

# 지역 내 통행 특성을 고려한 청주시 중생활권의 도시기반시설별 서비스 권역 분석: 네트워크 분석 방법을 중심으로

전병윤<sup>1</sup>, LIU SIPEI<sup>1</sup>, 홍영교<sup>2</sup>, 이만형<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>충북대학교 도시공학과, <sup>2</sup>충북대학교 건설기술연구소

## Analysis of Urban Infrastructure Service Areas in the Mid-Living Areas of Cheongju City Considering the Characteristics of Local Traffic: Focusing on the Network Analysis Method

Byeong-Yun Jeon<sup>1</sup>, LIU SIPEI<sup>1</sup>, Young-Kyo Hong<sup>2</sup>, Man Hyung Lee<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of Urban Engineering, Chungbuk National University  
<sup>2</sup>Institute of Construction Technology, Chungbuk National University

**요약** 본 연구의 목적은 도시 내 통행 특성을 고려해서 청주시 중생활권의 도시기반시설별 서비스 권역을 분석하는 것이다. 연구의 주요 결과를 요약하면, 첫째, 커뮤니티 발견법(Community Detection)을 이용한 결과 청주시는 14개 생활권을 형성했으며, 2030 청주도시기본계획과 비교한 결과는 도심생활권이 형성되지 않는 것으로 나타났다. 기존 서원생활권에 속하는 성화-개신동은 북대 1동과 2동, 가경동 등이 속한 흥덕생활권과 상호 연관성이 높은 지역으로 분류되었다. 둘째, 전자의 분석 결과와 도시기반시설별 서비스 권역 분석 결과를 중첩하여 살펴보면, 교육시설과 공공시설, 문화시설이 15분 이내에 접근이 가능하다. 나머지 시설은 15분 이내에 도달하기 어려운 지역이 다수 존재하였다. 특히, 상당구 미원면은 기차역, 병원, 소방서 등 시설 서비스를 이용하는 데에 15분 이상 소요하는 것으로 분석되었다. 청주시민의 생활편의 증진과 관련 계획 수립 등 시민들의 통행 특성, 도시기반시설별 접근성 등을 우선적으로 감안할 필요가 있다.

**Abstract** The purpose of this study is to analyze the urban infrastructure service areas in the mid-living areas of Cheongju City by considering the characteristics of traffic in the city. The main results of the study show, first, that Cheongju City has formed 14 living areas. Seonghwa-dong and Gaesin-dong, which belonged to the existing Seowon living areas, were reclassified as areas highly related to Heungdeok living areas, by comparing the results with the 2030 Cheongju Urban Basic Plan. Second, educational, public, and cultural facilities are found to be accessible within 15 minutes, by overlapping the results of the former and the urban infrastructure service area analyses. There existed 'marginal' areas where it was difficult to reach the rest of the facilities within 15 minutes. In particular, it takes more than 15 minutes to use facilities such as train stations, hospitals, and fire stations in Miwon-myeon, Sangdang-gu. The study finally suggests that policies considering the characteristics of citizens' passage and access to urban infrastructure, such as the promotion of the living benefits of Cheongju citizens and the establishment of related plans, should be primarily designed.

**Keywords** : Regional Structure, Passage Pattern, Living Area, Community Detection, Arc GIS Service Area Analysis

이 논문은 충북대학교 국립대학육성사업(2021)지원을 받아 작성되었음

\*Corresponding Author : Man-Hyung Lee(Chungbuk National Univ.)

email: manlee@chungbuk.ac.kr

Received September 27, 2021

Revised November 16, 2021

Accepted January 7, 2022

Published January 31, 2022

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라 모든 시·군 도시계획 법체계는 도시의 발전 방향을 제시하는 도시기본계획과 필지 단위로 수립하는 도시관리계획으로 이원화되어 있다. 그러나 최근에는 사람들의 통행 패턴에 기반한 생활권의 계획의 단위로 활용하자는 주장이 대두되고 있다[1].

생활권 범위를 설정하기 위한 대부분의 선행연구에서 통근·통학, 쇼핑 등의 통행 목적에 기반한 O-D 자료를 활용하고 있다. 각종 통행 O-D자료가 도시구조를 규명함에 있어서 가장 적절한 분석자료임을 강조한 바 있다 [2]. 이를 기반한 공간 위계별 생활권 기준, 범위 설정 등 다양한 연구가 수행되고 있다. 그럼에도 불구하고 도시·군 기본계획수립지침 상에 생활권 설정을 위한 구체적인 기준이 제시되어 있지 않다. 이론상에 기준과 지자체에서 실제 수립한 도시·군기본계획에서의 생활권을 비교했을 때, 서로 일치하지 않은 문제점을 내재하고 있다[3,4].

이와 함께 생활권 설정과 관련한 선행연구에서 도출할 수 있는 몇 가지 한계점은 다음과 같다. 첫째, 도시·군기본계획 중 부분별 계획에서 인구 배분에 따른 생활권을 어떻게 설정하느냐에 따라서 기반시설의 물리적 시설배치 등과 연동되어 나타나기 때문에 두 가지를 동시에 고려할 필요가 있으나, 대부분의 연구는 가구통행실태조사를 활용하여 생활권을 도출하고 기존에 수립한 도시기본계획과의 비교·분석에만 국한되어 있다는 점이다. 둘째, 서울특별시, 수도권 도시, 광역시 등 대도시권에 속한 특정 도시를 사례로 연구가 수행되었다. 지방도시를 대상으로 한 연구가 상대적으로 부족한 점을 고려해 볼 필요가 있다.

본 연구는 청주시 내 통행·특성을 고려해서 중생활권의 도시기반시설별 서비스 권역을 분석하는 데에 있다. 이 연구의 질문은 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 통합 청주시 내 목적별 통행 패턴은 어떠한가? 둘째, 청주시의 중생활권은 어떻게 형성되고 있는가? 셋째, 중생활권에서 도시기반시설별 도달하는 시간에 따른 지역 내 접근성은 어떠한가?

본 연구 질문에 대한 답을 제시하기 위한 방법으로 첫째, 2016년 기준 가구통행실태조사[5] 최소 집계 단위인 행정동 단위로 청주시 통행 목적에 따른 통행량을 파악하고, 통행목적별 지역 내 특성을 살펴본다. 둘째, 행정동별 O-D 자료를 활용하여 사회 네트워크 분석 방법 중 커뮤니티 발견법(Community Detection) 방법을 적용

하고, 도착 시간을 고려한 중생활권을 분석한다. 셋째, 분석한 중생활권을 중심으로 도시기반시설별 Arc GIS 네트워크 서비스권역 분석을 한다.

본 연구의 방법을 적용하여 실증하기 위해서 공간적 범위는 충북 청주시로 한정하였다. 2014년 7월 (구)청주시와 (구)청원군이 행정구역을 통합한 도시로써 도시와 농촌의 특성을 내재하며 충청권을 대표하는 도시로 볼 수 있다. 2030청주도시기본계획에서 인구·면적 등 사회·물리적 특성을 반영하여 청주시는 5개 생활권(도심·상당·서원·흥덕·청원)을 설정하고 있다. 러나 생활권의 구분에 있어서 통행 특성을 고려하지 못했으며, 인구와 면적 등 물리적 특성이 대생활권 기준에 설정되어 있어, 생활권의 설정 기준에 따른 분석이 필요한 실정이다. 따라서, 기존 계획과 비교 연구를 하기에 적합하다고 판단된다.

본 연구의 분석 단위는 가구통행실태조사 자료의 최소 집계 단위인 행정동 단위이다. 시간적 범위는 가장 최근 자료인 2016 국가교통DB 가구통행실태조사 자료 중 청주시만을 추출하고, 행정동은 43개이다. 도시기반시설별 Arc GIS 서비스 권역 분석을 적용한 관련 연구를 통해 생활권 검증과 연관성이 높은 도시기반시설별 점사상(Geocoding) 형태의 자료를 구축하였다.

본 연구는 제5장으로 구성되어 있다. 제2장 이론적 고찰 및 선행연구 검토에서는 지역구조의 개념을 고찰하고, 생활권의 개념과 공간적 위계에 대해서 논의한다. 선행연구는 지역 내·외 생활권 설정에 관한 연구와 지역 내 도시기반시설별 서비스 권역 분석에 관한 연구를 살펴보고, 이 연구의 차별성을 제시한다. 제3장에서는 연구 대상지 선정과 분석자료의 구축과정과 분석 방법인 커뮤니티 발견법(Community Detection), Arc GIS 서비스 권역 분석에 관해서 기술하였다. 제4장 실증 분석은 O-D 자료를 활용한 청주시 내 읍·면·동 간에 통행 목적별 특성과 중생활권 분석, 중생활권의 도시기반시설별 서비스 권역 분석을 하였다. 제5장에서는 연구의 결과를 요약하고 연구 과정에서 고려하지 못한 한계점과 향후 연구계획을 제시하였다.

## 2. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

### 2.1 지역구조의 개념과 생활권의 공간적 범위

오래전부터 하나의 전체지역이 이를 구성하는 다수의 부분지역과의 관계를 의미하는 지역구조를 동질지역(또는 동질지역)적 관점과 기능지역(또는 결절지역)적 관점

에서 분석해 왔다. 등질지역적 관은 토지이용에 따라서 구분되는 주거·상업·공업지역 등이 지역구조를 반영하는 부분지역이 된다. 특정 장소가 가지는 절대적인 속성으로 도출되는 절대적 장소의 개념이다. 등질지역적 관점과 대비되는 기능 지역적 관점은 전체지역을 구성하는 단위 지구 간에 발생하는 장소 간의 공간 상호작용으로 형성된다. 통근권이나 통학권과 같이 출발지에서 도착지로의 연결 관계를 토대로 다수의 부분지역이 만들어지고 이를 부분지역이 결합하여 전체지역을 형성할 때 도출된다[6]. 즉, 기능지역적 관점은 생활권을 도출하는 데 중요하다.

생활권의 사전적 의미는 “행정구역과는 관계없이 통학이나 통근, 쇼핑, 오락 따위의 일상생활을 하는 활동 범위”로 도시민들이 다양한 목적을 가지고 활동하는 공간적 범위를 지칭한다[7].

일반적으로 생활권의 공간 위계는 목적에 따라서 소생활권(근린생활권), 중생활권, 대생활권으로 구분된다. 소생활권은 근린생활의 공간적 범위를 의미한다. 동사무소, 우체국, 초등학교 등 시설을 기준으로 하며, 10분 이내에 접근 가능한 범위를 의미한다.

중생활권은 일상생활에 필요한 각종 서비스 교통수단을 이용하여 구청, 경찰서, 중학교 등 시설에 15분 이내에 접근 가능한 범위를 의미한다. 대생활권은 주거·상업뿐만 아니라 생산시설도 포함하여 모든 시민활동을 수용하고 시청, 대학교 등 시설에 30분 이내에 접근 가능한 범위를 의미한다. 광역생활권은 주요 시설에 접근 가능한 시간을 고려하지 않은 공간적 범위를 의미한다[8].

도시기반시설의 입지는 인구의 공간적 분포가 많은 영향을 미친다. 지역 내에 거주자들의 통행패턴을 고려하여 도시기반시설의 입지를 고려한다면 효과적인 도시정책을 할 것으로 예상할 수 있다.

## 2.2 선행연구 검토

### 2.2.1 지역 내·외 통행 특성을 고려한 생활권 설정에 관한 연구

기존 선행연구는 지역 내 통행 특성을 고려한 생활권 연구와 행정구역과 관계없이 지역 내·외 통행 특성을 고려해서 생활권을 도출한 연구로 구분할 수 있다.

오병록(2014)[9]은 도시계획에서 부문별 계획 중 생활권 계획의 필수적인 계획임에도 불구하고 생활권에 대한 범위가 명확하지 않다는 점에 주안점을 두어 서울시를 대상으로 생활권 기준을 도출하였다. 서울시 가구통행실태조사를 기반으로 목적 통행에 따른 통행량과 통행 거

리를 측정하였다. 분석 결과 근린생활권은 도보에 의한 반경 700m, 소생활권은 자전거와 마을버스 이용에 따른 반경 2km, 중생활권은 시내버스와 승용승합차 이용에 따른 반경 5km, 대생활권은 지하철 이용에 따른 반경 9km를 제시하였다.

정윤영 외(2014)[10]는 서울시를 대상으로 가구통행 실태조사를 활용하여 사회네트워크 분석 방법 중 중심성 분석을 적용하여 중심성 지수를 도출하고 나아가 이들 지역과 연계성을 가지는 지역을 2030서울플랜과 비교·분석하였다. 분석 결과에 따르면 서울 플랜에서 제시한 종로구 및 중구는 노원구를 비롯한 동북권과 연계성이 높았으며, 용산구는 강서구를 포함한 서남권에 속한 지역과 연계성이 높은 것으로 분석되었다.

비슷한 맥락에서 김수현 외(2020)[11]는 서울시를 대상으로 휴대전화 빅데이터를 기반으로 커뮤니티 발견법(Community Detection)을 적용하여 기존에 수립한 생활권 계획과 비교·분석하였다. 분석 결과에 따르면 기 서울시 5대 생활권과 다르게 도심권이 나타나지 않았다. 커뮤니티 개수 조정에 따라서 중심지 체계와 비교해봤을 때, 3도심 7 광역 12지역중심 체계의 공간구조와 일치하는 것으로 분석되었다. 홍성조 외(2018)[1]는 수원시를 대상으로 수도권 가구통행실태조사 자료를 활용하여 R-mode 요인분석을 통해서 생활권을 도출하고, 대부분 선행연구에서 고려하지 못한 인식적 측면에서 시민 설문 조사를 통해서 비교·분석하였다. 수원시에 총 14개 생활권이 도출되었으며, 시민 설문조사를 통해서 일치율을 확인한 결과 약 46% 정도 일치하는 것으로 나타났다.

정환영 외(2020)[13]은 광주·전남지역을 대상으로 연도별 통근·통학 특성을 기반으로 GIS 보간법 중에서 크리깅(Kriging)을 적용하여 생활권을 도출하였다. 전남 동부권에 속한 여수, 순천, 광양 등 도시가 지역 간 연계성이 높게 나타났으며, 순천의 경우 도시 규모가 작음에도 불구하고 다른 지역과 연계성이 높은 것으로 나타났다. 하재현 외(2016)[14]는 수도권을 대상으로 커뮤니티 발견법(Community Detection)을 적용하여 공간 위계별 생활권을 분석하였다. 자치구 및 시도 공간 단위의 경계에서 주변지역과 생활권을 이루고 있으며, 지역계획 수립 등 공간계획을 수립함에 있어 시사점을 제공하였다. 정창호 외(2014)[15]는 부산·울산·경남지역 시군을 대상으로 통행 목적별 통행 영향도를 산출하여 연계지역 간 생활권을 도출하였다. 부산과 양산의 경우 도시 간 연계성이 높게 도출되어 생활권을 형성하고, 울산광역시외의 경우 다른 지역과 연계성이 모두 낮게 나타났다.

### 2.2.2 지역 내 도시기반시설별 서비스 권역 분석에 관한 연구

도시기반시설은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조에 명시한 교통, 공간, 유통·공급, 공공·문화체육, 방재, 보건위생, 환경기초에 해당하는 7개 시설군과 53개 세부 시설로 구분된다. 국가 또는 지자체는 지역 내 인구, 규모 등 기준을 감안해서 도시민의 일상생활과 복지증진을 위하여 설치·운영하고 있다.

이와 관련하여 지역 내 도시기반시설 입지에 따른 접근성을 각 지자체의 도로망에 기반한 Arc GIS 서비스 권역 분석을 시도한 연구가 있다.

안영웅 외(2020)[16]는 대전광역시를 중심으로 방재 시설(소방서)의 서비스 권역(Service Area)을 분석하고, 공간 계층별로 격차를 분석하였다. 소방서비스의 끝단타임이 5분 이내에 접근 가능해야 한다. 대전광역시 전체 면적 중에 절반 이상(54.8%)으로 약 2.0% 인구가 소방 서비스를 받지 못하는 것으로 분석되었고, 기초생활수급자 수와 고령인구(65세 이상)인구가 거주하는 것으로 나타났다. 이와 비슷하게 전병윤 외(2019)[17]는 통합 청주시의 고령인구 밀집지역을 중심으로 관련 기반시설별 서비스권역을 분석한 바 있다. 분석 결과에 따르면 방재 시설(소방서)의 경우 5분 이내에 접근할 수 있는 읍·면지역이 사실상 전무하였으며, 의료시설의 경우에도 15분 이상이 소요되는 것으로 분석되었다.

김솔희 외(2015)[18]는 강원도 평창군에 입지하고 있는 의료시설을 중심으로 접근성을 평가했을 때, 읍·면 단위 지역에서 의료시설까지의 접근성 수준이 상당히 열악한 것으로 분석되었다.

배민기 외(2013)[19]는 (구)청주시에 입지한 도시공원을 대상으로 서비스격차를 해소하기 위해서 주변지역의 토지가격, 추정소득분위, 교육·편의·보육시설 등을 복합적으로 고려하여 실증 분석을 했다. 도시공원 확충을 위한 최적(안)은 보행거리 500m 이내 지역과 도시공원서비스 제외 지역 중 소득분위 4분위, 토지가격 4단계 이하인 주거지역을 중심으로 한 보행거리 250m 지역을 선정하여 확충하는 것이 적합하다고 밝힌 바 있다.

남윤섭(2019)[20]은 제주시에 입지하고 있는 문화·체육·관광·공원 등 대표적인 여가시설을 대상으로 거주지를 중심으로 100m, 500m, 1,000m 단위로 접근성을 분석하였다. 행정동 단위별로 접근할 수 있는 여가시설의 개수가 각각 상이하게 분석되었으며, 선호하지 않은 거주지역은 여가시설까지의 접근성이 열악한 것으로 나타났다.

### 2.3 연구의 차별성

본 연구는 사람의 행태 특성을 파악할 수 있는 2016년 기준 가구통행실태조사를 기반으로 중생활권을 도출하고, 선행연구에서 활용한 도시기반시설별로 분석한 서비스권역을 중첩하여 읍·면·동 간에 격차를 증점적으로 살펴보고자 한다. 생활권 설정에 관한 연구와 도시기반시설별 서비스권역을 도출한 선행연구를 검토해보면 몇 가지 한계점을 제시할 수 있다.

첫째, 도시·군기본계획 중 부문별 계획에서 인구 배분에 따른 생활권을 어떻게 설정하느냐에 따라서 기반시설의 물리적 시설 배치 등과 연동되는 만큼 동시에 고려해 볼 필요가 있으나 대부분 가구통행실태조사를 활용하여 공간 위계별로 생활권만을 도출하고 기존 도시기본계획과의 비교·분석에만 국한되어 있다. 둘째, 서울특별시, 수도권, 광역시 등 대도시권 특정 도시를 사례로 연구가 수행되었고, 지방도시를 대상으로 한 연구가 상대적으로 부족한 점을 고려해 볼 필요가 있다.

## 3. 분석의 틀

### 3.1 연구 대상지 선정

연구 대상지는 2014년 7월 (구)청주시와 (구)청원군이 행정구역 통합으로 출범한 청주시로 선정하였다.



Sources : Cheongju City, 2019, 「2030 Partial Changes to Cheongju City Plan」

Fig. 1. 2030 Cheongju City Plan Living Area

Fig. 1에서 제시하는 바와 같이 2030 청주도시기본 계획에서 설정한 생활권은 도심, 상당, 서원, 흥덕, 청원 생활권으로 구분하고 있다[21].

청주시 도시기본계획에서 생활권 설정은 지역 간 인구, 면적, 하천, 산 등 자연·물리적 생활환경 특성을 반영하여 5개(도심, 상당, 서원, 흥덕, 청원) 생활권을 설정하였지만, 생활권의 개념에 부합하는 통근·통학 등 일상생활 특성을 파악할 수 있는 사람의 행태 기반 자료를 반영하지 못했다.

이 연구에서는 사람의 통행·특성을 고려할 수 있는 자료를 기반으로 청주시의 중생활권을 도출하고, 기존에 수립한 도시기본계획 상에 생활권과 비교·분석하기에 적합하다.

### 3.2 분석 자료 구축

연구의 자료는 두 가지로 구분할 수 있다. 청주시 읍·면동 내 통행 목적별 특성과 공간 위계별 생활권을 분석하기 위해서, 국가교통DB에서 제공하는 가장 최근 자료로 2016년 가구통행실태조사 자료를 활용하였다. 연구 목적에 맞게 자료를 가공하기 위해서 R 분석 도구를 활용하였다. 주로 dplyr, plyr 등 패키지를 사용하여 자료를 재가공하였으며, 청주시 통행목적 특성을 파악하기 위해서 출발·도착지역 조사 항목에 따른 O-D 매트릭스를 구축하였다.

Table 1. Number of Purpose of Passage in Cheongju City

Code	Purpose of passage	Number
1	*Send-off	88
2	*Return to work after work	624
3	Return home	5,766
4	Go to work	2,816
5	Go to school	944
6	Private educational institute class	378
7	Work	118
8	Shopping	743
9	Leisure time/sports etc.	822
10	Eat out	840
11	*Proche visite	139
12	etc.	856
Total		14,134

Sources : Only Cheongju City will be extracted from the National Statistical DB's 2016 household traffic survey and reorganized according to the purpose of Passage.

\*Send-off, Return to work after work, Proche visites to relatives can't be analyzed due to the small number of samples.

청주시 지역 내 총 통행 목적에 따른 통행량은 14,134 통행으로 나타났으며, 귀가(5,766), 출근(2,816), 등교(944) 등 주로 통근·통학에 따른 읍·면·동별 통행량이 많은 것을 알 수 있다. Table 1에서 제시하는 바와 같이 통행목적별 이동 표본 수는 총 14,134 통행이며, 배움, 직업 관련 업무, 친지 방문에 해당하는 통행·목적은 적은 표본 수로 인하여 분석에서 제외하였다.

Table 2에서 제시하는 바와 같이 중생활권 규모에 맞게 지역 내 이동 표본 수를 도출하였다. 중생활권을 도출하기 위해서 도착시간(분), 출발시간(분) 항목과 통행수단 항목을 재정리하였다. 중생활권은 모든 통행수단으로 15분 이내에 접근 가능한 표본 수를 추출하여 자료를 구축하였다.

Table 2. Number of Samples for Middle Living Area Analysis

Classification	A means of passage	Passage time	Number
Middle living area	All means of passage	Within 15 minutes	8,937

청주시 중생활권의 도시기반시설별 서비스 권역 분석을 위해서 Table 3에서 제시하는 바와 같이 선행연구에서 활용한 변수를 고려하였다. 모든 시설별 주소자료는

Table 3. Analysis Index Selection Results

Classify	Facility	No	[20]	[11]	[19]	[17]	[16]	Selection
Transportation environment facilities	Train station	3	-	-	○	-	-	○
	Middle school	45	○	○	-	-	-	○
Educational facilities	High school	35						
Medical facilities	General hospital	7	○	-	○	-	-	○
Public facilities	Community service center	43	-	-	○	○	○	○
	Fire station	15	-	-	○	○	○	○
	Police station	23	-	-	-	-	-	○
	Sports facilities	11	-	-	-	○	-	○
Cultural facilities	Museums, art galleries, etc.	27	-	-	-	○	-	○
Tourist facilities	Tourist attractions, etc.	48				○	-	○
Ecological environment facilities.	Small parks, children's parks, etc.	247	○	○	○	○	-	○

공공데이터포털, 청주시 홈페이지 및 검색을 통해서 정리하였고, 기반시설별 주소자료를 기반으로 지오코딩(Geocoding)하여 점사상으로 공간자료를 구축하였다.

국가교통DB에서 제공하는 교통망 자료를 도로망의 최고 속도와 최저 속도 등을 파악하고 거리(m 단위), 시간(분 단위) 필드를 추가하였으며, 자료 특성상 속성값이 없는 필드는 일일이 확인하였다. 도시기반시설별 서비스 권역을 분석할 기반시설은 선행연구에서 활용한 교통시설(차지역), 의료시설(병원), 공공시설(주민센터, 체육시설, 소방서), 생태환경시설(공원)을 대상으로 증점적으로 살펴보았다.

### 3.3 분석 방법

청주시 중생활권을 도출하기 위한 분석 방법론은 사회 네트워크 분석 방법의 하나로, 네트워크 형태의 구조를 갖는 자료를 연계성이 높은 하위의 집단 구조로 분할하는 방법인 커뮤니티 발견법(Community Detection)이다[14,22].

Eq. (1)에 제시한 바와 같이 네트워크 구조에서 상호연계 정도가 높은 결절점을 바탕으로 군집을 도출해내며, 모듈성(Modularity)이 가장 높은 경우를 탐색하는 방식으로 모듈성이 0에서 1 사이의 값을 갖는다. 수치가 높을수록 커뮤니티의 구분이 명확함을 의미한다[11,14]. 이 방법은 분할되는 네트워크 구조의 규모나 개수를 연구자 임의로 설정하는 것이 불가능하며, 분석 알고리즘(Louvain)을 통해서 자동으로 결정되는 특성을 보인다[22].

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} (A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m}) \delta(c_i, c_j) \dots (\text{eq. 1})$$

$Q$ 는 커뮤니티 디텍션 분석에 따른 결과 값으로 모듈성을 의미하고, 이 연구에서 OD자료를 활용하는 만큼 노드  $i$ (출발점), 노드  $j$ (도착점)가 같은 커뮤니티에 속할 때,  $\delta(c_i, c_j)$ 가 0이 아닌  $Q$ 값을 얻게 되고, 커뮤니티에 속하지 않을 때는  $\delta(c_i, c_j)$ 가 0이 되어  $Q$ 가 0이 된다[11].

다음으로 Arc GIS 서비스 권역 분석은 도로 네트워크의 연결성과 경로를 분석하여 시설의 접근성과 이용권을 분석하는데, 주로 활용되며 네트워크 서비스 영역을 설정할 수 있다[17]. 현실적인 네트워크를 반영한다는 측면에서 권역을 설정하는 일반적인 방법인 버퍼 분석(Buffering Analysis)과 차이점을 갖는다[12]. Fig. 2에 제시한 바와 같이 청주시의 중생활권 범위에서 도시기반

시설별 서비스 영역을 도출하는 만큼 5분, 10분 15분 이내로 설정하여 서비스 영역을 도출하였다.

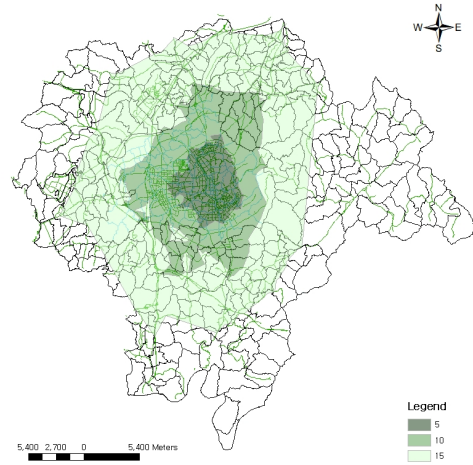


Fig. 2. Building Materials for Deriving Service Areas

## 4. 실증 분석

### 4.1 청주시 내 읍·면·동 통행 목적별 특성

Fig. 3에서 제시한 바와 같이 청주시 내 읍·면·동 통행 목적별 통행 특성은 지역 간 통행량을 기준으로 분석하였으며, 지역 간 통행 횟수가 3회 이상만을 시각화하였다. 여기서 통행 횟수를 3회 이상으로 한정하는 이유는 모든 통행을 나타내면 지역 간 많은 선이 표현되어 통행 패턴을 파악하기에 적합하지 않기 때문이다.

통행 목적에 따른 지역 간 특성을 살펴보면, 귀가와 출근 목적 통행 특성이 유사한 통행 특성을 보이고, 주요 산업단지가 입지한 청원구 오창읍과 시청 등 주요 업무 시설이 입지한 상당구 중앙동·성안동, 흥덕구 복대1동·2동, 가정동 등을 중심으로 통행 흐름이 활발하게 이루어지고 있다.

외식·쇼핑·여가·레저 등 목적 통행 또한 비슷한 통행 패턴을 형성하고 있다. 다음으로 등교 목적 통행의 경우 대부분 동 단위 지역에서 순환 통행이 발생하며, 일부의 경우에만 읍·면 단위 지역에서 동 단위 학교로 통행하는 패턴을 형성하고 있다. 학원 수업 목적 통행의 경우에는 흥덕구 복대1·2동과 상당구 용암1동을 중심으로 패턴을 형성하고 있다. 기타 통행 목적의 경우 앞으로 다루지 않은 모든 통행을 설명하는 것으로서 특별한 해석이 불가능하다.



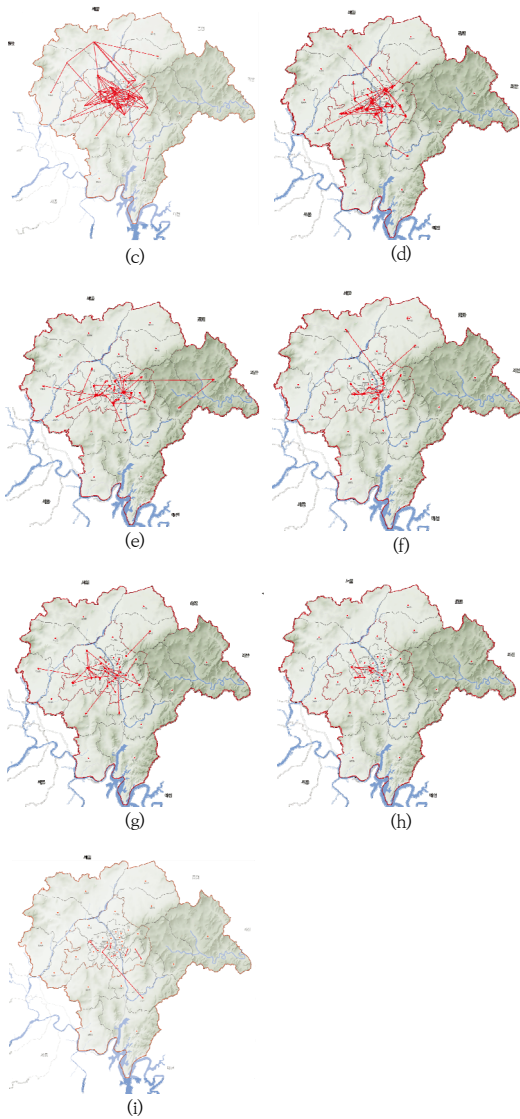


Fig. 3. Trip Purpose of Passage in Cheongju City  
 (a) Return to work after work (b) Return home  
 (c) Go to work (d) Go to school (e) Shopping  
 (f) Leisure/sports etc. (g) Eat out  
 (h) Private educational institute class (i) etc.

통행 목적별 패턴 분석을 종합해 보면, 청주시에서 목적 통행에 따라서 나타나는 통행 패턴은 시청이 있는 상당구 성안동과 중앙동, 대규모 시설이 밀집된 흥덕구 복대1·2동과 가경동 등, 산업단지가 형성되어 있는 청원군 오창읍을 중심으로 통행 흐름이 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있다. 청주시 북서쪽의 읍·면·동에서 생활하며, 남동쪽의 읍·면·동에서의 통행 패턴은 미미하다.

#### 4.2 O-D 자료를 활용한 청주시 중생활권 분석

Table 4와 Fig. 4에서 제시한 바와 같이 2016년 기준 가구통행실태조사 자료를 기반으로 네트워크 커뮤니티 발견법(Community Detection)을 이용하여 청주시 행정동 단위로 생활권을 도출하였다. 분석 결과 중생활권 범위에서 14개 중생활권이 도출되었다. 분석 모형의 효율성을 의미하는 모듈성(Modularity) 지수는 0.69로 분석되었다.

Table 4. Community Detection Analysis Result

Number	Modularity	Note
14	0.69	-

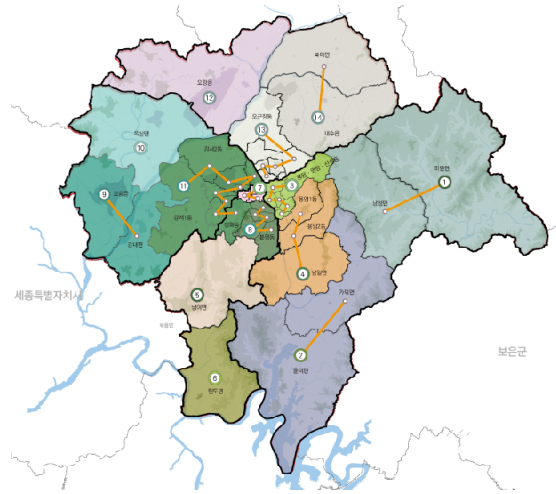


Fig. 4. Results of Middle Living Area Analysis in Cheongju City

2030 청주시도시기본계획에서 제시한 생활권 권역과 비교해보면, Table 5에서 제시한 바와 같이 네트워크 구조에서 상호 연계성이 높은 읍·면·동은 구 단위로 설정한 생활권 계획상에 읍·면·동과 대부분 일치하는 것으로 분석되었다. 그러나 2030 청주 도시기본계획에서 제시한 도심생활권(G3, G7)은 형성되지 않았으며, 서원생활권에 속해있는 성화·개신동의 경우에는 복대1동·2동, 가경동 등이 기존 흥덕생활권과 상호 연관성이 높은 지역으로 나타났다(G11).

과거 (구)청주시와 (구)청원군이 행정구역을 통합한 도시로써 지역 특성을 잘 보여주듯이 남일면을 제외하고, (구)청원군 지역에 속했던 읍·면 단위 지역이 서로 연계성이 높게 분석되었다(G1, G2, G5, G6, G9, G10,

G12, G14). 읍·면·동 간에 상호 연계성이 높은 지역 군집의 면적은 최소 14.55km<sup>2</sup>에서 최대 189.18km<sup>2</sup>로 평균 67.44km<sup>2</sup>로 나타났으며, 인구는 최소 3,478명에서 최대 262,753명으로 평균 61,252명으로 나타났다.

Table 5. Results of Middle Living Area Analysis in Cheongju City

(Unit : km<sup>2</sup>, Population)

Classify	Village Name	Area	Population
G1	Miwon-myeon, Nangseong-myeon	189.18	7,373
G2	Munui-myeon, Gadeok-myeon	128.43	8,068
G3	Jungang-dong, Seongan-dong, Tap, Daeseong-dong, yeongun-dong, geumcheon-dong, Yongdam-Myeongam-Sa nseong-dong	14.55	76,723
G4	yongam1-dong, yongam2-dong, namil-myeon	57.64	98,945
G5	Nami-myeon	56.56	10,330
G6	Hyeondo-myeon	43.55	3,478
G7	Sajik1-dong, Sajik2-dong, Sachang-dong	23.27	37,980
G8	Mochung-dong, Sannam-dong, Bunpyeong-dong, Sugok 1 · 2-dong	13.13	100,123
G9	Osong-eup, Gangnae-myeon	70.87	35,059
G10	Oksan-myeon	66.03	18,401
G11	Seonghwa-Gaesin-dong, Bokdae1 · 2-dong, Gagyong-dong, Gangseo1-2-dong, Bongmyeong1-2-dong, Uncheon-Sinbong-dong	65.95	262,753
G12	Ochang-eup	80.24	71,420
G13	Uam-dong, Naedeok1-2-dong, Yulryang · Sacheon-dong, Ogeunjang-dong	31.97	101,908
G14	Naesu-eup, Bugi-myeon	102.8	24,961
Total		944.17	857,522
Average		67.44	61,252

\*Based on the results of Cheongju's living area, Cheongju's statistics on the area and population as of December 2020.

### 4.3 청주시 중생활권의 도시기반시설별 서비스 권역 분석

청주시 중생활권의 도시기반시설별 서비스권역을 분석하였다. 서비스권역을 도출하기 위해서 선행연구에서 제시한 중생활권의 기준 시설과 교통, 생활편의, 복지, 공공시설 등의 총 10개 기반시설에 대한 주소를 확보하여 점사상으로 지오코딩(Geocoding) 하였다. 이를 토대로 중생활권의 범위가 지역순환교통을 이용하여 10분에서 15분 이내인 점을 고려하여 서비스권역을 5분, 10분, 15분 이내로 설정하여 분석하였다.

Fig. 5와 Fig. 6에서 제시하는 바와 같이 교육시설인 중·고등학교와 더불어 Fig. 7과 Fig. 8과 같이 공공시설인 경찰서와 문화시설은 지리적으로 우수한 분포 특성을 내재하고 15분 이내에는 접근이 가능한 것으로 분석되었다.

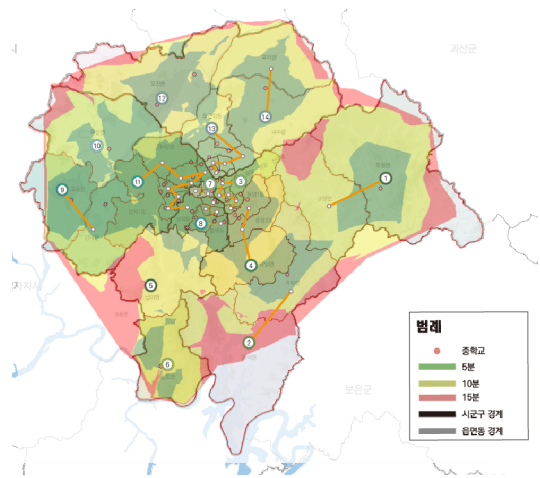


Fig. 5. Middle School Service Area Analysis Results

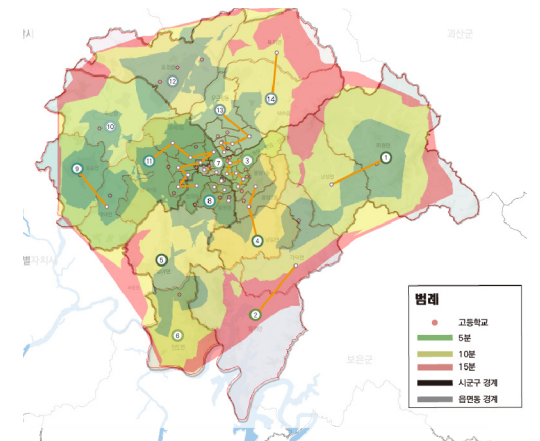


Fig. 6. High School Service Area Analysis Results

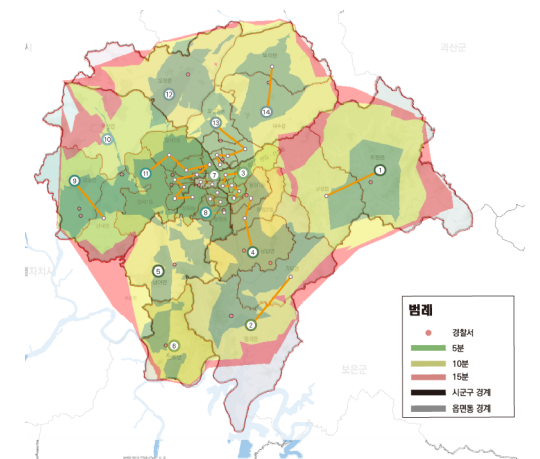


Fig. 7. Police Station Service Area Analysis Results



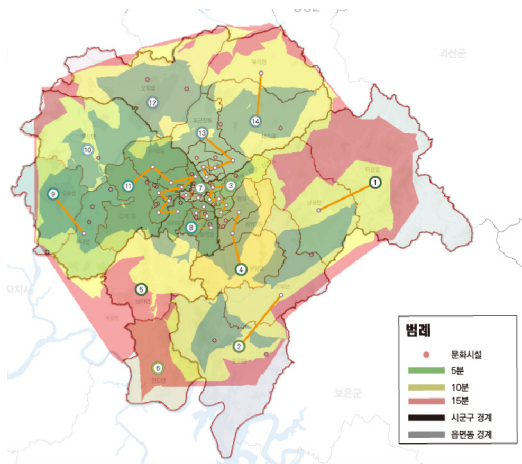


Fig. 8. Cultural Facilities Service Area Analysis Results

Fig. 9에서 제시하는 바와 같이 교통환경시설 중에서 기차역(4개소)에 5분 이내에 접근 가능한 생활권은 5개(G9, G10, G11, G12, G14), 10분 이내 생활권은 4개(G3, G7, G8, G13) 지역이 도출되었다. 나머지 면(面) 소재지를 중심으로 형성된 5개(G1, G2, G4, G5, G6, ) 생활권을 기차역까지 도달하는데 15분 이상 소요되는 것으로 분석되었다.

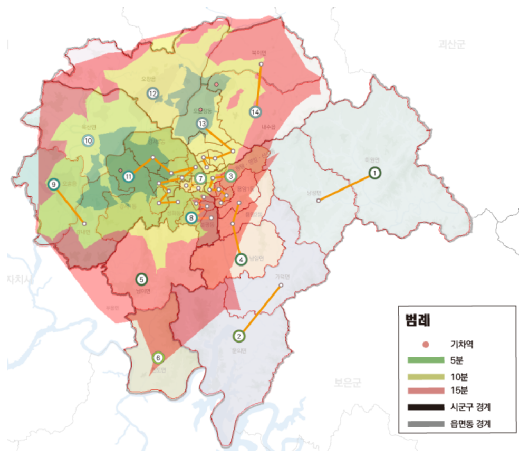


Fig. 9. Train Station Service Area Analysis Results

Fig. 10에서 제시하는 바와 같이 의료시설은 종합병원(7개소)을 중심으로 서비스권을 도출했을 때, 3개(G1, G2, G6) 생활권에서 종합병원까지 접근 가능한 시간이 15분 이상 소요되는 것으로 분석되었다.

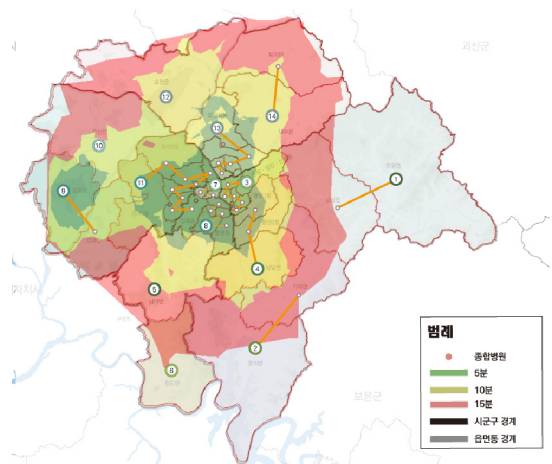


Fig. 10. General Hospital Service Area Analysis Results

Fig. 11에서 제시하는 바와 같이 공공시설 중에서 주민센터까지 10분에서 15분 이내에 접근 가능한 생활권은 G6(현도면), G9(오송읍, 강내면)과 G10(옥산면), G12(오창읍)로 분석되었으며, 나머지 생활권은 5분 이내에 접근 가능한 것으로 분석되었다.

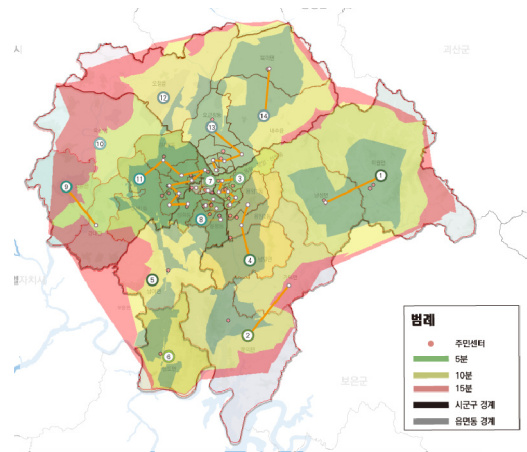


Fig. 11. Community Service Center Service Area Analysis Results

Fig. 12에서 제시하는 바와 같이 소방시설의 경우에는 대부분의 생활권에서 5분에서 10분 이내에 접근이 가능하지만, G1(미원면, 낭성면) 일부 지역과 G5(남이면), G6(현도면), G10(옥산면)을 포함한 4개 생활권은 15분 이내에 접근 가능한 것으로 분석되었다. 이는 화재 발생 상황에서 골든타임이 5분 이내라는 점을 감안하면, 화재

에 취약한 생활권으로 분류할 수 있다.

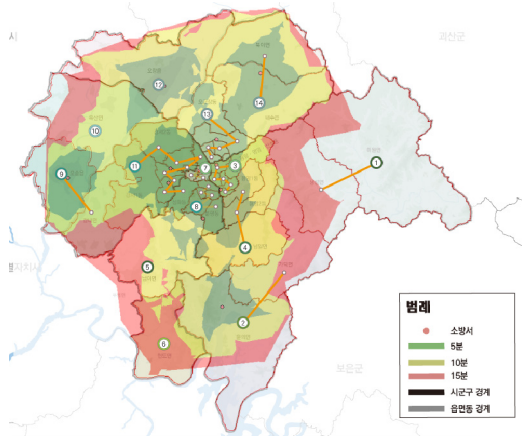


Fig. 12. Fire Station Service Area Analysis Results

Fig. 13에서 제시하는 바와 같이 체육시설의 경우에는 15분 이내 접근 가능한 생활권이 G1(미원면, 낭성면), G2(문의면, 가덕면), G5(남이면), G6(현도면), G9(오송읍, 강내면)로 도출되었으며, 특히 G1(미원면, 낭성면)의 경우에는 15분 이상 소요되는 것으로 분석되었다.

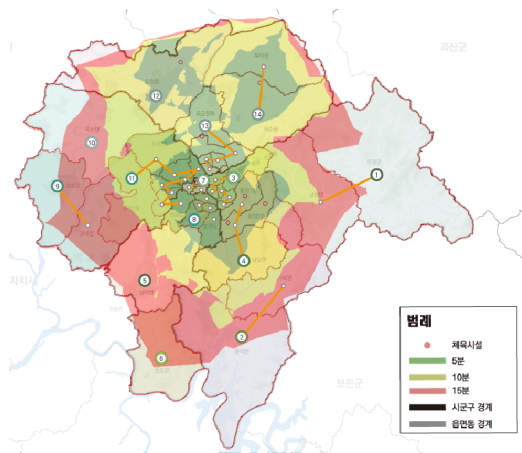


Fig. 13. Sports Facilities Service Area Analysis Results

Fig. 14에서 제시하는 바와 같이 관광시설의 경우 G2(문의면, 가덕면)과 G9(오송읍, 강내면), G10(옥산면) 등 생활권에서 10분에서 15분 이내에 접근 가능한 것으로 분석되었다.

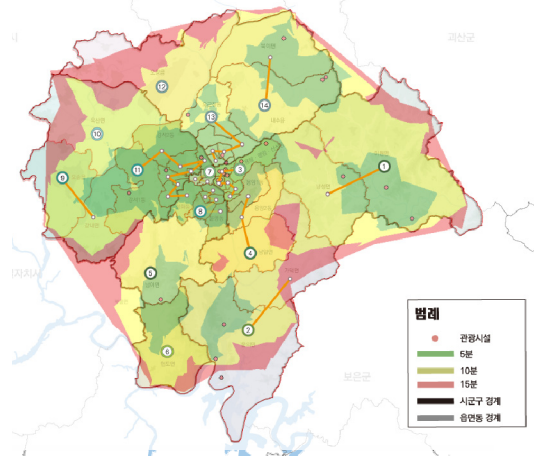


Fig. 14. Tourist Facilities Service Area Analysis Results

마지막으로 Fig. 15에서 제시하는 바와 같이 공원시설(247개소)의 경우 대부분 5분에서 10분 이내에 접근 가능한 것으로 분석되었다. 다만, G1(미원면, 낭성면), G2(가덕면, 문의면)의 생활권 일부 지역은 15분 이내에 접근 불가능한 것으로 분석되었다.

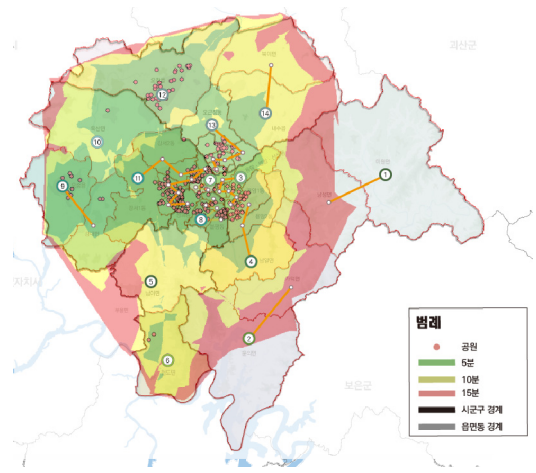


Fig. 15. Small Parks and Children's Parks Service Area Analysis Results

## 5. 결론

본 연구의 목적은 통합 청주시 내 통행목적별 특성을 통행수단과 시간을 고려하여 중생활권을 도출하고, 나아가 도시기반시설별 서비스 권역 분석 공간 증첩하여 그

특성을 파악하는 데에 있다. 이를 수행하기 위해서 첫째, 2016년 가구통행실태조사의 최소 집계 단위인 행정동 단위로 통행 목적에 따른 통행 특성을 파악하였다. 둘째, 네트워크 커뮤니티 발견법(Community Detection) 방법을 적용하여 통행수단과 시간을 고려한 증생활권을 분석하였다. 셋째, Arc GIS 서비스 권역 분석 결과와 전자에 도출한 증생활권 분석 결과와 공간 증점을 통해서 생활권별로 그 특성을 파악하였다.

연구의 주요 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 청주시 통행 목적에 따른 패턴은 시청 입지한 상당구 성안동과 중앙동을 중심으로 활발한 통행 흐름이 발생하고 있으며, 대규모 상업시설이 입지한 흥덕구 복대1동·2동과 가경동 등 청주시의 북서쪽에서 통행흐름이 활발하다는 점을 알 수 있다. 둘째, 통행 수단과 시간을 기반으로 네트워크 커뮤니티 발견법(Community Detection) 방법을 적용하여 증생활권을 도출했을 때, 14개 생활권이 도출되었다. 분석 결과를 기존 2030 청주도시기본계획과 비교하면, 도심생활권 군집이 형성되지 않았으며, 기존 서원생활권에 속해있는 성화·개신동·죽림동의 경우에는 복대1동·2동, 가경동 등이 기존 흥덕생활권과 상호 연관성이 높은 지역으로 나타났다(G11). 셋째, 청주시 증생활권의 도시기반시설별 서비스권역을 분석하였다. 교통, 생활편의, 복지, 공공시설 등의 총 11가지 기반시설을 중심으로 서비스 권역을 분석하였다. 지리적으로 우수한 분포 특성을 내재하고 있는 교육시설(중학교와 고등학교)과 공공시설(경찰서), 문화시설의 경우에는 15분 이내에는 접근이 가능한 것으로 분석되었다.

반면에, 의료시설은 종합병원(7개소)을 중심으로 서비스권역을 도출했을 때, 3개(G1, G2, G6) 생활권과 소방시설의 경우 G1(미원면, 낭성면) 일부 지역과 G5(남이면), G6(현도면), G10(옥산면)을 포함한 5개 생활권이 15분 이내에 접근 가능한 것으로 분석되었지만, 이는 화재 발생 상황에서 골든타임이 5분 이내라는 점을 감안하면, 화재에 취약한 생활권으로 분류할 수 있다. 체육시설의 경우에도 G1(미원면, 낭성면)의 경우에는 15분 이상 소요되는 것으로 분석되었다. 공원시설(247개소)의 경우에도 G1(미원면, 낭성면), G2(가덕면, 문의면)의 생활권 일부 지역은 15분 이내에 접근 불가능한 것으로 분석되었다.

이와 같은 연구 결과는 2040청주도시기본계획의 부문별 계획인 생활권 설정에 기초자료로 활용될 수 있으리라고 판단된다. 이 연구는 네트워크 커뮤니티 발견법(Community Detection) 방법을 통해서 지방도시의 생활권과 Arc GIS를 활용하여 서비스권역을 도출하여 비

교·분석했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 통행 수단과 출발·도착 시간을 고려하여 소·중·대 생활권을 공간 위계별로 도출할 당위가 있지만 증생활권을 도출했다는 점과 가구통행실태조사의 자료 특성상 읍·면·동 단위로 생활권을 도출하고, 분석 자료가 2016년 기준임으로 5년이 경과됨에 따라 정책 활용에는 한계점을 갖는다. 이와 같은 한계점을 보완하기 위해서 집계구 보다 크고 읍·면·동 단위보다는 작은 통신테이터의 활용을 통해서 시간과 공간상의 문제점을 보완하여 정확하게 생활권을 도출할 필요가 있다.

## References

- [1] S. J. Hong, G. J. Lee, J. Y. Cho., "Classification of Mid-Size Neighborhood Unit by Using Household Travel Diary Survey Data - Focused on Suwon in Korea". Korea Real Estate Academy Review, Vol.72, No. 0, pp.87~98, 2018.
- [2] Ayeni, Bola. Concepts and Techniques in Urban Analysis. London: Croom Helm. 1979.
- [3] K. S. Kye, "A Study on the Urban Planning System for Rural County Area Attached to Metropolitan City in Korea", Journal of the Korea Urban Management Association, Vol. 2, No. 3, pp.21-43, 2008.
- [4] B.R Oh., "A Study on the Neighborhood Unit Theory and the Actual Condition Analysis of the Neighborhood Unit Plan : Focused on the Neighborhood Unit Plan in Urban Master Plans", Seoul Studies, Vol. 13, No. 4, pp.1-20, 2012.
- [5] The Korea Transport Institute, 2016 Household Travel Surveys. 2016.
- [6] The Korea Urban Geographical Society, Introduction to Urban Geography, p.831, pp.127-128, Bobmunsa, 2021.
- [7] National Institute of Korean Language ALL RIGHTS RESERVED, Concept of Living Area, Available From : <https://www.korean.go.kr/front/main.do> (accessed, Sep. 15, 2021).
- [8] S. C. Kim., Site Planning, Kimoondang, p.420, pp. ,2013.
- [9] B. R. Oh., "A Study on Travel Characteristics and the Establishment of Criterion for the Size of the Neighborhood Unit by Using the Data of Household Travel Diary Survey in Seoul", Seoul Studies, Vol. 15, No. 3, pp.1-18, 2014.
- [10] Y. Y. Jeong, H. H. Moon., "Analysis of Seoul Urban Spatial Structure Using Pedestrian Flow Data-Comparative Study with '2030 Seoul Plan'", Journal of the Korean Regional Development Association, Vol. 26, No. 3, pp.139-158, 2014.

[11] S. H. Kim, H.J.Lim, J. H., "Analysis of Seoul Living Sphere using Origin-Destination Data from a Mobile Phone Network", Journal of Korean Society for Geospatial Information Science, Vol. 28, No. 1, pp.3-10, 2020.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2020.28.1.003>

[12] J. H. Sim, Y. H. Cho., "The Boundary Delimitation of Busan Metropolitan Area using Network Analysis", Journal of Korea Spatial Information Society, Vol. 19, No. 6, pp.75-86, 2011.

[13] H. Y. Jeong, K. S. Jeon, S. A. Kim, H. Y. Yoon. "Analysis of Urban Hierarchy and Urban Zone of Life Using the Commuting Data in the Gwangju Metropolitan City and Jeollanam-do Prefecture". Journal of the Korean Urban Geographical Society, Vol. 23, pp.1-13, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.21189/JKUGS.23.1.1>

[14] J. H. Ha, S. G. Lee., "A Study on the Designation of Living Zones by Its Spatial Hierarchy Using OD Data and Community Detection Technique : Focused on the 2010 Household Travel Survey Data of the Seoul Metropolitan Area", Journal of Korea Planning Association - Vol. 51, No. 6, pp.79-98, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.17208/jkpa.2016.11.51.6.79>

[15] C. H. Jeong, T. G. Lee, J. R. Ahn., "A Study on the Regionall Settlement Areas by Intercity Travel-the Focus on BusanUlsanGyeongnam", Journal of The Residential Environment Institute of Korea, Vol. 12, No. 3, pp.363-37., 2014.

[16] Y. U. An, Y. T. Lim, S. H. Lee., "Spatial Equality of Firefighting Service in Daejeon Metropolitan City", Journal of The Korea Contents Association, Vol. 20, No. 3, 2020.  
DOI : <https://doi.org/10.5392/JKCA.2020.20.03.560>

[17] B. Y. Jeon, W. S. Jeon, M. H. Lee., "Service Fairness Analyses of Urban Infrastructure Facilities a in the Elderly Concentrated Areas : Focused on Cheongju City", Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design, Vol. 20, No. 1, pp. 33-44, 2019.

[18] S .H. Kim, T. G. Kim, K. Seo., "Assessment of Accessibility to Medical Facilities in Rural Areas using Real Road Distance focusing on Pyeongchang-gun", Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, Vol. 57, No. 4, pp.39-49, 2015.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.5389/KSAE.2015.57.4.039>

[19] M. K. Bae, Y. R. Kim., "Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design", The Korea Spatial Planning Review, Vol. 77, pp.49-66. 2013.

[20] Y. S. Nam., "Evaluation of locational accessibility to leisure facilities using GIS: Focusing on Jeju city Dong area", Korean Journal of Leisure, Recreation & Park, Vol. 43, No. 3, 2019.  
DOI : <http://dx.doi.org/10.26446/kilrp.2019.9.43.3.69>

[21] Cheongju City, 「2030 Partial Changes to Cheongju City Plan」, 2019.

[22] Newman M. E. (2006). "Modularity and Community Structure in Networks" Proceedings of the National

Academy of Sciences 103 23 8577 8582  
[10.1073/pnas.0601602103]

전 병 윤(Byeong-Yun Jeon)

[정회원]



- 2015년 2월 : 충북대학교 도시공학과(공학사)
- 2017년 8월 : 충북대학교 도시공학과(공학석사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 도시공학과 박사과정 수료

<관심분야>

도시공학, GIS(지리정보시스템) 활용 및 공간 분석

류 사 배(LIU SIPEI)

[준회원]



- 2021년 8월 : 충북대학교 도시공학과(공학사)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 도시공학과 석사과정

<관심분야>

도시공학, 부동산 개발

홍 영 교(Young-Kyo Hong)

[정회원]



- 1998년 2월 : 숙명여자대학교 영문학과 (학사)
- 2005년 2월 : 숙명여자대학교 행정학과 (석사)
- 2014년 8월 : 숙명여자대학교 행정학과 (박사)
- 2014년 9월 ~ 2021년 2월 : 숙명여대, 충북대, 한국교통대 출강
- 2020년 12월 ~ 현재 : 충북대학교 건설기술연구소 연구원

<관심분야>

시스템다이내믹스, 스마트 시티, 미래학, 지역균형개발

이 만 형(Man-Hyung Lee)

[정회원]



- 1981년 2월 : 경북대학교 영어교육학과 (학사)
- 1983년 2월 : 서울대학교 환경계획학과 (도시계획학석사)
- 1990년 5월 : 일리노이대학교 도시 및 지역계획학과 (도시 및 지역계획학박사)
- 2000년 12월 ~ 2001년 12월 : 미국 MIT 연구교수
- 1991년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 도시공학과 교수

〈관심분야〉

도시계획, 시스템다이나믹스, SNA(Social Network Analysis), 공공분야 갈등관리