

GIS-based Spatial Analysis Method to Analyze the Characteristics of Fire Services and Identify Vulnerable Areas

- The Case of Cheongju City, Korea -

Hye Rim Choi[#], Yong Un Ban⁺, Jong In Back⁺, Seung Hoon Lee⁺

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University, 52 Naesudong-ro, Heungduk-gu, Cheongju, Korea

Abstract

This study analyzed the characteristics of fire services in Cheongju City and identified vulnerable areas using GIS spatial analysis method. It employed a kernel density analysis to identify the areas with high density of illegal parking and stopping, and the GIS network analysis to calculate fire protection accessibility for fire trucks to reach the destination within both 5 minutes and 10 minutes from the departure at the fire station. This study found that adequate fire service has not been provided for Cheongju City and there is a difference in fire service vulnerability in the outskirts of Cheongju City. To solve this problem, it is recommended that a proper fire-fighting arrangement needs to be provided in the vulnerable areas. The results of this study can be used as the basic data for targeted arrangement of fire-fighting services in Cheongju City.

Key words: 119 safety center, fire service vulnerable area, illegal parking and stopping, network analysis, kernel density analysis

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

현대 도시는 고도화 및 밀집화로 인해 건축물 규모의 증가와 복합적 토지 이용의 양상을 보이고 있다. 또한 건축물 규모의 증가와 함께 도시 내의 인구 밀집으로 화재 발생 시 대형 화재로 번지게 되면서 화재 발생 시 많은 재산과 인명의 피해를 유발하게 되는 위험을 수반

하게 되었다. 또한 최근 밀양 세종 병원 화재사고(2018.1.26), 제천 스포츠 센터 화재 사고(2017.12.21) 등 대형 화재의 발생이 문제로 대두되면서 대형 화재의 문제는 그 동안의 화재 문제의 위험도를 넘어서는 큰 위협과 불안감을 주고 있다. 또한 최근 소방차 접근에 방해가 되는 불법 주·정차 문제도 화재 진압에 주요 방해 요소로 지목되어 도시화로 인해 발생한 새로운 방해 요소도 고려하는 화재 진압이 중요하다.

[#] The 1st author: Hye Rim Choi, Tel. +82-43-273-3391, e-mail. hearim1142@nate.com

⁺ Corresponding authors: Yong Un Ban, Tel. +82-43-273-3391, e-mail. byubyu@cbnu.ac.kr

Jong In Back, Tel. +82-43-273-3391, e-mail. yahoback@nate.com

Seung Hoon Lee, Tel. +82-43-273-3391, e-mail. moluko10@naver.com

화재 발생 시 이에 대응하는 도시 내의 소방 서비스 권역은 보통 행정안전부령에 따라 일반 행정구역(구·군, 또는 동) 단위로 편성되는 것이 일반적이며 그 배치에 필요한 인력과 비용 문제로 서비스 효율성 및 형평성이 떨어지는 문제가 발생하고 있다.

도시 화재 사고는 도시민들의 생명과 안전에 큰 위협이 되고 인명과 직접적으로 연관이 되므로 신중한 인력 배치와 시설의 배치로 서비스 제공에 있어서 형평성과 효율성이 있어야 한다. 하지만 대부분의 지방에 있는 도농통합형 도시들은 소방 인력 및 시설이 도심 지역에 밀집되어 있고 이로 인해 외곽지역에 알맞은 서비스를 제공하지 못하며 신속한 화재 진압에 문제가 되는 실정이다.

국내에서는 현재 통합 중소도시를 대상으로 소방 접근성에 초점을 맞춘 다양한 연구가 진행되고 있으나 화재 출동 시간에 근거한 소방권역 분석(Ku, *et al.*, 2012), 소방권역별 접근성 분석을 통한 구조대 도달 취약지 도출 및 개선방안에 관한 연구(Jeong, *et al.*, 2012)를 실시한 수준에 그쳤다. 본 연구에서는 국내 연구동향과 한계점을 종합하여 통합 청주시를 대상으로 소방차 접근성 분석과 함께 불법 주·정차 문제에도 초점을 맞추어 다음과 같은 연구 질문을 도출했다. 먼저, 통합 청주시에 소방차 접근성에 초점을 맞추어 분석했을 때, 취약지가 존재하는가? 둘째, 청주시 불법 주·정차 문제에 초점을 맞추어 분석했을 때, 취약지가 존재하는가? 마지막으로 통합 청주시에 알맞은 소방 서비스가 형평성이 있게 공급되고 있는가? 여기서 첫째 질문은 소방 접근성 분석을 통한 취약지 도출에 관련된 것이며, 둘째 질문은 불법 주·정차 밀도분석을 통한 취약지역 도출에 관련된 것이다. 마지막으로 통합 청주시에 알맞은 소방 서비스가 공급되는지 확인하기 위한 것이다.

본 연구의 목적은 통합 청주시 소방 종합 평가와 함께 통합 청주시에 적합한 소방대 기본 배치를 제안하는 것이다. 또한 통합 청주시에 알맞은 소방 서비스 공급을 위한 정책의 기반자료로 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 구성

본 연구는 통합된 청주시 전체를 대상으로 실제 청주시 공간 데이터들의 특성을 고려하여 소방 접근성 분석 및 불법 주·정차 발생 지점 밀도분석을 통해 소방 서비스 취약지역을 도출하고자 한다. 이를 통해 통합 청주시에 알맞은 소방 인력 및 소방 시설 배치에 기반 자료로 제시하고자 한다.

본 연구는 통합 청주시(2014.7.) 전체를 공간적 범위로 설정하였다. 분석의 단위는 실제 소방 인력 및 소방 시설 배치의 단위인 행정동을 단위로 설정하였다. 또한 연구의 분석 자료는 2014년 통합 이후인 2017년을 기준으로 분석 자료로 설정하였으며, 내용적 범위로 '소방력 기준에 관한 규칙'(행정안전부령)에 따라 구조대가 설치된 곳을 모두 포함 하므로 소방서 및 119안전센터를 연구의 범위에 포함하였다.

본 연구의 구성은 크게 관련 문헌 고찰, 분석 자료 및 방법론, 분석결과, 결론 및 한계점, 참고문헌의 흐름으로 구성된다. 관련 문헌 고찰에서는 본 연구의 목적과 관련된 법령 및 선행연구를 고찰하고 분석 자료 및 방법론에서 본 연구에서 활용하는 자료와 GIS를 이용한 분석 기법인 네트워크 분석 및 Kernel Density 분석의 이론을 서술한다. 분석 결과에서 분석의 결과를 나타내고 이를 해석한다. 마지막으로 결론 및 한계점에서 본 연구의 결론과 연구의 한계점 및 향후 연구를 서술한다.

II. 선행연구고찰

1. 관련 법령 고찰

우리나라의 소방력 배치에 관한 기준은 「소방기본법」 제8조 (법률 제6893호, 2003.05.29.)에 근거하여 행정안전부령으로 정하고 있다. 하지만 이러한 배치에 관한 기준이 실제 도시 내의 인구와 주거의 분포를 고려하지 못하고 행정안전부령으로 정해져 있으며 실질적으로 필요한 소방력 배치에는 어려움이 존재한다.

화재 진압 시 소방차 접근에 관한 내용은 「소방기본법」 제21조 (법률 제6893호, 2003.05.29.)에 근거하고

Table 1. Summary of the previous studies' goals and analysis methods

Author	Goal of study	Analysis method
Jeong, <i>et. al.</i> (2012)	To find fire service rescue team arrival vulnerable areas and suggest a plan of improvement through an analysis of the accessibility of each fire service area in the Daegu	Network analysis
Ku, <i>et. al.</i> (2012)	To analyze fire service vulnerable areas in Jinju city based on fire mobilization times and propose an efficient method of adjusting fire service areas	Buffer analysis, OD cost matrix analysis
Kwan, <i>et. al.</i> (2015)	To analyze vulnerable areas for emergency medical services in Daejeon Metropolitan City and present a plan for readjusting the service areas	Network analysis
Kim, <i>et. al.</i> (2016)	To select the vulnerable points of fire stations in Ulsan Metropolitan City to ensure a safe residential life for its citizens	Network analysis, center point analysis

있으며 화재 진압 및 구조·구급 활동을 위하여 출동을 할 때에는 이를 방해해서는 안 되며, 이를 어길 시 징역 또는 벌금형에 처한다고 명시되어 있으며, 「소방기본법」 제21조 2항(법률 제6893호, 2003.05.29.)에 근거하여 「건축법」 제2조 제2항 제2호에 따른 공동주택 중 대통령령으로 정하는 공동주택의 건축주는 제16조 제1항에 의하여 공동주택에 “소방자동차 전용구역”을 설치하여야 한다고 명시되어 있고 누구든지 전용구역에 차를 주차하거나 전용구역에 진입을 가로막는 등의 방해행위를 하여서는 안 됨을 명시하고 있다.

2. 선행연구 고찰

국내 연구에서는 GIS 네트워크 분석을 활용하여 실제 소방서 및 119안전센터를 기점으로 하여 실제 도로 데이터를 데이터 셋으로 구축하여 소방 시설의 접근성 분석을 통해 도시 내에서 소방 서비스 취약지역 및 구조대 도달 취약지 등을 도출하였다. 또한 이를 기반으로 최적입지를 선정하거나 정책적 제안을 하고자하였다. 선행 연구들의 연구의 목적과 분석 방법에 대한 요약은 다음 <Table 1>과 같다.

국내에서는 불법 주·정차 발생 지점에 대한 밀도 분석을 직접적으로 선행한 연구의 부재로 인하여 GIS를 기반으로 밀도 분석을 활용한 방법론에 초점을 맞추고 지점으로부터 Kernel Density 분석을 통한 밀도 분석을 통한 연구를 선행 연구로 판단하여 이를 고찰하였다. 국내 연구에서는 Kernel Density 분석을 활용하여 GIS 상에서 point(점)으로 표시된 시설 및 지점의 공간적 분포 특성을 파악하는데 활용하였으며 이를 이용하여 최적입지를 선정하거나 정책적 제안을 하고자하였다. 선행연구들의 연구의 목적과 분석 방법에 대한 요약은 다음 <Table 2>와 같다.

본 연구에서는 소방서 및 119안전센터의 공간적 분포와 불법 주·정차 발생 지점의 공간적 분포 특성에 초점을 맞추어 GIS 공간분석 기법을 활용하였다. 기존의 연구들은 GIS 네트워크 분석을 활용하여 실제 소방서 위치를 기점으로 소방차 접근성을 분석하여 소방서비스 권역을 도출하여 최종적으로 소방서비스 취약지역을 분석하였다. 하지만 최근 소방차 접근 및 화재 진압에 직접적인 방해 요소로 작용하는 불법 주·정차의 문제를 다룬 논문은 부재했다.

Table 2. Summary of the previous studies' goals and analysis methods

Author	Goal of study	Analysis method
Choi, <i>et. al.</i> (2014)	To examine the shelters' locations and their spatial distribution characteristics in Cheongju and evaluate their suitability	Kernel density analysis, nearest neighbor analysis
Kil, Hye Min(2015)	To analyze location selection factors for convalescent hospitals based on the spatial distribution of convalescent hospitals as they are currently located considering supply and demand factors in the Seoul metropolitan area	Kernel density analysis, LISA analysis
Park, Kyeong Yeol(2016)	To evaluate the expansion of tourist accommodations in terms of policy based on the spatial distribution of tourist accommodations using GIS spatial analysis methods	Kernel density analysis, GIS overlay analysis

3. 본 연구의 차별성

본 연구는 실제 청주시의 도로 데이터를 기반으로 하여 소방 접근성 분석과 함께 실제 청주시의 불법주차 단속 데이터를 활용한 불법 주·정차 발생지역 밀도 분석을 통하여 최종적으로 소방서비스 취약지역을 도출하고자한다. 또한 기존 연구에서 취약지역 도출에 있어 취약지역 면적과 건물 개수로 산정하였지만 본 연구에서는 취약지역 내의 건물의 규모도 고려하여 소방서비스 취약 건축물연면적도 산정하였다. 이에 결과적으로 통합 청주시에 알맞은 소방력 배치에 기반 자료로 제시할 수 있으며, 통합 청주시에 알맞은 소방 서비스를 공급할 수 있다고 판단하였다.

III. 연구방법

1. 연구의 가설 설정

본 연구는 소방 접근성 측면과 함께 불법 주·정차 측면에서 청주시의 소방 서비스 취약지역 도출에 관한 분석을 실시하였다.

선행연구에서 검토해본 연구들을 보면, 통합 중소도시들을 대상으로 소방 접근성 분석 시 알맞은 소방 서비스가 제공되고 있지 못함을 밝힌 연구들이 있다. 본 연구에서는 선행연구에서 검증된 분석 방법론을 토대로 다음과 같은 가설을 설정한다.

가설 1: 통합 청주시를 대상으로 소방차 접근성에 초점을 맞추어 분석했을 때, 취약지가 존재할 것이다.

가설 2: 통합 청주시를 대상으로 불법 주·정차 문제에 초점을 맞추어 분석했을 때, 취약지가 존재할 것이다.

가설 3: 통합 청주시를 대상으로 알맞은 소방 서비스가 형평성이 있게 공급되고 있지 않을 것이다.

2. 소방 접근성 분석자료 및 분석 방법

소방 접근성 분석을 위해 크게 전국 행정경계 시/군/구 데이터, 읍/면/동 데이터, 전국 도로망 노드/링크 데이터, 충북 건축물 데이터, 그리고 소방서 위치 정보가 사용되었다. 모든 자료의 시간적 범위는 2017년 1개년도를 기반으로 하고 있으며 이를 본 연구의 분석 목적에 맞게 사용하기 위해 데이터들을 청주시 기반 데이터로 가공하였다. 청주시 소방서 및 119센터의 위치 데이터는 청주시 소방서 및 119센터 위치 정보를 사용하여 Geocoding Tool을 활용하여 GIS 상에서 point 자료로 투영하였다. 또한 GIS 중첩 분석을 위하여 좌표계를 카텍GRS80으로 가공하였다.

위의 구축 자료들로 소방 구조대 도달 권역을 도출한다. 이때, 네트워크 분석 중 서비스 권역(Service Area)을 활용하였다. 서비스 권역의 기준은 화재 진압 시 '플래시 오버¹⁾'가 일어나는 5분을 기준으로 5분 권역 내와 10분 권역 내로 산정하였다. 소방 접근성 분석을 위해서 Arc Gis 10.1 소프트웨어를 활용하여 네트워크 분석 중 서비스권역 (Service Area)을 활용하였다.

네트워크 분석은 도로나 철도 등 네트워크의 연결성과 함께 경로를 분석하여 접근성 분석 및 이용권역을 분석하여 많은 연구에서 활용되고 있다. 이때 네트워크 데이터 셋을 기반으로 분석이 진행되는데 네트워크 데이터 셋은 노드(Node)와 링크(Link)로 구성되며 각 링크에 거리와 속력이 부가되어야 링크에 시간의 비용이 부가될 수 있다. 부여된 거리와 시간 속성을 통해 최단 거리와 최단시간거리를 산정하고 이를 통해 서비스 권역을 도출한다.

3. 불법 주·정차 발생 지역 밀도 분석자료 및 방법

불법 주·정차 발생 지점 밀도 분석을 위해서 Arc Gis 10.1 소프트웨어를 활용하여 Kernel Density 분석을 활용하였다. 불법주차 단속 지점은 GIS 상에서 점 형태로 표현된다. 따라서 소축적 지도에서는 위치가 겹

1) 화재의 초기 단계에서 연소물로부터의 가연성 가스가 천장 부근에 모이고 그것이 일시에 인화해서 폭발적으로 방 전체가 불꽃이 도는 현상이다. 선행 연구들에서도 이를 소방 서비스 권역의 기준으로 산정하였다.

치거나 중복되어 시각적이고 정량적 특성을 파악하기에는 어려움이 있으므로 커널 밀도(Kernel Density) 분석이 사용된다. 커널 밀도 분석은 연구 지역에서 서로 다른 특성의 데이터들로부터 그 밀도를 계산하는 분석 방법이다. 커널밀도 분석과정은 분석 반경을 설정하여, 반경 내의 포함된 점의 수를 밀도로 추정하여 커널 함수(K)로 표현하며 이에 대한 계산과정은 다음 식에 따른다.

$$K = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x-x_i}{h} \right)$$

여기서, K : Kernel density
 n : number of point
 h : band width
 d : data dimensionality
 x : 미지점
 xi : I 번째 기지점

또한 도로의 너비와 차선 수 데이터를 통해 불법주차 발생 시 소방차가 통과 불가능한 도로로 폭 8.5m 이하 도로를 추출하여 선정하였다. 선정된 도로와 Geocoding 된 점들을 공간적으로 중첩하여 8.5m 이하 도로에서 발생한 불법 주·정차 지점을 선정하였다. 선정된 불법 주·정차 지점으로 Kernel Density 분석을 활용하였고, 이때 점의 위치 속성과 동시에 단속 건수를 속성으로 넣어주기 위해 인구 데이터 대신 불법 주·정차 단속 건수를 대신 입력하였다. 분석된 레스터 파일을 다시 9등급으로 재분류하고 polygon화 하였다. 이 polygon 데이터를 건축물 데이터와 중첩하여 불법주차 발생 등급별로 건축물 데이터를 분류했다. 그리고 분류된 건축물 데이터를 다시 8.5m이하 너비의 도로와 중첩시켜 최종적으로 불법 주·정차가 다량 발생하고 불법 주·정차 발생 시 소방차의 진입이 불가능한 건축물 데이터를 도출하였다.

최종 청주시 소방 서비스 취약 건물을 도출하기 위해서 Arc Gis 10.1 소프트웨어를 활용하여 중첩 분석을 활용하였다. 네트워크 분석으로 도출된 소방 구조대 도달 취약 건물 데이터를 기준으로 하여 불법주차 고밀도 발생 위험 건물 데이터를 중첩하여 추가하였다.

IV. 연구결과

1. 소방 접근성 분석(네트워크 분석) 결과

청주시 소방 구조대 접근성 취약지역 분석 결과 청주시 내의 전체 건물 231,610채 중 117,388채(50.68%)의 건물이 5분 서비스 권역에 포함되었고 39,655채(17.12%)의 건물이 5-10분 권역에 포함되었다. 청주시 전체 건물 중 서비스 권역에 포함되지 못한 건물은 74,567채로 전체 건물 중 32.20%를 차지하고 있다. 다음 <Table 3>은 청주시 전체의 소방 접근성 분석 결과를 요약하여 나타낸다.

Table 3. Results of fire service accessibility analysis

Category	Number of buildings	Ratio
All of Cheongju	231,610	100%
In 5 minutes areas	117,388	50.68%
In 5-10 minutes areas	39,655	17.12%
Outside service areas	74,567	32.20%

다음 <Figure 1>은 소방 구조대 접근성 분석 결과를 나타낸다.

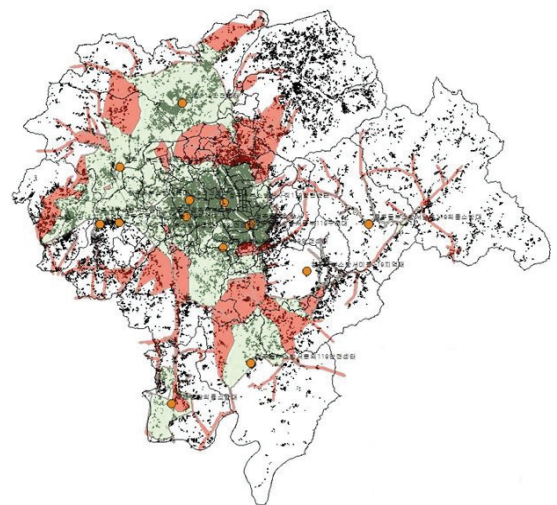


Figure 1. Fire service accessibility analysis results

행정경계 읍/면/동 별로 취약 건물을 도출한 결과 5분 권역 접근성 취약 건물의 비율이 북이면 > 내수읍 > 미원면 > 낭성면 > 울량·사천동 순으로 높았다. 10분

권역 접근성 취약 건물의 비율은 북이면 > 미원면 > 내수읍 > 가덕면 > 현도면 순으로 높았다. 청주시 전체 43개의 읍/면/동 중 15개의 읍/면/동에서 5분 권역 접근성 취약 건물 비율이 40% 이상으로 나타났으며 8개의 읍/면/동에서 10분 권역 접근성 취약 건물의 비율이 40%로 나타났다. 하지만 건축물 연면적으로 산정한 결과 5분 권역 접근성 취약 건물의 연면적이 내수읍 > 용암2동 > 미원면 > 남일면 > 강내면 > 오창읍 순으로 컸고 10분 권역 접근성 취약 건물의 연면적이 내수읍 > 미원면 > 강내면 > 용암2동 > 북이면 순으로 컸으며 취약 건물 개수의 비율과는 다소 차이가 있었다.

2. 불법 주·정차 발생 지역 밀도 분석 결과

청주시 불법 주·정차 고밀도 발생 지역 밀도 분석 결과 청주시 건물 231610채 중 밀도의 분류 중 가장 높은 9의 밀도에 해당 되는 건물은 784채이며 8의 밀도에 해당하는 건물은 1228채이고 7의 밀도에 해당하는 건물은 2203채이다. 이는 청주시 전체의 건물과의 비율로 봤을 때 8%에 불과하지만 일정 지점에 다량 밀집되어 몇몇 지점에 주로 고밀도로 분포하는 특성을 띄고 있어 화재발생 시 방해요인으로 작용할 수 있는 위험도가 높다고 판단되었다. 행정경계 읍/면/동 별로 취약 건

물을 도출한 결과 고밀도 건물(7-9) 비율이 가장 높은 곳은 가경동 > 북대 1동이였으며, 중밀도 건물(4-6) 비율이 가장 높은 곳은 금천동 > 사직2동 > 탑·대성동 > 중앙동 > 성안동 > 용담·명암·산성동 순이었다. 다음 <Table 4> 위의 내용을 요약하여 나타낸다.

3. 최종 소방 서비스 취약 건물 분석 결과

다음 <Figure 2>는 최종 소방 서비스 취약 건물의 도출 결과를 보여준다. 청주시 231,610 채의 건물 중 5분 서비스 취약 건물은 118,033채 이고 10분 서비스 취약 건물은 78,373 채이다.

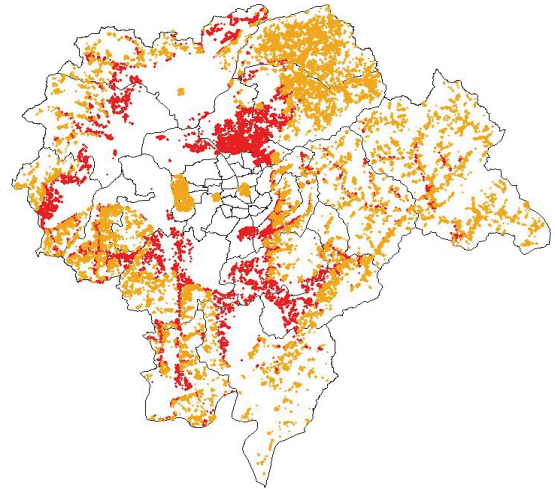


Figure 2. Final Fire Service Vulnerable Buildings

Table 4. Results of Illegal Parking/Stopping Occurrence Area Density analysis

Eup/Myeon/Dong	All buildings	Density 9 buildings	Density 8 buildings	Density 7 buildings	High density building ratio (%)
Kagyeong-dong	3767	555	649	328	40.7
Bokdae 1-dong	24555	224	486	213	37.6
Eup/Myeon/Dong	All buildings	Density 6 buildings	Density 5 buildings	Density 4 buildings	Medium density building ratio (%)
Guemcheon-dong	3423	1146	882	874	84.8
Sajik 2-dong	2024	281	296	372	46.9
Tab-Daeseong-dong	2218	755	198	38	44.7
Jungang-dong	3699	396	398	760	42.0
Seongan-dong	3107	408	577	278	40.7
Yongdam-Meyongam-Sanseong-dong	2326	114	312	86	22.0
Eup/Myeon/Dong	All buildings	Density 3 buildings	Density 2 buildings	Density 1 buildings	Low density building ratio (%)
Yeongun-dong	1722	826	727	0	90.2
Mochung-dong	3716	1132	770	134	54.8
Sugok 1-dong	3095	177	1006	501	54.4
Bongmyeong 2-Songjeong-dong	3549	44	100	1712	52.3
Uncheon-Shinbong-dong	2074	0	261	751	48.8

4. 토론

5분 권역 접근성 취약 건물과 10분 권역 접근성 취약 건물을 비율과 연면적으로 산정했을 때 그 취약 정도에 차이가 있었다. 이는 과거 청주시 소재지였던 곳의 건물의 연면적이 더 크기 때문인 것으로 판단되었다. 또한 연면적을 이용한 산정법이 대형 화재에 취약한 건물을 좀 더 정밀하게 도출할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 이를 보았을 때 과거 청원군 소재지였던 곳에 소방 접근성 취약 건물이 더 밀집된 것으로 도출되었다.

분석 결과 고밀도 해당 건물의 비율이 높은 읍/면/동은 주로 대형 판매시설이거나 상업시설 비중이 높은 지역이었으며, 중밀도 해당 건물의 비율이 높은 읍/면/동은 주로 다가구주택 밀집 지역 및 상업시설 밀집 지역인 것으로 도출되었다. 또한 과거 청주시 소재지였던 곳에 해당하는 읍/면/동의 비율이 높은 것으로 도출되었다. 따라서 가설 1,2,3에 해당하는 내용을 입증하였다.

V. 결론

본 연구에서는 통합 청주시에 적합한 소방대 기본 배치를 제안하고 통합 청주시에 알맞은 소방 서비스 공급을 위한 정책의 기반자료의 제시를 위해 청주시의 실제 소방서 위치와 건물 위치, 도로 데이터를 통해 GIS 공간 분석 기법을 활용하여 통합 청주시의 소방 서비스 취약지역을 읍/면/동 단위로 분석하였다. GIS의 네트워크 분석의 Service Area와 Kernel Density 분석을 활용하여 청주시 소방서를 기점으로 한 서비스 권역과 불법주차 발생지역의 밀도 분석을 통해 소방 서비스 취약지 건물들의 수와 연면적을 함께 도출하였다.

청주시 내 행정경계 읍/면/동 별 소방 서비스 취약 건물 비율의 차이가 존재하며 따라서 통합 청주시에 알맞은 소방 서비스가 공급되지 못하고 있는 실정이라는 결론이 도출되었다. 또한 통합 전의 청주시 및 청원군의 소방 서비스 공급의 격차가 큰 것으로 도출 되었으며 통합 전 청주시 소재지였던 곳에는 불법주차 단속 강화 및 불법주차 밀집지역에 주차장 확보가 필요하다고 판

단하였으며, 과거 청원군 소재지였던 곳에는 소방력 배치 분포 조절 및 새로운 소방서 배치 재 검토할 필요가 있다고 판단하였다.

하지만 불법 주차 발생 지역 밀도 분석 시, 원 자료로 불법 주차 단속 지점 및 단속 건수 데이터를 사용하여 단속 지점 보다 발생 지점이 더욱 많을 것으로 판명되며, 이 자료의 구축에 어려움이 존재하는 한계점이 존재하였다. 또한 불법 주·정차 발생의 특성 상, 시간대 별 차이와 요일 별 차이가 존재함을 감안하여야 한다. 또한 실제 화재 진압 시간에 불법 주·정차 발생이 미치는 영향은 아직 정량화되어있지 않은 한계점도 존재하였다. 이러한 자료 구축의 문제와 특성의 문제를 추후의 연구 과제로 도출할 수 있으며 본 연구와 추후의 연구인 OD Matrix 분석을 통한 최적지역 선정 등을 통해 통합 청주시 소방력 배치의 기반 자료로 제시하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2018년도 한국지역학회 전기학술대회에서 발표한 내용을 수정·보완한 것이며 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A5B6914198).

References

- Choi, Jin Ho and Seung Min Koo. 2014. GIS Spatial Analysis base on the Distribution Characteristics and Location Suitability of Emergency Evacuation in Cheongju. *Research on Regional Policy*. 25(1): 109-120.
- Jeong, Ku Dong, et. al., 2012. A Study on Deriving Vulnerable Area and its Reformation Way from Accessibility Analysis of Jurisdiction of Daegu City Fire and Rescue Stations. *Journal of the Korean Institute of Fire Science and Engineering*. 2012(5): 170-173.
- Kil, Hye Min. 2015. Analyzing the Location-Selecting Factors for Care Hospitals Using Kernel Density Function and LISA

- based on GIS-Focusing on the Demand and Supply Factors of the Metropolitan Area. *Residential Environment Institute of Korea*. 13(4): 283-299.
- Kim, Kwon Sik. 1987. Concepts and Measures of Accessibility. *Journal of Korea Transportation Research Society*. 5(1): 1033-1046.
- Kim, Yoon Hye, Min Ji Han, and Eun Jung Kim. 2016. Optimal Location Selection of Fire Stations using Geographic Information Systems: Focused on Ulsan Metropolitan Area. *Journal of the Korean Housing Association(Spring Conference)*. 2016(4): 221-224.
- Ku, Seul and Yoo, Hwan Hee. 2012. An Analysis of Fire Area in Jinju City Based on Fire Mobilization Time. *The Korean Society For Geospatial Information System*. 20(4): 127-134.
- Kwon, Pil, Young Min Lee, Yong Huh, and Ki Yun Yu. 2015. Rearranging Emergency Medical Service Region Using GIS Network Analysis-Daejeon Metropolitan City Case Study. *Journal of Korean Society for Geospatial Information*. 23(3): 11-21.
- Park, Gyung Yeol. 2016. Evaluation of Expansion Policy of Tourist Accommodation Facilities Utilizing GIS Space Analysis Technique-Utilizing Density and Overlay Analysis. *The Korean Academic Society of Tourism and Leisure*. 28(10): 249-266.
- Korean References Translated from the English
- 구슬, 유환희. 2012. 화재 출동시간에 근거한 진주시 소방권역 분석. *한국지형공간정보학회지*. 20(4): 127-134.
- 권필, 이영민, 허용, 유기운. 2015. GIS 네트워크 분석을 활용한 응급의료서비스 권역 재조정 방안. *한국지형공간정보학회지*. 23(3): 11-21.
- 갈혜민, 박혁서, 박지윤. 2015. GIS기반 커널밀도함수분석과 LISA 분석을 활용한 요양병원 입지선정요인분석. *주거환경*. 13(4): 283-299.
- 김광식. 1987. 都市公共서비스 施設과 그 利用者間의 接近性 測定에 관한 研究. *국토계획*. 22(3): 69-84.
- 김운혜, 한민지, 김은정. 2016. 시민의 안전한 주거생활권 보장을 위한 소방서의 최적입지 선정에 관한 연구: 울산광역시를 중심으로. *한국주거학회 학술발표대회 논문집*. 2016(4): 221-224.
- 박경열. 2016. GIS 공간분석기법을 활용한 관광숙박시설 확충 정책 평가. *관광레저연구*. 28(10): 249-266.
- 정규동, 홍원화, 최준호, 김광섭, 이지수. 2012. 대구시 소방권 역별 접근성 분석을 이용한 구조대 재편방안. *대한건축학회 논문집-계획계*. 28(9): 277-286.
- 최진호, 주승민. 2014. GIS 공간분석 기반의 청주지역 대피소 분포 특성 및 위치 적합성 평가. *지역정책연구*. 25(1): 109-120.

Received: Aug. 22, 2018 / Revised: Sep. 17, 2018 / Accepted: Sep. 27, 2018

GIS 공간분석기법을 활용한 소방 서비스 특성 분석 및 취약지역 도출

– 청주시를 대상으로 –

국문초록 본 연구의 목적은 GIS 공간분석기법을 활용하여 청주시 행정구역별 소방서비스 공급특성을 분석하고, 소방서비스 공급 취약지역을 도출하는 것이다. 이를 위해 먼저, GIS 공간분석기법의 하나인 Kernel 밀도 분석을 통해, 청주시 내의 불법 주차 및 정차 발생 지점의 밀도를 분석하여 불법 주정차 고밀도 발생 위험 지역을 파악했다, 다음으로 GIS 네트워크 분석을 통해 소방서 출발 기준 5분, 10분 내 소방차 접근 취약 권역을 도출했다. 연구 결과, 청주시에는 적절한 소방 서비스가 공급되지 못하고 있으며, 중심 지역과 외곽 지역의 소방 서비스 취약 지역의 비율에 차이가 있음을 확인하였다. 이러한 서비스 불균형을 극복하기 위해 외곽지역에 적절한 소방 서비스가 배치되어야 하며, 중심 지역에는 불법 주차 단속 등의 조치가 필요하다. 본 연구의 결과는 소방서비스 취약지역을 위해 소방대 배치의 기본 자료로 활용될 수 있다.

주제어 : 도로, 119안전센터, 소방서비스 취약지역, 불법주차, 네트워크분석, Kernel Density분석

Profiles **Hye Rim Choi** : She received her B.A., from Chungbuk National University, Korea in 2018. She is a candidate for a Undergraduate courses in the Department of Urban Engineering at chungbuk National University. Her research interests included urban regeneration, urban safety, urban governance(hearim1142@naver.com).

Yong Un Ban : He received his M.A. from Yonsei University and Ph.D. from University of Pennsylvania. He is a professor of the Department of Urban Engineering at Chungbuk National University. His research interests included sustainable development, urban spatial configuration, space syntax, eco-industrial park, climate change, and environmental justice. He has published 74 articles in journals and written 5 co-author books(byubyu@chungbuk.ac.kr).

Jong In Back : He received his M.A. from Chungbuk National University, Korea in 2008. He finished the coursework in the Department of Urban Engineering at Chungbuk National University. His research interests included sustainable development, urban spatial configuration, eco-industrial park, climate change, and environmental justice(yahoback@nate.com).

Seung Hoon Lee : He received his B.S., from Chungbuk National University, Korea in 2018. He is a candidate for a Master's degree in the Department of Urban Engineering at Chungbuk National University. His research interests included urban regeneration, urban governance, environmental justice(moluko10@naver.com).