KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research
Vol. 41, No. 3: 267-276/ June, 2021
DOI: https://doi.org/10.12652/Ksce.2021.41.3.0267

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

Construction Management **시공관리**

지역사회의 생활 인프라 공급현황 분석 방법론

이하연* · 김성표** · 강상혁***
Yhee, Hayeon*, Kim, Sungpyo**, Kang, Sanghyeok***

A Methodology for Analysis of Community Infrastructure Supply Status

ABSTRACT

Community infrastructure contains national facilities that directly affect the quality of life of citizens. They need to be evenly supplied to every one of citizens. However, the services provided by infrastructure differ by region. In this paper, we propose a method to analyze the current status of the supply of community infrastructure consisting of accessibility and capacity. Accessibility can be evaluated by the time between residence blocks and facilities, which is an indicator of the convenience of citizens. Capacity is assessed by the area supplied for the local population, to assess whether facilities are being sufficiently supplied to the region. The method presented in this paper was applied on a case region to test the applicability. The analysis method of the supply status of community infrastructure in this study is considered to be used as a basic framework for regional supply plan of community infrastructure and urban planning.

Key words : Community infrastructure, Infrastructure service, Supply status, Capacity, Accessibility

초 록

생활 인프라는 시민 삶의 질에 직접적인 영향을 미치는 국가 기반 시설로 누구에게나 균질한 서비스가 제공되어야 한다. 그러나 생활 인프라가 제공하는 서비스는 지역마다 차이를 보인다. 본 연구에서는 생활 인프라가 시민에게 제공하는 서비스의 정도를 정량적으로 평가하기 위하여 '접근성'과 '용량'의 평가요소로 구성된 생활 인프라 공급현황 분석방법을 제시하였다. 접근성은 거주지로부터 생활 인프라 시설까지의 소요시간을 기준으로 평가된다. 시설 사용에 있어 시민의 편리성을 나타내는 지표이다. 용량은 지역의 인구 대비 공급된 면적으로 평가된다. 그 지역에 시설이 충분히 제공되어 있는가를 평가하는 것이다. 연수구 행정동을 기준으로 하여 제시된 방법을 적용하고, 방법의 적용성을 논의하였다. 본 연구에서 제시하는 생활 인프라 공급현황 분석방법은 각 지역의 생활 인프라 공급계획 및 도시계획의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

검색어 : 생활 인프라, 인프라 서비스, 공급현황, 충족도, 접근성

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

생활 인프라는 시민의 삶의 질에 직접적인 영향을 미치는 필수 시설물로 교육·학습, 의료·복지, 문화·체육, 생활편의시설 등을 지칭한다 (MOLIT, 2018). 정부는 시민의 삶의 질을 고루 향상시키기 위하여 누구나 원하는 시간에 이용할 수 있도록 생활 인프라 시설을 공급하고 있다. 체계적인 도시계획을 통해 형성된 신도시들은 대체로 생활 인프라가 적정한 수준으로 공급되어있는 것으로 판단된다. 그러나

* 정회원 · 인천대학교 건설환경공학과, 석사과정 (Incheon National University · featlhy92@gmail.com)
** DoIT Co., LTD., 대표, 공학박사 (DoIT Co., LTD. · sung9299@gmail.com)
*** 종신회원 · 교신저자 · 인천대학교 도시환경공학부 교수, 공학박사 (**Corresponding Author** · Incheon National University · lifesine@inu.ac.kr)

Received August 4, 2020/ **revised** October 20, 2020/ **accepted** December 3, 2020

Copyright ⓒ 2021 by the Korean Society of Civil Engineers
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

오래전에 형성된 도시의 생활 인프라 공급상황은 상대적으로 열악한 수준이다. 이에 노후화된 구도심을 품고 있는 지방자치단체들이 생활 인프라에 많은 관심을 보이며, 그와 함께 재정 투자도 점점 늘리고 있다.

정부가 제시했던 생활 인프라 공급의 최저기준은 생활권의 인구, 혹은 세대수이다. 생활 인프라 공급에 있어 이런 일률적인 방식이 적용된 탓에 사용자의 편의성이 충분히 고려되지 않은 것으로 평가되었다(Yhee et al., 2020). 일례로 한 연구에 따르면 일부 지역의 노후저층주택에서 생활 인프라까지의 평균 거리가 약 2.7 km로 나타났다(Seong et al., 2013). 공급자의 관점을 바탕으로 공급된 생활 인프라는 수요자의 편의나 삶의 질을 효과적으로 증가시키지 못했을 뿐만 아니라 심지어 생활 인프라 공급의 지역 간 불균형을 유발하기도 하였다. 이에 국토교통부는 2018년 기존의 방식에서 벗어난 접근성 기반의 수요자 중심형, 주민 체감형 지침을 제시하였다(MOLIT, 2018). 정부가 제시한 지침은 도보 또는 차량으로 해당 시설까지 이동하는 시간을 시민 편의성 만족의 판단근거로 삼는다. 좋은 시설을 갖추고 있는 꼭 필요한 생활 인프라 시설이라 하더라도 접근성이 좋지 않아 시민이 사용하는 데 불편함을 느끼면 실질적으로 시민들의 만족도와 삶의 질을 높이지 못하기 때문이다.

현재 지자체별로 생활 인프라의 공급현황을 파악하고 있으나 생활 인프라가 실질적으로 시민들에게 얼마만큼의 만족을 제공하는지에 대한 조사와 그에 따른 정보는 부족한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 생활 인프라가 한 지역사회에 얼마만큼 공급되어 있는가를 서비스 성능의 관점에서 평가할 수 있는 일련의 분석방법을 제안하였다. 본 연구에서 도입한 평가요소는 충족도와 편의성이다. 우리는 생활 인프라의 서비스 성능을 종합적으로 평가하기 위해서는 두 가지 요소가 모두 고려되어야 한다고 전제하였다. 규모와 용량만을 고려한 기준은 생활권 관점에서의 충족수준을 보장할 수 있으나 편의성이 결여될 수 있다. 여기서 편의성이란 접근성을 의미한다. 시설 이용의 편의성에 관해 다양한 해석이 있을 수 있으나 본 연구는 시설에 접근하는 것이 얼마나 편리한가에 초점을 맞추고 연구를 진행하였다. 반면에 접근성이 만족하더라고 규모와 용량이 부족하면 사용에 제한이 있을 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 생활 인프라가 시민에게 제공하는 서비스 성능을 두 가지 요소(1. 충족도, 2. 접근성)로 구분하여 평가하였다. 생활 인프라 평가요소의 기준을 설정하기 위하여 문헌고찰 및 전문가 자문을 실시하고, 이를 바탕으로 분석방법을 고안하였다. 제안된 방법을 실증하기 위하여 경로안내 API와 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 실사례에 적용하였다. GIS는 본 연구에서 공간 데이터 생성, 공간 데이터와 속성 데이터의 연결(조인), 공간 버퍼링 분석, 시각화 등을 위하여 사용되었다. 우선 집계구 형상 데이터를 가공하여 거주지역 형상 데이터(Resident Block, RB)를 생성해야 한다. 둘째, 생성된 RB에 인구 데이터 정보를 입력하기 위해 인구 정보가 포함된 집계구 코드를 활용하여 인구정보 데이터를 RB에 조인시킨다. 셋째, 생활 인프라 시설의 좌표, 주소 등이 포함된 공간 데이터를 생성한다. 넷째, RB와 최근접 생활 인프라 시설을 연결할 때 GIS가 필요하며 경로안내 API에 전송되는 데이터 또한 이 작업을 통하여 생성된다. 마지막으로 측정된 생활 인프라 공급현황에 대하여 시각화 및 분석 단계에서 GIS가 활용되었다. 본 연구에서는 생활 인프라 범위 및 최저기준을 활용하여 인천광역시 연수구를 대상으로 데이터를 구축하고 분석하였다.

충족도는 시민의 인프라 시설에 대한 충족 정도를 평가하기 위한 지표이다. 이것은 2018년 이전 국토교통부에서 제시한 지침(MOLIT, 2013)을 우선 적용하여 평가한다. 예를 들어 지침에서는 인구 1인당 9 m^2의 공원을 공급할 것을 권장하고 있다. 공공도서관의 경우 3만 명당 1개소이다. 본 연구에서는 공공 빅데이터를 활용하여 지역별로 생활 인프라 시설의 충족도를 산정하고, 정부가 제시하는 기준의 만족 여부를 평가하였다.

접근성은 거주지역에서 생활 인프라 시설까지의 소요시간을 기준으로 평가한다. 접근성은 서비스나 시설을 활용할 때 가장 중요한 요소 중 하나이다. 충분한 용량의 시설이 제공되었다 하더라도 접근성이 좋지 않으면 이용 시간과 횟수가 제한되기 때문이다. 중요한 요소인 접근성을 평가하기 위해 여러 가지 방법이 제시되었다. 기존에 제시된 방법들은 거주지와 목표지역의 직선거리(유클리드 거리)를 산출하여 접근성을 평가하거나 GIS 네트워크 분석을 통해 이동시간과 거리를 산출하였다. 그러나 직선거리를 활용하거나 GIS 네트워크 분석을 통하여 접근성을 산정하는 방법은 여러 현실적인 요소를 반영하지 못할 수 있다. 따라서 시민, 즉 수요자가 체감하는 접근성을 파악하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 횡단보도, 언덕, 육교 등 여러 현실적인 요소들이 반영된 접근성을 측정하기 위해 경로안내 API (T-map API)를 활용하여 이동시간을 산출하였다. 접근성과 충족도의 평가 모델은 Fig. 1과 같다.

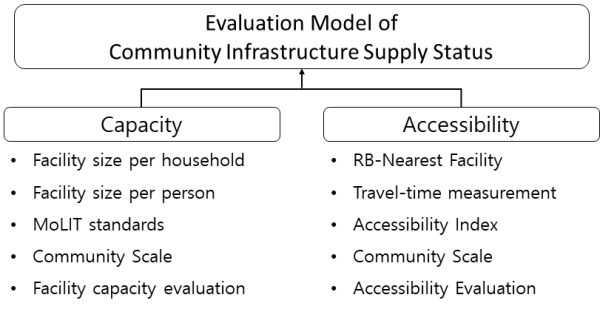


Fig. 1. Evaluation Model Framework

본 연구에서 고려한 생활 인프라는 초등학교, 공원(근린공원, 거점공원), 보육시설, 유치원, 작은도서관, 공공도서관이다. 위와 같이 연구 대상시설을 설정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 위의 것들은 다양한 생활 인프라 시설 중 공공성이 강한 것들이다. 공공성이 강한 생활 인프라 시설은 보통 국가의 재정으로 건설되고 운영되기 때문에 더욱 신중한 검토가 요구된다. 둘째, 데이터의 신뢰성을 보장할 수 있는 생활 인프라 시설물을 연구 대상으로 선정하였다. 우리는 시설물의 위치 및 기본정보를 구하기 위하여 지자체에서 제공되는 사전정보공표를 통하여 데이터를 획득하였다. 지역적으로는 인천광역시 연수구를 선정하여 연구를 진행하였다.

2. 문헌고찰

2.1 생활인프라의 정의 및 범위

생활 인프라(생활 인프라는 생활 SOC, 기초생활인프라 등 다양하게 명명된다. 국토부에서 제시한 국가도시재생기본방침에서는 '기초생활인프라'로 정의되어 있으나 본 연구에서는 기초생활인프라의 모든 시설을 대상으로 하지 않았으며 생활 인프라라는 명칭에 범위가 상황에 맞게 활용할 수 있다고 판단하여 용어 혼동의 방지를 위해 '생활 인프라'라는 명칭을 사용한다.)에 대한 범위와 정의는 국가의 문화와 상황에 따라 다르다. 호주 멜버른에서는 수영장, 레크리에이션 센터, 주민 회의 공간, 보육시설, 도서관, 노인복지시설, 장애인복지시설, 공원, 병원, 초등학교, 중학교 등을 지역사회 인프라(Community Infrastructure)로 정의하고, 그것의 공급 및 운영 계획을 수립하기 위한 가이드라인을 제공하고 있다(City of Melbourne, 2014). 우리나라의 생활 인프라는 생활권 규모에 맞는 규모와 용량을 고려하여 구분되었으며 생활 인프라 범위는 시민 다수가 일상생활에서 필요로 하는지, 공공 공급 및 공공의 민간시설 공급 지원이 필요한지, 생활밀착형의 시설인지 여부를 감안하여 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 등의 관계 법령과의 적합성을 기준으로 6개 부문 11개 시설로 정의되어 있다(MOLIT, 2013).

2018년 정의된 생활 인프라는 마을 단위 11개 시설, 지역거점 단위 7개 시설로 구분된다. 마을 단위 시설은 시민이 도보로 접근하여 이용하는 시설로 유치원, 초등학교, 도서관, 어린이집, 노인복지시설, 기초의료시설, 생활체육시설, 근린공원, 주거편의시설, 소매점, 마을주차장 등이 있다. 지역거점 시설은 문화·학습·의료·휴식 등을 위하여 교통시설을 활용해 접근하여 이용하는 시설로 공공도서관, 사회복지시설, 보건소, 응급실, 공공문화시설, 공공체육시설, 거점공원 등이 있다(MOLIT, 2018).

2.2 충족도

생활 인프라가 적정하게 공급되었는가를 판단하는 첫 번째 기준은 충족도, 즉 용량(capacity)이다. 충족도는 부족함이 없이 서비스가 제공되고 있는가에 대한 지표로 양적인 측면을 보여준다. 국토교통부에서 처음으로 제시한 생활 인프라 국가적 최저기준 또한 인구와 세대수에 비례한 시설 수를 기준으로 하였다. 본 연구에서 연구의 대상으로 삼은 시설은 국토교통부에서 지정한 기초생활인프라의 범위에 속한 시설 중 기본적인 수준의 삶을 영위하기 위해

Table 1. National Standards for Community Infrastructure (MOLIT, 2013; MOLIT, 2018; MOHW, 2019)

Area	Community Infrastructure	Minimum Standard (MOLIT, 2013)	Minimum Standard (MOLIT, 2018)	Scale		
				L	M	S
Town (Walk)	Daycare Center	Daycare Center per more than 500 Households (MOHW, 2019)	5			
	Kindergarten	Kindergarten per 2,000 to 3,000 Households	5~10			○
	Elementary School	Elementary School per 4,000 to 6,000 Households Number of Students per class: 21.5	10~15			○
	Small Library	Small Library: 1 place with more than 500 households (Building area over 33 m^2)	10~15			○
	Neighborhood Park	Park area per person 9 m^2	10~15			○
City (Vehicle)	Public Library	Local hub Library: 1 place per 30,000 people	10		○	
	Base Park	Park area per person 9 m^2	10			○

Source: MOLIT(2013), MOLIT(2018). National City Regeneration Basic Policy
MOHW(2019). Enforcement Rules of Infant and Childcare Law

필수적으로 요구되는 시설을 선정하였다. 선정된 시설의 충족도와 접근성 기준은 국토교통부에서 제시한 기준을 차용하였으며, 그 기준은 Table 1과 같다(MOLIT, 2013; MOLIT, 2018; MOHW, 2019).

Hong et al.(2017)은 대구광역시를 기준으로 용량과 규모에 대한 생활 인프라 국가 최저기준 충족수준에 관한 연구를 수행하였다. 특정 연령이 사용하는 시설에 대하여 세대수 기반의 기준을 사용인구로 변환하여 생활 인프라의 국가적 최저기준의 충족도를 측정하였고, 그것의 적용성을 평가하였다. Islam and Aktar(2011)은 이란의 쿨나 지역에 대한 보건 서비스의 접근성 측정 기준의 하나로 병원의 환자에 대한 수용용량(전체인구/병원 침대 개수)을 제시하였다. 수용용량에 따라 병원이 제공할 수 있는 서비스의 크기와 그 수혜 범위가 달라지기 때문이다. Dadashpoor and Rostami (2017)는 공간 형평성 측정에 관한 요소로 Service Capacity Index를 활용하였다. 그는 시설의 수, 규모(이용요구인구/시설 수) 등의 조건에 따라 시설에 대한 계수를 정의하였다. 용량과 규모를 고려하여 지표를 생성한 것이다. 본 논문에서는 충족도 지표로 해당 시설의 공급 정도가 정부의 기준에 만족하는가를 평가하였다.

2.3 접근성

용량만을 기준으로 생활 인프라 시설을 공급하면 시설의 활용성이 떨어질 수 있다. 이에 정부는 생활 인프라 시설 계획 시 시민의 접근성을 고려해야 한다는 지침과 함께 시설별로 시민이 도보로 또는 차량으로 도달할 수 있는 적정 소요시간을 제시하였다(MOLIT, 2018). 접근성 측정방법에는 여러 가지 방법이 있다. 우선 버퍼분석은 시설물을 기준으로 특정 거리를 갖는 점들의 집합으로 생성된 경계를 기준으로 그 내부에 포함되는 지역은 접근이 양호한 지역으로 평가하는 방법이며 커버리지 방법과 같은 개념이다(Kim and Jun, 2012; Lim et al., 2015; Nam, 2019; Seo and Jun, 2011). 이러한 방식은 측정이 간편하지만 이동 경로, 장애물과 같은 이동 제약요소를 반영하지 않기 때문에 오류가 발생할 수 있다. GIS 네트워크 분석을 활용하여 접근성을 분석하는 방법도 있다. GIS 네트워크 분석은 도로망을 통해 이동하는 이동 거리를 산출하여 제공한다(Lotfi and Koohsari, 2009; Lee and Yun, 2018a; Lee and Yun, 2018b; Talen, 2001). 버퍼분석이나 직선거리 분석보다 현실적인 접근성을 측정하는 방법으로 다양한 연구에서 활용되었다.

수요집단이 고려된 평가를 위해 거리 기반의 중력모형을 활용한 연구들도 있다(Lee and Im, 2009; Yoo et al., 2013). 해당 연구들은 거리를 산출할 때 직선거리와 GIS 네트워크 기법을 활용하였다. 직선거리와 도로망을 모두 활용하여 접근성을 측정한 연구도 존재한다. Guo et al.(2017)은 홍콩의 도서관을 대상으로 도서관 접근성에 대한 형평성을 평가하였다. 직선거리 측정, GIS 네트워크 측정 2가지 방법으로 접근성을 분석하였다. 그 결과로 도서관 서비스에 대한 공간적 불평등이 남아있는 것을 입증하였다. Witten et al.(2011)은 인구가 가중된 중심지를 생성하여 도로망을 따라 800 m의 버퍼를 생성하여 범위 내 시설 수 등을 고려하여 목적지 점수를 제안하여 접근성을 평가하였다. 경로안내 API를 활용한 현실성 있는 연구 결과를 제공한 사례(Wang and Xu, 2011)도 보고되었다. Ha and Lee(2017)은 경로안내 API를 활용하여 대중교통 접근성 분석을 하였다. 그러나 시설기준으로 접근성을 산출하였기 때문에 거주지 고려에 대한 여지를 남겼다. Haitao et al.(2019)는 경로안내 API를 활용하여 대중교통 접근성에 대한 접근성 측정 방법을 제시하였다.

이외에도 설문조사, 이용빈도, 교통수단, 접근시간 등을 고려하여 접근성 패턴을 산정하여 접근성을 분석한 연구(Park and Kim, 2016)와 UNA (Urban Network Analysis)를 활용하여 매개중심성, 연결정도, 근접중심성을 중심으로 접근성을 평한 연구(Park and Lee, 2015)도 있다.

2.4 본 연구의 차별성

본 연구는 다음과 같은 점에서 기존 연구와의 차별성을 갖는다. 첫째, 생활 인프라의 공급현황을 평가하기 위하여 두 가지 요소(충족도와 접근성)를 기반으로 한 종합적인 분석방법을 제시하였다. 기존의 연구들은 접근성과 같이 단편적인 평가요소에 초점을 맞추고 있어 종합적인 공급현황을 말하기에는 부족함이 있는 것으로 판단된다. 둘째, 주거지와 생활 인프라 시설을 1:1로 매칭하여 도보 시간 및 차량 이동시간을 산출하고, 이를 바탕으로 지역의 접근성 지수를 산출하였다. 규모와 용량이 생활권 기준을 만족하더라고 생활권 내에 생활 인프라 시설에 대한 접근성이 낙후된 소외지역이 존재할 수 있으며 이는 시민들의 생활 인프라 사용에 불균형을 유발할 수 있다. 따라서 접근성을 측정하여 국토교통부에서 권장하는 접근시간을 기준으로 생활 인프라에 대한 접근성을 평가하였다. 셋째, 접근성 기준에 모두 만족한다고 하더라도 시설의 규모와 용량이 생활권 기준에 만족하지 못하면 생활 인프라 시설 활용에 제한이 있을 수 있다. 따라서 접근성 분석과 함께 기준에 맞는 충족수준과 현황을 파악하여 두 가지 관점에서 분석을 진행하였다. 마지막으로 인천광역시 연수구에 본 연구에서 제시하는 방법을 적용하여 생활 인프라 평가방법의 우수성을 검증하였다. 분석 대상은 공공성이 높은 다수의 시설로 최종 분석 결과를 GIS 환경에서 시각화하였다.

3. 데이터

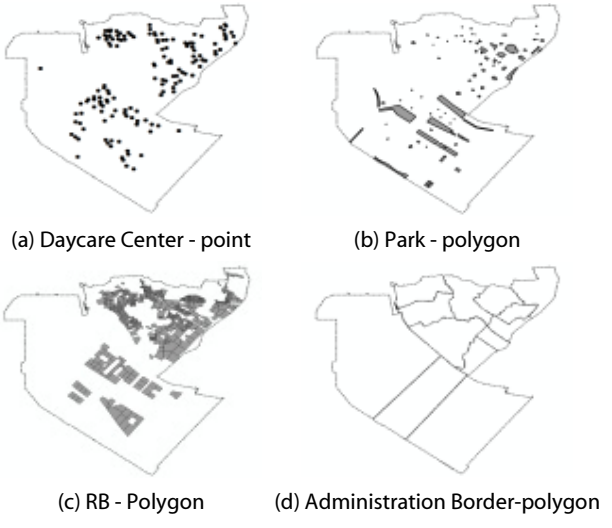
생활 인프라 공급현황 분석을 위하여 연구의 대상 지역인 인천광역시 연수구의 공간데이터와 인구데이터를 수집하였다. 인천광역

시 연수구에 속해있는 14개의 행정동(동춘1동, 동춘2동, 동춘3동 선학동, 송도1동, 송도2동, 송도3동, 송도4동, 연수1동, 연수2동, 연수3동, 옥련1동, 옥련2동, 청학동)의 생활 인프라 시설과 주거지역(Residence Block, RB)을 GIS 환경의 공간데이터로 생성하였다. 행정동 데이터와 거주지역 공간데이터는 인구조사 데이터인 집계구 데이터를 가공하여 생성하였다.

데이터 생성 결과 연수구의 주거지역은 616개로 집계되었다. 공간데이터인 RB와 블록별 인구 데이터를 연결하여 각 RB가 인구 정보를 갖도록 하였다. RB는 접근성 표현과 거리 산출을 위하여 두 가지 데이터 형식(포인트(Point), 폴리곤(Polygon))으로 생성하였다. 본 연구의 대상 생활 인프라 시설은 도보로 접근하여 활용하는 시설인 보육시설, 유치원, 초등학교, 작은도서관, 근린공원, 그리고 차량으로 접근하여 활용하는 시설인 거점공원(10 km^2 이상), 거점도서관이다. 생활 인프라의 공간데이터를 생성하기 위한 기초자료는 연수구의 사전정보공표를 통해 획득하여 데이터

Table 2. Data Sources and Type

Class	Sources	Data Type (GIS)
Daycare Center	Pre-publication information	Point
Kindergarten	Child School Info	Point
Elementary School	Naver Map	Point
Library	Pre-publication information	Point
Park	Pre-publication information	Polygon
Base Park	Pre-publication information	Polygon
Public Library	Pre-publication information	Point
Administration	Census of Population Data	Polygon
Resident Block, RB	Census of Population Data	Point, Polygon



(a) Daycare Center - point (b) Park - polygon

(c) RB - Polygon (d) Administration Border-polygon

Fig. 2. Shape Data on GIS

의 신뢰성을 제고하였다. 유치원은 유치원 알리미(Child School Information, 2020)를 통해 현재 연수구에서 운영 중인 유치원의 공간정보를 획득하였다. 초등학교는 네이버 지도(Naver Map, 2020)를 통해 공간정보 데이터를 생성하였다. 활용된 데이터의 출처와 형태는 Table 2와 같으며 GIS에 생성된 공간데이터는 Fig. 2와 같다.

4. 충족도 평가

충족도 평가를 위하여 생활권 규모를 행정동 기준으로 분류하였다. 생활권 규모는 인구를 기준으로 구분된다. 대형 생활권은 인구 5만 명 이상, 중형 생활권은 2~3만 명, 소형 생활권은 1만 명 기준이다. 연수구의 행정동을 생활권 규모로 구분한 결과 대형 생활권은 송도3동, 소형 생활권은 동춘2동, 동춘3동, 송도4동, 연수3동, 선학동이며 이외의 행정동은 모두 중형 생활권으로 분류되었다. 연구의 대상으로 선정된 생활 인프라 시설 중 국토교통부의 이전 기준을 적용하여 평가할 수 있는 시설은 근린공원, 거점공원, 유치원, 초등학교, 공공체육시설, 작은도서관, 도서관이다. 보육시설은 보건복지부(MOHW, 2019)에서 제시하는 기준을 적용하였다. 행정동의 생활권 규모별로 제시된 기준을 각각 적용하여 행정동별 보육시설, 유치원, 초등학교, 작은도서관, 근린공원, 거점공원, 공공도서관의 필요 공급량과 실제 각 행정동에 공급된 시설의 수를 비교하여 공급 수준을 평가하였다. 그 결과는 Table 3과 같다.

작은도서관에 적용된 국가적 최저기준은 500가구 당 1개소이다. 분석 결과 작은도서관은 정부의 기준보다 생활권 범위와 구 단위 모두 매우 큰 격차로 덜 공급된 상태이며 지역 간 격차 또한 큰 것으로 나타났다.

공원의 경우 제시된 기준은 1인당 공원면적 9 m^2이다. 기준에 만족하는 행정동은 송도1동, 송도2동이 있다. 연수구에서 관리하는 거점공원인 달빛축제공원, 해돋이공원, 미추홀공원은 송도1동에 위치하여있다. 따라서 다른 지역보다 1인당 공원면적이 매우 높게 산출되었다. 송도2동에는 센트럴파크가 있다. 거점공원의 경우 차량 이동시간의 접근성 기준을 제시하고 있고 면적이 매우 큰 범위형 시설이기 때문에 충족도 평가만으로 시설의 공급 부적절을 판단하기에는 어려움이 있다.

공공도서관의 경우 인구 3만 명당 1개소 즉, 중형 생활권 이상부터 공급된다. 그러나 인천 연수구의 경우 대부분이 중형 생활권이지만 공공도서관은 기준에 맞게 공급되어 있지 않다. 소형 생활권인 동춘3동, 연수3동, 선학동에는 공공도서관이 있으며, 송도 2동에는 공공도서관이 2개소 공급되어 있다. 공공도서관의 규모가 타 시설보다 크기 때문에 인구 밀집 지역에 공급 및 증설하기가 어려우며

Table 3. Data Sources and Type

Community	Scale	Daycare Center		Kindergarten		Elementary School		Library		Neighbor hood Park (m^2 per person)		Park (m^2 per person)		Public Library	
		Status	Standard	Status	Standard	Status	Standard	Status	Standard	Status	Standard	Status	Standard	Status	Standard
Dongchun1	M	8	17.6	3	2.9	2	1.5	-	18	2	9	0	9	0	1
Dongchun2	S	20	13.2	2	2.2	2	1.1	-	13	1	9	0	9	0	-
Dongchun3	S	16	12.6	4	2.1	2	1.0	2	13	1	9	0	9	1	-
Songdo1	M	37	21.7	3	3.6	3	1.8	5	22	103	9	101	9	2	1
Songdo2	M	27	23.4	3	3.9	3	1.9	9	23	10	9	10	9	1	1
Songdo3	L	24	33.5	4	5.6	3	2.8	5	34	7	9	0	9	0	1
Songdo4	S	15	10.5	5	1.7	3	0.9	2	10	7	9	4	9	0	-
Yeonsu1	M	19	15.5	3	2.6	2	1.3	2	16	2	9	0	9	0	1
Yeonsu2	M	17	14.9	3	2.5	1	1.2	3	15	3	9	0	9	0	1
Yeonsu3	S	18	12.4	4	2.1	2	1.0	4	12	8	9	6	9	1	-
Ongnyeon1	M	18	13.9	4	2.3	3	1.2	1	14	1	9	0	9	0	1
Ongnyeon2	M	20	15.2	2	2.5	1	1.3	2	15	0	9	0	9	0	1
Seonhak	S	10	12.3	2	2	1	1.0	1	12	2	9	0	9	1	-
Cheonghak	M	12	18.4	3	3.1	1	1.5	3	18	3	9	0	9	1	1

토지비용과 같은 여러 공급 방해 요인이 존재할 수 있다. 아울러 보육시설, 유치원, 초등학교는 세대수 기반으로 공급이 되지만 특정 연령대만이 사용하는 시설이므로 생활권 규모에 맞는 공급과 동시에 접근성이 고려된 기준을 적용하여 공급현황을 판단하는 것이 타당하다.

5. 접근성 평가

경로안내 API를 활용하여 모든 RB에서 보육시설, 유치원, 초등학교, 작은도서관, 근린공원, 거점공원, 공공도서관까지의 접근시간을 각각 산출하였다. 이렇게 함으로써 각 RB는 7개의 시설에 대한 각각의 이동거리와 이동시간 데이터를 갖게 된다. 본 연구에서는 Yhee et al.(2020)의 방법을 차용하여 인프라 시설 접근성 지수(Accessibility Index, AI)를 지정된 구역(본 연구에서는 행정동 기준)의 인구가 반영된 접근시간 가중평균값으로 정의하였다(Eq. (1)).

$$AI_i = \frac{\sum p_{ij} \times t_{\min}}{P_i} \tag{1}$$

여기서 AI_i는 i동의 인구가 가중된 접근시간 평균, P_i는 i동의 상주인구, p_{ij}는 i동에 속한 RB j의 상주인구, $t_{\min}$은 RB j에서 인프라 시설까지의 이동시간(단위: 분)이다. AI_i의 단위는 시간(분)으로 어느 한 동의 특정 생활인프라시설(예: 공원)에 대한 소요시간 기댓값이라고 할 수 있다. 예를 들어 OO동의 공원에 대한 AI_i가 10분으로 산출되었다면 OO동에 거주하는 시민은 평균적으로 10분을 걸어가야 근접한 공원에 다다를 수 있다는 의미이다. 산출된 행정동별 접근성 지수는 Table 4와 같다.

보육시설, 유치원, 초등학교, 작은도서관은 보행 접근시간을 사용하였고, 거점공원과 공공도서관은 차량으로 접근하는 시간을 사용하였다. 먼저 연수구의 동춘1동은 보육시설과 작은도서관의 접근성이 미흡한 것으로 나타났으며, 동춘2동의 작은도서관의 접근성 또한 미흡한 것으로 나타났다. 송도3동은 공공도서관의 접근성이 미흡하며 다른 지역의 접근시간과 그 차이가 크다. 옥련1동, 옥련2동의 거점공원 접근성 또한 다른 행정동에 비해 차이가 크게 나타났다. 근린공원의 경우 연수구의 모든 행정동과 거주지에서 접근시간이 국토교통부 지침인 기준보다 적게 소요되는 것으로 나타났다.

6. 종합 평가

충족도와 접근성을 종합적으로 반영하여 생활권 규모별, 즉 행정동별 생활 인프라 공급현황을 분석하였으며, 그 결과를 GIS의 공간정보와 데이터를 활용하여 평가지도를 생성하였다. 충족도와 접근성 기준에 적합한가를 구분하기 위하여 각 행정동의 충족도와 접근성 기준을 만족하면 A, 그렇지 못하면 B로 구분하여 데이터를

Table 4. Community Infrastructure Facilities Accessibility Index

Region	Daycare Center	Kindergarten	Elementary School	Library	Neighbor hood Park	base Park	Public Library
Dongchun1	11.0	8.2	12.6	15.3	9.8	8.4	5.4
Dongchun2	2.9	5.5	5.3	17.4	3.0	7.2	5.7
Dongchun3	1.9	3.6	5.5	11.1	3.3	3.6	4.3
Songdo1	2.7	7.0	7.0	7.6	3.8	3.6	4.4
Songdo2	2.7	6.6	6.1	4.1	4.4	4.8	5.7
Songdo3	2.5	7.0	7.6	6.1	4.8	6.2	12.1
Songdo4	1.8	5.5	5.7	7.1	5.2	5.2	6.1
Yeonsu1	4.1	4.8	7.0	5.6	3.3	4.4	5.1
Yeonsu2	3.4	4.0	6.2	5.4	3.3	5.2	4.3
Yeonsu3	3.4	5.2	6.0	5.1	4.7	2.3	3.1
Ongnyeon1	2.9	5.9	5.8	6.8	4.2	15.9	5.5
Ongnyeon2	2.9	7.8	7.7	5.9	6.3	16.9	7.2
Seonhak	4.5	9.4	9.0	10.4	4.3	6.5	2.4
Cheonghak	3.2	6.9	8.8	6.3	3.1	9.0	3.5

※ Unit : minute

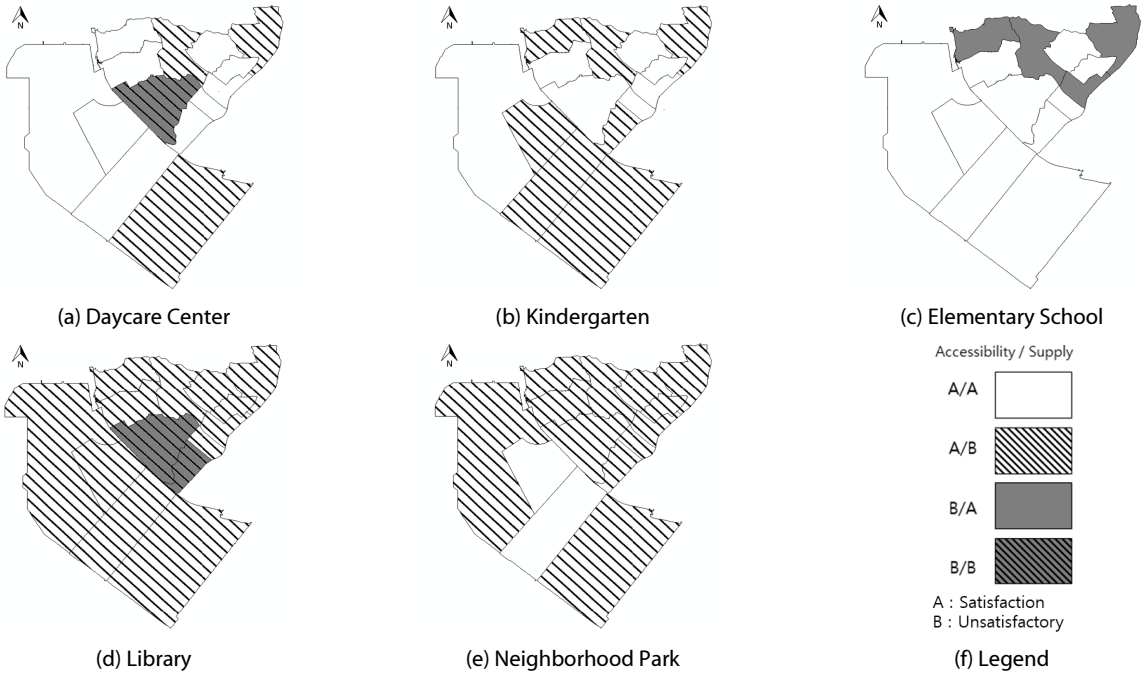
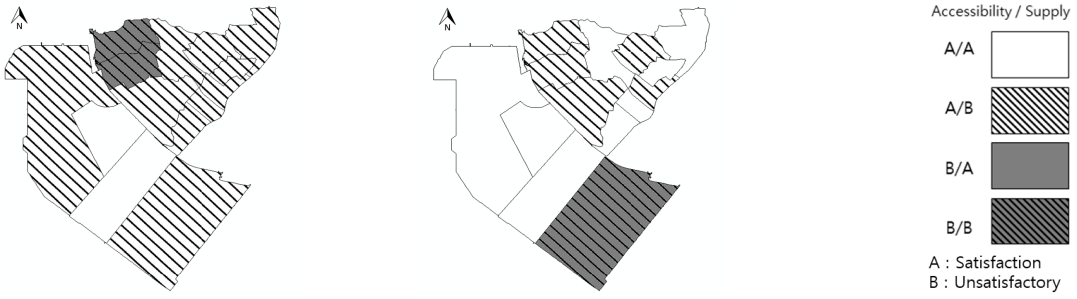


Fig. 3. Capacity and Accessibility Evaluation Map – Walking Time

생성하였다. 생성된 데이터 테이블을 GIS 환경에서 만들어진 인천광역시 연수구의 폴리곤 데이터에 입력하였다. 이를 바탕으로 AA, AB, BA, BB의 네 가지 범례로 구분하여 각 행정동의 생활 인프라 시설에 대한 충족도와 접근성 기준의 부합 여부를 판단할 수 있는 지도를 생성하였다(Figs. 3 and 4).

근린공원의 경우 거점공원을 보유하고 있는 송도1동, 송도2동, 논현1동, 논현2동을 제외한 모든 행정동에서 공급 상태가 기준에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 근린공원에 대한 접근성은 모두 기준에 만족하는 것으로 분석되었다. 이는 근린공원에 대한 접근성은 모든 생활권 지역에서 보장되나 그 용량이 부족하여 활용성이 떨어질 수 있다는 점을 보여준다. 따라서 개정된 접근성 기준을 적용하는 것보다 생활권 규모의 양적인 공급기준을 가지고



(a) Park (b) Public Library (c) Legend

Fig. 4. Capacity and Accessibility Evaluation Map – Vehicle Time

근린공원에 대한 공급 및 증설 계획을 세우는 것이 타당하다고 판단된다.

보행 이동시간이 접근성 기준인 시설을 살펴보면 작은도서관과 근린공원의 공급 부족 상태가 가장 두드러지게 나타난다. 작은도서관의 경우 모든 지역에서 공급이 부족한 것으로 나타났다. 그중 동춘1동, 동춘2동은 접근성 기준에 만족하지 못했다. 근린공원의 경우 광역시설이기 때문에 공급 불균형이 발생할 수 있다. 그러나 작은도서관의 경우, 광역시설이 아님에도 불구하고 충족기준을 전 지역에서 만족하지 못했다. 최저기준과 공급현황의 격차도 매우 크기 때문에 생활 인프라 공급계획 시, 먼저 작은도서관에 대한 공급계획을 수립하여야 할 것이다. 유치원과 보육시설은 대부분이 충족수준 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 초등학교의 경우 기준에 적합하지 못한 행정동 중 대부분이 접근성 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 유치원, 보육시설, 초등학교는 특정한 연령이 사용하는 시설이기 때문에 접근성과 충족도 기준에 만족하지 못하는 행정동 거주 시민의 연령층을 확인하여 공급계획이 이루어져야 한다.

차량 이동시간이 접근성 기준인 시설을 살펴보면 거점공원의 공급 부족이 두드러지게 나타났다. 거점공원의 경우 충족수준 기준에 만족하지 못하는 행정동이 근린공원의 경우보다 증가하였다. 이는 거점공원 외의 다른 근린공원이 제외된 분석 결과이기 때문이다. 그러나 거점공원의 경우 차량으로 이동하는 시간을 기준으로 하고 있고, 실제로 차량으로 접근하는 경우가 대부분이기 때문에 꼭 생활권 범위 내에 존재할 필요는 없을 것이다. 따라서 접근시간 기준에 만족하지 못하는 옥련1동, 옥련2동에 근접한 지역에 대한 거점공원 계획이 필요할 것으로 보인다. 공공도서관의 경우 접근성은 송도3동을 제외한 모든 행정동에서 기준에 적합한 것으로 분석되었다. 송도3동의 경우 접근성과 충족수준 기준을 둘 다 만족하지 못하기 때문에 공공도서관의 증설 계획이 가장 먼저 고려되어야 할 지역이다. 공공도서관은 중형 생활권에서 인구 3만 명당 1개소의 기준을 가지고 있다.

7. 결 론

본 연구에서 제안한 생활 인프라 공급현황 분석방법은 접근성과 충족도를 활용하여 공급현황을 '양과 질'이라는 두 가지 관점에서 파악할 수 있는 프레임을 제공한다. 접근성은 시민의 관점에서 시민이 생활 인프라 시설을 활용할 때 해당 시설까지 접근하는 시간을 기준으로 적용되었다. 따라서 경로안내 API를 활용하여 현실성 있는 이동시간을 산출하였고, 이를 바탕으로 지역별 접근성 지수를 산출하였다. 접근성 기준을 적용하였을 때 모두가 접근성 기준을 만족하더라도 생활 인프라 시설의 용량이 부족하면 시설 활용에 어려움이 생길 수 있다. 따라서 생활권 규모와 시민의 수를 기준으로 한 충족도를 활용하여 접근성만으로 측정한 분석방법에서 발생할 수 있는 맹점을 제거하였다.

본 연구에서 제안하는 분석방법을 활용하여 인천광역시 연수구를 대상으로 생활 인프라 공급현황을 평가하였다. 행정동을 단위로 충족도와 접근성을 평가하였으며, 그 결과를 GIS 환경에서 지도로 표현하였다. GIS 지도는 기준에 미치지 못하는 생활권과 그 생활권이 어떤 기준에 만족하지 못하는지 쉽게 파악할 수 있도록 생성되었다. 본 연구는 다음과 같은 측면에서 의의를 갖는다. 첫째, 접근성 지수를 활용하여 생활 인프라 공급현황을 정량적으로 파악할 수 있다. 이는 접근성 지수는 인구 가중평균값이며 최소단위인 RB부터 동, 구, 넓게는 시 단위 산출이 가능하기 때문이다. 둘째, 생활 인프라 소외지역을 명확하게 파악할 수 있다. 접근성에 대한 소외지역은 각 RB에는 최단 거리의 생활 인프라 시설에 대한 접근성 정보가 포함되어 있어 최소단위인 RB를 통하여 기준에 만족하지 못하는 소외지역이 명확하게 도출된다. 충족도 기준은 지정된 범위(본 연구에서는 행정동)에 적정 서비스와 시설 공급 여부가 인구수, 세대수 기준으로 파악 가능하여 접근성뿐만 아니라 충족도 기준의 생활 인프라 소외지역도 규모에 따라 파악할 수 있다. 이런 점으로 미루어볼 때 연구의 결과와 방법론을 활용한다면 향후 지역사회의 생활 인프라 계획에 매우 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 충족도와 접근성에 대한 기준을 활용하여 두 가지 관점에서 분석을 진행하였다. 그러나 충족도에 대한 기준과 접근성에 대한 기준이 명시된 생활 인프라 시설물의 종류가 모두 일치하지는 않는다. 그러나 보건복지부에서 제시하는 기준을 활용한 보육시설의 경우와 같이 생활 인프라 시설물에 적용되는 용량에 대한 기준을 활용하면 해결할 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구는 인천광역시 연수구를 대상으로 하였다. 따라서 접근성 산출 시 연구의 범위 내에 있는 생활 인프라 시설물만 고려되어 지역 경계를 벗어난 지역에 존재하는 최근접 시설물이 고려되지 않았다. 향후 인천광역시 전체를 대상으로 연구를 진행하여 이런 맹점을 보완해야 할 것이다. 셋째, 본 연구에서는 공급현황 분석 결과를 행정동 단위로 제시하였다. 행정적으로 나눈 구역을 단위로 했기 때문에 결과의 해석에 있어 간과된 부분이 있을 것으로 사료된다. 이런 경우 공공시설의 투자 주체(시, 구, 동)에 따라 결과 해석 단위를 구분한다면 좀 더 현실적인 평가가 이루어질 수 있을 것이다.

감사의 글

본 결과물은 인천대학교 2018년도 자체연구비 지원으로 수행된 결과의 일부입니다.

References

Child School Information (2020). Available at: http://e-childschoolinfo.moe.go.kr (Accessed: April 25, 2020).

City of Melbourne (2014). *Community Infrastructure Development Framework*. City of Melbourne.

Dadashpoor, H. and Rostami, F. (2017). "Measuring spatial proportionality between service availability, accessibility and mobility: Empirical evidence using spatial equity approach in Iran." *Journal of Transport Geography*, Vol. 65, pp. 44-55.

Guo, Y., Chan, C. H. and Yip, P. S. F. (2017). "Spatial variation in accessibility of libraries in Hong Kong." *Library and Information Science Research*, Vol. 39, No. 4, pp. 319-329.

Ha, J. H. and Lee, S. G. (2017). "Analysis of influential factors to public transportation accessibility using pedestrian route guide API information service - Focused on walking accessibility to subway stations in Seoul, Korea -." *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 52, No. 3, pp. 155-170 (in Korean).

Haitao, J., Fengjun, J., Qing, H., He, Z. and Xue, Y. (2019). "Measuring public transit accessibility based on google direction API." T*he Open Transportation Journal*, Vol. 13, pp. 93-108.

Hong, S. J., Shin, W. H. and Shin, W. J. (2017). "A goodness-of-fit test for the national minimum standards of basic infrastructure services." *Journal of the Korea Real Estate Society*, Vol. 35, No. 3, pp. 47-64 (in Korean).

Islam, M. S. and Aktar, S. (2011). "Measuring physical accessibility to health facilities - A case study on Khulna city." *World Health & Population*, Vol. 12, No. 3, pp. 33-41.

Kim, A. Y. and Jun, B. W. (2012). "Environmental equity analysis of the accessibility to public transportation services in Daegu city." *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 15, No. 1. pp. 76-86 (in Korean).

Lee, G. J. and Im, E. S. (2009). "Developing a methodological framework for assessing the level of neighborhood park service provision." *The Korea Spatial Planning Review*, pp. 109-122 (in Korean).

Lee, J. W. and Yun, K. S. (2018a). "Analysis of accessibility change to urban parks in busan through closest facility analysis and its implications." *Journal of the Korean Urban Management Association*, Vol. 31, No. 2, pp. 61-72 (in Korean).

Lee, J. W. and Yun, K. S. (2018b). "An analysis of the supply priorities of urban parks considering accessibility: Focused on Nam-gu, Busan metropolitan city." *The Korean Journal of the Local Government Studies*, Vol. 21, No. 2, pp. 77-90 (in Korean).

Lim, Y. R., Chu, J. M., Shin, J. Y., Bae, H. J. and Park, C. S. (2015). "Analysis on the accessibility to natural greenspace and urban parks by income class factors - Focusing on Seongnam-si, Gyeonggi-do." *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 44, No. 4, pp. 133-146 (in Korean).

Lotfi, S. and Koohsari, M. J. (2009). "Measuring objective accessibility to neighborhood facilities in the city (A case study: Zone 6 in Tehran, Iran)." *Cities*, Vol. 26, No. 3, pp. 133-140.

Ministry of Health & Welfare (MOHW) (2019). *Enforcement rules of infant and childcare law*, Ministry of Gender Equity and Family, No. 14 (in Korean).

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2013). *National city regeneration basic policy partial revision (Community infrastructure revision of national minimum standards)*, Notice No. 2013-1094 (in Korean).

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2018). *National city regeneration basic policy partial revision (Community infrastructure revision of national minimum standards)*, Notice No. 2018-1790 (in Korean).

Nam, Y. S. (2019). "Evaluation of locational accessibility to leisure facilities using GIS: Focus on Jeju city dong area." *Korean Society Leisure & Recreation*, Vol. 43, No. 3, pp. 69-80 (in Korean).

Naver Map (2020). Available at: https://map.naver.com (Accessed: April 20, 2020).

Park, J. K. and Kim, I. (2016). "An analysis of geographical accessibility to public libraries in metropolitan area and related implications: The case of Busan." *Korean Association for Local Government Studies*, Vol. 20, No. 3, pp. 191-221 (in Korean).

Park, T. S. and Lee, M. Y. (2015). "Accessibility measure of cultural facilities using urban network analysis." *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, KSCE, Vol. 35, No. 2, pp. 455-464 (in Korean).

Seo, H. J. and Jun, B. W. (2011). "Environmental equity analysis of the accessibility of urban neighborhood parks in Daegu city."

Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 14, No. 4. pp. 221-237 (in Korean).

Seong, E. Y., Lim, Y. K. and Lim, H. S. (2013). "Accessibility and availability of neighborhood facilities in old residential area." *All Public Information In-One*, Vol. 23, pp. 1-151 (in Korean).

Talen, M. (2001). "School, community, and spatial equity: An empirical investigation of access to elementary schools in west Virginia." *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 91, No. 3, pp. 465-486.

Wang, F. and Xu, Y. (2011). "Estimating O-D travel time matrix by google maps API: Implementation, advantages and implications." *Annals of GIS*, Vol. 17, No. 4, pp. 199-209.

Witten, K., Pearce, J. and Day, P. (2011). "Neighbourhood destination accessibility index: A GIS tool for measuring infrastructure support for neighbourhood physical activity." *Environment and Planning A*, Vol. 43, No. 1, pp. 205-223.

Yhee, H. Y., Kim, S. P. and Kang, S. H. (2020). "A method of measuring accessibility for community infrastructure planning." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 20, No. 1, pp. 21-31 (in Korean).

Yoo, N. H., Ban, Y. U. and Jeong, S. K. (2013). "Assessment of the urban park location suitability using gravity model -Focused on Yongam 1, 2-Dong, Cheongju City.-" *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 48, No. 4, pp. 331-342 (in Korean).