

군집분석을 통한 응급취약지역의 유형화와 유형별 대응방안 제안: 경기도 119 구급사건 데이터를 기반으로 Analysis of Gyeonggi-do 911 emergency cases to identify emergency vulnerable area using clustering analysis

김 미 래* Mirae Kim
권 의 준** Uijun Kwon
금 영 정** Youngjung Geum

Emergency response has been considered as an important task in practice, because it is directly associated with the survival of patients. However, it is very difficult to increase the number of fire stations due to the budget and efficiency problem. Under this circumstances, it is critical to consider the suitability of current arrangement for 911 fire station. This is especially true in Gyeonggi-Do where the characteristics of each sub-area are different. In response, this study aims to identify types of areas that are vulnerable for emergency situations, and try to find relevant solutions for each type. For this purpose, we collected 151,463 data for emergency declaration data which exceeds 10 minutes for its response. Total 19 clustering variables which are used as input variables are selected, considering the characteristics of each area. As a result of clustering analysis, three clusters are identified and analyzed. Finally, areas whose emergence response time is in top 10% are selected and analyzed. This paper is expected to find current issues and problems of emergency response for each area, and help to understand and solve the problem for the local government.

Key words : Emergency response, fire station, clustering analysis, accessibility

본 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행되었음

* 제1저자, 서울과학기술대학교 일반대학원 데이터사이언스학과 석사과정, 주저자

** 참여저자, 서울과학기술대학교 일반대학원 데이터사이언스학과 석사과정

*** 교신저자, 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과, yjgeum@seoultech.ac.kr

투고일 2018.07.21

수정일 2018.12.19

게재일 2018.12.31

1. 서 론

소방서비스는 재난이 발생했을 때 구조활동을 수행하기 위한 중요한 활동이다. 사고가 발생했을 때 즉각 대응 가능한 소방시스템이 확보되어 있는지 여부는 재난의 피해를 결정하는 데 있어 매우 중요한 요인이다. 특히 응급환자의 적절한 이송은 환자 생존여부에 큰 영향을 미치기 때문에 응급환자 발생지와 응급 의료기관과의 접근성은 구조 상황에서 매우 중요한 요소로 고려되고 있다 (임준홍, 박정환, 2016).

일반적으로 응급환자가 적절한 응급처치를 받아야 하는 최소시간 또는 화재나 재난이 발생하였을 시 응급구조대가 도착해야 하는 최소 시간은 5분으로 알려져 있다 (김황배 외, 2012; 오창석 외, 2012). 그럼에도 불구하고 119 구급차와 구급대원이 응급환자 발생신고 후 5분 이내에 현장에 도착하는 확률은 매우 낮은 편이다. 긴급차량의 사고현장 도착 시간은 사고현장 초동조치에 매우 중요한 영향을 미치기 때문에 이는 매우 심각한 문제이다. 특히 도서산간의 경우 소방서비스에 매우 취약한 것이 현실이며, 도서산간지역이 아니더라도 지역별 안전센터의 위치, 사고가 났을 경우 현장까지의 접근성 등 다양한 지역적 특성에 따라서 취약지역이 발생할 수 있다 (오창석 외, 2012).

그러나 현실적으로 예산 및 운영 효율성의 문제 때문에 119 안전센터를 무작정 늘리기는 다소 어려운 실정이기 때문에, 지역별 특성을 잘 파악하여 119 안전센터의 재배치 및 추가가 필요한 지역을 분석하는 것이 필수적이다. 응급의료 서비스는 타 일반 서비스와는 달리 공공성이 매우 높은 영역이기 때문에 (이희연, 박미영, 2004), 환자가 조속하고 적절히 진료를 받을 수 있도록 국가적 차원에서 취약지를 발굴하여 지원하는 것이 필수

적이다.

현재 소방 자원에 대한 배치는 지역의 면적과 인구수를 종합적으로 고려하여 배치되고 있다. 이러한 이유로 농어촌 지역, 도서산간지역의 경우 거주인구 수에 비해서 각 소방서 당 관할지역의 면적이 넓기 때문에 골든아워 내 신고지역 도착이 지연되고 있는 실정이다. 특히 소방권역의 경우 통상적으로 구/군/동으로 표현되는 일반 행정구역 단위로 편성되어 있다. 이는 소방권역의 편성이 기본적으로 공급자 편의 위주로 운영되고 있음을 의미하며, 이 때문에 소방서비스의 효율성이 떨어진다는 문제점이 제기되어 왔다 (구슬, 유환희, 2012).

응급의료 취약지 분석에 관한 주제에 대해서는 일부 연구에서 다양한 스펙트럼으로 연구가 진행되어 왔으며, 대부분의 연구가 GIS (geographic information system) 를 활용하여 응급의료서비스의 취약지를 도출하고 이들의 취약지 특성을 파악하는 연구에 집중되어 있다 (이희연, 박미영, 2004; 황지혜 외, 2010; 오창석 외, 2012; 정규동 외, 2012; 최준호 외, 2015; 임준홍, 박정환, 2016). GIS는 다양한 의사결정 지원에 필요한 지리정보를 종합적으로 관측, 수집, 보존, 분석하고 있는 정보시스템으로 (변의석, 2009), 지리정보를 포함하고 있어 의료서비스 취약지 도출 등에 주로 활용되어 왔다.

그러나 본 연구에서 대상으로 하는 지역인 경기도는 구도시와 신도시, 그리고 농촌이 혼재되어 있어 그 특징이 매우 지역별로 상이한 지역이다. 이러한 특성 때문에 일률적인 안전센터 편성보다는 각 지역이 가지고 있는 특성을 체계적으로 분석하고 이들의 특성을 고려한 적절한 전략이 필요하다. 이경열 외 (2016)의 연구에 따르면 지역별로 119 구급대가 이송하는 환자발생유형과 그 중증도가 차이가 나는 것을 알 수 있으며, 이는 지

역적 특성이 혼재되어 있는 지역의 경우 일괄적인 기준이 아닌 보다 심도있는 분석을 통한 기준을 수립하는 것이 필요함을 의미한다.

따라서 본 연구에서는 군집분석을 통해 경기도 권역 내의 119 출동 데이터를 바탕으로 경기도 권역지역을 응급사건 발생 특징에 따라 몇 가지로 유형화하고, 각 유형별로 지역의 특성을 파악하는 동시에 각 지역별 적절한 소방 자원의 배치에 관한 전략을 제안하고자 한다.

2. 관련 선행연구

본 연구와 관련된 선행연구는 크게 소방센터 배치에 관련한 연구와, 응급의료서비스 취약지 분석에 관한 연구로 나누어 볼 수 있다.

2.1. 소방센터 배치에 관한 연구

먼저 소방센터 배치에 관한 연구는 지역적 특성을 바탕으로 소방센터의 배치가 적절한지, 또한 어떤 개선가능성이 있는지에 초점을 맞추어 진행되어 왔다. 구슬, 유환희 (2012)는 진주시 지역 소방서를 대상으로 화재진압 출동시간 별 서비스 현황을 분석하였으며, 각 소방권역별로 도달시간 분석을 통하여 소방 취약지역을 분석하였다. 또한 유환희, 구슬 (2013)의 연구에서는 OD(origin-destination) cost matrix를 활용하여 소방권역을 효과적으로 조정하는 연구가 수행되기도 하였다.

정규동 외 (2012)는 대구시 소방권역 접근성 분석을 위해 각종 데이터 (건축물 기초데이터, 구조대 위치정보, 노선데이터, 노선 교차로 등)를 기반으로 네트워크를 구성하고, 이 네트워크 데이터와 구조대 위치데이터를 기반으로 Network Analyst를 활용하여 취약지점을 도출하였다. 오창

석 외 (2012)의 연구에서는 GIS를 활용하여 119 구급서비스 도착 지체 지역을 파악하고, 이를 바탕으로 출동 배치를 효과적으로 하기 위한 공간 분석을 시행하였으며, 밀도 분석, 차량 도달 가능 거리 분석, OD네트워크 분석 등 다양한 분석을 활용하였다.

김영순 (2014)의 연구에서는 경남지역의 119 구조 현황을 구조/ 사고종별로 분석하고 경남지역의 시/군별 수방구조의 특징을 분석하여 소방공무원의 편성 및 배치, 구조대원 비중 조절 등 다양한 정책적 제언을 시도한 바 있다. 최준호 외 (2015)의 연구에서는 부산시를 대상으로 소방구조대의 지역별 불균형을 분석하고, 각 구조대에서 모든 단위 건축물로 출동할 경우 5분 이내 도착가능성 여부를 분석하였다. 그 결과 1개 권역 내 구조대의 추가 신설을 제안하였다. 권필 외 (2015)는 GIS 네트워크 분석을 통해 119구급대의 출동권역을 재조정하는 연구를 수행하였다. 여기서는 대전 지역을 대상으로 약 80만 개의 가상신고 위치 및 26135개의 소방서 위치를 기점으로 기종점 OD 행렬 분석을 실시하고, 이를 바탕으로 새로운 권역을 도출하였다. 윤종근, 최규철 (2017)의 연구에서는 전라도 화양면 화양119 구조대 구조일지와 GIS를 활용하여 구급현황을 전반적으로 분석하고, 가상 지구대를 특정 지역에 설치하였을 때의 구급현황을 비교 분석하였다.

요약하면 대부분의 기존 연구는 주로 각 지역에 특화된 분석을 실시하고 있으며, 대부분 연구에서 각 지역별로 GIS 정보를 바탕으로 사건발생 시간, 사고지역 도달거리 분석을 중심으로 한 취약지역 분석을 실시하고 있다. 특히 각 지역의 특성을 구체적으로 분석하고, 지역별 취약지 도출을 통해 지역사회에 유용한 정보를 제공하고자 하는 목적의 연구들이 대부분이다.

2.2. 응급의료서비스 취약지 분석에 관한 연구

응급의료 취약지 분석에 관한 주제에 대해서는 일부 연구에서 다양한 스펙트럼으로 연구가 진행되어 왔으나, 그 연구의 수가 많은 편은 아니며 이는 응급의료취약지 분석에 대한 추가 연구가 필요함을 시사한다.

이희연 (2004)의 연구에서는 응급의료서비스의 수급 현황을 분석하기 위해 서울시 응급의료 서비스의 수요 및 공급을 분석하여 표면도를 구축하고, 이에 따라 응급의료 서비스의 수급 표면도를 생성하여 공간적 격차를 분석하였다. 이희연, 박미영 (2004)의 연구에서는 GIS를 이용한 응급의료센터 공급수준을 분석한 바 있다. 황지혜 외 (2010)은 GIS를 통해 대전광역시의 응급의료서비스 취약지를 도출하고, 이들의 보건학적 특성을 분석한 바 있다. 또한 황지혜 외 (2012)의 연구에서는 응급의료 취약지를 감소시키기 위해 취약지를 정의하기 위한 기준을 마련하고 취약지에 대해 지역특성에 맞는 대안을 제안한 바 있다.

특히 이경주, 임준홍 (2015)의 연구에서는 사회경제적 취약계층의 의료서비스 접근성 향상을 중요한 목적으로 두고 연구를 수행하였다. 이를 위해 충남 공공의료 시설과 사회경제적 취약계층의 공간 분포를 비교하여, 적절한 의료서비스를 제공 받지 못하고 있는 지역을 분석하였다. 임준홍, 박정환 (2016)의 연구에서는 충청남도 응급의료센터를 기준으로 GIS를 이용한 응급의료서비스 취약지역을 권역별, 지역별로 분석하였으며, 이를 기반으로 도달 가능 범위와 실제 사건 발생지의 차이가 있는 것을 밝혔다. 이 연구에서는 2014년 충청남도에서 발생한 75,475건의 구급활동 원자료를 활용하였으며, 구급차를 통한 의료시설과의 도달 소요시간 추출은 2014년 말 국가교통DB센터 네트

워크 도로망자료를 활용하였다.

이렇듯 다양한 연구들이 수행되어 왔지만 대부분의 기존 연구가 GIS를 활용하여 응급의료서비스 취약지역을 분석해 왔다. 본 연구에서는 경기도와 같이 지역적 특성이 상이한 여러 유형의 지역이 함께 권역을 형성하는 경우에 어떤 식으로 응급의료취약지 분석에 접근해야 하는가에 집중하여, 응급소방활동 데이터를 바탕으로 각 지역을 군집화하고, 이들 각 군집의 특성을 파악하여 군집별 대응방안을 제안하고자 한다.

3. 분석 프레임워크

3.1. 연구 프로세스

응급의료체계는 병원 전단계(pre-hospital phase)와 병원단계(hospital phase), 통신체계(communication system)로 구분할 수 있다 (김윤, 2004). 본 연구는 병원 전 단계에서 출동소요시간을 늦추는 요인을 분석하기 위해 지역데이터를 기반으로 응급사건 사고가 지연되는 원인을 지역 유형의 관점에서 접근하고자 한다. 이러한 관점을 반영하기 위한 본 연구의 흐름은 <그림 1>과 같다.

먼저 응급구조상황을 분석하기 위한 기초데이터를 수집하여 데이터 전처리를 시행하였고, 응급사건데이터에 각 지역의 특색을 나타내는 지역정보를 더하여 전체 데이터셋을 생성하였다. 이후, 데이터들의 기초통계를 살펴보고, 응급사건이 일어나는 패턴이 지역별로 차이가 있는지를 분석하기 위해 응급사건 관점을 반영한 지역 유형화를 시도하였으며, 이 과정에서 k-means 군집화를 수행하였다. 군집분석은 데이터들을 그룹들로 나누는 데이터마이닝 기법 중 하나로, 유사도 측정 방법에 의거하여 데이터들을 유사한 그룹으로 군집

화하는 방법을 의미한다 (서광규, 2007; 오승준, 2008). 군집화 시행 후에는 각 군집별 특색을 분석하였다. 동시에, 각 군집별로 출동소요시간이 상위 10%인 지역을 추가로 분석하여, 각 군집별로 출동시간 지연이 가장 심각한 지역을 분석하고 그 원인을 파악하였다.

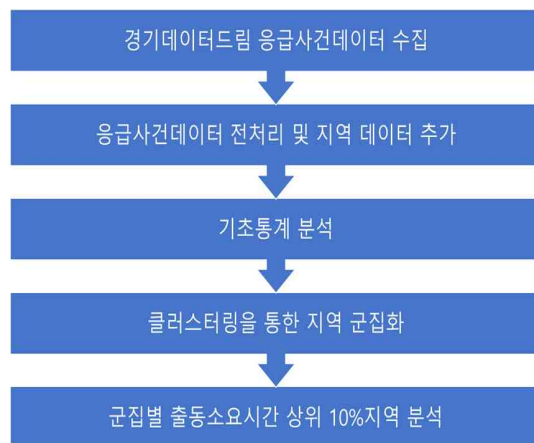


그림 1. Research Process

3.2. 데이터 수집 및 전처리

본 연구에 활용한 데이터는 경기데이터드림 (<https://data.gg.go.kr>)에서 제공하는 응급사건기록으로 본 연구에서는 2016년에 기록된 응급 사건 데이터를 활용하였다. 응급사건데이터는 응급사건 발생 시각, 장소, 유형 등 응급사건의 속성을 나타내는 정보와 환자의 나이, 성별 등 환자의 상태를 나타내는 정보로 구성되어 있다. 지역데이터로는 경기도교통정보센터(<http://gits.gg.go.kr>)에서 제공하는 2016년 경기도 행정동 단위별 면적, 인구 수 데이터를 사용하였고, 공장과 병원데이터 경우 경기데이터드림에 있는 자료를 활용하였다.

데이터 전처리를 위해 다음과 같은 작업을 수행

하였다. 먼저 응급출동소요시간이 지체되는 지역들의 원인을 파악하기 위해 먼저 출동소요시간이 결측치인 지역과 10분 미만인 지역을 제거하였다. 10분을 기준시간으로 한 이유는 응급 환자 중 심정지 환자 기준으로 10분 이내에 응급 처치가 되지 않으면 생존 가능성이 거의 없으며, 시간이 경과할수록 분당 7~10%씩 생존 가능성이 감소하기 때문이다 (김윤, 2009). 또한, 출동소요시간에서 이상치를 필터링하기 위하여 전체의 99%인 30분 초과 데이터도 제거하였다.

이후, 다른 변수 또한 전체의 99%를 기점으로 이상치를 필터링 하였다. 환자연령의 경우 92세 초과 데이터, 현장에서 응급사고지역까지의 거리 경우 14km 초과 데이터, 현장에서 병원까지의 거리의 경우 45km 초과 데이터를 제거하였다. 그 결과 분석대상인 응급사건 데이터는 총 151,463개의 사건으로 확정되었다.

이후, 응급사건데이터와 지역데이터를 합쳐 전체 데이터 셋을 만들고 사건별 특성, 지역적 특성, 사고별 특성을 나타내는 총 19개의 변수로 구분하였다. 사건별 특성을 나타내는 변수는 <표 1>와 같이 사건의 빈도와 출동소요시간 및 환자의 정보를 담고 있다. 지역적 특성을 나타내는 변수로는 인구, 공장, 병원, 유아, 노인 밀집도가 있다. 먼저 읍, 면, 동을 기준으로 인구수와 면적을 수집하여 인구의 밀집정도를 나타냈다. 그리고 경기도에 공장이 분포되어 있는 점을 고려하여 공장 종사자 수와 인구 비교를 통해 공장 밀집도를 나타냈다. 또한 의료시설이 갖춰진 정도를 나타내기 위해 인구당 병상수로 병원 밀집도를 생성했다. 마지막으로 유아(0~6세)와 노인(65세 이상) 환자의 밀집도를 나타내는 파생변수를 생성했다. 사고별 특성을 나타내는 변수로는 구급사고의 유형과 구급사고 발생장소 유형이 있다. 구급사고 발생장소의 경우, 비슷한 장소의 유형을 그룹화하여 가정,

농촌, 공장, 시설, 도로에서의 사건 발생 비율로 나타내었다.

급사고가 발생했을 때 구급차가 출동하는데 걸리는 평균 소요시간은 약 14분임을 확인할 수 있었다.

표 1 Clustering variable

Type	Variables	Explanation	Value
사건 유형	인구당 사건수	사건수/인구	0.04
	면적당 사건수	사건수/면적	264.56
	평균출동소요시간	평균출동소요시간(분)	9.33
	평균출동거리	평균출동거리(km)	4.53
	환자나이	환자나이	50.78
	환자성별	성별	0.52
지역 유형	인구 밀집도	인구/면적	7339
	공장 밀집도	공장인구/인구	0.12
	병원 밀집도	병상수/인구	0.04
	유아 환자 밀집도	유아 환자수/인구	0.003
	노인 환자 밀집도	노인 환자수/인구	0.03
구급사고유형	교통사고	해당 지역의 교통사고 비율	0.11
	사고부상	해당 지역의 사고부상 비율	0.22
	질병	해당 지역의 질병사고 비율	0.62
구급사고 발생장소 유형	가정에서의 사건발생비율	가정/ 주택가에서의 사건발생비율	0.51
	농촌에서의 사건발생비율	강바다/산/논,밭에서의 사건발생비율	0.03
	공장에서의 사건발생비율	공사장/공장에서의 사건발생비율	0.009
	시설에서의 사건발생비율	공공장소/병원/사무실/숙박시설/스키장/식당/유흥장소/체육시설/학교에서의 사건발생비율	0.17
	도로에서의 사건발생비율	일반도로/도로/고속도로/지하철에서의 사건발생비율	0.16

4. 분석 결과

4.1. 기초통계량 분석

필터링한 응급사건 데이터의 기초적 통계를 알아보기 위해 <표 2>와 같이 분석하였다. 먼저 응

4분위로 보면 최대치가 중간치보다 약 3배가량 높아 중간 값과 최댓값의 차이가 큼을 알 수 있었다. 출동지에서 현장까지의 평균 거리는 4.13km로 출동소요시간과 마찬가지로 현장거리의 4분위 또한 중간 값과 최댓값의 차이가 큼을 알 수 있다. 현장에서 병원까지의 거리의 경우 평균

8.72km로 중간값과 최댓값이 약 8배 차이나는 것을 확인할 수 있었다. 데이터 확인 결과, 각 변수 별로 중간값과 최댓값의 격차가 큰 이유는 비도심 지역이 도심지역에 비하여 상대적으로 안전센터, 병원까지의 거리 격차가 크기 때문임을 알 수 있었다.

또한, 출동소요시간별 빈도수를 알아보기 위해 출동소요시간과 사건빈도수를 그래프로 나타냈다. 먼저 30분 이하에 해당하는 데이터로 응급사건 출동소요시간과 응급사건사고 빈도를 그래프로 나타낸 결과 <그림 2>와 같이 평균적으로 출동시간이 약 5~10분 걸리는 것을 알 수 있었다.

표 2. 필터링한 2016년 응급사건 데이터의 기초통계량

구분	출동소요시간	출동지에서 현장까지 거리	환자 평균 연령	현장에서 병원까지 거리
평균	13.54	4.13	51.92	8.72
분산	3.78	2.64	22.95	8.24
min	10	0	0	0
25%	11	2.1	36	3
50%	12	3.5	54	6
75%	15	5.5	71	11
max	30	14	92	45

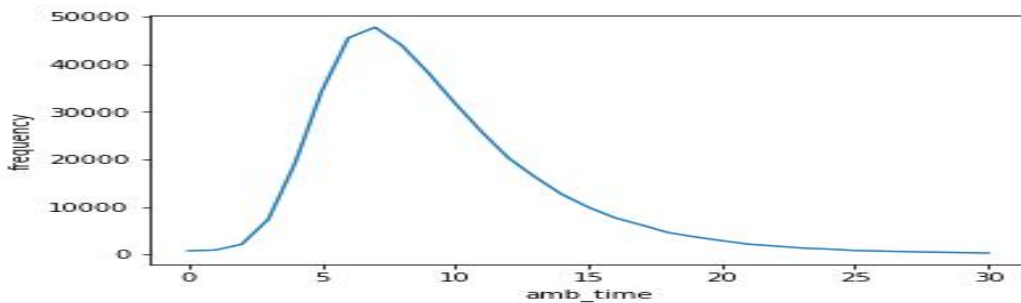


그림 2. 30분 이하 응급사건의 출동소요시간(x축) 대비 사건빈도(y축) 그래프

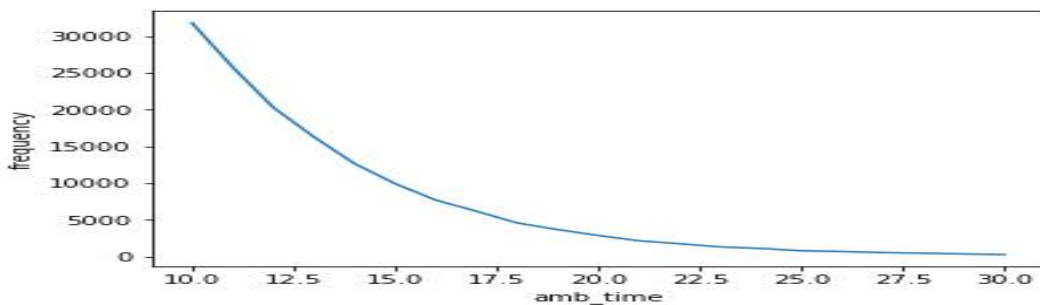


그림 3. 10분 이상 30분 이하 응급사건의 출동소요시간(x축) 대비 사건빈도(y축) 그래프

본 연구에는 <그림 3>과 같이 출동소요시간이 10분 이상 30분 이하인 지역의 데이터를 활용하였다. 그래프를 보면 출동소요시간이 10분~12분 사이에 가장 많이 밀집되어 있고 이후 급격히 빈도수가 하락하는 추세를 확인할 수 있었다.

3.4. 응급구조 데이터를 바탕으로 한 사건지역 군집화

지역적 특성을 반영한 응급사건 유형화를 위해 본 연구는 클러스터링 기법을 활용하였다. 클러스터링은 비슷한 특성을 가진 데이터들끼리 묶어주는 데이터 마이닝 기법이다. 클러스터링 분석 기법에는 Partitioning, k-means, k-medoid 등이 있다. 본 연구에서는 이 중 k-means 클러스터링 기법을 활용하였다. k-means 클러스터링 기법은 k개의 군집으로 분류하기 위해서 임의의 중심값을 반복적으로 업데이트하여 구간을 나누는 기법이다 (Kanungo et al, 2002).

k-means 클러스터링 기법을 활용하기 위해서 먼저 데이터들의 특징을 나타내는 속성값들을 수집하였으며, 속성 데이터를 수집한 이후에는 데이터의 스케일을 맞추기 위해서 z-score 표준화를 시행하였다. 이후 적정 군집 개수를 찾기 위해 엘보우 그래프와 실루엣 계수를 활용하여, 적절한 군집수를 파악한 후 군집분석을 수행하였다 (Kanungo et al, 2002).

본 연구는 지역 단위를 범정동을 기준으로 읍, 면, 동으로 설정하였다. 총 19개의 변수의 데이터의 스케일을 표준화시키고 엘보우 그래프와 실루엣 계수에 따라 군집 개수 k를 3으로 설정하였다. 엘보우 그래프는 클러스터 개수에 따른 데이터의 오차 제곱합(SSE)을 그래프로 그려주는 함수로 선이 꺾이는 지점으로 최적의 클러스터 개수를 결

정한다. 실루엣 계수 또한 클러스터 내 데이터의 응집도(cohesion)과 클러스터간 분리도(separation)을 나타내어 적정 군집개수를 결정할 때 활용된다(Kodinariya & Makwana, 2013). 본 연구에서는 엘보우 그래프 및 실루엣 계수를 종합한 결과(<그림 4> 및 <그림 5>) 군집개수가 3일 때 가장 높은 응집도와 분리도를 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 클러스터링의 개수를 3으로 정하여 k-means++ 기법을 활용하여 군집화를 시행하였다. k-means++는 k-means의 성능을 높인 기법으로, 기존k-means에서 초기 센터값을 랜덤으로 결정하는 것과 달리 k-means++는 특정 알고리즘을 통하여 초기 센터값을 결정하는 기법이다. (Arthur & Vassilvitskii, 2007).

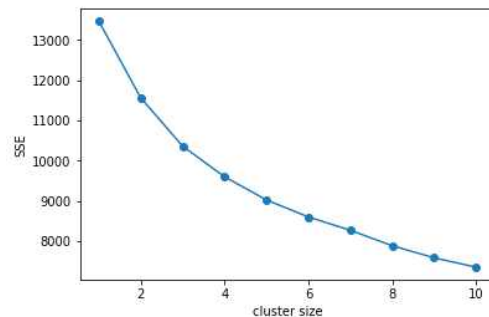


그림 4. 클러스터링 엘보우 그래프 결과(k=3)

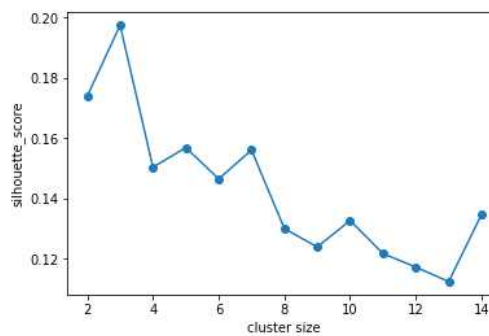


그림 5. 클러스터링 실루엣 그래프 결과(k=3)

k-means++ 클러스터링 결과 3개의 군집이 나왔고 군집의 통계량에 근거하여 <표 3>과 같이 각 군집별 특징대로 군집이름을 명명하였다. 클러스터링에 활용된 변수를 종합하여 해석한 결과, 분석 결과 농촌-공장 군집, 도심 군집, 교통사고 빈발 군집의 3개 군집이 도출되었다.

타낸 것이다. 주황색 지역은 농촌-공장 군집, 연두색 지역은 도심군집, 하늘색 지역은 교통군집을 나타낸다.

1) 농촌-공장 군집

먼저 첫번째 농촌-공장 군집은 지도상에서 타 군

표 3. 군집분석 결과 및 각 군집 기초통계량

변수명	농촌-공장 군집	도심 군집	교통사고 빈발 군집
출동 소요시간	14.79	12.98	13.98
출동지에서 사건장소 까지의 거리	6.11	3.27	4.10
환자의 나이	55.82	52.02	49.93
남자 환자의 비율	0.58	0.53	0.65
교통사고로 일어나는 사건의 비율	0.15	0.11	0.41
사고부상으로 일어나는 사건의 비율	0.28	0.23	0.21
질병으로 일어나는 사건의 비율	0.53	0.61	0.35
가정에서 일어나는 사건의 비율	0.53	0.64	0.27
자연에서 일어나는 사건의 비율	0.04	0.01	0.02
길에서 일어나는 사건의 비율	0.17	0.13	0.43
공장에서 일어나는 사건의 비율	0.05	0.02	0.07
시설에서 일어나는 사건의 비율	0.10	0.11	0.09
응급사건수/인구수	0.04	0.01	0.01
응급사건수/면적	19.13	79.82	14.03
인구수/면적	619.34	7533.79	2437.35
공장 종사자 수/인구수	0.24	0.07	0.20
병상수/인구수	0.0014	0.0053	0.0025
어린이 환자/인구수	0.0012	0.0006	0.0003
노인 환자/인구수	0.0133	0.0037	0.0023

3.4. 각 군집별 특징 분석

다음으로 보다 심도깊은 분석을 위해 각 군집의 분포지역을 지도상에 표시하여, 군집 해석의 결과가 실제 지형과 유사한지 분석하는 과정을 수행하였다. <그림 6>은 각 군집의 분포지역을 나

집에 비하여 면적이 가장 넓게 분포되었으며, 자연에서의 발생사고가 높게 나타났다. 농촌지역임에도 불구하고 공장 종사자의 비율이 타 지역보다 높게 나타나는 것은 일반적으로 공장의 경우 도심지에서 다소 떨어져 있어 공해의 발생 및 처리로부터 다소 자유로우며 지가가 높지 않은 곳이 많기 때문인 것으로 생각된다.

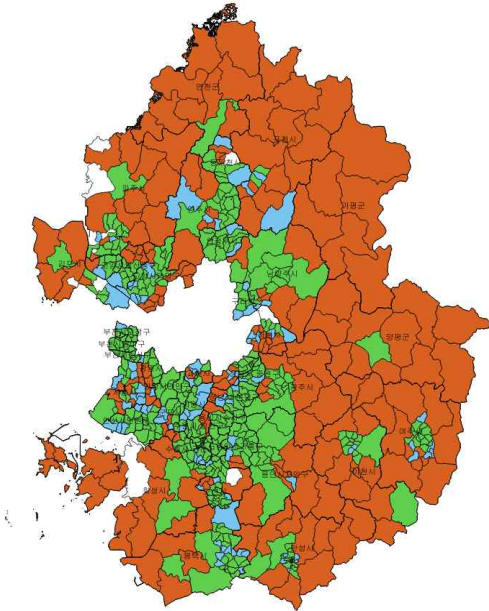


그림 6. 3개 군집의 분포 지역

어린이와 노인의 사고비율이 타 군집에 비하여 높지만 병상수는 타 군집보다 낮은 군집으로 노인 환자에게 취약한 군집임을 알 수 있다.

2) 도심 군집

두번째 도심 군집의 경우 평균 인구밀집도가 타 군집과 비교했을 때 많게는 약 3~10배의 차이를 보여 타 군집에 비하여 인구가 많이 모여 있는 도심지역임을 알 수 있다. 또한, 병원이 타 지역에 비하여 상대적으로 많이 분포하여 타 군집에 비하여 의료시설이 잘 갖춰져 있음을 알 수 있다. 응급사고 장소의 유형으로도 도심지역임을 확인할 수 있는데, 대체로 타 군집에 비하여 시설에서 사건 비율이 가장 많이 일어나고 자연에서 사건발생은 거의 일어나지 않는 것으로 나타났다.

3) 교통사고 군집

교통사고 군집의 경우, 타 군집에 비하여 평균 교통사고 비율이 약 3~4배 정도 차이가 나는 군집이다. 또한 어린이와 노인의 환자 비율이 타 지역에 비하여 낮은 것으로 보아 타 군집에 비해서 활동 인구의 응급사건이 비교적 높은 지역임을 알 수 있다. 특히 교통사고 군집의 경우 공장 종사자의 비율 및 공장에서 일어나는 사건의 비율이 타 군집에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 이는 공장 및 관련시설의 비중이 높은 지역이기 때문에 동시에 관련 종사자의 출퇴근시 발생하는 교통사고 및 공장 관련 수송차량의 빈번한 이동 때문에 발생하는 교통사고가 많을 것으로 추론할 수 있다.

3.5. 군집별 주요 개선요구지역 분석

이상 분석한 3개의 각 군집에서 가장 문제가 되는 지역의 특징을 알아보기 위해서 출동소요시간 상위 10% 이상인 지역을 군집별로 살펴보았으며, 보다 정확한 분석을 위해 출동소요시간 상위 10% 인 지역 및 해당 지역 안전센터를 그림 7과 같이 지도에 표시하였다.

1) 농촌-공장 군집

농촌-공장 군집의 출동소요시간 상위 10%인 지역은 <그림 7>의 왼쪽 지도와 같이 대부분 단위 지역이 먼 단위로 그 범위가 넓은 지역이다. 즉 이들 지역의 대부분이 안전센터의 부재 또는 출동지-사건지 간 거리 문제가 주요 원인임을 알 수 있었다. 1)

1) 농촌-공장 군집 중 출동소요시간이 가장 높게 나타난 것은 파주시 다율동으로 출동시간이 22분으로 나타났다. 그러나 이 지역의 경

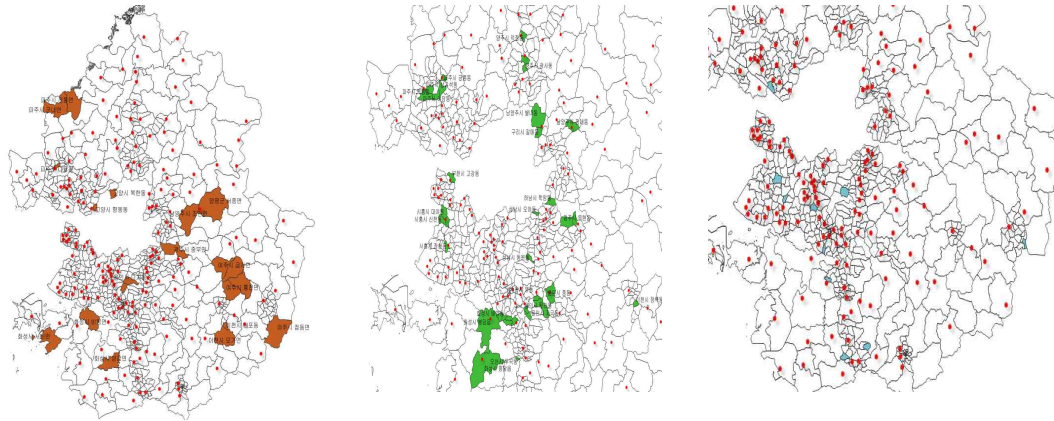


그림 7. 출동소요시간 상위 10%인 지역의 각 군집별 지역분포
(왼쪽에서부터 농촌-공장, 도심, 교통사고 군집을 나타내며 빨간 점은 안전센터를 나타냄)

표 4. 농촌-공장 군집 중 출동소요시간 상위 10%인 지역

읍면동명	출동 소요 시간	출동 거리	환자 나이	남성	교통 사고	사고 부상	질병	가정 발생	자연 발생	도로 발생	공장 발생	시설 발생	사건 수/인 구	사건 수/면 적	인구/ 면적	공장 종사 자수/ 인구	병상 수/인 구
남양주시 조안면	21	9	50	0.53	0.46	0.21	0.31	0.29	0.04	0.26	0.02	0.09	0.05	4	88	0.010	0.000
고양시 북한동	21	9	61	0.33	0.08	0.83	0.08	0.08	0.83	0.08	0.00	0.00	0.01	1	96	0.000	0.000
수원시 상광교동	20	7	55	0.62	0.07	0.45	0.41	0.38	0.28	0.10	0.00	0.10	0.00	8	1823	0.000	0.000
파주시 진동면	19	8	75	0.33	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0	3	0.000	0.000
여주시 금사면	19	13	54	0.71	0.35	0.24	0.41	0.44	0.00	0.29	0.03	0.06	0.01	1	76	0.027	0.000
파주시 군내면	19	10	60	0.64	0.09	0.18	0.73	0.55	0.09	0.09	0.00	0.09	0.03	0	9	0.102	0.000
고양시 향동동	19	7	53	1.00	0.00	0.50	0.50	0.25	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	2	839	0.026	0.000
여주시 산북면	19	11	53	0.59	0.27	0.31	0.41	0.49	0.00	0.37	0.04	0.04	0.02	1	81	0.087	0.000
이천시 모가면	18	10	56	0.62	0.17	0.28	0.50	0.54	0.01	0.22	0.04	0.09	0.04	5	125	0.276	0.000
화성시 서신면	18	9	56	0.59	0.12	0.27	0.58	0.39	0.05	0.15	0.06	0.23	0.05	9	180	0.333	0.000
여주시 접동면	18	10	58	0.69	0.12	0.23	0.64	0.62	0.04	0.14	0.03	0.05	0.04	3	70	0.164	0.000
여주시 홍천면	17	10	62	0.66	0.19	0.32	0.47	0.59	0.06	0.19	0.05	0.06	0.03	3	125	0.086	0.000
화성시 양감면	17	7	55	0.66	0.15	0.31	0.51	0.39	0.01	0.16	0.21	0.04	0.04	9	198	1.745	0.000
이천시 대포동	17	7	47	0.59	0.24	0.35	0.29	0.59	0.00	0.24	0.12	0.00	0.01	6	679	0.243	0.000
광주시 중부면	17	7	48	0.63	0.40	0.27	0.30	0.29	0.13	0.41	0.01	0.09	0.08	6	79	0.000	0.000
화성시 비봉면	17	8	53	0.69	0.36	0.15	0.45	0.38	0.03	0.40	0.06	0.08	0.06	10	168	0.385	0.000
양평군 서종면	17	8	55	0.57	0.19	0.31	0.48	0.48	0.02	0.24	0.03	0.07	0.02	2	94	0.000	0.000
용인시 고기동	17	7	46	0.58	0.10	0.42	0.44	0.49	0.01	0.11	0.04	0.17	0.00	11	2207	0.000	0.000
이천시 백사면	17	8	57	0.67	0.12	0.25	0.61	0.73	0.01	0.11	0.09	0.04	0.02	7	350	0.157	0.000

우 실제 응급사건발생이 단 한 건에 불과해 최종 결과 해석에서 제외하였다. 이 지역의 경우 면적당 인구수 및 지역적 조건을 고려하였을 때 농촌 지역은 아니나, 근방에 공장이 존재하며 인구수 대비 공장 종사자 수가 높아 농촌-공장 군집으로 분류된 것으로 생각된다.

표 4는 농촌-공장 군집 중 출동소요시간 상위 10%인 지역을 나타낸 것이다. 먼저 남양주시 조안면의 경우 면적이 약 50km²이고 총 6개의 리로 구성되었다. 면적의 대부분은 3개의 높은 산으로 구성되어 있고 면내 안전센터가 조안면의 가장자리에 위치하여 있어 면내의 응급센터가 모든 리를 관할하기 어려운 실정이다. 또한 인근 안전센터도 산으로 막혀있어 센터의 접근도 어려운 전형적인 농촌지역이다. 따라서 해당 지역은 기존 안전센터의 위치 조정이나 해당 주민을 대상으로 응급업무를 보조하는 의용소방대 운영을 고려할 수 있다. 고양시 북한동과 같이 면적은 좁지만 높은 산지대의 경우, 사고지점의 정확한 위치 파악이 어려워짐에 따라 출동소요시간이 늦춰질 수 있다. 따라서 국가지점번호와 같은 위치 파악을 돕는 푯말 설치 증대 및 개선과 같은 대응방안을 제안할 수 있다.

용인시 고기동의 경우 계곡이 있는 산지대이지만 서울과 접근성이 높아 단독주택이 몰려있는 주거단지 지역이다. 또한 구급데이터를 확인한 결과 해당지역의 출동소요시간이 10분 이상인 사건 중 사고부상으로 일어난 사건은 41%를 차지하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 인구의 밀도가 농촌지역에 비하여 높지만 높은 지형으로 인한 잦은 사고부상으로 농촌지형으로 분류되었을 가능성이 있다. 이 지역의 경우, 지형의 특징에 맞게 낙상과 같은 응급사건에 대비할 수 있도록 응급구조 시스템을 점검하는 방안이 필요하다.

2) 도심 군집

도심 군집의 출동소요시간 상위 10%인 주요도시는 <그림 7> 과 <표 5>에 나타나 있다. 그림 7의 가운데 지도와 같이 구리시, 남양주시, 시흥시, 양주시, 오산시, 용인시, 파주시, 하남시, 화성시가

있다. 도심 군집의 문제 지역은 늘어나는 인구에 비하여 응급의료자원이 부족한 지역이다. 이 지역의 경우 대체로 서울에 인접해 있거나 1시간 이내의 통근거리를 유지하는 지역이다. 이 지역 중 파주시, 남양주시, 용인시, 화성시의 경우 전반적으로 인구가 증가하는 지역으로, 특히 아동인구를 동반한 젊은층 인구의 증가로 출산, 보육, 교통 등에서 삶의 질을 떨어뜨리는 문제가 발생할 가능성이 높은 지역으로 판단된다(최석현 외, 2016). 따라서 전반적으로 증가하는 인구에 반하여 응급의료 서비스가 부족한 지역일 가능성이 높다.

전반적으로 증가하는 인구에 비하여 응급의료 서비스가 부족한 지역의 예로 면적당 사건수가 높은 시흥시 신철동 지역을 들 수 있다. 시흥시 신철동은 지역 내 학교가 초등학교 3개 중고등학교가 각 1개씩 위치해 있고 상업지역도 혼재되어 있어 전형적으로 인구밀집도가 높은 지역이다. 문제는 해당 지역의 안전센터는 지역내 학교뿐만 아니라 근방에 위치한 타지역 학교까지 총 14개의 학교 사이와 주거단지 중심부에 위치해 있어 공급보다 수요가 더 많을 것으로 추론할 수 있다. 따라서 응급사건의 포화상태로 인하여 안전센터의 출동소요시간이 늦춰질 가능성이 높다. 더불어 최근 새로운 전철선인 서해선이 생기면서 인구의 밀집도가 앞으로 더 높아질 것으로 예상되어 추가적인 응급자원배치가 필요하다.

안전센터와의 거리는 짧지만 출동소요시간이 오래 걸리는 지역도 확인할 수 있었다. 안성시 인지동의 경우, 안전센터와 사고발생지역 사이에 강이 있어 다리를 이용해야만 접근할 수 있고 해당 다리는 갈래가 4개인 사지교차로 지점이다. 더불어 사건발생 당일이 토요일 밤이었던 것을 미루어 보았을 때 접근성을 낮추는 도로의 형태와 더불어 교통체증이 출동소요시간을 늦추었다고 볼 수 있다. 따라서 이 지역의 경우 안전센터와 출동

군집분석을 통한 응급취약지역의 유형화와 유형별 대응방안 제언

지와의 접근성으로 높이기 위한 안전센터 위치조
정, 도로 시스템 점검 등의 방안을 고려할 수 있다.

수원시 영동의 경우 상가가 많이 형성되어 있
는 지역으로 특히 3개의 시장이 몰려있어 응급사

표 5. 도심 군집 중 출동소요시간 상위 10%인 지역

읍면동명	출동 소요 시간	출동 거리	환자 나이	남성	교통 사고	사고 부상	질병	가정 발생	자연 발생	도로 발생	공장 발생	시설 발생	사건 수/인 구	사건 수/면 적	인구/ 면적	공장 종사 자수/ 인구	병상 수/인 구	어린이/인 구	노인/ 인구
안성시 인지동	21	1	55	0.67	0.00	0.33	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3	1905	0.000	0.027	0.000	0.000
수원시 영동	17	2	59	0.25	0.13	0.50	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.01	61	7968	0.000	0.000	0.000	0.001
용인시 농서동	16	4	42	0.38	0.26	0.18	0.53	0.61	0.00	0.23	0.00	0.09	0.01	31	5878	1.311	0.000	0.000	0.001
용인시 지곡동	15	5	52	0.55	0.15	0.23	0.60	0.67	0.01	0.16	0.02	0.07	0.01	25	3897	0.006	0.000	0.001	0.002
파주시 동패동	15	7	52	0.36	0.21	0.29	0.50	0.50	0.00	0.14	0.00	0.21	0.00	2	5632	0.028	0.001	0.000	0.000
용인시 동백동	15	5	46	0.52	0.15	0.20	0.60	0.70	0.00	0.16	0.01	0.06	0.01	43	7757	0.000	0.000	0.000	0.002
남양주시 평내동	15	5	54	0.50	0.11	0.22	0.63	0.69	0.01	0.11	0.00	0.06	0.00	24	5798	0.014	0.012	0.000	0.002
광주시 목현동	15	6	53	0.53	0.05	0.21	0.71	0.87	0.00	0.05	0.01	0.03	0.02	63	2661	0.031	0.000	0.001	0.008
구리시 갈매동	15	4	53	0.60	0.15	0.25	0.57	0.61	0.01	0.18	0.08	0.03	0.01	40	3215	0.024	0.000	0.001	0.004
파주시 야당동	15	4	51	0.32	0.00	0.36	0.59	0.82	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	7	9903	0.037	0.000	0.000	0.000
화성시 황계동	15	4	68	0.62	0.00	0.29	0.67	0.76	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	5	2094	0.050	0.000	0.000	0.002
파주시 목동동	15	5	63	0.62	0.00	0.31	0.46	0.92	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	2	6844	0.005	0.007	0.000	0.000
시흥시 대야동	15	5	54	0.52	0.18	0.23	0.55	0.48	0.01	0.20	0.01	0.12	0.02	69	3391	0.040	0.021	0.001	0.007
용인시 보라동	15	4	51	0.49	0.14	0.20	0.63	0.70	0.00	0.13	0.00	0.11	0.03	136	3897	0.051	0.000	0.002	0.013
화성시 봉담읍	15	5	47	0.54	0.12	0.26	0.57	0.61	0.01	0.15	0.03	0.09	0.01	24	1735	0.160	0.000	0.001	0.004
안성시 중리동	15	3	37	0.46	0.08	0.15	0.77	0.69	0.00	0.08	0.00	0.15	0.01	12	1905	0.051	0.000	0.001	0.000
광주시 회덕동	15	6	47	0.59	0.05	0.20	0.68	0.87	0.01	0.05	0.02	0.03	0.01	23	2661	0.032	0.000	0.001	0.002
부천시 고강동	15	4	56	0.47	0.12	0.22	0.61	0.77	0.00	0.13	0.00	0.04	0.01	63	5606	0.004	0.000	0.000	0.004
양주시 광사동	15	5	41	0.50	0.17	0.32	0.45	0.61	0.00	0.19	0.00	0.12	0.01	29	2875	0.001	0.000	0.001	0.002
시흥시 신천동	15	5	52	0.58	0.09	0.27	0.57	0.65	0.01	0.12	0.02	0.12	0.01	110	12418	0.046	0.000	0.000	0.003
파주시 상지석동	14	4	55	0.73	0.09	0.45	0.45	0.45	0.00	0.18	0.18	0.18	0.00	5	4626	0.220	0.000	0.000	0.000
화성시 향남읍	14	5	48	0.62	0.18	0.24	0.54	0.47	0.01	0.22	0.09	0.05	0.01	18	1633	0.200	0.003	0.001	0.003
오산시 두곡동	14	3	50	0.67	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3	2687	0.000	0.000	0.000	0.000
성남시 동원동	14	4	51	0.47	0.14	0.40	0.46	0.53	0.00	0.22	0.06	0.11	0.00	24	6186	0.000	0.000	0.000	0.001
용인시 서천동	14	4	36	0.50	0.11	0.23	0.63	0.63	0.00	0.10	0.01	0.20	0.02	100	5878	0.000	0.000	0.003	0.003
용인시 중동	14	4	46	0.51	0.08	0.27	0.62	0.67	0.01	0.07	0.01	0.12	0.01	52	7757	0.026	0.001	0.001	0.002
하남시 학암동	14	4	39	0.49	0.03	0.21	0.73	0.90	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	45	3295	0.000	0.000	0.002	0.002
성남시 오야동	14	4	59	0.42	0.12	0.15	0.69	0.77	0.00	0.08	0.00	0.08	0.02	16	950	0.000	0.000	0.001	0.009
용인시 상갈동	14	3	51	0.56	0.14	0.18	0.63	0.64	0.01	0.18	0.00	0.12	0.02	68	3897	0.007	0.000	0.001	0.005
안성시 연지동	14	2	61	0.78	0.00	0.11	0.89	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10	2670	0.000	0.000	0.000	0.001
화성시 배양동	14	5	60	0.75	0.13	0.28	0.53	0.63	0.00	0.16	0.13	0.06	0.00	15	3557	0.022	0.000	0.000	0.002
시흥시 은행동	14	4	51	0.56	0.08	0.23	0.62	0.71	0.00	0.11	0.01	0.09	0.01	51	5132	0.147	0.000	0.001	0.003
남양주시 별내동	14	5	48	0.53	0.10	0.29	0.55	0.62	0.01	0.14	0.02	0.10	0.00	6	3481	0.003	0.001	0.000	0.001
화성시 송산동	14	5	47	0.58	0.13	0.22	0.60	0.76	0.00	0.12	0.01	0.09	0.02	44	2094	0.000	0.069	0.000	0.006
이천시 장목동	14	5	50	0.69	0.19	0.13	0.56	0.63	0.00	0.25	0.06	0.00	0.01	6	679	0.002	0.000	0.001	0.002
화성시 진안동	14	4	48	0.55	0.17	0.25	0.54	0.54	0.00	0.21	0.00	0.14	0.03	193	6011	0.012	0.009	0.001	0.008
시흥시 장현동	14	6	48	0.61	0.13	0.26	0.58	0.68	0.03	0.16	0.00	0.08	0.00	11	2835	0.009	0.000	0.000	0.001
양주시 덕정동	14	4	52	0.56	0.10	0.23	0.60	0.66	0.01	0.12	0.01	0.11	0.01	23	2902	0.053	0.009	0.000	0.003
화성시 기안동	14	5	49	0.49	0.07	0.22	0.66	0.75	0.00	0.10	0.01	0.05	0.03	110	3557	0.064	0.000	0.003	0.011
여주시 하동	14	3	55	0.67	0.11	0.50	0.33	0.78	0.00	0.17	0.00	0.00	0.01	6	1134	0.018	0.038	0.000	0.003
파주시 금릉동	14	8	76	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0	9113	0.007	0.000	0.000	0.000

건이 발생하였을 때 응급구조차의 접근이 어려울 것으로 예상할 수 있다.

수원시 영동의 경우 상가가 많이 형성되어 있는 지역으로 특히 3개의 시장이 몰려있어 응급사건이 발생하였을 때 응급구조차의 접근이 어려울 것으로 예상할 수 있다. 또한 해당 지역 환자의 평균연령은 60세로 전체 응급사건의 평균 환자연령 50세보다 고령임을 알 수 있었다. 따라서 해당 지역이 외부에서의 접근이 어려운 시장 거리인 점과 환자가 주로 고령인 점을 고려하여 해당 주민을 대상으로 응급업무를 보조하는 의용소방대 운영 방안을 생각할 수 있다.

용인시 농서동의 경우 인근에 공장지역이 있어 인구 대비 공장종사자 수가 높은 지역이다. 또한 교통사고가 일어나는 비율이 타지역보다 높게 나타나며 이 중 일반도로가 대부분이었다. 사건의 시간대도 평일 낮에 일어나는 사건이 많았는데 목요일, 금요일의 응급사건비율은 해당지역의 전체 교통사고 중 44%였다. 따라서 이 지역의 경우 인근 공장으로 출퇴근하는 일반도로의 교통사고가 예상됨으로 해당 지역과 인근 공장을 잇는 도로의 시스템 점검이 필요하다.

인구의 밀집도는 높지만 환자의 평균연령이 높은 지역도 있었다. 화성시 황계동의 경우 평균연령이 타지역보다 높지만 농촌지역에 비하여 인구 밀집도가 높은 지역이다. 또한 가정에서의 응급사고 발생이 높은 것을 미루어 보았을 때 고령층에 흔히 나타나는 질병으로 인한 응급사고를 추론해 볼 수 있다. 따라서 별도로 안전센터를 신축하기 보다 지역 주민을 대상으로 한 소방의용대 운영 등의 조치가 필요하다.

3) 교통사고 군집

교통사고 군집의 출동소요시간 상위 10%인 주

요도시는 <그림 7>과 <표 6>에 나타나 있다. 경기도교통정보센터의 도로밀도 데이터를 분석한 결과, <그림 8a>과 같이 대부분의 지역이 도로밀도가 높고 <그림 8b>, <그림 8c>에서와 같이 고속도로와 국도의 밀도가 높게 나타나는 지역이었다. 특히 오산시나 성남시의 고속국도 도로밀도는 타지역보다 높게 나타나고 있다. 하지만 사건발생 지역에 안전센터가 없어 교통사고의 특성에 맞는 구급 자원 배치 및 전체적인 도로시스템의 점검이 필요한 지역임을 알 수 있다.

평택시 월곡동의 경우 교통사고 군집에서 출동소요시간 상위 10% 지역 중 도로에서의 사고 발생비율이 높은 지역으로 출동소요시간이 10분 이상인 응급사고 중 63%가 교통사고이고 이 중 70%가 고속도로에서 일어나는 사건이었다. 지도에서 해당 지역을 확인한 결과, 근방에 경부고속도로와 평택제천고속도로가 이어지는 안성JC가 있음을 확인할 수 있었다. 해당지역으로 출동하는 안전센터인 공도 119안전센터와 비전 119안전센터의 경우 거주지역이거나 대학가로 출퇴근 시간대에 고속도로의 이용이 높은 곳에 위치해있다. 실제로 사건이 주로 시간대는 오전 9시로 평균 출동시간이 24분으로 가장 오래 지연되는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 해당 지역의 경우, 특정시간에 일어나는 고속도로정체에 대비한 응급자원 접근 및 배치와 해당 지역 분기점의 도로시스템 점검 등을 고려할 수 있다.

고양시 행주외동의 경우 평택시 월곡동과 더불어 도로에서의 사고 발생비율이 높은 지역 중 하나다. 해당 지역의 경우, 출동소요시간 10분이상인 사건중 약 63%가 교통사고로 발생한 사건이며, 도로에서 발생한 사건 중 고속도로가 차지하는 비율은 84%였다. 해당 지역에는 일반도로와 고속도로를 잇는 나들목 구간이 있으며 해당 나들목은 4개의 방향에서 접근이 가능한 도로들로

군집분석을 통한 응급취약지역의 유형화와 유형별 대응방안 제언

여러 갈림길이 얹혀 있다. 따라서 해당 지역의 도로상태가 교통사고 출동소요시간 지체와 교통사고 발생에 영향을 끼쳤을 가능성이 있다. 따라서 이 지역의 경우 도로상태에 따른 적절한 구급 자원 접근 방안 및 배치와 나들목 구간의 도로시스템 점검이 필요하다.

의왕시 이동의 경우 군집에서 출동소요시간이 가장 오래 걸리는 지역 중 하나로 출동소요시간이 10분 이상 소요되는 응급사건 중 53%가 교통사고로 일어난 사건이며, 이 중 62%가 고속도로에서 발생했다. 또한 지역내 내륙컨테이너기지 있고 근방에 물류터미널도 위치해 있어 고속도로에서 화물차량의 이동시 발생할 수 있는 교통사고를 예상할 수 있다. 화물차량이 일반차량보다 크고 한 번 교통사고가 일어나면 대형사고로 이어질 수 있으므로 이에 맞는 적절한 응급대책 및 응급자원 배치가 필요하다.

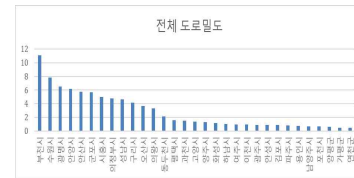


그림 8(a). 경기도 전체 도로밀도



그림 8(b). 경기도 고속국도 도로밀도



그림 8(c). 경기도 국도 도로밀도

표 6. 교통사고 군집 중 출동소요시간 상위 10%인 지역

읍면동명	출동 소요 시간	출동 거리	환자 나이	남성	교통 사고	사고 부상	질병	가정 발생	자연 발생	도로 발생	공장 발생	시설 발생	사건 수/인 구	사건 수/면 적	인구/ 면적	공장 종사 자수/ 인구	병상 수/인 구	어린이 /인구	노인/ 인구
고양시 행주외동	16	5	49	0.69	0.63	0.12	0.25	0.10	0.00	0.73	0.00	0.08	0.007	25	3716	0.000	0.000	0.0000	0.001
성남시 대장동	16	5	46	0.44	0.63	0.22	0.15	0.19	0.00	0.56	0.11	0.07	0.003	9	2982	0.029	0.000	0.0002	0.001
수원시 평리동	16	4	57	0.62	0.38	0.19	0.40	0.47	0.00	0.40	0.04	0.06	0.005	15	2905	0.003	0.000	0.0000	0.002
시흥시 금이동	16	2	40	0.93	0.53	0.27	0.20	0.27	0.00	0.53	0.00	0.07	0.002	5	2368	0.005	0.000	0.0001	0.000
안산시 장하동	16	3	52	0.75	0.50	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0.001	2	3553	0.000	0.000	0.0000	0.000
여주시 우만동	16	6	46	0.69	0.53	0.12	0.31	0.13	0.00	0.75	0.04	0.04	0.023	28	1228	0.025	0.000	0.0006	0.004
오산시 서랑동	17	7	52	0.79	0.48	0.15	0.35	0.19	0.02	0.52	0.08	0.04	0.010	13	1258	0.000	0.000	0.0000	0.002
의왕시 이동	17	7	49	0.58	0.42	0.17	0.33	0.42	0.17	0.33	0.00	0.00	0.007	4	549	0.000	0.000	0.0006	0.002
평택시 신대동	17	3	47	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.000	0	1485	0.024	0.000	0.00	0.000
평택시 월곡동	18	6	47	0.43	0.57	0.11	0.31	0.31	0.00	0.63	0.00	0.00	0.006	8	1193	0.000	0.000	0.0000	0.002

5. 결론

응급사고의 신속한 출동은 환자의 생존여부와 직결되기 때문에 현장에서 매우 중요시되어 왔으나, 예산 및 효율성의 문제 때문에 119 안전센터를 더 늘려 출동소요시간을 줄이기는 현실적으로 어려운 실정이다. 특히, 경기도는 지역별로 상이한 곳이 많아 일률적으로 안전센터를 편성하기보다 지역적 특징을 고려한 전략적 배치가 필요하다. 따라서 본 연구는 경기도 권역 지역을 유형화하여 각 유형별로 적절한 응급전략을 제안한 것에 의의가 있다.

본 연구는 2016년 경기도 응급사건 데이터 중 출동소요시간이 10분 이상 걸리는 응급소방 데이터와 경기도 각 지역의 지역적 특징을 나타내는 데이터를 결합하여 지역을 클러스터링하고 그 결과를 분석하였다. 그 결과, 농촌-공장 군집, 도심 군집, 교통사고 중심 군집의 총 3개의 군집으로 유형화하였고 군집별로 출동소요시간 상위 10% 지역을 중심으로 각 군집의 문제점을 분석하였다.

농촌-공장 군집의 경우 일반적으로 안전센터의 부재로 인한 출동지-사건지간에 장거리가 출동소요시간에 영향을 끼치는 주 요인이었다. 하지만 새로운 주거지역이나 산지대에서의 응급사건의 경우 안전센터 위치조정, 의용소방대 운영 및 국가지점번호 설치와 같은 대응방안을 생각해 볼 수 있다. 도심지역은 높은 인구밀도에 비하여 응급의료서비스가 부족한 경우, 출동지-사건지 간에 거리가 짧지만 오래 걸리는 경우, 고령의 환자가 밀집되어 있는 경우를 나누어 보았다. 그리고 각 특징에 맞게 응급의료서비스 증대 및 안전센터 배치, 소방의용대 운영 등의 대응방안을 제안하였다. 교통사고 군집의 경우 실제로 도로밀도가 높은 지역으로 대부분 5분내 거리에 안전센터가 없

는 지역으로 나타났다. 도로에서 사건발생비율이 가장 높은 평택시 월곡동과 고양시 행주외동의 경우 고속도로에서 일어난 사고가 대부분이고 고속도로별 특징에 따라 출동소요시간의 지체의 원인을 추측할 수 있었다. 따라서 해당 군집의 경우, 각 지역의 도로상태를 고려한 적절한 구급 자원 배치 및 각 도로별 도로시스템 점검이 필요하다.

본 연구는 지역적 특성이 상이한 경기도를 대상으로 지역을 유형화하여, 지역 유형별로 응급사고의 출동시간이 어떻게 나타나는지 분석했다는 점에서 지역기반 안전서비스 품질 향상에 도움을 줄 것으로 생각된다. 그러나 본 연구의 이러한 의의에도 불구하고 몇 가지 한계점이 존재한다. 먼저 본 연구에서는 응급사건에 대한 데이터와 지역 데이터를 결합하여 분석하였으나, 추후에는 의료와 관련된 속성정보를 더 추가할 수 있을 것으로 생각되며, 이는 의료서비스 취약지역에 대한 연구로의 확장을 기대할 수 있다. 둘째, 본 연구는 지역의 사건발생빈도, 인구밀집도, 병원 밀집도, 인구연령대의 비율, 공장의 비율 등 지역적 특성을 나타내는 여러 변수를 클러스터링 변수로 활용하였다. 추후에는 지역적 특성을 보다 잘 파악할 수 있는 변수를 추가적으로 선정하여 보다 나은 결과를 도출할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 구슬, 유환희 (2012). 화재 출동시간에 근거한 진주시 소방권역 분석, 한국지형공간정보학회지, 20(4), 127-134.
<http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2013.21.1.019>
- [2] 권필, 이영민, 허용, 유기운 (2015). GIS 네트워크 분석을 활용한 응급의료서비스 권역 재조정 방안. 한국지형공간정보학회지, 23(3), 11-21
<http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2015.23.3.011>
- [3] 김운 (2004). 응급의료의 질 향상 방안. 대한병원협회지, 31-49.
- [4] 김운 (2009). 응급의료 취약지 분석 및 모니터링과 응급의료 자원의 효율적 지원방안 도출. 보건복지부.
- [5] 김영순 (2014). 경남지역 119구조 현황과 정책적 시사점. 경남정책 Brief, 1-12.
- [6] 변의석 (2009). GIS의 보안시스템 구조에 관한 연구, 한국경영공학회지, 14(2), 139-144
- [7] 서광규 (2007). 데이터마이닝 기법을 이용한 제품의 전과정평가 방법론, 한국경영공학회지, 12(2). 57-68
- [8] 이경열, 문준동, 최은숙 (2016) 119 구급서비스 지역별 출동특성 및 출동거리와 현장도착시간과의 관계, 한국콘텐츠학회논문지, 16(1), 482-492
- [9] 이희연 (2004). 응급의료기관의 공간분포와 응급의료 서비스 수급의 공간적 격차. 한국지역지리학회지, 10(3), 606-623.
- [10] 임준홍, 박정환 (2016). 응급의료서비스 취약지역의 공간적 분포와 응급환자발생 특성: 충남지역을 중심으로. 국토계획, 51(1), 63-75.
<http://dx.doi.org/10.17208/jkpa.2016.02.51.1.63>
- [11] 이희연, 박미영 (2004) GIS를 이용한 응급의료 진료권 분석: 서울시를 사례로 하여, 한국공간정보학회지, 12(2), 193-209.
- [12] 오창석, 이승원, 이인목, 고승영. (2012). GIS를 활용한 119 구조구급서비스의 도착지체 및 출동배치에 대한 공간분석. 대한토목학회 논문집 D, 32(1D), 13-22.
- [13] 유환희, 구슬 (2013). 진주시 소방서비스 취약지역 개선을 위한 소방권역 조정. 한국지형공간정보학회지, 21(1), 19-26.
<http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2013.21.1.019>
- [14] 윤종근, 최규철 (2017). 119지역대의 공간적 배치 현황의 적절성. 한국산학기술학회 논문지, 18(11), 374-380.
<http://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.11.374>
- [15] 이경주, 임준홍 (2015). 의료서비스 취약지역 탐색을 위한 분석방법론 구축 및 실증분석 연구. 도시행정 학보, 28(1), 105-125.
- [16] 오승준 (2008), 클러스터링과 러프 셋 이론을 이용한 규칙 추출 방법, 한국경영공학회지, 13(1), 37-43
- [17] 정규동, 이지수, 최준호, 홍원화 (2012). 대구시 소방권역별 접근성 분석을 통한 구조대 도달 취약지 도출 및 개선방안에 관한 연구. 한국화재소방학회 학술대회 논문집, 170-173.
- [18] 최석현, 이병호, 박정훈. (2016). 수도권 인구 이동 요인과 고용구조 변화. 경기연구원 기본연구, 1-87.
- [19] 최준호, 이지수, 홍원화 (2015). 부산지역 119구조대 증설을 통한 건축물 접근취약성 개선효과 분석. 한국화재소방학회 논문지, 29(5), 79-87.
<http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2015.29.5.079>
- [20] 황지혜, 나백주, 이동우, 홍지영, 이무식 (2010) 지리정보시스템(GIS)으로 분석한 대전광역시 응급의료서비스 취약지 특성, 한국산학기술학회 학술대회논문집, 859-862

- [21] 황지혜, 이진용, 박성우, 이동우, 이보우,
나백주 (2012) 지리정보시스템을 이용한
대전광역시 응급의료 취약지 분석,
농촌의학·지역보건 37(2), 76-83 :
<http://dx.doi.org/10.5393/JAMCH.2012.37.2.076>
- [22] Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007).
k-means++: The advantages of careful
seeding. In *Proceedings of the eighteenth
annual ACM-SIAM symposium on Discrete
algorithms* (pp. 1027-1035). Society for
Industrial and Applied Mathematics.
- [23] Kodinariya, T. M., & Makwana, P. R. (2013).
Review on determining number of Cluster in
K-Means Clustering. *International Journal of
Advanced Research in Computer Science and
Management Studies*, 1(6), 90-95.
- [24] Kanungo, T., Mount, D. M., Netanyahu, N. S.,
Piatko, C. D., Silverman, R., & Wu, A. Y.
(2002). An efficient k-means clustering
algorithm: Analysis and implementation. *IEEE
transactions on pattern analysis and machine
intelligence*, 24(7), 881-892.
<http://doi.org/10.1109/TPAMI.2002.1017616>