

다중밀집 군집사고
예방 및 피해 최소화를 위한 연구
(개인과정)

2024년 2월

행정안전부
(정 군 식)

국외교육 및 훈련기관 개요

○ 국외교육개요

- 파견국가 : 일본
- 훈련기관 : 오사가대학교 공학연구과 건축도시인간공학연구소
(大阪大学工学研究科 建築都市人間工学領域)
- 분 야 : 안전관리
- 기 간 : 2023.11.27. ~ 2024.02.29.

○ 훈련기관개요

- 기 관 명 : 오사가대학교 공학연구과 건축도시인간공학연구소
(大阪大学工学研究科 建築都市人間工学領域)
- 주 소 : 日本 大阪府 吹田市 山田丘 2-1
- 전화번호 : 06-6789-7648
- 기 능 : 건축·도시공간에서의 안전계획 및 인간행동에 대한 연구를 진행하며, 특히 인간행동과 안전 관련 실험·시뮬레이션 기법에 대한 연구는 일본 정부 및 지자체의 안전관리 정책반영에 기여하고 있다. 또한 다중밀집 군집사고의 주요 발생 요인인 군집밀도, 군집유동 및 공간특성 등에 대한 많은 연구 실적 축적

목 차

○ 국외교육 및 훈련기관 개요

제1장 서 론

1. 연구배경 및 필요성 1
2. 연구방법 및 목적 1

제2장 다중밀집 군집사고 관련 문헌연구

1. 용어 정의 3
2. 선행연구 고찰 5
3. 군집밀도와 군집압력의 관계에 관한 연구 7
4. 군집의 유동에 관한 연구 12

제3장 다중밀집 군집사고 예방을 위한 지자체 안전관리 매뉴얼

1. 일본의 대표적인 군집사고 18
2. 일본 지자체 방재계획서(안전관리 매뉴얼) 개요 21
3. 요코하마시 방재계획서(군집사고 관련 사항) 22
4. 주최자가 없는 행사에 대한 지자체(도쿄 시부야구)의 대응 ... 35
5. 소결 38

제4장 군집사고 예방을 위한 현장대응 관련 법률 고찰

1. 우리나라의 경비업무와 관련된 주요법률 39
2. 일본의 경비업무와 관련된 주요법률 44
3. 소결 51

제5장 군집사고 피해최소화 관련 신기술

1. 하드웨어 첨단기술 52
2. 군집유도를 위한 인과이동 예측기술(NTT연구소) 55
3. 군집사고 관련 시뮬레이션 59

제6장 결론

1. 연구성과 정리	62
2. 우리나라 다중밀집 군집사고 예방 및 피해최소화를 위한 제언	65
○ 참고문헌 및 자료	72

제1장 서론

1. 연구배경 및 필요성

우리나라 수도 서울에서 2022년10월 29일, 사망 159명, 부상 196명의 희생자를 초래한 다중밀집 군집사고가 발생하였다¹⁾. 이에 정부는 유사사고 재발방지를 위한 관계부처의 제도개선 및 정책개발을 위해 신속히 대응하였고, 관계부처 합동 국가안전시스템 종합대책 개편방안에 인파사고 재발방지 대책을 포함함과 동시에, 중앙정부 및 지자체에서 인파사고 예방 및 대비, 대응을 위한 매뉴얼 개발을 추진하였다. 특히 주최자가 없는 행사에 대한 안전성 확보를 위한 제도 개선 및 방안 마련을 위해 노력하고 있다.

따라서 이러한 정부와 지자체의 노력에 부응하기 위해서는 관련된 분야의 연구가 신속히 진행될 필요가 있다. 즉 국외의 유사사고에 대한 재발방지 관련 행정·법제도에 대한 조사·분석이 필요하다. 또한 다중밀집 군집사고 관련 선진 연구 및 최신기술 동향에 대한 조사·분석 등을 통해 우리나라 실정에 맞는 다중밀집 군집사고 예방 및 피해최소화를 위한 안전관리 체계 및 기술·매뉴얼 개발에 적용할 필요가 있다.

2. 연구방법 및 목적

한편, 일본의 경우는 이미 군집사고예방 및 피해최소화를 위한 활발한 연구가 진행되어 많은 성과를 도출하였고, 안전관리 법제도를 마련하고 경찰과 지자체에서는 매뉴얼을 개발하여 행정에 적용·시행하고 있는 실정이다. 이러한 배경에는 군집사고의 위험성 파악을 위한 군집밀도와 군집압력 관련 연구성과가 활용 될 수 있었고, AI 및 ICT 등과 같은 첨단 기술에 기반한 지능형 모니터링 시스템의 개발이 크게 이바지 하고 있다는 점에서 타산지석으로 삼을 만한 시사점이 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 다중밀집 군집사고 안전관리 관련 선진 연구 성과에 대한 조사 및 군집사고의 위험성 판단에 관련한 기준 및 최신기술 동향 파악을 통한 적용방안을 모색하고, 일본 지자체나 경찰 등 유관기관에서의

1) 나무위키 자료 : 키워드 이태원 압사 사고(<https://namu.wiki/>)

군집사고에 따른 피해최소화를 위한 매뉴얼 및 행정시책 등에 대한 분석을 통해 우리나라 안전관리 체계에 적용 방안을 모색하고, AI 및 ICT 등 첨단 기술을 활용한 지능형 모니터링 시스템에 대해 조사·분석하여 우리나라 안전관리 체계에 적용하는 방안을 모색하는 것에 목적을 두고 있다.

제2장 다중밀집 군집사고 관련 문헌연구

1. 용어 정의

본 연구와 관련된 기존의 연구에서 사용된 주요용어는 선행 연구²⁾에서 정의한 것을 바탕으로 본 연구의 내용에 맞게 보완하여 아래와 같이 정리한다.

가. 군집

어떤 공통된 감정이나 관심사에 의해 모인 일시적인 미조직 집단이다. 또한 일정한 공간에서 물리적으로 접촉하면서 일시적, 비조직적으로 모여 있는 상태를 나타내기도 한다. 다른 사람이나 집단이 가져오는 현실적 또는 정신적 영향에 자신의 태도와 행동을 맞추는 동조적 행동을 하는 성질을 가진다.

군집을 군중으로 표현하는 경우가 많지만, 사회학, 심리학에서 말하는 불특정 다수의 집단을 가리키는 말로 군집이라고 한다.

나. 다중밀집

불특정 다수의 사람들이 군집을 이루어 사고 발생 위험성이 높은 상태로 밀집되어 있는 형태를 의미 한다.

다. 군집사고

군집 자체가 원인이 되어 인명피해나 혼란이 발생한 경우, 그 상황을 군집사고라고 한다. 따라서 군집 측에 명백한 행동상의 문제점이 없고, 시설 등 주변 환경의 결함, 미비만이 사고의 원인이 된 경우는 군집사고에 해당하지 않는다.

또한, 군중사고, 혼잡사고로 표현되어도 이 정의와 같은 의미로 사용되는 경우에는 군집사고로 기술한다.

라. 군집압력

2) 上田貴子、建築都市空間における群集事故に関する研究、大阪大学卒業論文、2004.

군집을 이룬 상태에서 사람 간 단위 거리(1m) 당 작용하는 힘(kg/m)

마. 정면압

군집에 한 방향으로 압력을 가했을 때, 그 방향으로 전해지는 단위 거리(1m) 당 작용하는 힘(kg/m)

바. 측면압

군집에 한 방향으로 압력을 가했을 때, 그 방향에서 횡방향으로 전해지는 단위 거리(1m) 당 작용하는 힘(kg/m)

사. 패닉³⁾

주변의 위협상황에 대해 사람들은 그 위협으로부터 생명, 이익을 보호할 목적으로, 그 위협을 처리하기 위해 심리적으로 기존의 사회적 상호작용 패턴에서 벗어나서 일으키는 반응, 그리고 그로 인해 발생하는 결과로 정의하고 있다.

군집의 공포와 불안이 얽히면 공황이 발생한다. 공통의 동기가 긍정적인지 부정적인지에 따라 군집의 성격이 달라진다.

3) 町田 葵, 群集事故事例分析と人流データを用いた群集分析方法の研究, 大阪大学工学部地球総合工学科建築工学科卒業論文, 2024.

2. 선행연구 고찰

기존에 진행된 군집사고 관련 연구들을 조사하고 관련 내용들을 정리하여 우리나라의 매뉴얼 개발에 참고하고자 한다.

가. 보행중인 군집의 개체 간격에 관한 연구⁴⁾

실제 보행 시 인간의 개체 간 공간에 대한 연구는 많이 보고되지 않았던 배경에서, 실제 보행하는 군집(도시에서 흔히 볼 수 있는 일상적 군집)을 대상으로 군집의 구성요소인 각 개인이 군집 내에서 어느 정도의 간격을 유지하며 걷고 있는지를 실측하고 분석하였다.

연구 성과로는 각 개인공간의 크기는 대략 앞뒤로 60~70cm, 좌우로 50~60cm임을 밝혔으며, 성별에 따른 차이는 그리 크지 않은 것을 확인하였다. 즉, 각 개인이 보행을 하는데 필요한 공간의 크기를 특정할 수 있었다.

나. 보행상태에서 군집밀도와 혼잡도 평가에 관한 연구⁵⁾

보행자들을 위한 서비스 수준 향상을 위한 기초자료 제작을 위해, 고밀도까지의 연속적 변화에 대한 군집보행밀도의 변화에 대해 분석하고, 밀도의 연속적 변화에 대한 각 개인의 거리와 다양한 군집밀도에 있어서 보행자의 심리적 혼잡도를 기반으로 군집밀도를 분류하고 정리하였다.

다. 군집의 유동분포 실태와 특성에 관한 연구⁶⁾

보행로에서의 유동량 데이터를 이용하여 집계 단위 시간을 변화시키면서 밀도와 보행속도에 대해 고찰하는 것을 토대로 보행환경을 평가하는 방법을 타진하였다.

해당 연구에서는 집계 간격을 변화시킴으로써 유동량 분포의 형태가 변화하는 것을 확인하였는데, 예를 들어 200초 이상 통행인원을 파악할 경우 시간대에 따른 유동량의 편차가 관찰되지 않는 것을 제시하였다.

따라서 군집사고 예방을 위해 유동량에 대한 조사를 진행 할 때 측정이나 집계의 간격을 결정하는데 참고할 수 있을 것이다.

4) 児玉 郁二, 歩行群集の個体間隔に関する研究, 大阪大学修論, 1979.

5) 安藤勝憲, 歩行状態に於る群集密度と混雑状況の評価に関する研究, 大阪大学修論, 1979.

6) 椎名辰之, 群集の流動分布の実態とその特性に関する研究, 大阪大学修論, 1990.

라. 군집사고를 유발하는 고밀도 군집의 특성에 관한 연구7)

‘아카시 군집사고(2001년 발생)’를 계기로 군집사고의 위험성을 재인식하고 새로운 군집현상에 대한 데이터 수집과 분석이 필요하게 되어, 시대의 변화에 따라 군집의 성격도 변화할 것이라는 개념을 바탕으로 군집보행 실험과 군집압력에 관한 실험을 통해 군집의 기본적 성질을 밝히고, 규모계획의 지침이 될 수 있도록 고찰하였다.

실험조사와 실험을 바탕으로 군집사고 발생 가능성을 감소시키는 방법을 정리하였는데, 시설계획에 대해서는 ① 병목현상 예측 및 판단 ② 군집의 분화 ③ 군집 흐름의 정상화 ④ 건축부위의 강도 향상에 대해서 정리하였고, 군집의 관리계획에 대해서는 ① 정보전달 ② 군집 형태 ③ 조직 문제 ④ 정리요원의 숙련도 문제에 대해 고찰하였다.

마. 횡단보도에서의 군중 유동 특성 사례 보고-불특정 다수의 군중보행에 관한 기초적 연구8)

일상생활의 여러 경우에서 불특정 다수의 보행자가 대면한 상태에서 일시에 교차 유동하는 횡단보도를 대상으로 보행 실태를 조사하고 분석하였다.

조사방법은 변화가의 전철역 앞 횡단보도를 대상으로 비디오카메라로 영상을 촬영하고, 시간(초)단위로 개별 보행자의 이동 위치의 변화를 추적하여 보행패턴을 분석하였다.

이로써 마주보는 군중이 상호 근접하게 되는 상황에서 마주보는 보행자와의 충돌을 피하기 위해 선두 보행자를 중심으로 췌기모양의 집단을 형성하고, 이후 점차적으로 확장되는 특징적인 경향을 보이는 것을 확인하였다.

이로써 군집사고 예방을 위해 일방통행의 유효성 주장에 대한 한 가지 근거를 제시할 수 있을 것이다.

바. 군집의 움직임에 관한 연구9)

군집의 행동관찰 조사와 군집보행 실험을 통해, 대표적인 교통약자인 휠체어 이용자의 출퇴근 군집에서의 행동 특성을 파악하고, 향후 도시 공간

7) 末原 隆司, 群集事故を招く因子となる高密度群集の特性に関する研究, 大阪大学修論, 2003.

8) 山崎拓 他2名, 横断歩道における群集流動特性の事例報告-不特定多数の群集歩行に関する基礎的研究, 日本建築学会学術講演梗概集, 1999, pp.835-836

9) 西森匠, 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究-通勤時の対向流を中心に, 日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013.

및 시설의 공간계획에 대한 데이터 획득을 목적으로 연구를 진행하였다.

연구방법은 주요 역 주변의 통근인파의 군집행동을 관찰하고, 휠체어 이용자를 포함한 군집을 가정하여 폭 3m, 길이 10m의 실험공간에서 보행실험을 실시하였다.

연구 성과로는 본 연구에서는 출퇴근 군집에서 휠체어 이용자들의 특성에 대해 일반적 성향을 정리할 수 있었다.

이상의 6가지 기존연구들의 고찰을 통하여, 군집사고의 발생요인에서의 군집밀도와 군집유동에 대해 확인할 수 있으며, 사고예방을 위한 공간계획과 군중의 관리 방향에 대해 이해의 깊이를 더할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 상기 기존연구들 중 군집사고와 군중의 행동에 관해 보다 중점적인 연구가 진행된 ‘군집사고를 유발하는 고밀도 군집의 특성에 관한 연구’와 ‘군집의 유동에 관한 연구’에 대해 보다 자세히 고찰하여 문헌연구를 진행하였다.

3. 군집밀도와 군집압력의 관계에 관한 연구¹⁰⁾

군집밀도와 군집의 진행방향 및 군집압력과의 관계를 규명하기 위해 실제 대학생들을 대상으로 실험을 실시한 연구이다. 해당 연구에서는 군집을 형성한 군중이 뒷부분에서부터 강하게 압력을 받았을 때의 군집밀도의 한계 및 군집밀도와 군집압력과의 관계를 규명하였다.

3.1 군집밀도와 군집압력 실험

가. 실험장치

군집압력 측정실험에 사용한 장치에 대해 살펴보면, 압력방향의 정면벽면과 직각이 되는 좌측면벽면 2곳을 압력측정 벽면으로 하고, 각각의 벽면에 4개씩 로드셀을 설치하여, 군집에 의한 정면압 및 측면압(kg/m)을 측정할 수 있도록 구성하였다(그림1).

정면과 좌측면 2개 면의 압력측정벽면과 우측면 콘크리트벽으로 구성된 ㄷ자 모양으로 3개 면의 벽으로 둘러싸인 실험공간에 28명의 피실험자를

10) 末原 隆司, 群集事故を招く因子となる高密度群集の特性に関する研究, 大阪大学修論, 2003.

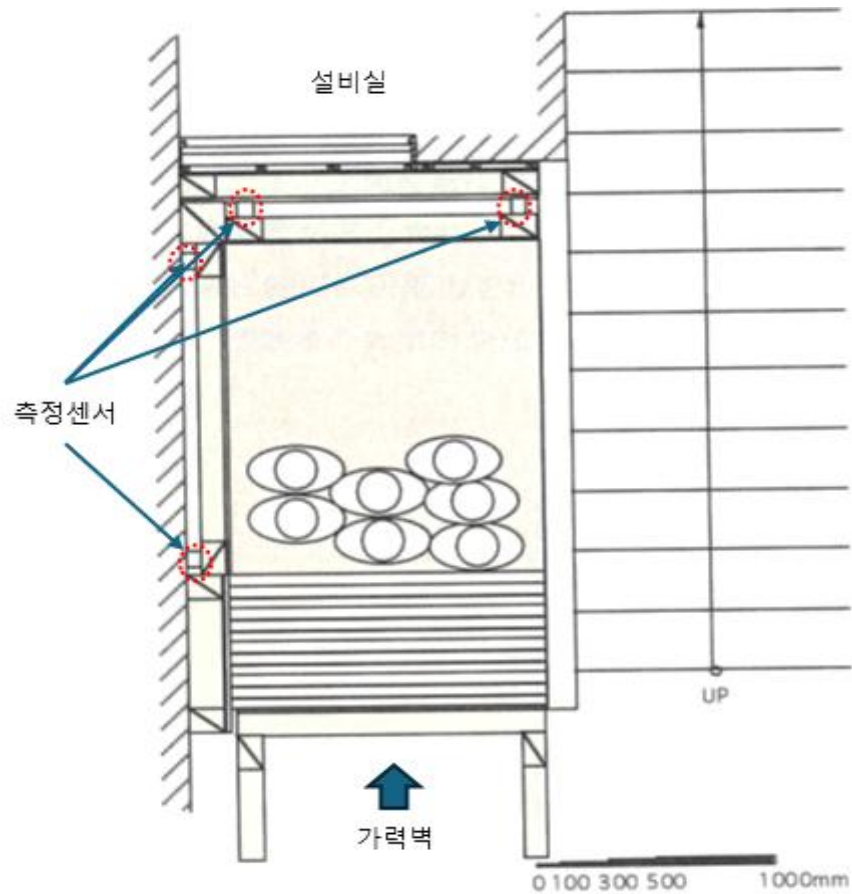


그림 1 실험장치 개념도(평면)

(출처 : 群集事故を招く因子となる高密度群集の特性に関する研究)

배치하고, 피스톤역할을 하는 가력벽면으로 힘을 가하는 구조이다.

실험에는 동경계측기연구소의 CLA-5KNA의 압축형 로드셀을 정면벽면 4개, 측면벽면 4개, 합 8개를 사용하였다.

실험상황은 비디오로 촬영하여 기록하였다(유감이지만 비디오 파일은 분실되어 확보할 수 없었다.).

나. 피실험자

피실험자 28명은 전원 남자대학생(본 교육 대상자를 포함하여 오사카대학 건축공학과 학생)으로, 각 개인의 연령, 성별, 신장, 체중, 가슴둘레, 어깨넓이, 복장 및 소지품에 관하여 기록하였다. 아울러 피실험자는 실험의 현실성 확보를 위해 외부에서 가해지는 압력에 무리하게 저항하지 않도록 하고, 또한 필요이상의 고통은 참지 않도록 안전사항도 사전에 주지하였다.

다. 실험방법

가력벽의 외벽에서 사람이 가력벽을 밀어서 실험영역에 있는 피실험자 28명에 압력을 가한다. 실험영역의 좌우 콘크리트벽에는 5cm간격의 눈금을 표시하고, 실험영역의 면적을 측정할 수 있도록 하였다. 압축벽을 5cm씩 밀어서 실험영역을 서서히 좁히고, 5cm 마다 10초간 일정한 압력을 가하여, 실험영역의 균집이 정면벽면과 측면벽면에 가해지는 균집압력을 계측한다. 10초간 균집압력 계측을 마치면 서서히 압력을 해제한다.

로드셀에서 10초간에 100회 계측한 하중의 계측치를 텍스트 데이터로 컴퓨터에 기록하도록 설정하였다.

측정한 균집밀도의 범위는 10~14(인/㎡)이고, 아울러 10, 11, 12, 13, 14(인/㎡)의 균집밀도에서의 균집압력을 측정하고, 압력을 해제한 직후 인터뷰를 통해 피험자의 압력체감도 조사를 진행하였다.

3.2 실험결과 및 시사점

가. 균집밀도와 균집압력(정면압과 측면압) 관계

해당 실험을 통해 균집밀도와 정면압의 관계는 균집밀도가 10(인/㎡)을 넘으면 정면압이 지수적으로 상승하는 것을 확인하였다.

또한 균집밀도와 측면압의 관계는 측면압도 정면압과 같이 지수적으로 균집압력이 높아지지만, 같은 균집밀도에서 정면압과 측면압을 비교했을 때, 측면압이 적게 나타났다. 이것은 정면압이 균집에 압력을 가하는 방향과 같은 것에 비해, 측면압은 균집에 가해지는 압력방향과 직각의 방향에 있으며, 유체 보다는 입체로써의 성질을 강하게 나타내고 있는 균집에 있어서는 파스칼의 원리가 적용되지 않기 때문으로 생각된다.

나. 정면압과 측면압의 비율

정면압과 측면압의 비율은 균집밀도가 12(인/㎡)가 되기 전에는 측면벽면에 가해지는 균집압력이 불안정 경향을 보이고, 정면압과 측면압의 비율은 일정하지 않지만, 균집밀도가 12(인/㎡)를 초과하면 정면압과 측면압의 비율이 0.6에 가까워진다. 이 밀도는 균집압력이 급격히 상승하기 시작하는 밀도와 일치한다.

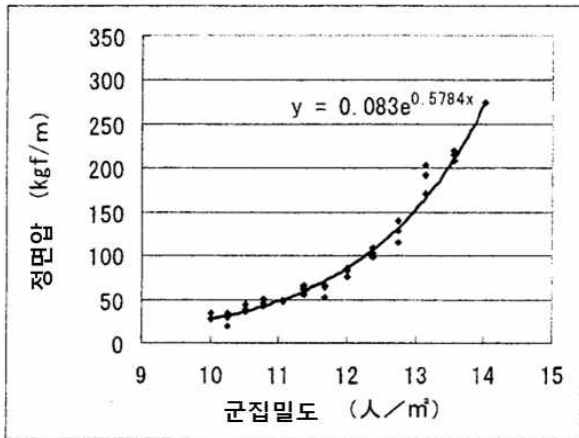


그림 2 군집밀도와 정면압 관계

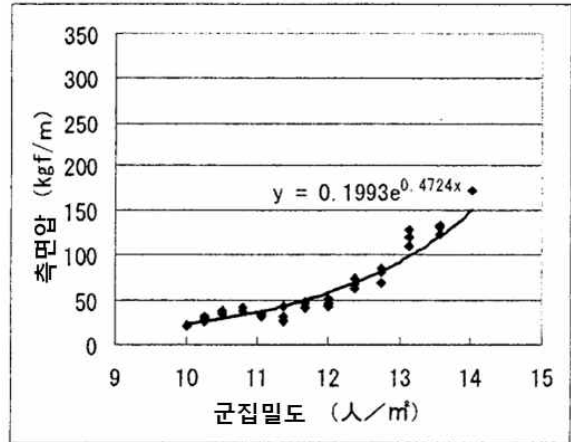


그림 3 군집밀도와 측면압 관계

(출처 : 群集事故を招く因子となる高密度群集の特性に関する研究)

다. 벽면의 군집압력 분포 관계

정면벽면, 측면벽면 각각의 벽면상부에 부착된 각 2개의 로드셀 하중의 합계와 하부에 부착된 2개의 로드셀 하중의 각각의 합계로 부터, 군집압력 합성력의 수직방향 바닥면에서의 높이를 측정하면, 군집압의 합성력은 약 100cm높이를 중심으로 전달되는 것으로 추정된다.

이 높이는 성인의 엉덩이 높이에 해당되고, 사람의 중심에 가깝다고 볼 수 있다. 또한 이 높이는 아이들에게는 머리카나 가슴부분이 되기도 한다. 이는 추락이나 전도 방지용 난간의 높이가 약 110에서 120cm인 경우가 많은 점을 생각하면, 난간에 걸리는 모멘트가 크게 발생하는 것도 설계시에 고려할 필요가 있다는 것을 시사한다.

라. 군집밀도와 신체에 가해지는 압력 체감도

군집밀도가 높을수록 피실험자는 군집압력을 강하게 느끼며, 특히 군집밀도가 12(인/㎡)를 넘으면 피실험자는 급격히 고통을 느끼는 것으로 나타났다. 따라서 군집밀도가 높아짐에 따라 피실험자는 호흡곤란을 느끼는 위험 인자가 확인되었다.

마. 군집밀도와 압박부위의 관계

군집밀도의 변화에 따라 피실험자가 군집압력을 느끼는 신체부위에 대한 비율을 살펴보면, 군집밀도가 높아짐에 따라 우선 어깨와 팔, 가슴에 압력

을 느끼기 시작하고, 이어서 배나 허리에 압력을 느끼게 되며, 더 나아가서는 군집밀도 14(인/m²)에서는 다리까지 압력을 느끼게 된다.

바. 복장에 따른 군집압력의 영향

겨울철 외부공간에서의 군집을 상정하여, 두꺼운 옷을 입은 상태에서 동일 실험을 실시하였고, 같은 군집밀도에 있어서 두꺼운 옷을 입은 경우가 얇은 옷을 입은 경우에 비해 군집압력이 높게 분포하였다. 실제 고밀도군집의 군집압력을 고려할 때에는 손에 든 짐이나 등에 매는 가방 등 휴대품을 소지하거나 아이를 안고 있는 경우에는 군집압력이 크게 영향을 주는 것에 주의할 필요가 있음을 시사하고 있다.

3.3 소결

본연구의 결과는 군집밀도와 군집압력의 관계를 정면압과 측면압으로 나누어서 각각 정량적으로 밝혔다는 것에 의미가 크다. 또한 우리나라의 경우 관련 연구가 활발하지 않은 상황에서 안전관리 매뉴얼 및 안전관리 체계 구축을 위해서는 위험성 여부 판단에 중요한 데이터로 활용될 수 있을 것이다. 하지만, 일본인과 우리나라 국민의 신체조건 및 복장, 성향 등의 차이를 고려했을 때 본 연구의 결과를 여과 없이 적용하기에는 한계가 있을 것이다. 따라서 차 후 우리나라 국민의 신체조건을 고려한 유사 연구 및 실험을 실시하여 우리나라 상황에 맞는 군집밀도와 압력, 그에 따른 위험성 판단 기준에 대해 명확히 할 필요가 있을 것이다.

4. 군집의 유동에 관한 연구¹¹⁾

해당 연구에서는 행동관찰조사와 군집보행실험을 통해 출퇴근 군집에서의 행동특성을 파악하는 것으로 군집의 유동에 관해 조사·분석을 진행하였다.

4.1. 연구방법

가. 오사카 우메다에서의 행동관찰조사

평일 출퇴근 시간에 JR 오사카역, 한큐우메다역, 한신우메다역, 지하철 각 역 주변에서 출퇴근 군중과 휠체어 이용자의 모습을 관찰 조사하고 디지털 카메라를 사용하여 촬영한 사진과 동영상을 기반으로 분석한다.

나. 군중 유동 실험

폭 3m, 길이 10m, 보행 지속 공간 3m의 횡단보도를 가정한 실험 코스를 오사카대학 스타캠퍼스 S1동 주차장에 설치하고, 인원수, 대향유동 유무, 휠체어 유무에 따른 6가지 유동 패턴의 보행 실험을 실시하였다.

각 패턴마다 2회씩, 총 12회 실시하였다. 피실험자는 신호등 신호에 횡단보도를 보행하고, 지상 약 36m 위치에서 동영상으로 촬영하였다.

또한, 휠체어 사용자를 포함한 상황에 대한 실험도 진행하였다. 실험에 사용한 휠체어는 전후 100cm, 좌우 65cm, 높이 43cm, 무게 11.9kg의 보조용 휠체어이다. 피실험자는 20대 건강한 대학생 남녀 32명(휠체어 탑승자, 보조자 포함)이며, 각 실험에서는 무작위로 보행자를 선정하여 진행했다.

4.2 행동관찰조사

가. 군집중 휠체어 이용자들의 특성

① 횡단보도에서의 휠체어 이용자

JR오사카역에서 후코쿠생명빌딩까지 이동하는 대상자는 동영상의 시간과 지도상의 거리로부터 구한 보행 속도 1.74m/s이며, 성인 남성을 추월하는 모습도 볼 수 있었다. 우회하면서 사람이 적은 경로를 선택하는 경향이 있으며, 횡단보도를 건널 때는 통로 가장자리를 통과하는 모습을 볼 수 있었다.

11) 西森匠, 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究, 大阪大学修論, 2013.

② 지하 통로에서의 전동휠체어 이용자

한큐우메다역에서 한신우메다역까지 이동하는 대상자는 어느 정도 혼자서 생활할 수 있는 모습이였다. 기본적으로 통로 왼쪽 끝을 지나며 여성 보행자를 추월하는 모습을 볼 수 있었다.

③ 한큐우메다역 개찰구에서의 전동휠체어 이용자

개찰구에서 승차 정산 후 화장실을 이용하고 EV로 지하층까지 이동했다. 개찰구 앞 공간을 왕복하며 화장실과 EV를 찾는 것 같은 행동을 보였다.

④ 횡단보도에서의 전동휠체어 이용자

한큐우메다역에서 JR오사카역 방향으로 횡단보도를 통행하면서, 주변 통행자들에 맞춰서 직선으로 일정한 속도로 주행하고 있었다.

나. 출퇴근 군집의 특징

교차하는 군집 유동의 규모와 공간형태, 보행자 발생 방식에 따라 군집의 성격이 달라지는 경향을 보인다. 대향유동은 보행자 발생 방식에 따라

① 일반적 군집(역 연결통로 등에서 일정 수의 보행자가 유입과 유출을 반복하는 군집)과

② 간헐적 군집(신호등 등으로 인해 정체되어 있던 보행자가 일제히 보행을 시작하는 군집)으로 구분할 수 있다.

일반적 군집은 좌측통행으로 서로 비켜가는 2개의 군집유동이 되는 경우가 많다. 반면, 횡단보도 등 간헐적 군집에서는 마주 오는 보행자를 피하는 행동이 불가피하게 발생한다. 휠체어보다 보행자 쪽이 더 적극적으로 회피 행동을 하는 모습을 볼 수 있었다.

4.3 군집보행실험

실험 영상을 0.5초마다 연속된 영상으로 출력하고, 보행자 머리 위치로 사진 상의 좌표를 구한 후 횡단보도의 두 끝점에서 구한 프로젝션 변환을 위한 호모그래피 행렬을 이용하여 원근이 보정된 평면상의 좌표를 얻는다.

결과의 분석은 다음의 두 가지 방법을 사용하여 실시하였다.

① 좌표를 바탕으로 보행자의 궤적과 교차로에서의 위치관계를 재현하고, 일방통행과 양방향통행, 휠체어 유무, 과밀도 상황에 대해 비교 분석한다.

② 평면 좌표로부터 속도 $v(m/s)$, 가속도 $a(m/s^2)$, 횡단보도에 대한 비틀림



그림 4
실험동영상 출력화상

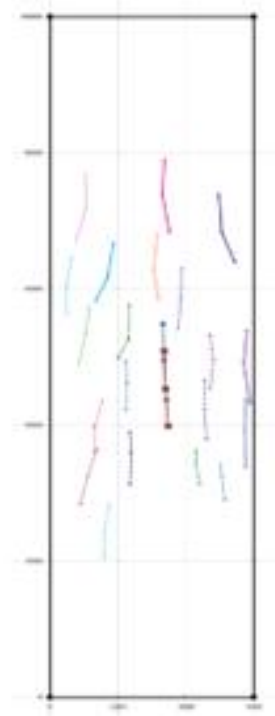


그림 5
영상분석을 통한
평면상의 좌표

(출처 : 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究)

각 $\alpha(^{\circ})$, 각도 변화량 $\theta(^{\circ}/s)$ 각각의 수치를 구하여 일방통행과 대향통행, 휠체어와 비장애인 및 군집밀도 과밀에 대해 비교 분석하였다.

4.4. 행동관찰 정리

가. 보행자의 궤적

마주 오는 군중유동과 교차할 때 보행자는 감속과 함께 방향전환을 한다. 일방통행과 대향통행을 비교하면, 일방통행에서는 거의 균등하고 평행하게 보행하는 반면, 대향통행에서는 교차로에서 여러 줄로 나누어진다. 또한 보행자의 궤적에 비해 휠체어의 궤적은 방향 전환이 적다.

나. 교차로에서의 위치 관계

비장애인은 어깨가 닿는 거리에서 서로 자세를 바꾸면서 교차하는 반면, 휠체어와 비장애인이 교차할 때는 서로 닿지 않는 거리를 유지하고 있음을 알 수 있다. 반대편 유동에서 휠체어 이용자가 마주 오는 보행자와 교차할

경우는 마주 오는 보행자가 비장애인과 교차할 때보다 더 적극적으로 회피 행동을 하고, 그 결과 휠체어 주변에 더 큰 공간이 생기면서 휠체어 뒤에는 여러 보행자가 줄을 형성하게 된다.

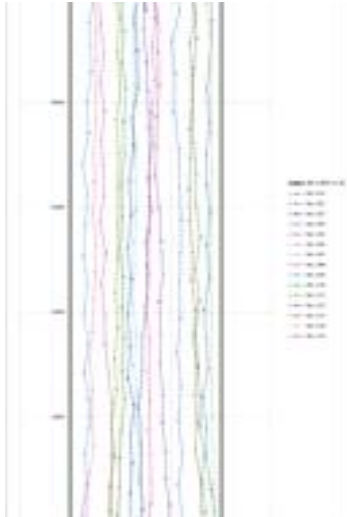


그림 6

일방통행 보행자 궤적

(출처 : 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究)

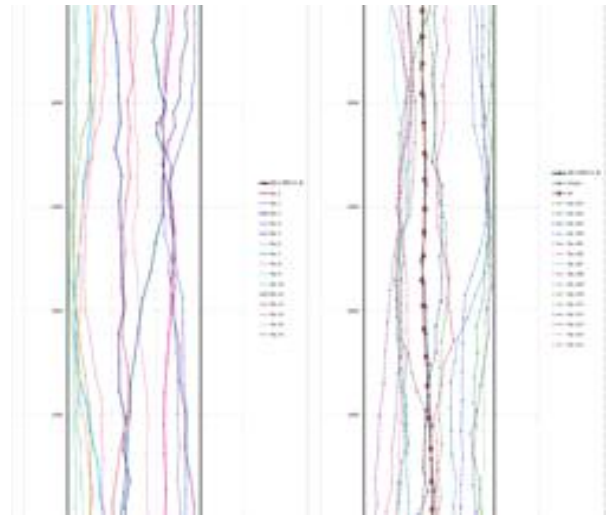


그림 7

대향통행 보행자 궤적

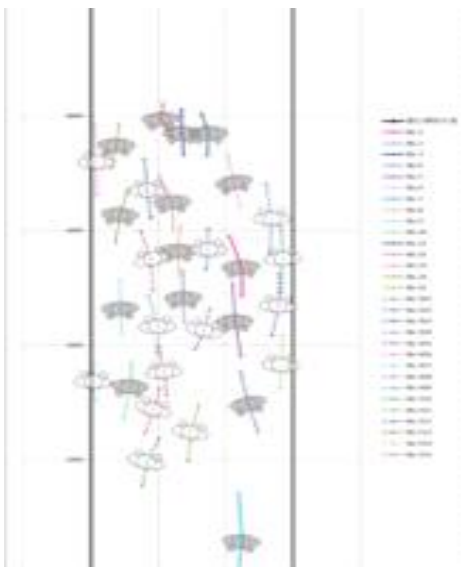


그림 8

대향통행 보행자 위치 특성

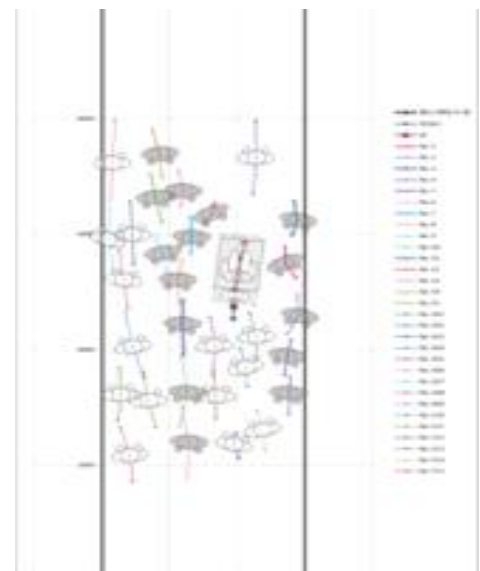


그림 9

대향통행 보행자 위치
특성(휠체어 이용자 포함)

(출처 : 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究)

4.5. 보행실험 결과

가. 보행 속도

실험의 군집유동과 휠체어는 안정된 보행 속도를 나타낸다. 15명의 일방통행 실험에서의 안정적인 보행 속도는 약 1.2m/s로, 이는 20대 여성의 평균적인 보행속도에 가깝다. 또한 일방통행과 대향통행 모두 보행속도가 느린 사람이 군집의 평균 속도를 지배하는 경향을 보였다.

해당 실험에서는 실험공간의 거리와 폭이 크지 않은 관계로 추월하는 행동은 나타나지 않았지만, 밀도가 낮은 상태에서는 속도가 평균화되는 것으로 추정된다.

또한, 비장애인, 휠체어 이용자 모두 밀도가 높아질수록 보행속도는 감소하지만, 고밀도 대향유동에서는 휠체어보다 비장애인 쪽의 속도감소가 현저히 나타났다. 이는 군집밀도가 낮은 상태에서는 휠체어 이용자와 비장애인의 회피행동의 차이가 적지만, 밀집도가 높아질수록 비장애인이 더 적극적인 회피행동을 하는 경향이 있기 때문인 것으로 판단된다.

나. 방향전환

각도 변화량(θ)은 일방통행보다 대향유동의 경우가, 그리고 군집밀도가 높아질수록 더 커진다. 이는 비장애인의 경우가 더 두드러지며, 휠체어 사용자의 방향전환은 경우에 따라서 거의 증가하지 않는다. 이는 휠체어 이용자보다 주변 비장애인이 휠체어에 닿지 않도록 더욱 적극적인 회피 행동을 취하는 경향이 있기 때문이며, 군집밀도가 높아지면서 회피행동의 차이도 달라지는 것으로 보인다.

4.5 소결

해당 연구에서는 출퇴근 군집에서 군집유동의 특징을 관찰과 실험을 통해 밝힌 것에 의의가 크다.

특히 서로 대향하는 군집유동에서의 선두그룹과 후속그룹이 어떻게 서로 교차하면서 밀도가 변화하는지는 군집사고의 예방을 위한 군집의 관리에 반드시 필요한 근거로 활용될 수 있다.

물론 해당 연구의 성과물을 여과 없이 우리나라 군집사고 안전관리에 활용하기에는 아직 확인해야 할 사항들이 많다. 즉 군집의 구성원을 장애인과

비장애인으로만 나눌 것이 아니라 유모차 포함, 캐리어 지참, 소지품 지참, 노약자 포함 등으로 다양한 경우를 상정하여 추가적인 실험이나 연구가 이어져야 할 것으로 판단된다.

제3장 다중밀집 군집사고 예방을 위한 지자체 안전관리 메뉴얼

본 장에서는 일본에서 발생한 대표적인 군집사고 사례를 조사하고, 유사한 사고의 재발방지를 위한 특정 지자체의 안전관리 메뉴얼을 입수하여 고찰하는 것으로, 우리나라의 안전관리 메뉴얼에 대한 적용가능성에 대해 살펴보고자 한다.

사고사례는 아카시시민 여름축제 사고조사위원회(明石市 民夏まつり 事故調査 委員会)의 보고서를 입수하여 내용을 각 유관기관의 활동사항에 대해 고찰하고, 메뉴얼은 요코하마시의 방재계획서(横浜市 防災計画書)에서 군집사고 관련 내용을 고찰하여 정리하였다.

또한 주최자가 없는 행사에 대한 지자체의 대응은 도쿄 시부야구의 사례를 입수하여 분석하였다.

1. 일본의 대표적인 군집사고

해당 사고는 2001년7월21일(토) 오후 8:45 ~ 8:50 사이에 아사기리 보도교(朝霧歩道橋, JR고베선 아사기리역과 해안을 연결하는 보도교) 상에서 관객들의 충돌(군집사고)로 인해 인명피해 258명¹²⁾(사망11명(10세 미만 9명, 70세 이상 2명), 부상 247명)을 초래한 사고로, 정식 사고명은 ‘제32회 아카시시 시민 여름축제 불꽃놀이 사고’이다.

1.1 사고원인 조사 및 판단

해당 사고 관련하여 아카시시민 여름축제 사고조사위원회의 사고조사 보고서를 바탕으로 유관기관의 활동 및 사고원인과의 관계성에 대해 정리하였다.

○ 주최자

경비회사의 선정에서 혼잡경비에 실적을 쌓아 신뢰되는 경비회사인 주식회사 니시칸을 원청으로 하였다. 주최자는 이 회사라면 불꽃놀이 관람객을 틀림없이 대처해 줄 것으로 과신하였다.

12) 남성 72명(28%) / 여성 186명(72%) 중 재해약자(아동 및 고령자)가 전체 1/4 이상 포함

○ 경비회사

경비회사가 작성한 경비실시계획서는 반년 전 같은 장소에서 열린 카운트다운 이벤트의 원청 경비회사가 작성한 경비실시계획서와 유사하고, 불꽃놀이대회를 대상으로 작성되었다기 보다는 후자의 복사본으로 봐도 무방하다. 즉, 불꽃놀이대회를 상정한 상황에 대한 안전 확보 고려가 부족한 것이 명확하다. 또한 경찰과의 연계체계를 충분히 확보하지 않았다고도 할 수 있다.

○ 경찰

폭주족 대책 및 이에 관련한 사건 대책에 배치된 경비원 수에 대비해서, 혼잡경비원의 수가 훨씬 소수였다. 아카시경찰서측의 경비체제의 주안은 폭주족대책이었다고 할 수 있다. 약 반년 전 동일 장소에 약 55,000명이 모인 축제와 비슷한 행사에서 이미 위험한 상황이 보도교위에서 발생하였기에 불꽃놀이 종료 전후에 비슷한 위험 상황이 발생할 우려에 대비해 적절한 조치를 취해줄 필요가 있었음을 인정하였다.

○ 아사기리 보도교

보도교의 폭은 6m인 것에 비해 계단의 폭은 3m 정도 밖에 되지 않는 것과 보도교 남단이나 계단에 멈춰 서서 불꽃놀이를 보려는 사람들이 체류한 것에 따른 병목현상이 발생된 것에 더해, 보도교 바로 아래에 설치된 많은 포장마차로 사람들이 몰려들어 매우 혼잡한 상황이었기에, 계단을 내려와 광장으로 가려해도 내려올 공간이 없다고 생각될 정도의 상황이 되었다. 게다가 이러한 상황임에도 적절한 군집정리 대응을 하지 않고 무제한으로 보도교상에 군집을 유입시켰다. 이는 믿을 수 없을 정도로 무모한 행위였다.

○ 소방본부

다수의 사상자가 발생할 경우 대응에 대해 관계기관(경찰, 경비회사, 의사회 등의 의료기관)과의 사전협의를 전무했고, 집단재해발생 시의 사전 대응 계획이 작성되지 않았다. 집단재해 발생 시의 대응에 대해 관계기관과의 사전협력이 불충분하고, 부지부식간의 사태에 대응하는 구급계획이 책정되지 않았던 것이, 본 사고발생 시 구급대응이 늦어진 요인 중의 하나로 생각된다.

이상의 내용들을 정리하면서, 이와 같이 불특정 다수의 군집이 형성되는 경우에 대비해서는, 사전에 세밀한 계획이 필요하고, 경찰, 경비회사, 주최자, 소방 등의 연계가 필수불가결한 것임을 알 수 있다. 또한 과신이나 어떻게든 될 거라는 안일한 생각이 중대한 사고로 이어지는 가능성이 높다는 것을 충분히 인식해서 군집관리 방법을 검토할 필요가 있다.

1.2 기술해석

○ 보도교 위 체류자수

JR아사가리역 개찰구를 통과한 사람 수의 기록 등으로 부터 보도교 유입인수와 유출인수의 차를 시간대별로 계상한 결과, 최대체류인수는 약 6,400명이 되었다. 또한 혼잡상황과 군집밀도의 관계나 군집보행속도로 부터 구해진 최대체류인수도 약 6,400명으로 확인되어, 이 수치는 신뢰할 수 있다고 판단된다.

○ 보도교상의 군집밀도와 군집압력

펜스의 변형을 고려한 추정과 보도교상의 군집밀도와 압력의 관계에 따른 추정과 집단의 전진압력에 따른 추정 결과, 사고발생 현장에서의 군집압력은 폭 1m당 400kg 정도 또는 그 이상에 이르렀을 것으로 추정됨. 이 정도의 힘은 성인의 경우도 흉부압박으로 서있는 상태로 실신할 수도 있으며, 또한 아동이나 고령자의 경우는 상당히 위험한 상태에 이른다.

○ 군집전도사고 메커니즘

이번 대규모 군집·전도사고는 발생 메커니즘에 따라 ‘군집なだれ(군집 붕괴)’로 표현하는 것이 적당하다. 전도사고 발생시각은 비디오영상이나 청취조사 등으로 부터 20시45분에서 50분경으로 추정되며, 발생한 장소는 보도교 남단부에서 북쪽으로 5m부근으로, 그곳을 기점으로 6~7명이 겹쳐서 전도되고, 300명에서 400명 정도가 함께 넘어져 겹쳐진 높이가 1.5m 정도에 이른 것으로 판단된다.

2. 일본 지자체 방재계획서(안전관리 매뉴얼) 개요

일본 지자체의 방재계획서는 우리나라의 안전관리 계획서에 해당하는 것으로, 지역안전과 주민보호를 확보하기 위해 작성되는 문서이다. 중앙정부에서는 방재기본계획서를 작성하여 지자체에 제공하고, 지자체에서는 이를 바탕으로 지역방재계획서를 작성하는데, 다음은 일반적인 방재계획서의 구성을 간략히 정리하였으며, 지자체에 따라서 방재적 특성을 반영하여 다소 차이가 있을 수 있다.

가. 서론

방재계획의 목적 및 범위에 대한 설명이 포함되며, 지역의 특성 및 위험, 취약성에 관한 개요가 포함 된다.

나. 법적 기반 및 정책

방재계획의 작성 근거가 되는 법령이나 규정에 대해 정리하고, 재난에 대한 기본적인 정책이나 원칙에 대해 설명한다.

다. 위험평가

지역의 자연재난이나 사회적 재난에 대한 위험평가를 수행하고 결과를 정리한다. 여기서는 주로 지진, 홍수, 태풍 등의 자연재난을 중심으로 평가하는 경향이 있다.

라. 대피계획

피해 최소화를 위한 대피경로, 대피소, 대피유도계획이 명시된다. 또한 주민에게 정보제공 및 대피훈련계획도 포함될 수 있다.

마. 협력체계

재난 시에 다양한 유관기관이나 조직과의 협력체계를 정리한다. 일반적으로 소방, 경찰, 의료기관, 봉사단체 등의 협력체계에 대해 기술한다.

바. 재난대응

각종 재난에 대한 구체적인 대응 절차나 프로토콜이 명시된다. 대피지시 발령, 구조활동, 의료대응 등이 포함된다.

사. 정보관리

재난 시에 정보수집 및 관리, 발송체계에 대해 정리한다. 주로 유관기관간의 정보공유와 주민을 대상으로 정확하고 신속한 정보제공을 중심으로 작성한다.

아. 훈련

재난대비계획의 효과를 확보하기 위해 꾸준한 훈련과 주기적인 평가계획이 기술된다. 주민이나 유관기관과의 협력강화를 위한 방안을 기술하기도 한다.

자. 예산 및 자원 확보

재난대응활동에 필요한 예산, 물자, 인적자원의 확보에 관한 계획이 기술된다.

지자체의 지역방재계획서는 지역의 특성이나 위험에 맞추어 유연하게 대응하기 위해 주기적으로 검토하고, 수정보완 한다.

3. 요코하마시 방재계획서(군집사고 관련 사항)¹³⁾

지자체의 지역방재계획서 작성은 의무화 되어있으나, 군집사고에 대한 내용을 포함하는 것은 일괄적이지 않다. 군집사고와 관련된 내용은 2023년10월 작성된 중앙정부의 방재기본계획서에서는 발견할 수 없었고, 지자체의 지역방재계획서에서는 발견되는 곳이 있었으나 내용의 구체성에 있어서는 차이가 발생하였다.

본 연구에서는 상대적으로 군집사고에 대한 예방과 대응에 관한 내용이 구체적으로 정리된 요코하마시의 지역방재계획서를 중점적으로 고찰하여

13) 横浜市防災計画 都市災害対策編, 2023(<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/bousai-kyukyu-bohan/bousai-saigai/bosaikeikaku/keikaku/keikakutou/20140221181347.files/2023tosisaigai-all.pdf>)

정리하였다.

군집사고 관련 내용은 제9장 기타 재해대책 부분 중 제3절에 군집유동 등에 따른 군집사고대책이 있으며 주요내용은 다음과 같다.

(1) 군집유동 등으로 인한 군집사고 대책

대규모 행사 등에 따라 행사장(관련 시설 포함) 및 그 주변, 사용하는 역사 등에 일시적으로 대량의 사람들이 체류함으로써 혼란과 공황 등 다양한 위험이 잠재되어 있으며, 상황에 따라서는 대규모 인명피해가 발생할 수 있다고 위험성에 대해 정의하였다. 또한 행사 등의 군집사고에 대해서는 그 주최자(운영지원 포함)가 중심이 되어 사고예방대책을 수립하는 것을 원칙으로 하고, 요코하마시 방재계획에는 대규모 행사 등에서 불특정 다수의 군중이 체류, 유동하여 혼란 등이 예상되는 경우 또는 군집사고가 발생한 경우, 피해 경감을 위하여 요코하마시 및 관계기관 등이 시행해야 할 사항을 규정하고 있다.

(2) 대상이 되는 행사

요코하마시에서 개최되는 대규모 행사 중 특정시간대에 특정구역에 관람객이 집중되어 혼란 등의 발생이 예상되고, 군집사고가 발생할 경우 피해확대의 위험이 높을 것으로 예상되는 행사로서 시장이 필요하다고 인정하는 행사를 대상으로 규정하고 있다.

(3) 사전 대책

가. 주최자(실행위원회 등 포함)의 사전 대책

① 위험요인 등 조사-분석

주최자는 행사 등의 내용, 규모, 개최시간, 날씨 등을 고려하여 사전에 각종 위험요소 등을 조사분석하고, 이러한 위험요소 등을 보안대책에 반영토록 하고 있다.

② 검토회의 설치

주최측은 행사장 등의 경비담당 사업자, 경찰, 요코하마시, 대중교통기관, 시설관리자 등으로 구성된 검토회를 설치하여 경비대책에 대해 협의 검토

토록하고 있다.

③ 경비계획의 작성

주최 측은 행사장 등 현장 답사 및 검토회의 협의 내용 등을 토대로 행사 전반의 경비계획을 수립하고 관계 기관에 통보하는데, 경비계획에 규정된 사항은 대체로 다음과 같다.

- 행사장 등 설치 및 운영에 관한 것
- 경비본부의 설치 및 운영에 관한 사항
- 정보 전달 체계 및 방법에 관한 사항
- 행사장 및 주변의 경비, 경비원 등의 배치에 관한 사항
- 피난경로, 피난구 등 피난유도에 관한 사항
- 임시 구호소 설치 및 의사, 간호사 등에 의한 구호조치 실시 사항
- 행사장 및 주변 지역의 교통정리, 대중교통 이용 유도에 관한 사항
- 사고 발생 시 의료기관과의 연계에 관한 사항
- 경찰, 관계 구청, 실국 등에 보고에 관한 사항
- 기타 행사 등의 내용 및 규모, 개최시간 등에 따라 필요한 사항

④ 사전통지

주최자는 행사 등의 개최에 있어서 관람객의 혼란을 방지하기 위해 다음과 같이 사전통지를 실시토록 계획되어 있다.

- 행사 개요
- 차량 통행 제한 및 우회도로
- 주차장 유무 및 위치
- 대중교통 안내
- 행사장 주변의 보행자 등의 동선 및 우회도로 안내
- 기타 군집사고 예방에 필요한 사항들

나. 경찰의 사전 대책

① 경찰은 공공의 안전과 질서유지를 위해 군집에 대한 경비 실시가 필요하다고 인정할 때는 자율경비태세 등 행사내용을 종합적으로 판단하여 경찰경비계획을 수립토록 되어있다.

② 또한 주최자가 작성하는 보안계획에 대해 지도, 조언을 하도록 명시하고 있다.

다. 대중교통의 사전 대책

대중교통 사업자는 행사 등과 관련된 관내 역사시설 등에서 필요에 따라 역무원 등이 승·하차객을 안내하는 등 군집사고 예방에 만전을 기해야 하고, 또한, 주최측의 요청에 따라 가능한 범위 내에서 증편에 따른 스케줄 변경 등 필요한 조치에 대해 협조토록 의무화 되어있다.

라. 시설관리자 등 관계기관의 사전대책

행사 등이 개최되는 장소 등의 관리자는 군집유동 등으로 인한 군집사고를 방지하기 위해 주최자, 경찰, 총무국(위기관리실), 소방, 관계기관 등과 사전에 협의하고 연락체제 등의 확립 협조가 의무화 되어있다.

마. 요코하마시의 사전 대책

관련 실국의 사전 대책 주요 내용을 다음과 같이 정리하였다.

① 체육문화국·행사 등을 주최·주관하는 실국

주최 또는 공동주최하는 행사 등을 개최할 때에는 사전에 개최개요 등을 관계구청 등에 알리고, 공동주최하는 경우에는 주최측과 연락을 취해 조정.

② 총무국(위기관리실)

행사 등 개최 실국·구청 및 관계기관과 정보연락체계를 구축하여 군집유동 등으로 인한 군집사고 발생 시 신속하고 정확한 응급조치가 조기에 이루어질 수 있도록 함.

또한, 주최자 또는 소관 실국으로부터 요청이 있을 경우, 경비계획 등에 대해 지도, 조언 등을 제공.

③ 의료국

의료 관계 기관과 긴밀한 연계를 통해 재난 발생 시 수용체계, 의료구호대 파견 등에 대해 사전 조율하고 정보연락 체계를 구축.

④ 환경창조국

환경창조국에서 관할하는 시설 등에서 행사 등이 개최되는 경우, 시설 등의 관리 대책에 대해 주최자, 경찰, 관계기관 등과 사전에 협의하고 정보연락 체계를 구축.

⑤ 도로국 · 관련 토목사무소

도로국에서 관할하는 시설의 관리 대책에 대해 주최자, 경찰, 관계기관 등과 사전에 협의하고, 정보 연락 체계를 구축.

⑥ 항만국

항만국에서 관할하는 시설 등에서 행사 등이 개최되는 경우, 시설 등의 관리 대책에 대해 주최자, 경찰, 관계 기관 등과 사전에 협의하고 정보 연락 체계를 구축.

⑦ 소방

사전에 행사 등의 개최개요를 파악하고, 소방의 행사장 경비에 관한 계획 등을 수립한다. 또한, 주최자 또는 소관국으로 부터 요청이 있을 경우, 경비 계획 등에 대해 지도, 조언 등을 제공.

⑧ 관련 구청의 사전 대책

관계 구청은 군집유동 등으로 인한 군집사고 발생 시 신속하고 정확한 구급활동이 조기에 이루어질 수 있도록 필요한 경우 관계기관 등과 사전 협의 및 정보연락 체계를 정비.

(4) 응급대책

가. 행사 개최당일 대책

① 주최자는 경비계획에 따라 다음 사항을 시행.

- 경비본부설치

재난정보 등의 일원화와 경비 전반을 지휘하기 위해 경비본부를 설치하고 경비 책임자를 배치.

- 정보연락체계 확립
각 경비원 및 경찰, 총무국(위기관리실), 소방, 관계기관 등과 통신 시험 실시 등을 통해 정보 연락 체계를 확립.
- 행사장 등 경비
경비원 등에 의한 행사장 및 그 주변 경비, 대중교통 이용 유도를 실시.
- 관람객 정리
방송시설, 안내판, 로프 등의 자재를 활용하여 무질서한 인파의 통행 및 체류를 방지. 관람객이 과밀상태가 될 경우 관람객 통제, 우회 유도 등 적절한 조치를 취하여 군중을 분리 및 정리하여 군집사고 발생을 사전에 방지.
- 관람객 대상 통지
방송시설, 통지판 등을 활용하여 다음 항목에 대한 통지를 실시.
 - 피난경로·피난구 확인 안내
 - 피난 시 주의사항 안내
 - 임시 구호소 위치 안내

② 경찰의 대책

경찰이 작성한 경비계획에 따라 군집유동 등으로 인한 군집사고를 미연에 방지.

- 정보연락체계 확립
주최자, 총무국(위기관리실), 소방, 유관기관 등과의 정보연락체계를 확립.
- 행사장 등 경비
주최자, 총무국(위기관리실), 소방, 관계기관 등과 연계하여 행사장 등의 경비를 실시.

③ 시의 대책

- 경계체제 확립
관계되는 구 및 부서는 상황에 따라 직원을 동원할 수 있도록 신속한 정보연락체계를 확보하는 한편, 경계활동 등을 실시하기 위한 경계체제를 확립.

표 1 경계체제 설치 및 해제 기준

총괄	위기관리 부총괄책임자(총무국 위기관리부장)
사무국	총무국 위기관리실
조직 구성	총무국(위기관리실), 의료국, 환경창조국(소관 시설 등에서 행사 등이 개최되는 경우), 문화체육국, 도로국, 항만국(소관 시설 등에서 행사 등이 개최되는 경우), 소방, 위기관리 부총괄책임자가 지정하는 부서
설치 기준	1. 대규모 행사 등이 개최될 경우(행사 개최 대략 3시간 이전부터) 2. 기타 위기관리 부총괄책임자가 필요하다고 인정하는 경우
해제 기준	1. 상위 체제로 전환하는 경우 2. 행사 종료 후 사고 발생의 우려가 없는 것으로 판명된 경우

- 경계체제시 주요 활동

표 2 경계체제 부서별 활동

관리부처	주요활동
총무국 (위기관리실)	1. 주최자, 카나가와현 경찰, 관계 구청 등으로 부터의 행사 등에 관한 정보 수집 및 전달에 관한 것. 2. 재난 정보 등의 수집 및 전달에 관한 사항. 3 기타 보안상 필요한 조치에 관한 사항.
의료국	의료기관과의 연락 조정에 관한 사항.
환경창조국	1. 소관 시설 등의 관리상의 대책에 관한 것. 2. 재난 정보 등의 정보 수집 및 전달에 관한 사항
스포츠문화국	1. 행사 등의 진행상황 등의 파악에 관한 사항. 2. 주최자와의 연락 조정에 관한 사항.
도로국	1. 소관 시설 등의 관리상의 대책에 관한 것. 2. 재난 정보 등의 정보 수집 및 전달에 관한 사항.
항만국	1. 소관 시설 등의 관리상의 대책에 관한 것. 2. 재난 정보 등의 수집 및 전달에 관한 사항
소방	1. 장소 등의 경비에 관한 것. 2. 구급 업무에 관한 것.
관리자 지정하는 구 또는 부서	1. 재난 정보 등의 수집 및 전달에 관한 사항. 2. 기타 경비상 필요한 조치에 관한 사항.

나. 재해응급활동시 업무분담

대규모 행사 등에서 군집유동 등으로 인한 군집사고 발생 시 주최자 및 주요 방재관련 기관의 업무분담은 다음 표3 에 따른다.

표 3 재해응급활동 시 업무분담

구분	주최자	경찰	소방	총무국	관련 구 및 부서
통보	주	협		협	
피난유도	주	협	협	협	협(구)
소방, 경찰 등 신고	주				
현장지휘본부	협	협	주	협	협
정보수집	주	협	주	주	주(구)
경계구역설정	협	협	주	협	협
인명검색 및 구조	협	협	주	협	
구급 및 구호활동	협	협	주	협	
현장통지	협	협	협	주	주
군중정리	협	주	협	협	
피해상황 조사수집	협	협	주	주	주(구)
재해대책본부	협	협	협	주	협

주: 주관기관 / 협: 협력기관

다. 군집사고 발생 시 대책

① 주최측의 대책

- 통보

군집유동 등에 의한 군집사고가 발생한 경우, 즉시 사고발생 일시, 장소 등 필요한 사항을 경찰 및 소방에 통보.

- 관계기관에 보고

주최자는 군집사고가 발생한 경우 사고개요, 부상자 상황 등을 경찰, 소방, 시·구 재해대책본부 등 관계기관에 수시로 보고.

- 부상자 구조구호 및 대피유도

경찰, 소방 등과 연계하여 부상자 구조 및 구호 지원과 함께 주변의

혼란을 방지하기 위해 군중 등의 피난 유도를 실시.

- 현장통지

소방, 경찰, 관계 기관 등과 협력하여 혼란을 억제하고 민심을 안정시키기 위해 신속하게 다음 사항을 통지하고 사고확대 방지에 대한 협조 요청.

- 사고발생과 현황에 관한 것.
- 피난유도 실시상황에 관한 사항.
- 우회도로, 대피장소 및 출입정체 등 금지구역 설정에 관한 사항.
- 기타 필요한 사항에 관한 사항.

- 행사 등의 중단(중지) 조치

주최자는 관계 기관과 협의하여 상황에 따라 행사 등의 중단, 중지 조치 실시.

② 경찰의 대책

- 정보수집 및 공유

사고개요, 부상자 수, 부상자 상태 등의 정보 수집에 힘쓰고 관계기관과 정보를 공유.

- 부상자 구조구호 및 피난유도

소방청 등과 연계하여 부상자 등을 신속하게 구조구호하고 군중을 대피 유도.

- 경계구역 설정

부상자 등을 구조구호하고 2차 재해를 예방하기 위해 소방 등과 연계해 경계구역을 설정.

- 현장통지

주최자 등과 연계하여 필요한 통지를 실시.

③ 자자체의 대책

- 사고발생 통보 등

행사 등에 관련된 각 구국은 행사장 등에서 사고를 인지한 경우, 즉시 경찰, 소방에 신고하는 동시에 지체 없이 총무국 위기관리실에 신고. 또한, 군집사고 발생 후 피해상황에 따라 ‘경계체제’에서 아래의

'재해대책경계본부' 또는 '재난대책본부' 로 전환.

- 재해대책경계본부

표 4 시·구 경계본부 설치 및 해제 기준

구분	시 경계본부	구 경계본부
경계 본부장	위기관리총괄책임자(총무국 위 기관리실장)	위기관리 책임자(부구청장)
사무국	총무국 위기관리실	구 경계본부장이 지정하는 과 (부서) 등
조직 구성	정책국, 총무국(위기관리실), 보 건복지국, 의료국, 의료국 병원 경영본부, 환경창조국(소관시설 등에서 행사 등이 개최되는 경 우), 문화체육관광국, 도로국, 항 만국(소관시설 등에서 행사 등 이 개최되는 경우), 소방 및 위 기관리 총괄 책임자(총무국 위 기관리실장)가 지정하는 국	구 경계본부장이 지명하는 직 원, 지구대장 등
설치 기준	1. 군집사고로 인해 상당한 피 해가 발생하고, 시 재해대책 본부 설치에 해당하지 않는 경우 2. 기타 위기관리총괄책임자(총 무국 위기관리실장)가 필요 하다고 인정하는 경우	1. 지역에 상당한 피해가 발 생하고, 구 재난대책본부 설치에 해당하지 않는 경 우 2. 시 경계본부장으로부터 설 치 지시를 받은 경우 3. 그 외 구 경계본부장이 필 요하다고 인정하는 경우
해제 기준	1. 다른 체제로 전환하는 경우 2. 행사 종료 후, 사고 발생의 우려가 없다고 판명된 경우	시 경계본부체제가 해제된 경우

- 재해대책본부

표 5 시·구 재해대책본부 설치 및 해제 기준

구분	시 본부	구 본부
본부장	시장	구청장
사무국	총무국위기관리실	부분부장이 지정하는 과 등
조직 구성	시경계본부구성국을 원칙으로 하고, 필요에 따라 시장이 추가한다.	구본부장이 지정하는 직원, 지구대장 등
설치 기준	<ol style="list-style-type: none"> 1. 군집사고에 따라 상당한 피해가 발생한다고 예상되는 경우 2. 기타 시본부장이 필요하다고 인정하는 경우 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 군집사고에 따라 지역에 상당한 피해가 발생 또는 발생한다고 예상되는 경우 2. 시본부장으로 부터 설치 지시를 받은 경우 3. 기타 구본부장이 필요하다고 인정하는 경우
해제 기준	<ol style="list-style-type: none"> 1. 타 제체로 전환하는 경우 2. 행사종료 후 사고발생 위험이 없다고 판명된 경우 	시본부체제가 해제된 경우

- 관계 구 및 국(부서) 업무분장 : 대책중심의 8개 국 및 구

표 6 관계 구·국 업무분장

관계구국	업무분장
정책국	1. 언론기관과의 연락 조정에 관한 사항. 2. 관련 정보의 발표 및 발표에 관한 종합적인 조정에 관한 사항. ※ 통지, 보도팀 설치 시는 해당 팀에서 활동
총무국 (위기관리실)	1. 시 본부 등의 설치 및 운영에 관한 사항. 2. 재난정보 및 활동정보의 수집, 전달, 집계에 관한 사항. 3. 각 구청 및 국(부서) 간의 종합적인 조정 및 통제에 관한 사항.
건강복지국	관련 복지보건센터와의 연락 조정에 관한 사항.
의료국	1. 의료기관의 의료활동 및 의료관계 정보 집약에 관한 사항. 2. 발생지역 임시구호소 의사파견 및 응급의료에 관한 사항. 3. 의료구호대 등의 파견 요청에 관한 사항. 4. 의료기관에 대한 협조 요청에 관한 사항.
의료국 병원경영 본부	1. 필요한 약품, 기자재 등의 조달에 관한 사항. 2. 시립병원의 의료구호활동에 관한 사항. 3. 시립병원의 필요한 약품 기자재 등 조달에 관한 사항.
환경 창조국	1. 소관 시설 등에서의 피해정보 등의 수집, 전달, 집약에 관한 사항. 2. 소관 시설 등에서의 관리상의 보안체제 강화에 관한 사항. 3. 시설 관리자 등과의 연락 조정에 관한 사항.
스포츠 문화국	1. 주최자와의 연락 조정에 관한 것. 2. 소관 시설 등에서의 피해정보 등의 수집, 전달, 집약에 관한 사항. 3. 소관 시설 등에서의 관리상의 보안체제 강화에 관한 사항. 4. 시설 관리자 등과의 연락 조정에 관한 사항.

관계구국	업무분장
도로국	<ol style="list-style-type: none"> 1. 소관 시설 등에서의 피해정보 등의 수집, 전달, 집약에 관한 사항. 2. 소관 시설 등에서의 관리상의 보안체제 강화에 관한 사항.
항만국	<ol style="list-style-type: none"> 1. 소관 시설 등에서의 피해 정보 등의 수집, 전달, 집약에 관한 사항. 2. 소관 시설 등에서의 관리상의 보안체제 강화에 관한 사항. 3. 해상보안부 등 관계기관과의 정보교환 및 연락체제 확인에 관한 사항. 4. 항만 관련 사업소 등과의 연계에 관한 사항.
소방	구조구급활동 등 재난대응에 관한 것.
구	<ol style="list-style-type: none"> 1. 구 본부 등의 설치 및 운영에 관한 사항. 2. 시 본부에 정보수집 요원파견에 관한 사항. 3. 임시구호소 설치, 직원파견 및 응급의료에 관한 사항. 4. 구 의료관련 단체에 대한 협조요청 및 연락 조정에 관한 사항. 5. 피난유도 등에 관한 것. 6. 주민에 대한 통지에 관한 것. 7. 소방, 경찰에 대한 협력에 관한 것
군집사고 등 발생시설 소관 국(부서)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시설이용자 등의 대피유도 및 직원의 안전대피에 관한 사항. 2. 시 본부에 정보연락 요원파견에 관한 사항. 3. 소방, 경찰에 대한 협력에 관한 사항.

4. 주최자가 없는 행사에 대한 지자체(도쿄 시부야구)의 대응¹⁴⁾

지역방재계획서 내용 중에서 군집사고에 대한 안전관리 관련 내용들은 모두가 주최자의 역할을 명시하고 있었다. 반면, 주최자가 없는 임의적인 행사형태의 군집형성 및 그로 인한 위험상황에 대한 안전관리 관련 내용은 찾아볼 수 없었는데, 도쿄도 시부야구의 경우는 할로윈과 같은 주최자가 없는 행사에 대해 ‘시부야역 주변지역의 안전하고 안심할 수 있는 환경 확보에 관한 조례, 2018년 6월 20일, 조례 제21호, 渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例, 令和元年6月20日, 条例第21号)’를 제정하는 것으로 적극적인 대응책을 강구하는 노력을 보였다.

다음은 시부야구에서 발표한 조례의 내용을 간략히 정리한 것이다.

해당 조례는 시부야역 주변 지역의 안전하고 안심할 수 있는 환경을 확보하기 위해 시부야구, 그리고 사업자 및 방문객의 책무를 명확히 하고, 시부야역 주변지역에서의 매너 향상 및 민폐행위 방지를 추진함으로써 시부야구가 성숙하고 매력적인 국제도시로 발전해 나가는 것을 목적으로 하고 있음을 제1조에 명시하고 있다.

또한 제2조에서는 다음과 같이 관련 용어를 정의하고 있다.

(1) 시부야역 주변지역 : 시부야 1초메, 시부야 2초메, 시부야 3초메, 사쿠라오카초, 도겐자카 1초메, 도겐자카 2초메, 우다가와초, 진난 1초메 및 진구마에 6초메 구역

(2) 사업자 : 주로 시부야역 주변지역에서 음식점 또는 물품판매, 기타 영업을 위한 점포를 설치하거나 운영하는 자 또는 그 종업원

(3) 방문객 : 시부야역 주변지역을 방문하는 자 또는 통과하는 자

이어서, 제3조에서는 시부야구의 책무를 시부야역 주변 지역의 안전하고 안심할 수 있는 환경을 확보하기 위해 관계 행정기관 및 관계 단체와의 협력 체제를 구축하고, 방문객에 대한 매너 향상 및 사업자에 대한 의식 계발을 위해 필요한 시책을 수립하고 이를 시행하는 것, 그리고 관련된 시책을 수립함에 있어 관계 행정기관 및 관련 단체와의 협의 기회를 마련하고 그

14) 渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例 条例第21号 2018..20

의견을 존중하고 반영하기 위하여 노력하는 것으로 명기하였다.

아울러 사업자는 해당 조례의 취지를 충분히 이해하고 관계 법령을 준수함과 동시에 시부야역 주변지역의 안전하고 안심할 수 있는 환경 확보를 위해 시부야구가 시행하는 주류 판매 자제 등의 시책에 협력할 것을 요구하고 있다.

그리고, 방문객은 시부야역 주변지역의 안전하고 안심할 수 있는 환경 확보를 위해 관계 법령을 준수하고, 공공장소(도로, 공원, 광장 및 기타 공공성을 내포한 장소)에서의 음주 제한을 다음과 같이 명기하였다.

(1) 10월 31일, 11월 1일, 10월 24일부터 같은 달 30일까지의 금요일, 토요일 및 일요일

(2) 12월 31일 및 1월1일

(3) 이 외에 구청장이 특별히 필요하다고 인정하는 기간

또한 구청장은 상기 기간의 음주제한에 대하여 시간대를 한정하여 실시할 수 있도록 하였다.

또한 다음과 같이 시부야역 주변지역의 공공장소에서 다음과 같은 민폐행위도 금지하고 있다.

(1) 음향기기 등으로 소리를 비상식적으로 크게 내는 행위

(2) 노상방뇨 등의 행위

(3) 가로등, 표지판, 지붕 등에 올라가는 행위

(4) 기타 타인에게 민폐를 끼치는 행위 또는 위해를 끼칠 우려가 있는 행위

아울러, 구청장은 상기 규정에 위반하는 행위를 하고 있다고 인정되는 자에 대하여 해당 행위를 중지하도록 지도할 수 있는 권한을 명기하였다.

그림10은 해당 조례에서 명시한 음주 및 민폐행위 금지구역을 ‘시부야역 주변지역의 안전하고 안심할 수 있는 환경 확보에 관한 조례 시행규칙, 2018년 6월 20일, 규칙 제32호(渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例施行規則, 令和元年 6 月20日, 規則第32号)’ 제정을 통해 나타내고 있다.

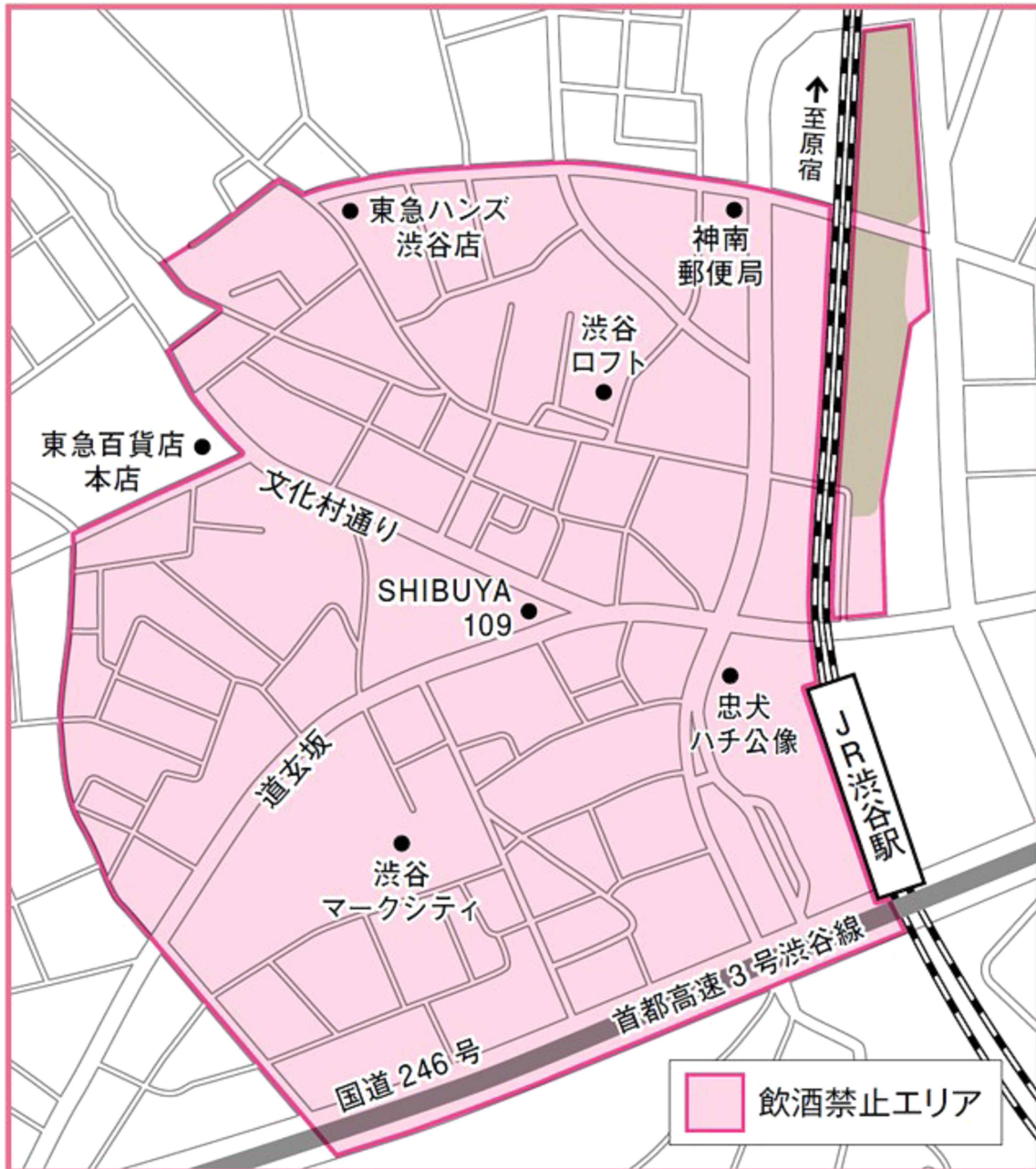


그림 10 시부야구에서 지정한 음주금지구역
 (출처 : 渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例施行規則)¹⁵⁾

15) 渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例施行規則 規則第32号 2018.6.20.

5. 소결

일본 지자체의 군집사고 관련 안전관리계획은 관련 법령에 따라 지역방재 계획서 내에 해당 내용을 포함하고 있다. 하지만, 중앙정부와 광역지자체, 그리고 기초지자체 마다 작성 내용의 구체성에 있어서 격차를 보이고 있어서, 조사된 내용 중 가장 세심한 구성을 보이고 있는 요코하마시의 방재계획서를 중심으로 정리하였다.

요코하마시 방재계획서는 군집사고의 사전대책과 발생 시 응급대책으로 나누어 구성하고 있으며, 관련 기관이나 부서의 역할과 책임을 명확히 명시하는 것으로, 사고에 대한 책임소재를 명확히 하는 것이 특징적으로 보이고 있다.

또한 주최자가 없는 행사에 대한 지자체의 예방 및 대응방안은 지역방재 계획서 상에서의 직접적인 언급은 없으나, 도쿄 시부야구와 같이 자체적인 조례를 제정하여 운영하는 방법으로 군집에 적극적인 관리 근거 마련을 위해 노력하는 부분도 확인할 수 있었다.

제4장 군집사고 예방을 위한 현장대응 관련 법률 고찰

군집사고의 예방을 위해서는 선행연구에 따른 군집밀도의 과밀화 방지대책, 지자체 및 경찰, 소방 등 유관기관의 안전관리계획의 수립 및 이행 등과 같은 전반적인 안전관리 체계가 원만히 작동해야 한다는 것을 알 수 있다. 하지만, 이러한 체계가 원만히 작동하기 위해서는 현장에서의 대응이 가장 중요한데, 그 중에서도 직접적으로 군중을 안내하고 필요에 따라서는 통제해야하는 현장요원의 역할은 간과할 수 없을 것이다.

또한 현장요원이 부여된 임무를 충실히 수행하고 안전한 현장통제를 위해서는 필요한 지식과 권한이 바탕이 되어야 하는 것은 당연한 조건인데, 우리나라의 경우는 주로 경찰이 치안업무를 담당하면서 군집이 밀집된 현장에서 대응을 하고 있지만, 일본의 경우는 경찰과 함께 자격을 갖춘 경비업체가 협력하여 군집사고 발생 위험성이 높다고 판단되는 현장에서 대응을 하고 있다. 따라서 본 장에서는 우리나라와 일본의 경비업 관련 법률을 비교 분석하고, 우리나라의 군집사고 안전관리에 도움이 된다고 판단되는 부분을 고찰하여 정리한다.

1. 우리나라의 경비업무와 관련된 주요법률

우리나라의 경비와 관련된 주요 법률은 경비업법을 시작으로 개인정보 보호법, 민법, 근로기준법, 안전관리 및 안전진단 등에 관한 법률 등을 들 수 있고 표7에 내용을 정리하였다. 그 중 군집사고에 가장 관련성이 깊은 것은 경비업법이라 볼 수 있다.

표 7 우리나라 경비업무 관련 법령

구분	내용
경비업법	경비업을 규제하고 경비원의 자격, 교육, 권한 등을 정하는 법률
개인정보 보호법	개인정보를 취급하는 기관이나 업체는 개인정보를 적절히 보호해야 하며, 이에 관한 법률. 경비원이 개인정보를 다루는 경우에도 이 법률을 준수해야 함

민법	민사적인 책임과 의무에 대한 법률로, 경비원이나 경비회사가 다른 개인 또는 단체에 대해 민사상의 문제로 피해를 주거나 받을 때 적용됨
근로기준법	근로자의 권리와 근로조건을 규제하는 법률로, 경비원들의 근로환경과 권리에 대한 규정 포함
안전관리 및 안전진단 등에 관한 법률	건물 안전 및 관리에 관한 법률로, 경비원이 근무하는 건물에 적용되는 안전 규정이 포함

1.1 우리나라 경비업법 개요

우리나라 경비업법은 경비업을 규제하고 경비원의 자격, 교육, 권한 등을 정하는 법률로 주요 항목과 내용은 표8과 같이 정리할 수 있다.

표 8 우리나라 경비업법 개요

구분	내용
목적 및 적용 범위	경비업법의 주요 목적은 공공의 안전과 질서를 유지하며, 시민의 생명과 재산을 보호하는데 기여하는 경비업을 규제하는 것 법은 주로 경비원의 자격, 교육, 권한, 그리고 경비회사의 등록과 업무에 관한 규정을 명시
경비원의 자격 및 교육	경비원은 일정한 자격을 충족하고 교육을 받아야 하며, 경비업법에서 명시된 기준에 따라서 결정
경비회사의 등록	경비업을 영위하는 회사의 등록 의무 및 절차와 요건에 대해 명시
경비원의 권한 및 업무	주로 시설의 출입 통제, 보안 점검, 감시, 위험 대응 등을 포함
책임과 처벌	경비원이나 경비회사가 법을 위반할 경우 책임과 처벌 규정. 불법 행위, 유리사기, 부정경쟁행위 등을 포함

1.2 우리나라 경비업의 범위와 자격시험

우리나라의 경비업법에서 명시하고 있는 경비업의 업무범위와 이를 수행하기 위한 자격시험 및 시험 내용을 정리하였다.

경비업법 제2조에 따르면, 우리나라 경비업은 시설경비업무, 호송경비업무, 신변보호업무, 기계경비업무, 특수경비업무로 구분되어 있다 (표9).

표 9 우리나라 경비업무 종류 및 내용

구분	내용
시설경비업무	경비를 필요로 하는 시설 및 장소에서의 도난·화재 그 밖의 혼잡 등으로 인한 위험발생을 방지하는 업무
호송경비업무	운반중에 있는 현금·유가증권·귀금속·상품 그 밖의 물건에 대하여 도난·화재 등 위험발생을 방지하는 업무
신변보호업무	사람의 생명이나 신체에 대한 위해의 발생을 방지하고 그 신변을 보호하는 업무
기계경비업무	경비대상시설에 설치한 기기에 의하여 감지·송신된 정보를 그 경비대상시설외의 장소에 설치한 관제시설의 기기로 수신하여 도난·화재 등 위험발생을 방지하는 업무
특수경비업무	공항(항공기를 포함한다) 등 대통령령이 정하는 국가중요 시설(이하 “국가중요시설”이라 한다)의 경비 및 도난·화재 그 밖의 위험발생을 방지하는 업무

이 중에서 균집사고와 관련된 부분은 시설경비업무의 ‘혼잡 등으로 인한 위험발생을 방지하는 업무’로 볼 수 있다.

또한 상기 업무를 수행하는 경비원은 경비지도사나 경비원의 결격사유에 해당사항이 없고, 대통령령으로 정하는 교육기관에서 신입교육을 받는 것으로 경비업무에 종사할 수 있다(경비업법 제10조). 따라서 경비원에 대한 자격제도는 미비한 것으로 보인다.

반면, 경비업에 관한 자격의 필요사항은 경비지도사가 있는데, 자격시험은 경비업법 시행령 제12조 제3항에 따라 별표2에 명시되어 있다(표10).

하지만 별표2의 시험과목에서는 혼잡에 따른 위험을 방지하는 내용을 명확히 드러나지 않는다.

표 10 경비지도사 자격시험 종류

구분	1차시험	2차시험
	선택형	선택형 또는 단답형
일반경비지도사	법학개론 민간경비론	경비업법(청원경찰법을 포함한다) 소방학, 범죄학 또는 경호학 중 1과목
기계경비지도사		경비업법(청원경찰법을 포함한다) 기계경비개론 또는 기계경비기획 및 설계 중 1과목

또한 경비지도사는 기본교육과 보수교육을 받아야 하는데, 기본교육은 총 44시간(공통교육 28시간, 각각 자격종류별로 16시간) 이다(경비업법 제11조 제1항). 여기서도 자격시험에 요구되는 내용과 같이 군집사고에 관한 내용은 찾아볼 수 없는 실정이다.

1.3 우리나라 경비원 교육

경비업법 제13조 제1항에 따라 경비업자는 경비원에게 업무관련 교육을 받게 하여야 하는데, 동법 시행규칙 제12조의 별표2에 따라 일반경비원 신입교육의 과목 및 시간은 표11과 같다.

교육 과목 중에 사고예방대책이 포함되어 있지만, 여기서는 군집사고와 관련된 직접적인 내용을 확인하는데 한계가 있다.

또한 특수경비업무 관련 교육내용을 정리하면 표12와 같은데, 여기서도 군집사고와 관련된 내용은 확인이 불가능한 상황이다.

즉, 상기와 같은 우리나라의 일반경비원과 특수경비원의 능력함량을 위한 교육내용을 살펴본 결과, 군집사고에 대한 안전관리와 대응에 대한 부분은 중요한 비중을 차지하지 않고 있는 상황임을 시사하는 것으로 볼 수 있을 것이다.

표 11 우리나라 일반경비원 관련 교육 구성

구분 (교육시간)	과목	시간
이론교육 (4시간)	경비업법	2
	범죄예방론(신고 및 순찰요령을 포함한다)	2
실무교육 (19시간)	시설경비실무(신고 및 순찰요령, 관찰 기록기법을 포함한다)	2
	호송경비실무	2
	신변보호실무	2
	기계경비실무	2
	사고예방대책(테러 대응요령, 화재대처법 및 응급처치법을 포함한다)	3
	체포 호신술(질문 검색요령을 포함한다)	3
	장비사용법	2
	직업윤리 및 서비스(예절 및 인권교육을 포함한다)	3
기타(1시간)	입교식, 평가 및 수료식	1
계		24

표 12 우리나라 특수경비원 관련 교육 구성

구분 (교육시간)	과목	시간
이론교육 (15시간)	경비업법, 경찰관 직무 집행법, 청원경찰법	8
	범죄예방론(신고 및 순찰요령을 포함한다)	3
	헌법, 형사법(인권, 경비 관련 범죄 및 현행법 체포에 관한 규정 포함)	4
실무교육 (69시간)	시설경비실무(야간 경비요령을 포함)	4
	기계경비실무	3
	민방공 (화생방 관련 사항을 포함)	6
	폭발물 처리요령	6
	테러대응요령	6
	화재대처법	3
	응급처치법	3
	사격	8
	체포 및 호신술	5
	총검술	5

구분 (교육시간)	과목	시간
	분사기 사용법	3
	총기 조작	3
	예절교육	2
	정신교육	2
	정보보호 및 보안업무	6
	관찰기록법	3
	출입통제 요령	3
기타(4시간)	입교식, 평가 및 수료식	4
계		88

2. 일본의 경비업무와 관련된 주요법률

일본의 경비와 관련된 주요 법률은 경비업법을 시작으로 근로기준법, 개인정보보호법, 건축물의 경비에 관한 법률을 들 수 있고 표13에 내용을 정리하였다. 그 중 근집사고에 가장 관련성이 깊은 것은 우리나라와 마찬가지로 경비업법이라 볼 수 있다.

표 13 일본의 경비관련 법률

구분	내용
경비업법	경비업을 규제하고 경비회사 및 경비원의 자격, 교육, 권한 등을 규정하고, 경비회사의 등록의무 명시
근로기준법	근로자의 권리와 근로조건에 관한 법률로, 경비원의 노동환경과 권리에 대한 규정이 포함
개인정보 보호법	개인정보를 다루는 기관 및 단체에게 적절한 개인정보 처리를 요구하는 법률. 경비업자의 개인정보 관리 규정 등
건축물의 경비에 관한 법률	건축물의 경비와 안전관리에 관한 법률, 경비원이 근무하는 건물에 적용되는 안전 기준을 규정

2.1 일본 경비업법 개요

일본 경비업법은 주로 경비업자와 해당 업무를 수행하는 경비원에 대한 규제를 명시하고 있으며 주요내용은 표14와 같다.

표 14 일본의 경비업법 구성 개요

구분	내용
법의 목적	경비업법의 주요 목적은 공공의 질서와 안전을 유지하면서 시민의 생명과 재산을 보호하도록 기여하는 경비업을 적절히 규제하는 것
등록과 자격	경비업자는 해당 법에 따라 등록이 필요하며, 등록을 받은 자만이 경비업을 영위할 수 있으며, 경비원에는 특정 자격요건이 명시
훈련과 교육	경비원은 법에서 정한 교육과 훈련 의무 명시
경비원의 권한과 업무	업무내용 명시 (시설의 출입 관리, 순찰, 감시, 위험 대응 등)
위반에 대한 처벌	경비업법을 위반한 경우의 처벌 사항(불법 행위, 거짓 고지, 부정경쟁 행위 등)

2.2 일본 경비업의 범위와 자격시험

일본 경비업법에서 명시하고 있는 경비업의 업무범위와 이를 수행하기 위한 자격시험 및 시험 내용을 정리하였다.

경비업법 제2조에 따르면, 일본의 경비업무는

- ① 사무실, 주택, 공연장, 주차장, 놀이공원 등(이하 “경비업무대상시설“이라 한다.)에서의 도난 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무
 - ② 사람 또는 차량의 혼잡한 장소 또는 이동에 위험이 있는 장소에서의 부상 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무
 - ③ 운송 중인 현금, 귀금속, 미술품 등에 관한 도난 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무
 - ④ 인물의 신체 보호를 위해 주변을 경계하고 예방하는 업무
- 로 구분하여 명시하고 있다.

이 중에서 군집사고와 관련된 부분은 ‘② 사람 또는 차량의 혼잡한 장소 또는 이동에 위험이 있는 장소에서의 부상 등 사고발생을 경계하고 예방하는 업무’로 볼 수 있는데, 우리나라 경비업법 보다 명확하고 구체적으로 기술되어 있다.

또한 법 제23조에서는 자격시험에 대해 명시하고 있는데, 시험은 학과시험과 실기시험을 통해 판정하는 것으로 되어 있다.

경비업무 관련 자격시험은 관련법령에 따라 6가지로 분류되어 있다(표15, 출처 <http://www.csst.jp/09/09.html#>)

표 15 일본의 경비업무 관련 검정 종류

검정 종류	구분
공항보안경비업무	1급 및 2급
시설경비업무	
혼잡경비업무	
교통유도경비업무	
핵연료물질 등 위험물운반경비업무	
귀중품운반경비업무	

우리나라와는 달리 전문분야에 따라 검정을 분류하여 실시하고 있으며, 군집사고와 관련이 있는 ‘혼잡경비업무’도 별도로 명시되어 있음을 알 수 있다.

또한 해당 전문 자격을 갖춘 경비원을 배치해야 하는 업무와 배치 인원에 대해서도 명시하고 있는데, 군집사고와 관련이 있는 ‘혼잡경비업무’에 대한 경비원의 배치 인원은 다음과 같다(표 16).

표 16 일본의 군집사고 관련 경비원 자격 및 조건에 따른 배치 인원

자격 구분	조건 및 배치 인원
잡로경비업무에 관한 1급 검정합격 경비원	잡로경비업무를 하는 장소(해당 잡로경비업무를 적정하게 실시하기 위한 장소가 2개소 이상의 구역으로 구분되는 경우에 한함) 마다 1명
잡로경비업무에 관한 1급 검정합격 경비원 또는 2급 검정합격 경비원	잡로경비업무를 하는 장소마다(해당 잡로 경비업무를 적정하게 실시하기 위한 장소가 2개소 이상의 구역으로 구분되는 경우에는, 그 구역마다) 1명 이상

구역을 특정함에 있어서는 잡로경비업무를 실시하는 장소의 넓이, 해당 장소에서 예상되는 혼잡정도, 해당 잡로경비업무에 종사하는 경비원의 수 및 배치 상황, 정보통신기술의 이용 상황 등의 사정을 감안하여야 한다.

2.3 일본 경비원에 대한 교육(경비업자가 경비원을 대상으로 하는 교육)

법 제21조제2항에 따라 경비업자는 시행규칙 제38조에서 경비원(합격증명서를 받은 경비원 및 지도교육책임자격증을 교부받은 경비원 제외)에 대한 교육을 기본교육과 업무별 교육으로 나누어 실시하도록 명시하고 있다.

가. 기본교육

기본교육은 경비업무에 관한 기본적인 지식 및 기능에 관한 교육으로 표 17과 같다.

표 17 일본의 경비원 기본교육

경비원 구분	교육사항
경비업에 처음 종사하는 경비원	가. 경비업무 실시 기본원칙에 관한 사항 나. 경비원의 자질 향상에 관한 사항 다. 경비업법 및 기타 경비업무의 적정한 실시에 필요한 법령에 관한 사항 라. 사고발생 시 경찰기관 연락 및 기타 응급조치에 관한 사항 마. 호신용구 사용방법 및 기타 호신 방법에 관한 사항
경비업 종사 경험이 있는 경비원	가. 경비업무 실시 기본원칙에 관한 사항 나. 경비업법 및 기타 경비업무의 적정한 실시에 필요한 법령에 관한 사항 다. 사고발생 시 경찰기관 연락 및 기타 응급조치에 관한 사항

나. 업무별 교육

업무별 교육은 경비원의 주된 업무에 맞추어 해당 경비업무를 적정하게 실시할수 있도록 필요한 지식 및 기능에 관한 교육으로 표18과 같다.

교육사항을 살펴보면 2번 경비업무 구분의 교육사항이 군집사고 예방 및 대응에 직접적으로 관련 있는 사항임을 알 수 있다.

표 18 일본의 경비업무별 교육내용

경비업무 구분	교육사항
<p>1. 사무실, 주택, 공연장, 주차장, 놀이공원 등(이하 “경비업무대상시설”이라 한다.)에서의 도난 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무(기계경비업무 제외)</p>	<p>가. 경비 업무 대상 시설에 사람 또는 차량 등의 출입 관리 방법에 관한 사항 나. 순찰 방법에 관한 사항 다. 경보 장치 및 기타 해당 경비 업무를 실시하기 위해 사용 기기의 사용 방법에 관한 사항 라. 수상한 사람 또는 수상한 물건을 발견했을 경우에 취해야 할 조치에 관한 사항 마. 그 외 해당 경비 업무를 적정하게 실시하기 위해서 필요한 지식 및 기능에 관한 사항</p>
<p>2. 사람 또는 차량의 혼잡한 장소 또는 이동에 위험이 있는 장소에서의 부상 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무</p>	<p>가. 해당 경비 업무를 적정하게 실시하기 위해서 필요한 도로 교통 관계 법령에 관한 사항 나. 차량 및 보행자의 유도 방법에 관한 사항 다. 사람 또는 차량이 혼잡한 장소에서 혼잡한 상황을 정리하는 방법에 관한 사항 라. 해당 경비 업무를 실시하기 위해서 사용하는 각종 도구의 사용 방법에 관한 사항 마. 사람 또는 차량이 혼잡한 장소 또는 통행에 위험성이 있는 장소에서 부상 등의 사고 발생시에 취해야 할 조치에 관한 사항 바. 그 외 해당 경비 업무를 적정하게 실시하기 위해서 필요한 지식 및 기능에 관한 사항</p>

<p>3. 운송 중인 현금, 귀금속, 미술품 등에 관한 도난 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무</p>	<p>가. 운송에 사용하는 차량 등의 구조 및 설비에 관한 사항 나. 차량 등으로 운반중 주위를 감시하는 방법에 관한 사항 다. 운송 현금, 귀금속, 미술품 등의 적재 시 경계 방법에 관한 사항 라. 해당 경비 업무를 실시하기 위해서 사용하는 각종 도구의 사용 방법에 관한 사항 마. 운송 중 도난 등의 사고 발생 시 취해야 할 조치에 관한 해당 경비 업무를 실시하기 위해서 사용하는 각종 도구의 사용 방법에 관한 사항 바. 그 외 해당 경비 업무를 적정하게 실시하기 위해서 필요한 지식 및 기능에 관한 사항</p>
<p>4. 인물의 신체 보호를 위해 주변을 경계하고 예방하는 업무</p>	<p>가. 인물의 주변 경계에 관한 위치 및 기타 경계방법에 관한 사항 나. 해당 경비 업무를 실시하기 위해서 사용하는 각종 도구의 사용 방법에 관한 사항 다. 수상한 사람 또는 수상한 물건을 발견했을 경우에 취해야 할 조치에 관한 사항 라. 인물의 신체에 대해 위험한 상황의 발생 방지를 위해 취해야 할 피난 등의 조치에 관한 사항 마. 그 외 해당 경비 업무를 적정하게 실시하기 위해서 필요한 지식 및 기능에 관한 사항</p>
<p>5. 기계경비업무</p>	<p>가. 해당 기계경비업무를 실시하기 위해 사용하는 경비업무용 기계장치의 기능에 관한 사항 나. 경비업무용 기계장치에 의한 경계 및 지령방법에 관한 사항 다. 지령업무에 종사하는 경비원과 현장 출동 경비원과의 연락방법에 관한 사항 라. 도난 등의 사고 발생 정보를 수신한 경우, 수상한 자 또는 수상한 물건의 발견 및 기타 현장에서 사실 확인 방법에 관한 사항 마. 그 외 해당 기계경비업무를 적정하게 실시하기 위해서 필요한 지식 및 기능에 관한 사항</p>

3. 소결

본 장에서는 군집사고와 관련한 우리나라와 일본의 경비업법 내용 중 경비원에 대한 자격검정과 교육내용을 중심으로 살펴보았다.

우리나라의 경우는 경비업의 업무 중 ‘시설경비업무’에 ‘혼잡 등으로 인한 위험발생을 방지하는 업무’가 군집사고와 관련된 사항으로 볼 수 있으나, 경비원에 대한 교육내용을 살펴볼 때 교육 과목 중에 사고예방대책이 포함되어 있지만, 군집사고와 관련된 직접적인 내용을 확인하는데 한계가 있다.

반면, 일본의 경우는 경비업무 구분내용에 ‘사람 또는 차량의 혼잡한 장소 또는 이동에 위험이 있는 장소에서의 부상 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무’로 명시하여 군집사고의 대응과 예방과의 관계성을 명확히 확인할 수 있다.

교육내용 또한 ‘업무별 교육’에서 혼잡한 상황에 적정히 대응하기 위해 필요한 관련 법령교육(도로교통 관계 법령) 부터 차량 및 보행자의 유도 방법, 사람 또는 차량이 혼잡한 장소를 정리하는 방법, 부상 등의 사고 발생 시 취해야 할 조치에 관한 사항 등으로 구성되어 있어 군집사고에 대한 직접적인 사항을 명확히 나타내고 있음을 알 수 있다.

또한, 자격기준과 배치인원에 대해서도 명시하고 있는데, 군중에 대한 유도와 통제가 적절히 이루어 지지 못했을 때 군집사고의 위험성이 현저히 높아지는 사실을 고려하면, 우리나라에도 군집사고 예방에 관련된 전문적인 교육과 자격제도를 도입하여 운영하는 것이 유효할 것이라 판단된다.

제5장 군집사고 피해최소화 관련 신기술

본 장에에서는 군집사고에 따른 피해최소화를 위해 예방 및 대응에 관한 일본의 신기술에 대해 하드웨어 기반의 영상분석 기술 및 군집분산 등과 같은 소프트웨어 부분으로 나누어 조사하여 기술하였다.

1. 하드웨어 첨단기술

군집사고 예방을 위해서는 하드웨어, 즉 군중의 숫자와 공간의 규모를 빠르고 정확하게 측정하는 것이 중한데, 여기서 얻어진 데이터를 기반으로 위험상황에 대한 예측과 예방을 위한 대안제시가 가능하기 때문이다.

군중의 숫자와 공간의 규모를 측정하는 방법 중 하나는 AI기술이 접목된 카메라를 활용하는 것도 하나의 방법이다. 여기서는 일본 캐논(Canon)¹⁶⁾사의 사례에 대해 조사하여 소개한다.

1.1 군중 카운팅 기술

행사의 관리자 입장에서는 참석자의 안전이 가장 중요하며, 행사장 내에 사람들의 흐름과 동선을 파악하는 것은 적절한 대응에 필수적이다.

Canon에서는 AI를 활용하여 군중 카운팅 기술을 개발하였는데, 군집이 형성된 공간의 사람들을 수 초 만에 카운팅 가능하다.

사람들이 많은 행사장이나 기차역에 형성된 군집의 숫자를 짧은 시간 내에 정확히 확인하기 위해서 수동으로 계산하는 것은 한계가 있다.

이에 캐논은 2016년 영상분석기술을 활용해 네트워크 카메라 영상에서 사람 수를 세는 소프트웨어 ‘피플 카운터’를 출시했고, 2019년에는 네트워크 카메라의 고해상도를 지원해 클라우드 카운팅 AI를 진화시켜 몇 초 만에 수천 명의 인파를 카운트하는 ‘피플 카운터 프로’를 선보였다.

가. 적용사례

2018년에 열린 국제럭비경기를 대상으로 시범실험을 한 결과 몇 초 만에 약 6,000명을 셀 수 있었다. 실험 후 이미지를 수동으로 확인한 인원수와

16) <https://global.canon/ja/technology/count2019.html>(2021年04月22日 기사)

소프트웨어가 계산한 인원수의 차이는 5% 이내로, 인원수를 거의 실시간으로 정확하게 파악하는 데 성공했다고 볼 수 있다.

나. 개발배경

딥 러닝을 이용한 AI에 대한 연구 진행 중 클라우드 카운팅 기술을 개발하게 되었다. 연구 초기에는 연구진이 사람의 머리를 하나씩 표시하고 AI가 반복적으로 학습하도록 한 후, 딥러닝을 최대한 활용하여 정확도를 향상시켰다.

다. 지속적인 기술개발 및 적용

사용 편의성 향상을 위해 AI 모델의 경향화를 추진하였고, GPU에 의존하지 않고 CPU만으로도 처리할 수 있도록 하여 운용에 소요되는 비용과 전력 소비량을 줄였다.

또한 정확도 개선을 위해 노이즈가 있는 이미지에서도 사람의 머리를 감지할 수 있게 하였고, 다양한 각도(10도에서 65도 범위)에서 사람을 인식할 수 있도록 하여, 카메라 설치 자유도를 크게 확장할 수 있게 되었다.

아울러, 인체의 측정 각도, 동영상에 등장하는 사람의 폭, 혼잡정도에 따라 측정 오류의 저감을 위한 지속적인 기술개발이 진행되고 있다.

1.2 네트워크 카메라

하나의 네트워크 카메라로 수천 명의 군중을 포착하려면 넓은 영역을 고해상도로 캡처할 수 있는 성능이 요구되는데, 네트워크 카메라에 클라우드 카운팅 기술을 추가하는 것으로 성능향상에 도움이 되는 개념이다. 예를 들어 시간 경과에 따른 방문자 수의 변화를 기록할 수 있고, 시간대 및 요일별 추세를 파악 가능한 것이 그것이다. 특히, 인원수의 변화를 거의 실시간으로 파악할 수 있기 때문에 혼잡에 따른 입장 제한 시기의 판단에도 활용할 수 있다. 또한 화면의 특정 영역에서만 별도로 카운팅 할 수 있기 때문에 이벤트 장소의 특정 부스나 역이나 공항의 특정 영역을 대상으로 인원수 변화를 알고 싶을 때도 유용한 기술이다.

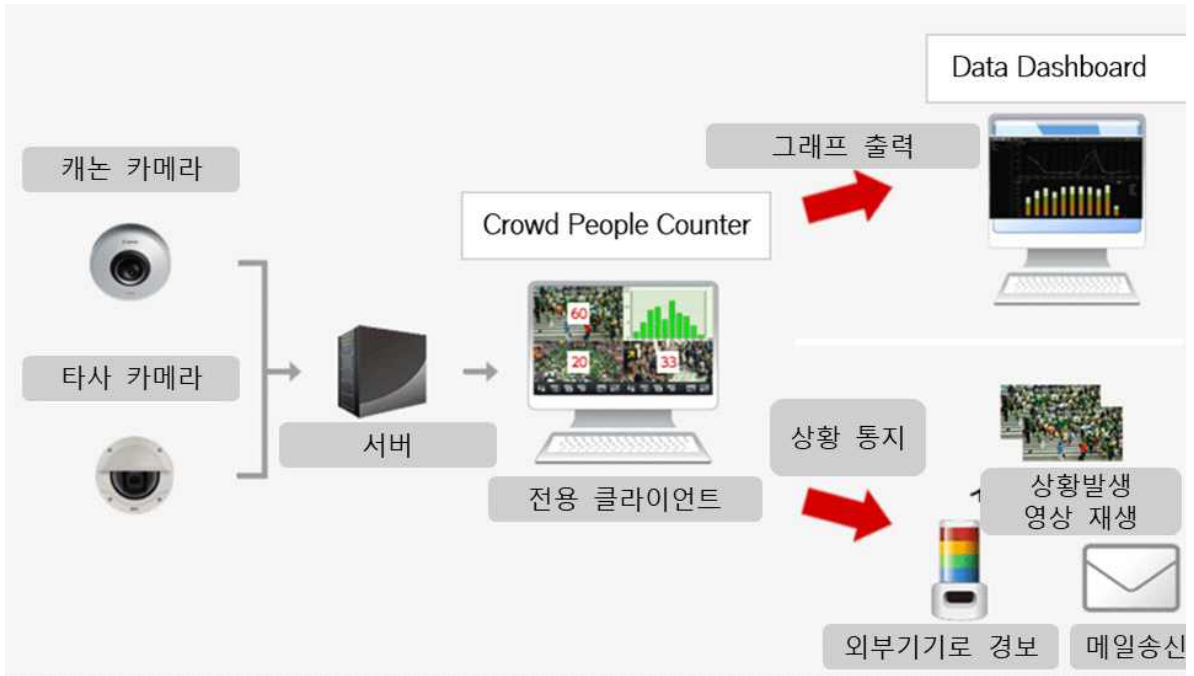


그림 11 피플카운터 개념도

(출처: <https://global.canon/ja/technology/count2019.html>의 내용 작성자 편집)

2. 군집유도를 위한 인파이동 예측기술(NTT연구소)¹⁷⁾

2.1 시공간 변수의 온라인 예측

군집의 밀집과 같은 상황이나 장소를 미리 아는 것으로 밀집시간과 정도를 예측하거나, 예기치 않은 위험상황의 발생을 예측하고자 할 경우, 시공간 변수 온라인 예측 기법¹⁸⁾이 유효하다고 볼 수 있다.

그림12는 시공간 변수 온라인 예측기술의 동작에 대한 개요를 설명한다.

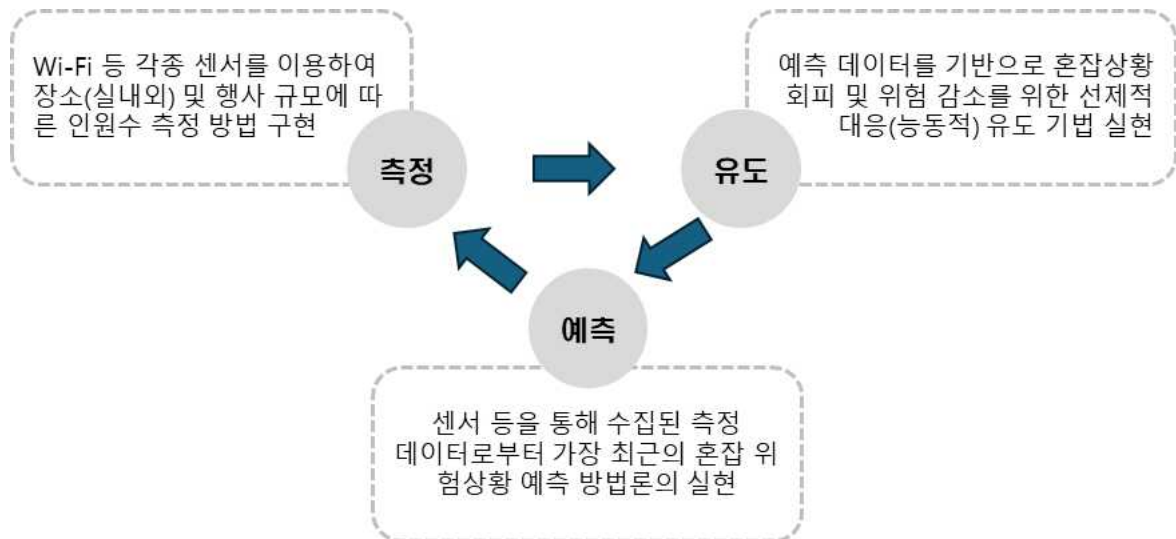


그림 12 시공간 변수 온라인 예측기술의 개요

하지만, 공간적으로 가까운 데이터는 시간적으로 유사하다는 가정 하에 예측을 하는 기존 방법으로는 급격한 변동을 예측하기 어렵다는 문제점이 있었다. 시공간 변수 온라인 예측 기술은 잠재적 구조 모델에서 시계열의 변동 패턴을 학습하기 때문에 큰 추세의 변동에도 예측이 가능하다

2.2 유동인구 데이터 시공간 예측 소프트웨어

실시간으로 수집한 데이터를 통해 현재의 혼잡 상황을 가시화하고, 축적된 시공간 데이터를 바탕으로 시공간 변수 온라인 예측기술을 통해 미래의 혼잡 상황을 예측하는 것이 '유동인구 데이터 시공간 예측 소프트웨어'이다. 소프트웨어의 전체 개요는 그림13과 같다.

17) 佐藤大祐 외 3명, 群集誘導のための人流予測技術, NTT技術ジャーナル, pp.38-41 2018.6

18) 上田, 時空間予測技術に基づく先行的集團最良誘導, 応用統計学, Vol.45, No.3, pp.87-102, 2016

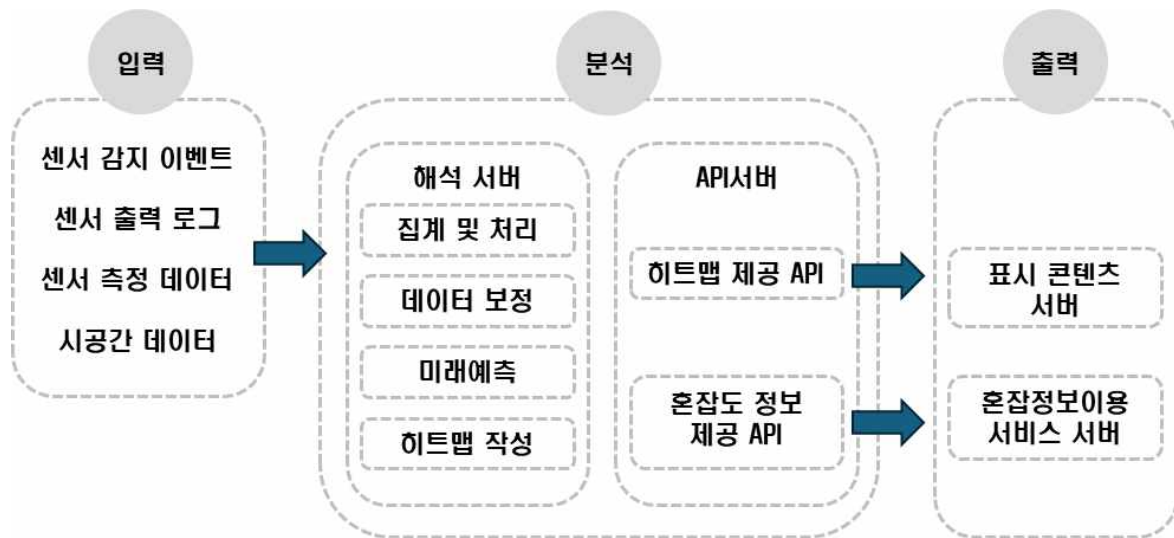


그림 13 유동인구 데이터 시공간 예측 소프트웨어 전체 개요

입력 데이터는 BLE(Bluetooth Low Energy) 비콘의 감지 이벤트, Wi-Fi 액세스 포인트의 로그에 의한 감지 단말기 수, 카메라 계측에 의한 인원 정보 외에 일반적인 시공간 정보 등이 있다. 입력된 데이터는 분석서버에서 처리되어 API(Application Programming Interface) 서버를 통해 외부에 처리 결과를 제공한다. 출력은 현재 및 예측된 수치로서의 혼잡 정보와 혼잡 정보를 색조로 표현하여 시각화한 히트맵 이미지의 두 가지 종류가 있다.

혼잡도 측정을 위한 센서는 신규 설치를 위한 비용이나 감지 정확도 등이 장비에 따라 다르기 때문에 상황이나 목적에 따라 여러 센서를 조합하여 사용하는 것을 가정하고 있다.

본 소프트웨어는 예측 전에 전처리로 센서 마다 다른 감지 범위 및 감지 비율의 차이를 흡수하여 균일하게 처리할 수 있고, 이를 혼잡 정보로 변환하는 기능을 갖추고 있어, 서로 다른 종류의 계측 센서를 조합하여 입력 데이터로 사용할 수 있다.

2.3 대규모 이벤트 실증 실험

실제로 대규모 인파가 발생하는 두 번의 대규모 이벤트에서 인파데이터 시공간 예측 소프트웨어를 이용한 실증 실험을 실시하였다.

가. 니코니코 초대회 2016

2016년 4월 29~30일 양일간 마쿠하리 멧세에서 개최된 니코니코 초대회

2016에서는 행사장 내 혼잡 상황을 가시화하여 이벤트 운영자, 시설 운영자, 관람객에 대해 혼잡 위험에 대한 정보를 제공하는 서비스를 운용했다.

행사장 내에 약 600의 BLE 비콘을 설치하고, 비콘으로부터 전파를 수신한 데이터를 업로드하는 앱을 관람객에게 제공하여 시스템의 입력데이터로 하였다.

나. NTT R&D 포럼2017

2017년 2월 16~17일에 열린 NTT R&D 포럼 2017에서는 BLE 비콘과 Wi-Fi 액세스 포인트를 행사장 내에 설치하여 공식앱을 통해 업로드 된 데이터를 입력 데이터로 활용했다. 해당 행사에서는 API를 통해 다른 서비스에 현재 및 예상 혼잡도 정보를 제공함으로써 다양한 형태로 가치를 제공했다.

두 이벤트 모두 당일에 획득한 최근 실시간 센서 데이터만을 사용하여 20분 후의 혼잡 상황을 예측할 수 있었다. 실험 후 예측 정확도를 평가한 결과, 큰 폭의 혼잡도 증가에 대해 기존 방식보다 높은 정확도로 예측 할 수 있음을 확인 하였다.

2.4 NTT도코모에서 실용화를 위한 노력

현재 NTT도코모는 본 기술을 활용하여 시공간 변수 온라인 예측기술과 NTT도코모 휴대전화 네트워크 구조를 이용하여 작성된 인구 통계를 통해 추정된 250~500m 메쉬 단위의 인구 통계 데이터를 조합하여 현재 및 몇 시간 후의 근미래 인구수를 예측 하는 '근미래 인구수 예측'의 실용화를 시험하고 있다. 인원수를 예측할 수 있는 「근미래 인원수 예측TM」의 실용화를 위해 계속해서 연구 중이라고 한다.

인구 통계의 시계열 데이터에서 시간과 공간의 영향 패턴을 학습함으로써 향후 몇 시간 동안 250~500m 메쉬 단위의 인구수를 10분 안에 예측할 수 있을 것이라고 한다. 또한 예측된 현재 및 근미래의 인구수를 스마트폰, 태블릿 단말기, 전가간관 등으로 시각화하는 서비스에 대한 검증을 진행하고 있다.

관광지나 상업시설의 혼잡, 교통수단의 부족 문제에 대해서는 현재 및 가

까운 미래의 인원수 예측을 이용하여, 정체에 영향을 받지 않는 관광지나 상업시설 안내와 버스나 택시 등의 교통을 효율적으로 보급할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 재해난 사고발생시에는 현재 인구분포를 고려하여 효율적인 구조대 파견에 따라 적절한 초동대응에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

스포츠 시합이나 불꽃놀이 등 대규모 이벤트에서는 이벤트 시작 전에 시설에서 가장 가까운 역이 혼잡하고, 이벤트 중에는 시설 주변에 사람의 흐름이 집중되어 이벤트 종료 후 주변 도심으로 확산될 것으로 예상되지만, 근미래의 인구분포를 이용한 경비원의 동적배치에 따라 사고, 방법대책의 강화에도 기여할 수 있을 것이다.



그림 14 근미래 인원수 예측TM 개념도

(출처 : 群集誘導のための人流予測技術, NTT技術ジャーナル의 내용 작성자 편집)

3. 군집사고 관련 시뮬레이션

군집사고 예방을 위해서는 해당장소의 특징과 평상시 유동인구, 특정 행사나 이벤트 등에 따른 유동인구의 증가 등과 같은 요소들을 고려하여 위험성을 예측하는 것이 중요하다.

이러한 위험성예측을 위해서 일본에서는 어떠한 기술과 방법들을 활용하고 있는지에 대한조사를 진행하고, 우리나라 실정에 맞게 적용가능성 여부에 대해 분석하고자 한다.

본 과제에서는 일본의 시뮬레이션 활용현황 확인 차원에서 (주)벡터종합연구소(정식명칭 : 株式会社ベクトル総研, Vector Research Institute, Inc.)¹⁹⁾의 유동시뮬레이션을 조사·분석하고, 시뮬레이션 전문가를 대상으로 인터뷰를 진행하여, 시뮬레이션의 한계와 발전방향에 대해 정리하였다.

3.1 유동시뮬레이션

유동시뮬레이션은 평상시 사람들의 유동해석을 통해 시설계획검토를 지원하는 것을 주요목적으로 하고 있다. 여기서는 시설이용자의 유동시뮬레이션 적용 사례를 소개한다.

가. 목적 및 대상시설

다양한 조건에서 모든 시설이용자의 흐름을 확인하여 계획(축척계산)을 평가하고, 개선내용을 계획초안에 피드백하는 것을 목적으로, 유동의 정체와 대기가 우려되는 모든 시설(적용사례: 공항, 극장, 화장실, 역 개찰구 등)을 평가할 수 있다.

또한 시뮬레이션 적용에 따른 유효성이 높은 대상은 계획 초기단계 또는 설계변경이 가능한 경우, 이용자가 많은 시설 또는 사용집중도가 높은 시설, 평지가 넓거나 시설의 평면도가 다층인 경우, 다양한 조건을 설정하여 검증이 필요한 경우를 들 수 있다.

나. 시뮬레이션모델의 개요

사용자 발생지점이나 대기공간과 같은 기본적인 공간구성 요소들을 결합

19) <http://vri.co.jp>(東京都渋谷区渋谷3-8-12 渋谷第一生命ビルディング4階 / TEL 03-3409-1001 / FAX 03-3409-1002)

하여, 계단, 에스컬레이터, 출입문, 화장실과 같은 요소를 만든다. 이러한 요소들을 조합하여 계획공간을 구현하고 사용자의 흐름을 시뮬레이션한다.

다. 시뮬레이션사례

역사의 개찰구 및 매표소를 대상으로 유동시뮬레이션을 통해 혼잡도를 평가한 사례를 소개한다. 이용자 속성은 열차 승차차고객, 승차권 구입방법(창구, 자동발매기 등)으로 나누고, 이용자 도착분포는 아침출퇴근시간대(러시아워)의 열차시간표를 고려한다. 그리고 이용자행동은 개찰구에 가장 많은 하중을 가하는 계단과 ESC(에스컬레이터)의 이용 상황을 가정하였다.

유동시뮬레이션 이미지와 해석결과는 **그림00**과 **그림00**로 나타내었다.

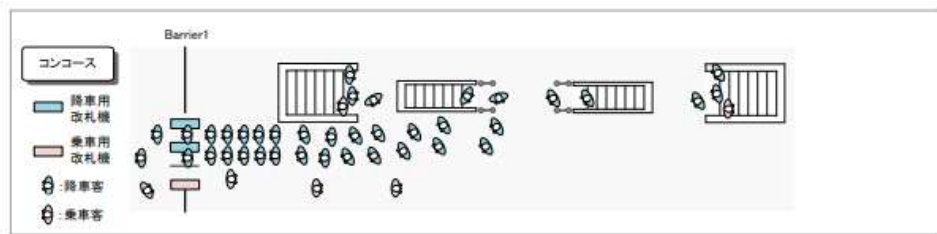


그림 15 하차객유동이미지(출처: <http://vri.co.jp>)

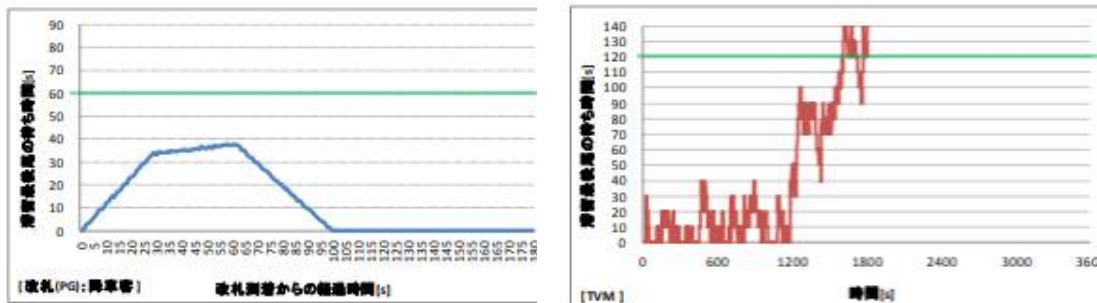


그림 16 개찰구대기시간변화(하차객) 그림 17 매표구대기시간변화(승차객)

3.2 유동시뮬레이션에 대한 전문가 의견

가. 벡터종합연구소

(주)벡터종합연구소의 전문가 인터뷰를 위해 방문을 의뢰하였으나, 회사의 사정상 영상회의(ZOOM, 2023.12.28. 13:00 ~ 13:30)로 대신하였다. 회의 내용을 간단히 정리하면, 유동시뮬레이션은 시판되는 소프트웨어(vectorworks)를 이용하여 유동시뮬레이션을 수행하고 있으며, 군집의 밀도와 압력 등과 같은 사고발생 요인의 확인이 가능한 것은 자체개발 소프트웨어를 사용하고

있다고 한다. 하지만 외부 공개는 하지 않는다고 했다.

즉, 전반적인 유동해석의 경우는 시판되는 소프트웨어로 가능한 반면, 군집사고와 관련성이 높은 밀도와 압력에 관계된 소프트웨어는 비공개 소프트웨어, 즉 신뢰성이 확인되지 않은 자체개발 프로그램을 사용하는 현실임을 알 수 있었다.

나. 야스후쿠 교수(오사카대학 사이버미디어 센터)

벡터종합연구소의 자료와 영상회의내용을 바탕으로 고찰을 진행하면서 군집시뮬레이션의 타 전문가의 의견청취가 필요하다고 판단하여, 오사카대학 사이버미디어센터의 야스후쿠 켄스케 교수를 섭외하여 면담(2024.2.7. 09:30)을 하였다(2024.2.7. 09:30).

야스후쿠 교수는 피난 및 군집시뮬레이션에 대해 일본 국내에서 유명한 전문가로 명성이 자자하며, 현재는 관련된 연구로 동경대학교 니시나리 교수 등과 공동으로 군집유동에 대한 연구를 진행 중에 있다.

면담내용을 정리하면 다음과 같다.

현재 유동해석을 위한 시뮬레이션은 시판중인 패스파인더(Pathfinde)를 주로 사용하고 있는 실정이며, 대상 공간에서 군집의 형성에 따른 정체에 표현이나 해석에는 유용하다고 볼 수 있다.

하지만 사람과 사람사이의 마찰력이나 압력에 따른 인체부피의 변화에 대한 모사는 불가능한 상황으로, 군집사고에 따른 인명피해의 직접적인 요인이거나, 해당 위험성에 대한 평가를 섬세하게 표현하는 것은 불가능한 것이 현실이다.

따라서, 시뮬레이션의 현황과 전문가 면담을 통한 결과, 향후 군집사고 예방 및 대응을 위해 최적화 시뮬레이션의 기능으로는 군집의 형성에 따른 정체의 모사 뿐 만 아니라, 형성된 군집의 사람 간에 작용하는 압력 및 마찰력 등과 같은 요소의 모사기능이 필수이고, 이를 종합한 위험 정도의 정의에 도움이 될 수 있는 데이터의 제공이 없어서는 안 될 것이라 판단된다.

제6장 결론

본 연구에서는 다중밀집 군집사고의 예방과 피해최소화를 위한 기존 연구 성과에 대해 고찰하고, 관련 법령과 지자체의 예방 및 대응계획, 첨단기술에 관련된 정보들을 조사하고 정리하였다.

1. 연구성과 정리

1.1 기존연구

군집사고 예방과 대응관련 선행연구 고찰에서는 군집밀도와 군집압력에 관한연구, 군집유동에 관한 연구를 주요 대상으로 고찰하였다.

우선 군집밀도와 군집압력에 관한 연구에 대한 고찰을 통해 압력을 정면압과 측면압으로 나누어서 각각 정량적으로 밝힐 수 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 우리나라의 경우 관련 연구가 활발하지 않은 상황에서 안전관리 매뉴얼 및 안전관리 체계 구축을 위해서는 중요한 데이터로 활용될 수 있을 것으로 보인다. 하지만, 일본인과 우리나라 국민의 신체조건 및 복장, 성향 등의 차이를 고려했을 때 본 연구의 결과를 여과 없이 적용하기에는 한계가 있을 것이다. 따라서 차 후 우리나라 국민의 신체조건을 고려한 유사연구 및 실험을 실시하여 우리나라 상황에 맞는 군집밀도와 압력, 그에 따른 위험성 판단 기준에 대해 명확히 할 필요가 있을 것이다.

또한 군집유동에 관한 연구의 고찰을 통해 출퇴근 군집에서 군집유동의 특징을 알 수 있었다. 특히 서로 대향하는 군집유동에서의 선두그룹과 후속그룹이 어떻게 서로 교차하면서 밀도가 변화하는지는 군집사고의 예방을 위한 군집의 관리에 반드시 필요한 근거로 활용될 수 있을 것이다.

물론 해당 연구의 성과물을 우리나라 군집사고 안전관리에 활용하기 위해서는 군집의 구성원을 장애인과 비장애인으로만 나눌 것이 아니라 유모차 포함, 캐리어 지참, 소지품 지참, 노약자 포함 등으로 다양한 경우를 상정하여 추가적인 실험이나 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

1.2 지자체의 군집사고 예방 및 피해최소화 방안

다중밀집 군집사고 예방을 위한 지자체 안전관리 메뉴얼 조사 분석에서는 지역방재계획서 중 군집사고 부분을 집중적으로 고찰하였다.

일본 지자체의 군집사고 관련 안전관리계획은 관련 법령에 따라 지역방재계획서 내에 해당 내용을 포함하고 있다. 하지만, 중앙정부와 광역지자체, 그리고 기초지자체 마다 작성 내용의 구체성에 있어서 격차를 보이고 있어서, 조사된 내용 중 가장 세심한 구성을 보이고 있는 요코하마시의 방재계획서를 중심으로 정리하였다.

요코하마시 방재계획서는 군집사고의 사전대책과 발생 시 응급대책으로 나누어 구성하고 있으며, 관련 기관이나 부서의 역할과 책임을 명확히 명시하는 것으로, 사고에 대한 책임소재를 명확히 하는 것이 특징적으로 보이고 있다.

또한 주최자가 없는 행사에 대한 지자체의 예방 및 대응방안은 지역방재계획서 상에서의 직접적인 언급은 없으나, 도쿄 시부야구와 같이 자체적인 조례를 제정하여 운영하는 방법으로 군집에 적극적인 관리 근거 마련을 위해 노력하는 부분도 확인할 수 있었다.

1.3 현장대응능력 향상을 위한 관련 법률

군집사고 예방을 위한 현장대응 관련 법률 고찰에서는 우리나라와 일본의 경비업법에 관한 내용들을 비교 분석하였다.

특히 우리나라와 일본의 경비업법 내용 중 경비원에 대한 자격검정과 교육내용을 중심으로 살펴보았다.

우리나라의 경우는 경비업의 업무 중 ‘시설경비업무’에 ‘혼잡 등으로 인한 위험발생을 방지하는 업무’가 군집사고와 관련된 사항으로 볼 수 있으나, 경비원에 대한 교육내용을 살펴볼 때 교육 과목 중에 사고예방대책이 포함되어 있지만, 군집사고와 관련된 직접적인 내용을 확인하는데 한계가 있다.

반면, 일본의 경우는 경비업무 구분내용에 ‘사람 또는 차량의 혼잡한 장소 또는 이동에 위험이 있는 장소에서의 부상 등 사고 발생을 경계하고 예방하는 업무’로 명시하여 군집사고의 대응과 예방과의 관계성을 명확히 확인할 수 있다.

교육내용 또한 ‘업무별 교육’에서 혼잡한 상황에 적정히 대응하기 위해 필요한 관련 법령교육(도로교통 관계 법령) 부터 차량 및 보행자의 유도 방법, 사람 또는 차량이 혼잡한 장소를 정리하는 방법, 부상 등의 사고 발생 시에 취해야 할 조치에 관한 사항 등으로 구성되어 있어 군집사고에 대한 직접적인 사항을 명확히 나타내고 있음을 알 수 있다.

또한, 자격기준과 배치인원에 대해서도 명시하고 있는데, 군중에 대한 유도와 통제가 적절히 이루어 지지 못했을 때 군집사고의 위험성이 현저히 높아지는 사실을 고려하면, 우리나라에도 군집사고 예방에 관련된 전문적인 교육과 자격제도를 도입하여 운영하는 것이 유효할 것이라 판단된다.

1.4 군집사고 예방 및 대응에 관한 첨단기술

마지막으로 첨단기술 조사분석에서는 군집을 구성하고 있는 군중 카운팅 기술에 운용되는 AI활용 카메라 및 영상정보 분석 기술, 군집유도를 위한 인파이동 예측기술을 중점적으로 조사 분석하였다.

군중 카운팅 기술은 이미 상용화 단계에 들어섰다고 봐도 과언이 아닌 수준이라 생각되며, 정확도 또한 신뢰할 수 있는 수준에 있다고 볼 수 있다. 따라서 우리나라의 인파관리 현장에 적용성 또한 매우 높은 단계라고 판단된다. 따라서 인파관리 관련 안전관리 매뉴얼의 구체적인 내용의 구성에 해당 기술을 고려하는 것은 안전성 향상과 업무 및 현장행성의 효율성 향상에도 기여할 수 있을 것으로 보인다.

군집유도 관련 기술은 특정 통신회사에서 여러 가지 ICT정보 및 영상정보 등을 분석하여 인파의 과밀화 방지에 효과적인 개념이라 판단된다. AI·ICT, 네트워크 해석 등의 기술 수준을 고려할 때 유사한 시스템의 개발 능력 또한 우리나라 기술 수준에서는 충분히 갖추고 있다고 볼 수 있으니, 향후 해당 개념의 우리나라 적용가능성에 대한 전문가 검토를 통해 자체적인 기술개발을 기대한다.

2. 우리나라 다중밀집 군집사고 예방 및 피해최소화를 위한 제언

2.1 지역의 대규모 행사를 고려한 시도 및 시군구 안전관리계획 정비

재난 및 안전관리 기본법 제22조 및 동법 제24조, 제25조에 근거하여 국가안전관리기본계획에 따라 시도 및 시군구 지자체장은 안전관리계획을 수립해야 하는데, 해당 지역에서 이루어지는 대규모행사에 대해 관람·관광객 및 지역주민의 안전확보를 위한 군집사고 예방·대응 계획을 추가하여 정비할 필요가 있다.

안전관리계획에는 지자체 및 유관기관, 행사주최자 등의 역할을 명확히 하고, 사고발생 위험성에 대한 단계별 대응체계의 구축, 사고발생 시의 피해최소화에 중점을 둔 계획의 수립이 요구된다.

또한 군사고의 발생유형 및 발생요인에 대한 연구결과에 따르면 현장에서 의 군집에 대한 예방 및 대응활동이 사고발생 여부로 이어지는 경향이 지대함을 알 수 있었다. 이는 현장행정의 중요성을 시사함은 물론 현장활동요원의 군집사고 대응 역량의 중요성을 시사한다고 볼 수 있다. 따라서 현장행정의 일선에서 활약하는 지자체를 중심으로 군집사고에 대한 안전관리체계의 구축이 중요한 상황이다.

연구 성과를 바탕으로 지자체의 안전관리 매뉴얼 작성 시 다음 표19와 같은 내용을 포함할 것을 제안한다.

표 19 지자체 안전관리계획 보완 내용(안)

구분	주최	내용	참고	
사전 대책	주최자	위험요인 등 조사·분석, 검토회의 설치, 경비계획의 작성, 사전통지(차량 통행 제한 및 우회도로, 주차장 유무 및 위치, 대중교통 안내, 행사장 주변의 보행자 등산 및 우회도로 안내, 기타 군집사고 예방에 필요한 사항)		
	경찰	경찰경비계획을 수립, 주최자가 작성하는 보안계획에 대해 지도 및 조언		
	대중교통	관내 역사시설 등에서 승하차객 안내, 주최측의 요청에 따라 가능한 범위 내에서 증편에 따른 스케줄 변경 등 필요한 조치에 대해 협조		
	시설 관리자 / 관계 기관	주최자, 경찰, 지자체, 소방, 관계기관 등과 사전에 협의하고 연락체제 등의 확립에 협조		
	지자체	관련 구청 및 부서별 업무 부여 및 확인	본문 표1,2	
이후 대책	행사개최단계	주최자	경비본부설치, 정보연락체제 행사장 등 경비, 관람객 정리, 관람객 대상 통지	
		경찰	정보연락체제 확립, 행사장 등 경비	
		지자체	경계체제 확립 직원 동원, 경계체제 구축	본문 표3
	군집사고발생	주최측	사고가 발생 시 사고개요 등 경찰 및 소방에 통보, 경찰, 소방, 시·구 재해대책본부 등 관계기관에 수시 보고, 부상자 구조구호 및 대피유도, 행사 등의 중단(중지) 조치	
		경찰	정보수집 및 공유, 부상자 구조구호 및 피난유도, 경계구역 설정, 현장통제	본
		지자체	경찰, 소방에 신고하는 동시에 위기관리실에 보고, '경계체제'에서 상황에 따라 '재해대책경계본부' 또는 '재난대책본부' 로 전환	본문 표4, 표5, 표6

2.2 군집사고 위험성 판단 기준 제안

군집압력은 군집사고의 발생에 따른 인명피해에 결정적인 요인이 된다고 볼 수 있다. 군집압력은 군집밀도에 따라 달라지는데, 현장에서 군집압력을 측정하는 것은 현실적으로 불가능하다고 볼 수 있으므로, 현장의 위험성 판단 기준으로 군집밀도를 활용 할 수 있을 것이다.

표20과 같이 문헌 및 연구 성과별 군집밀도에 따른 사람의 체감정도 및 생리에 대한 결론을 정리하면, 연구별 차이는 있으나 공통적으로 8인 이상에서 10인 정도가 자유로운 움직임에 제한이 발생하여 주위의 위험상황에서 자발적인 회피행위에 한계가 발생한다는 점에서 사고발생 임계치에 해당한다는 점에 의견을 같이하고 있다고 볼 수 있다(군집밀도의 단위는 인/m²로 한다).

우리나라 국민의 신체 및 성향을 고려한 실험 결과치가 없는 현실에서 군집밀도 ‘8인 이상에서 10인 정도’ 라는 수치는 군집사고 발생 임계척도로써 활용하기에 유의미한 수치라고 여겨진다. 따라서 군집사고 안전관리 현장에서의 위험성 판단기준으로 조심스럽게 제안하다.

표 20 기존 연구 성과별 군집밀도에 따른 피실험자 상태

구분 군집 밀도	피실험자 상태					
	효교경찰 ²⁰⁾	군집안전공학 ²¹⁾	군집 매니지먼트 총론 ²²⁾	스에하라(末原) ²³⁾		마쯔시타(松下) ²⁴⁾
				얇은 옷	두꺼운 옷	
0.5			완전자유보행			
1			보행속도 방향전환에 제한 발생			
2			일정속도 보행 곤란			
3			연속보행 곤란, 정지 이동 반복			
5	옷이 스치는 상태	보통의 속도로 걸을 수 있지만 앞 사람을 추월할 수 없다				보통의 속도로 보행 가능
6	회전 자유		지속가능 한계, 출퇴 근 만원전철 상황,			
7	어깨, 팔꿈치에 압력					
7.5		어깨와 팔꿈치에 압 력을 느끼지만, 사람 과 사람 사이에 끼어 들 수 있으며, 손을 올릴 수 있다(7.5)				어깨, 팔꿈치에 압력, 사람들 사이에 끼어 들 수 있고, 손을 올 리고 내릴 수 있다.
8	사람 사이에 겨우 끼 어들 수 있음		안전확보 한계 상황			
9	사람 사이에 비집고 들어갈 수 없음					

구분 군집 밀도	피실험자 상태					
	효교경찰 ²⁰⁾	군집안전공학 ²¹⁾	군집 매니지먼트 총론 ²²⁾	스에하라(末原) ²³⁾		마쯔시타(松下) ²⁴⁾
				얇은 옷	두꺼운 옷	
10	손을 들거나 내리기 곤란	뒷사람에 의해 앞으로 떠밀리는 상태(이때의 보행 속도는 1/2~1/3 정도 떨어진다)	거의 확실히 사고발생 가능	어깨, 팔에 압력. 손을 올리고 내릴 수 있다(50% 이상)	손을 올리고 내릴 수 없고, 몸을 움직일 수 없다(80%이상)	뒷사람에게 밀리는 상황. 보행속도 1/2~1/3 감소
11	몸을 움직일 수 없고 고통을 느낌(비명)			몸을 움직일 수 없고, 손을 올리고 내릴 수 없음(60%이상)	움직일 수 없고 고통스럽다(75%이상)	
12		꼼짝하지 못하고 앞으로 전진이 불가능한 상태		움직일 수 없고, 고통스러운 상태(80% 이상)	움직일 수 없고 고통스럽다(90%이상)	밀려서 움직일 수 없음. 전진 불가
13		밀려서 힘든 상태		움직일 수 없고 매우 고통스러운 상태(90%이상)	매우 고통스러운 상태(90%이상)	고통스러운 상태
14				매우 고통스러운 상태(90%이상)		
16		고통스러운 상태				매우 고통스러운 상태

20) 雑踏警備の手引き, 兵庫県警察, 2002.

21) 群集安全工学, 鹿島出版会, 岡田光正, 2011.5.11.

22) 群集マネジメント総論, 東京大学出版会, 東京大学社会連携部門群集マネジメント研究会, 2020.6.15.

23) 末原 隆司, 群集事故を招く因子となる高密度群集の特性に関する研究, 大阪大学修論, 2003.

24) 建築物に加わる外力及び荷重に関する資料, 日本建築学会報告集57号 pp.247-248, 松下清夫, 昭和32年7月

2.3 주최자 없는 행사에 대한 지자체 행정력 강화 및 근거 구축

할로윈 행사와 같이 주최자가 명확하지 않은 군집의 밀집에 대비하여 지자체 차원의 행정력 강화를 위한 조례제정 등과 같은 대책 수립을 제안한다. 도쿄 시부야구의 경우와 같이 자체적인 조례의 제정은 행정력 발휘에 대한 명확한 근거가 됨에 군집관리 및 통제에 효과를 기대할 수 있다.

○渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例

令和元年6月20日

条例第21号

渋谷区は、「ダイバーシティとインクルージョン」という理念の下、渋谷区に集まる全ての人の力をまちづくりの原動力にしている。多様な人々で満たされ、その中にも人と人とのつながりが強固にある、末永く世界に愛される魅力的な都市を渋谷区は目指している。

しかし、国内外を問わず様々な地域から多くの人々が集まる渋谷駅周辺地域において、特にハロウィーン、年末カウントダウン等の特定の期間にあつては、一部の来街者のマナーに欠ける行為及び迷惑行為によって、街の安全で快適な秩序が脅かされる事態が発生している。

そこで、区、区民、事業者及び来街者が、渋谷を愛する気持ちを共有し、街を楽しむ気持ちを互いに尊重するために必要なルールを定めることによって、区民、事業者及び来街者の安全及び安心を確保し、渋谷区が成熟した魅力ある国際都市へと進化していくために、ここに条例を制定する。

(目的)

第1条 この条例は、渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境を確保するために、区、事業者及び来街者の責務を明確にし、渋谷駅周辺地域におけるマナーの向上及び迷惑行為の防止を推進することにより、もって渋谷区が成熟した魅力ある国際都市へと進化していくことを目的とする。

(定義)

第2条 この条例において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- (1) 渋谷駅周辺地域 渋谷一丁目、渋谷二丁目、渋谷三丁目、桜丘町、道玄坂一丁目、道玄坂二丁目、宇田川町、神南一丁目及び神宮前六丁目の区域をいう。
- (2) 事業者 主に渋谷駅周辺地域において、飲食店若しくは物品の販売その他の営業を行うための店舗を設置する者若しくは運営する者又はその従業者をいう。
- (3) 来街者 渋谷駅周辺地域を訪れる者又は通過する者をいう。

(区の責務)

第3条 区は、渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境を確保するため、関係行政機関及び関係団体との協力体制を確立し、来街者に対するマナーの向上及び事業者に対する意識啓発のために必要な施策を策定し、これを実施するものとする。

2 区は、前項の施策の策定に当たっては、関係行政機関及び関係団体との協議の場を設け、

그림 18 도쿄 시부야구 조례 일부

2.4 군집사고 예방을 위한 민간 전문인력 교육 및 자격제도 도입

군집사고 현장대응에 경찰력에만 의존하는 것은 분명 현실적인 한계가 있음을 최근의 사례를 통해 알 수 있다. 일본의 경우는 군집사고 예방과 현장대응을 위해 민간 전문인력 양성 및 교육, 자격제도에 대해 법제도적인 체계를 구축하고 있다. 이는 경찰력에 의존하는 우리나라의 현실을 개선하는 것에 분명 효과가 기대된다. 따라서 우리나라도 민간 전문가의 활용을 통한 효율적인 사고관리가 가능하도록 관련법제도의 정비를 통해 군집사고 예방을 위한 민간 전문인력의 양성이 필요하다고 판단된다.

2.5 정부주도 군집사고 R&D 사업 추진

군집사고의 예방 및 예측, 현장대응의 신뢰성확보를 위해서는 해당 분야에 대한 R&D사업 추진이 필수라고 볼 수 있다. 하지만, 군집사고에 대한 연구성과가 상대적으로 부족한 우리나라의 실정을 고려하면, 정부주도의 연구사업의 추진을 통해 대학, 연구소, 지자체, 민간기업 등의 연계를 통해 기초연구에서 실용화 연구에 이르기 까지 다양한 측면에서의 연구가 광범위하고 일괄적인 추진이 요구된다.

우선, 기초연구 분야에서는 우리나라 국민의 신체 및 성향에 맞는 군집사고의 위험성 판단 기준 마련을 위한 연구를 제안하다.

이어서, 실용화 연구로는 현장에서의 위험성 예측 및 판단을 위한 AI 및 ICT기술을 적용한 영상분석 기술, 군집의 유도 및 통제 관련 효과적인 정보 전달을 위한 음향 및 시각정보 전달기술의 개발 등이 요구된다.

물론, 기존의 국외 연구시스템을 적용 활용하는 것도 지금 당장은 효과를 볼 수 있으나, 기술이전 및 운용기법의 전수 한계, 새로운 위험상황에 대한 대비 등과 같은 측면을 고려하면 우리나라 자체적인 연구개발이 필수일 것이다.

참고문헌 및 자료

- 1) 나무위키 자료 : 키워드 이태원 압사 사고(<https://namu.wiki/>)
- 2) 上田貴子, 建築都市空間における群集事故に関する研究, 大阪大学卒業論文, 2004.
- 3) 町田 葵, 群集事件事例分析と人流データを用いた群集分析方法の研究, 大阪大学工学部地球総合工学科建築工学科卒業論文, 2024.
- 4) 児玉 郁二, 歩行群集の個体間隔に関する研究, 大阪大学修論, 1979.
- 5) 安藤勝憲, 歩行状態に於る群集密度と混雑状況の評価に関する研究, 大阪大学修論, 1979.
- 6) 椎名辰之, 群集の流動分布の実態とその特性に関する研究, 大阪大学修論, 1990.
- 7) 末原 隆司, 群集事故を招く因子となる高密度群集の特性に関する研究, 大阪大学修論, 2003.
- 8) 山崎拓 他 2 名, 横断歩道における群集流動特性の事例報告-不特定多数の群集歩行に関する基礎的研究, 日本建築学会学術講演梗概集, 1999, pp.835-836
- 9) 西森匠, 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究—通勤時の対向流を中心に, 日本建築学会 近畿支部研究発表会, 2013.
- 10) 建築物に加わる外力及び荷重に関する資料, 日本建築学会報告集57号 pp.247-248, 松下清夫, 1958. 7.
- 11) 西森匠, 車いす利用者を含む群集の挙動に関する研究, 大阪大学修論, 2013.
- 12) 横浜市防災計画 都市災害対策編, 2023(<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/bousai-kyukyu-bohan/bousai-saigai/bosaikeikaku/keikaku/keikakutou/20140221181347.files/2023tosisaigai-all.pdf>)
- 13) 渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例 条例第21号 2018.6.20
- 14) 渋谷駅周辺地域の安全で安心な環境の確保に関する条例施行規則 規則第32号 2018.6.20.
- 15) 群集マネジメント総論, 東京大学出版会, 東京大学社会連携部門群集マネジメント研究会, 2020.6.15.
- 16) <https://global.canon/ja/technology/count2019.html>(2021年04月22日 기사)
- 17) 佐藤大祐 외 3명, 群集誘導のための人流予測技術, NTT技術ジャーナル, pp.38-41, 2018.6.
- 18) 上田, 時空間予測技術に基づく先行的集団最良誘導, 応用統計学, Vol.45, No.3, pp.87-102, 2016
- 19) 雑踏警備の手引き, 兵庫県警察, 2002.
- 20) 群集安全工学, 鹿島出版会, 岡田光正, 2011.5.11.