으로. 충남: 국립방재교육연구원. 기본연구 2009-12.
- 소방방재청. 2005. 재난관리책임기관 표준 매뉴얼. 서울: 소방방재청.
- _____. 2014. 통합재난대비 훈련 표준서식개발. 서울: 소방방재청.
- 이상건 외. 2005. 국가교통망의 유고대응 전략연구. 경기: 국토연구원. 2005-32.

이병재. 2014. 도시기후 변화 재해 취약성 분석 지원 플랫폼 구축방안 연구. 경기 : 국토연구원. 2014-32.

조석현, 편. 2015. 재난관리론. 서울: 박문각.

하규만. 2009. 우리나라 국가재난대응체계의 기반 구축방향. 충남 : 국립방재교육연구원. 기본연구 2009-04.

한국건설교통기술평가원. 2012. 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발(1차년도). 경기: 한국건설교통기술평가원.

행정안전부. 2010. 제2차 국가안전관리기본계획(2010-2014). 서울: 행정안전부.

최우정 외. 2013. 스마트 재난 상황실 구축전략 및 시범운영. 서울: 국립재난안전연구원. 기본연구 2013-19.

SKT 지오비전, 2012, 납품 데이터 설명. 서울: SKT.

Dave, Evans. 2011. The Internet of Things :How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. Cisco White Paper. San Jose: Cisco IBSG.

GFDRR. 2014. Understanding Risk: The Evolution of disaster risk assessment. Washington D.C: World Bank Group.

[인터넷 검색]

기상청 지진센터: <http://www.kma.go.kr/mini/earthquake/main.jsp>(2015년 5월12일 검색).

부산시 홈페이지 <http://www.busan.go.kr/Download>(2015년 9월22일 검색).

시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의한 안전점검(서울시): <https://citybuild.seoul.go.kr/archives/29614>(2015년 10월22일 검색).

화학물질배출이동량정보제공시스템: <http://ncis.nier.go.kr/>(2015년 4월10일 검색).

위키피디아: <https://en.wikipedia.org/wiki/Disaster>(2015년 8월10일 검색).

MIT 센서블 연구소: <http://senseable.mit.edu/bbva/>(2015년 4월10일 검색).

YTN 우리동네 유독물 사업장:<http://ytn.co.kr/program/esriMap/map-popup.php> (2015년 7월15일 검색).

DHN 홈페이지: <http://digitalhumanitarians.com/>(2015년 6월2일 검색).

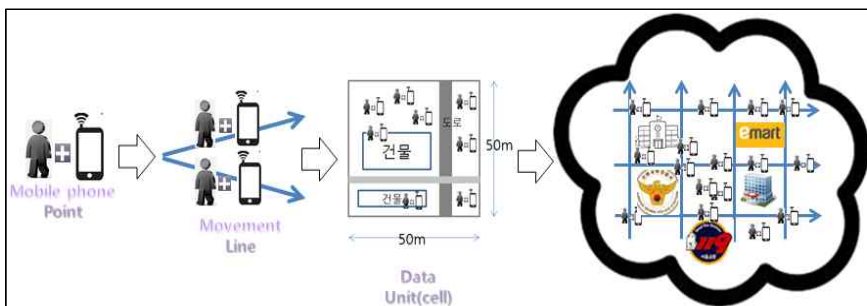
S U M M A R Y

SUMMARY

Keywords: Disaster, Mobile-bigdata, Smart cell

As the importance of initial countermeasure for disaster happen, the need of data that shows latent rescue's location and size important as well. Active population information of mobile-bigdata that is based on smart cell can be apply to various areas. Smart cell is minimum scale of space that shows realtime active population. It produces spatial data through movements(move-in and move-out) to certain cells as a form of cell.

[The process of smart cell information production]



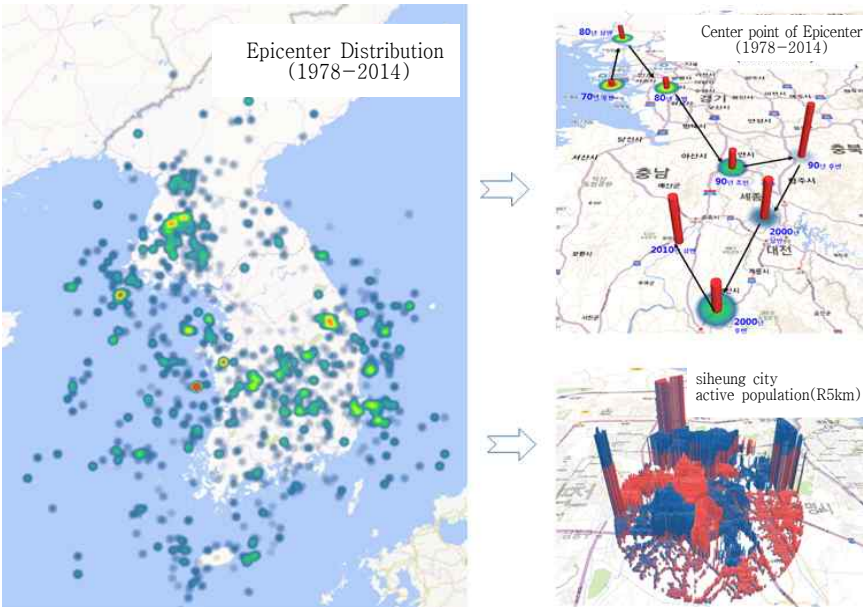
Note. Jonghak Kim. 2014

This research conducted various case studies to examine the application possibility of smart cell based mobile-bigdata on disaster types, disaster

management steps.

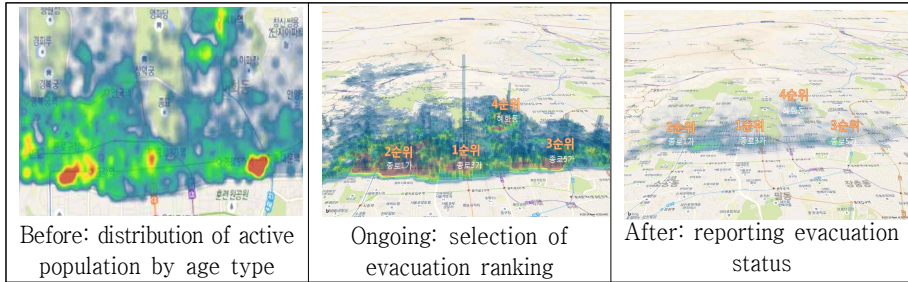
When an earthquake happens, mobile—bigdata can be used as data to estimate scale of damage of possible earthquakes that occur during day and night activity time zone.

[Epicenter change, earthquake activity population in Siheung]

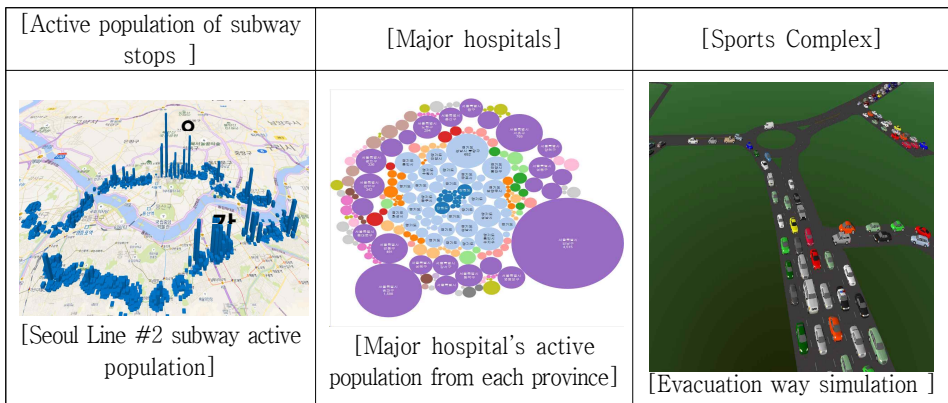


Simulation analysis of heat wave of Jong-ro Gu in Seoul shows that sending a safety alarm text message while at alarm stage, deciding evacuation ranking at emergency situation, and understanding present evacuation situation at evacuation stage are applicable.

[Heat wave of Jong-ro Gu in Seoul]



The result of active population of major hospital analysis shows that people go to those major hospitals from every corner of the country. It supports that monitoring of major hospital's active population of circle residence distribution is needed to minimize disease spreading at early stage of infectious disease. Facility like Jamsil stadium that has certain time concentration of active population, needs evacuation plans based on location and size of activity population in advance with various evacuation scenario. So that it responses quickly at emergency situation.



This research's suggestion of progressive application measurement for mobile-bigdata disaster management are below;

At disaster preparation stage, this data can be applied for monitoring active population surrounding danger place to minimize the scale of human damage.

At respond stage, mobile-bigdata based on active population monitoring information can be applied for forecasting and issuing warning, evacuation, reporting, field controlling, search and rescue, and victim accommodations that are needed at golden time and progression stage. At restoration stage, if mobile phone signal still works, it is helpful to find missing person. Also it can be used for planning of the size of victims and evacuation places and its allocation as a guideline.

기본 15-23

스마트 셀을 활용한 국가재난 대응방안 연구

지 은 이 김종학

발 행 인 김동주

발 행 처 국토연구원

출판등록 제25100-1994-2

인 쇄 2015년 12월 31일

발 행 2015년 12월 31일

주 소 경기도 안양시 동안구 시민대로 254

전 화 031-380-0114

팩 스 031-380-0470

가 격 7,000원

ISBN 979-11-5898-047-4

한국학술진흥재단 연구분야 분류코드 B170300

홈페이지

© 2015,

이 연구보고서의 내용은 국토연구원 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 네이버에서 제공한 나눔글꼴이 적용되어 있습니다.