

데이터 분석을 통한 지역별 고령친화도 시각화

Visualization of Regional Age-Friendliness through Data Analysis

김영선 (YoungSeon Kim)(제1저자) | 전북대학교 기록관리학과 석사과정 | dudtjs1227@naver.com

강민구 (Mingu Kang)(공동저자) | 전북대학교 소프트웨어공학과 석사과정 | kang.mingu94@gmail.com

김지호 (Kim ji ho)(공동저자) | 전북대학교 기록관리학과 석사과정 | lili9710@gmail.com

나유연 (Na yueon)(공동저자) | 전북대학교 경영학과 학사과정 | nimoandfriends7@gmail.com

이강철 (Lee gang cheol)(공동저자) | 전북대학교 통계학과 석사과정 | rkdcjf8232@gmail.com

전한역 (Jeon HanYeok)(공동저자) | 전북대학교 기록관리학과 석사과정 | vaccine1984@gmail.com

목 차

1. 서론
2. 선행연구
3. 연구방법
4. 연구결과
5. 결론

초 록

전 세계적인 인구고령화 현상이 사회적으로 문제가 되고 있다. 우리나라 역시 초고령화 사회에 급속도로 진입하면서 사회적 생활공간의 실질적 변화가 필요하게 되었다. 이에 본 연구에서는 WHO가 제시한 ‘고령친화도시’ 개념과 가이드라인을 중심으로 군집분석과 EDA를 활용해 국내 고령친화도 현황을 분석하였다. 더불어 경기도의 이천시와 안성시를 중심으로 관련 데이터를 비교·분석 후 GIS 기반 데이터 시각화를 수행하였다. 분석 결과 B등급인 이천시에 비교하여 안성시의 고령친화도는 인구, 면적 등의 조건이 비슷함에도 불구하고 D등급으로 측정되어 매우 낮은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과를 통해 정책적으로는 전국 단위의 고령친화도를 파악하여 효과적인 복지 정책 가이드라인 제시와 더불어, 한정된 정부 예산에서 정비가 시급한 부분에 대한 우선적 고려가 가능할 것으로 기대된다.

* 키워드 : 고령친화도시, 인구고령화, 지표, GIS

ABSTRACT

The population aging around the world is becoming a social problem. As Korea also entered a super-aged society rapidly, a substantial change in social living space became necessary. Therefore, this study analyzes the current status of elderly affinity in Korea using cluster analysis and EDA, focusing on the WHO's concept of 'aged-friendly city' and eight area guidelines. In addition, GIS-based data visualization carries after comparing and analyzing related data, centering on Icheon and Anseong in Gyeonggi province. As a result of the analysis, compared to Icheon, which is grade B, the elderly affinity of Anseong was measured as grade D despite similar conditions such as population and area. Through the results of this study, it is expected that it will be possible to identify the relative Age-Friendliness the country in terms of policy, present effective welfare policy guidelines, and prioritize areas where maintenance is urgent in the limited government budget.

* Keywords : Smart Farm, Deep Learning, ResNet, Convolution Neural Network

• 본 논문은 과학기술정보통신부가 주최하고 한국데이터산업진흥원이 주관하는 DB산업육성(데이터 청년인재 양성)사업의 일환으로 수행된 2021년 데이터 청년 캠퍼스 프로젝트 결과물임

• 본 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5B8099507)

• 논문접수 : 2021년 8월 30일 •최초심사일: 2021년 10월 05일 •게재확정일: 2021년 10월 15일

1. 서론

전 세계적으로 고령화는 심각한 사회적 문제로 자리 잡고 있다. WHO에서 발표한 자료에 의하면, 60대 이상 인구는 2013년에는 8억 4100만 명으로 전체 세계 인구의 11.7%를 차지하고 있지만 2050년이 되면 20억 명 이상으로 전 세계 인구의 21.1%까지 차지한다고 예측한다. 또한 2047년에는 60대 이상 인구가 사상 처음으로 15세 미만인 아동 수를 넘어설 가능성도 함께 보여주고 있다(WHO, 2015). OECD에서 2019년 발표한 자료에서도 OECD 국가들의 고령화가 빠르게 진행되고 있어 많은 OECD 국가의 중위연령이 40세 이상으로 증가하였다는 사실을 보여준다. 또한, 향후 30년 동안 평균 45세까지 계속 증가할 것으로 예상되며, 몇몇 국가들은 이미 46세 이상으로 상당한 수준의 인구고령화가 진행되었다(OECD, 2019). 이러한 상황은 선진국 뿐 아니라 저개발 국가에서도 높은 비율로 관측되고 있다.

한국의 경우는 더욱 심각하다. OECD에서는 한국의 중위연령은 2018년 43세에서 2050년 56세로 급격하게 증가하여 OECD 국가 중 인구고령화가 가장 빠르게 진행될 것으로 전망하였다. 이에 대해 2021년 한국경제연구원에서 미국·영국·독일·프랑스·일본 등 주요 5개국(G5)과 우리나라의 고령화 현황 및 대응책을 분석한 결과를 발표한 자료를 함께 참고하면, 2011년부터 지난해까지 한국의 65세 이상 고령 인구는 연평균 4.4%씩 증가하여 최근 10년간 노년층이 해마다 29만 명씩 늘어났다고 볼 수 있다. 한국의 고령화 속도 역시 OECD 평균(2.6%)의 1.7배로 이들 국가 중 가장 빠르다. 현재 한국의 고령 인구 비율은 15.7%로 OECD 37개국 중 29위다. 하지만 이와 같은 추세라면 20년 후인 2041년에는 33.4%로 인구 셋 중 한 명은 노인이 된다. 2048년에는 65세 이상 노인이 전체 인구의 37.4%를 차지할 전망이다(김경미, 2021).

점차 가속되는 인구고령화는 중위연령 역시 증가시키면서 지방 소멸의 위험까지 부르고 있다. 장래인구 추계로 전망하면 2045년 우리나라의 고령화율은 35.6%가 되면서 2015년 기준으로 시·군·구 중 4개와 읍·면·동 중 632개는 이미 고령화율이 35%를 넘어 도시의 경제적 기능이 상실될 것이라는 전망까지 나오는 상황이다. 전국 3,492개 읍·면·동의 30%에 달하는 1,047곳은 사람이 아예 살지 않을 위험에 처해 있고, 나머지 중 1,904곳도 도시재생과 농촌 정비가 시급하다는 지적이 이어지고 있다(송은아, 2021.08.06.). 이러한 사실은 인구고령화에 대한 대안을 준비하면서도, 노인과 관련된 복지 정책 및 시설이 다른 연령층과 어우러져 연령 분포를 고르게 만들 필요가 있으나, 현재 시행되는 복지정책은 고령인구에 한에서만 이루어지고 있다. 때문에 인구고령화를 도시환경 구조와 공동체 생활 속에서 포괄적으로 접근하게 함으로써, 활동적인 노화(active ageing)를 촉진할 필요성이 늘어나는 것이다(전북연구원, 2020).

다음과 같은 배경에서 등장한 것이 WHO의 ‘고령친화도시’이다. 2006년 WHO에서는 점점 고령자들이 늘어나고 있는 환경에서 연령에 따른 환경 변화에 불편함 없이 살 수 있도록 각종 정책 및 서비스를 제공하고 환경을 조성하여, 고령자들이 지역 사회에 능동적으로 참여할 수 있게 해 궁극적으로는

모든 연령이 함께 살아가는 데 어려움이 없는 커뮤니티를 선보였다. 또한 2007년에는 고령친화도시 조성을 위한 8가지 가이드라인 및 고령친화지표를 함께 제시하였다.

이에 WHO의 고령친화지표를 활용하여 전국의 고령친화도를 산출하고, 산출된 고령친화도를 기반으로 군집분석을 통해 군집 별 특성을 분석한다. 이와 함께 고령친화도에 따른 지역별 순위를 선정해 순위 별로 시각화를 진행하였다. 그중 두 집단을 선정해 비교 분석 후, 해당 결과에 대해 GIS 시각화를 구현하고자 한다.

본 연구를 통해 고령친화도 진단으로 각 지역에서 효과적인 복지정책 가이드라인을 제시할 수 있다. 또한, 인구고령화와 관련된 복지정책이나 시설 등 시급한 부분에 대한 우선순위 선정이 가능하여 예산의 효율적인 운용을 기대할 수 있다.

2. 선행연구

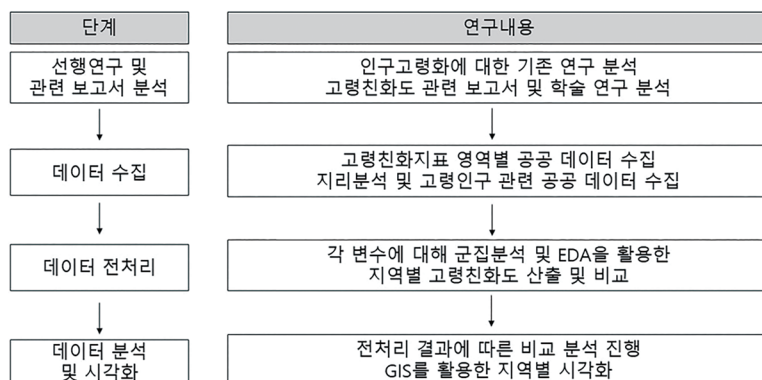
인구고령화에 대한 대안을 제시한 기존 연구는 주로 저출산과 인구감소 문제와 함께 이루어지고 있으며, 인구고령화를 중점으로 다룬 연구의 경우에는 노령인구의 연금 지급 등 소득 관련 복지정책이 다수 진행되었다. 관련 연구로 김용하(2001)는 노령화시대의 핵심과제를 소득보장으로 보고 노령화와 관련된 각종 경제 및 사회여건의 변화를 분석하면서 노인들의 당시 소득원을 살펴보았다. 이를 중심으로 공적연금제도의 문제점을 재정건실도의 취약함과 운영상의 수익률 저하로 보고, 현행 공적연금체계를 다층체제로 전환하여 연금재정의 안정화, 세대 간·세대 내 소득재분배, 연금 사각지대의 해소를 통해 인구노령화에 대응하고자 하였다. 지광수, 조기전(2005)는 고령화의 원인을 출산율 저하와 평균수명의 연장으로 분석하고 노후생활보장제도를 국제적으로 비교하여 타 국가 대비 낮은 공적연금의 비중을 들어 국가 차원의 방안 마련의 필요성을 지적하고 있다. 이에 인구노령화에 대한 정책 과제로서 정년연장과 연령차별금지법 제정, 보조금 지급을 통한 고용지원과 사회적 일자리 창출, 경력 직종·지위별 직업훈련정책 제공, 고령자 적합직무 또는 직종 개발 등을 통해 공적연금 외에도 노령층 개인에 대한 국가적인 지원을 제안하고 있다. 이강호(2018)은 한·중·일의 인구구조의 변화를 저출산과 고령화 대응 정책을 중심으로 비교 분석하였다. 그 중 고령화의 원인으로 평균수명 증가, 건강보험 강화, 영양보충, 의료기술 발전 등을 들고 있는데, 이에 일본은 고령층의 일자리 창출, 한국은 노인 빈곤층 극복을 위한 소득보장정책, 중국은 노인건강문제 해결을 위한 의료 분야 대응이 중점으로 이루어지고 있다고 분석하였다.

다음으로 고령친화도에 관한 연구로는 이광현, 김세용(2017)은 물리적 환경 중심의 고령친화평가지도개발에 대한 연구를 진행하였다. 이를 위해 국내외 선행연구에서 선별한 1차 지표 중 자료구득이 가능한 2차 지표를 중심으로 고령친화와의 관련성에 대해 설문조사를 진행하였다. 이를 통해 물리적 환

경, 건강·복지, 사회, 경제 등 52개 영역으로 구분된 새로운 지표를 개발하여 제시하였다. 경기복지재단(2020)은 초고령사회를 대비한 경기도 시·군의 고령친화도 점검을 위한 기초자료 제공을 목적으로 연구를 진행하였다. 고령친화도 진단의 영역을 물리적 환경, 사회적 환경, 서비스 환경으로 구분하여 고령친화도 진단의 기본방향 및 지표, 진단 방법을 설정해 경기도 31개 시·군의 반복적·자체적 고령친화도 진단이 가능하도록 하였다. 또한 고령친화도 진단 기반의 고령사회에 대응할 수 있도록 지역 유형별 진단에 맞춘 고령친화환경조성 정책 추천, 각 시·군 현황에 맞춘 특화 컨설팅 실시, 고령친화 정책 지원을 위한 기구의 상설화 등의 정책을 제언하였다. 전북연구원(2020)은 높은 전라북도 고령인구비율과 노년부양비의 증가, 고령에게 편리한 사회적·물리적 공간 조성의 필요성으로 인한 고령친화도시 추진의 필요성을 주장하고 있다. 이에 국내·외 사례를 중심으로 고령친화도시 조성을 위한 기본계획을 수립하고 있으며, 전라북도 고령친화도시 추진과제로서 고령친화도시 중장기 계획 수립, 정책영역 설정, 고령친화 은퇴자 체류도시 모델 구축, WHO 고령친화도시 국제네트워크 가입 추진, 은퇴자 교육연수원 건립, 지역별 특화형 고령친화마을 조성 등을 제시하고 있다.

이상으로 인구고령화에 대한 선행연구를 살펴보았다. 그 결과, WHO에서 제시한 고령친화도시와 고령친화도를 국내에서 활용한 연구는 미미하였으며, 연구에 활용되기 시작한 것도 그 기한이 짧다. 특히, 고령친화도를 특정 시·도 차원의 자체적인 고령친화도 진단은 진행되었으나, 구·동 단위의 세부 조사 및 전국단위로 측정하고, 그 결과를 시각화한 연구는 아직 진행된 바가 없다. 따라서 본 연구는 각 지역별로 고령친화도를 측정하고, 측정된 결과 중 비교군을 선정해 분석하여 시각화를 진행하고자 한다.

3. 연구방법



<그림 1> 연구 도식화

본 연구는 전국의 고령친화도를 산출해 등급별로 나누어 순위를 매긴 후, 세부적으로 지역을 선정하여 GIS를 활용한 시각화를 진행하였다. 연구절차와 방법은 <그림 1>과 같이 진행하였다.

먼저, 인구고령화에 관한 대안을 분석한 연구와, 고령친화도를 활용하여 인구고령화 현황을 측정하고 보고서를 조사하였다. 자료조사는 학술연구자료 및 WHO에서 발행한 가이드라인 등을 중심으로 진행하였다.

다음으로 분석데이터 수집을 진행하였다. 세 번째로 데이터 전처리를 위해 변수를 뽑아내고, 각 변수 산출식을 통해 지역별 고령친화도를 산출하였다. 네 번째로 산출한 고령친화도 지수를 EDA(탐색적 자료 분석)를 통해 개별 변수의 분포와 변수 간 연관성을 파악한 단계적 변수 선택법을 이용하여 군집을 분류하기 위한 변수 선택 후 혼합분포군집 분석 기법을 이용하여 총 4개의 군집을 형성하였다. 마지막으로 전처리 결과를 통해 시각화와 분석을 진행하였다. 전국 고령친화도에 따라 순위를 나누고, 지역별로 시각화를 진행하였다. 또한, 각 지역 중 전반적으로 고령친화도 순위가 고르게 분포된 경기도 지역에서 인구, 예산 면적 등의 조건은 유사하지만 고령친화도 순위가 다른 지역을 선정해 GIS 지표를 시각화하였다.

3.1 데이터 수집

데이터를 수집하기 이전 본 연구에서 기준으로 활용할 고령친화지표를 선정하였다. 여기에는 WHO에서 제시한 고령친화도시 8가지 가이드라인을 중심으로 이광현, 김세용(2017)과 경기복지재단(2020)의 연구에서 제시한 고령친화지표를 활용하였다. 해당 연구지표는 <표 1>과 같다.

<표 1> 한국형 고령친화지표 가이드

연번	분류	진단 지표	진단방법(거주 고령인구 대비)
1	물리적 환경	외부환경 및 시설	야외활동 안전성(전반적, 야간), 보행안전성, 공원 이용 접근성 등
2		도로 및 교통	CCTV 조성 현황, 노인장애인 보호구역 지정현황 등
3		주택	고령자 교통사고 발생 현황, 버스정류장 개수
4	사회적 환경	주거	노인주거복지시설 조성 현황, 공공·민간임대주택 공급 현황
5		사회참여	노인여가복지시설 조성 현황, 전통시장 조성 현황
6		사회통합	자립성, 독립성
7	서비스 환경	교육 및 정보화	교육기회 접근성 및 다양성, 교육 참여
8		의료서비스	의료서비스 접근성 및 편의성 등
		복지서비스	의료복지 서비스 접근성, 돌봄서비스 접근성 등
			병의원 개수, 의사 수 등
			의료복지시설, 재가노인복지시설, 노인돌봄서비스 시설 개수

분석 데이터는 통계청, 보건복지부, 국토교통부 등에서 수집하였다. 영역별 고령친화도를 산출하기 위해서 고령친화지표 항목 중 공공데이터로 수집이 가능한 안전·교통·주거·여가·복지 등 5가지 영역을 선정해 수집을 진행하였다. 각각 안전 영역에서는 CCTV, 안전 비상벨, 고령자 교통사고 현황 등에 대한 데이터를, 교통 분야에서는 버스정류장, 노인 장애인 보호구역 현황 등의 데이터를 활용하였다. 주거 영역에서는 공공민간임대주택, 노인주거복지시설 등에 대한 데이터를 이용하였다. 여가와 복지 영역에서는 공원 면적, 평생교육기관, 노인돌봄시설, 무료급식소 데이터 등을 수집하였다. 또한 공간분석을 위해 수집한 GIS 데이터로는 연속지적도, 행정경계, 결빙사고다발지역, 지구대치안센터 등의 지리정보데이터가 있다. 마지막으로 인구 수 데이터 중 전국 및 지역별 고령인구 수 데이터를 수집하여 활용하였다. 수집 데이터 항목은 <표 2>와 같다.

<표 2> 수집 데이터 항목

데이터 탐색		수집 데이터	수집처
고령친화도 산출 데이터	안전	CCTV, 안전비상벨, 고령자 교통사고 현황 등	공공데이터포털, TAAS
	교통	버스정류장, 노인 장애인 보호구역 등	공공데이터포털
	주거	공공민간임대주택, 노인주거복지시설 등	공공데이터포털
	여가	공원 면적, 평생교육기관 등	공공데이터포털
	복지	노인돌봄시설, 무료급식소 등	공공데이터포털
지리정보(GIS) 데이터		연속지적도, 행정경계, 결빙사고다발지역, 지구대치안센터 등	국가공간정보포털, 경기데이터드림, 공공데이터포털
인구 수 데이터		전국 및 지역별 고령인구 수 데이터	국가통계포털, KOSIS

위 데이터를 기반으로 선행연구에서 활용한 고령친화지표를 참고하여 고령친화도를 산출하였다. 활용한 변수 설명과 산출식은 <표 3>와 같다. 고령친화도를 산출하기 위한 총 데이터는 5,876개를 이용하였다.

<표 3> 변수 명 및 산출식

변수명	변수설명	산 출 식
X1	시군별 고령인구 대비 CCTV설치 수	시군별 CCTV 수 / (거주 고령인구 × 0.001)
X2	시군별 고령인구 대비 안전비상벨 설치 수	시군별 안전비상벨 수 / (거주 고령인구 × 0.001)
X3	시군별 고령인구 대비 응급의료기관 수	시군별 응급의료기관 수 / (거주 고령인구비율 × 0.001)
X4	시군별 고령인구 대비 지역경찰관서 수	시군별 지역경찰관 수 / (거주 고령인구비율 × 0.001)
X5	시군별 환경체감도	대기, 수질, 토양(쓰레기와 폐기물로 인한 오염), 소음·진동, 녹지환경(공원, 가로수 등) 분야별 환경 체감도로서 분야별 "매우좋다"와 "약간좋다" 비율 합 의 평균값
X6	시군별 고령인구 대비 장애인 보호구역 수	시군별 장애인 보호구역 수 / (고령인구/10,000)
X7	시군별 고령인구 및 공원 수 대비 공원 면적	시군별 공원면적 / (거주 고령자 수*시군별 공원수)
X8	시군별 고령인구 대비 공중화장실 수	시군별 공중화장실 수 / (고령인구 / 1,000)
X9	시군별 고령인구 대비 버스정류장 수	시군별 버스정류장 수 / (고령인구 / 1,000)
X10	시군별 고령인구 대비 고령자 교통사고 현황	1 / ((시군별고령자교통사고 건수+사망자수) / (거주 고령자 수 / 100))
X11	시군별 고령인구 대비 공공민간임대주택 수	시군별 공공민간임대주택 수 / (거주 고령자 수 / 1000)
X12	시군별 고령인구 대비 노인주거복지시설 수	시군별 노인주거복지시설 정원 / (거주 고령자수 / 1000)
X13	시군별 고령인구 천명 당 여가복지시설수	(시군구 여가복지시설*1000) / 고령인구
X14	시군별 고령인구 대비 전통시장 수	전통시장 수 / (고령인구/1000)
X15	시군별 고령인구 대비 무료급식소 수	고령인구비율 × [(무료급식소 수) / (거주 고령자수 / 10,000)]
X16	시군별 고령인구 대비 평생교육기관 수	고령인구비율 × [(평생교육기관 수) / (거주 고령자수 / 10,000)]
X17	시군별 고령인구 대비 프로그램 수	고령인구비율 × [(프로그램 수) / (거주 고령자수 / 1,000)]
X18	시군별 고령인구 대비 학습자 수	고령인구비율 × [(학습자 인원) / (거주 고령자수 / 1,000)]
X19	시군별 고령인구 대비 병원 수	시군별 병원 수 / (거주 고령자수 / 1,000)
X20	시군별 고령인구 대비 의료인력 수	시군별 의료인력 수 / (거주 고령자수 / 1,000)
X21	시군별 고령인구 대비 주거복지시설 수	주거복지시설 수 / (거주 고령자수 / 1,000)
X22	시군별 고령인구 대비 의료복지시설 수	의료복지시설 수 / (거주 고령자수 / 1,000)
X23	시군별 고령인구 대비 재가노인복지시설 수	재가노인복지시설 수 / (거주 고령자수 / 1,000)
X24	시군별 고령인구 대비 노인돌봄서비스시설 수	노인돌봄서비스시설 수 / (거주 고령자수 / 10,000)

3.2 데이터 전처리

각 변수별 결측치는 평균 또는 최빈값 대체 시 과대·과소 추정 가능성이 있어 KNN 모델분류법을 사용하였다. 즉 인접한 K(10)개의 데이터들의 가중평균을 계산하여 결측치를 대체하였다.

또한 EDA(탐색적 자료 분석)를 진행하여 우선 개별 변수들의 분포를 Histogram을 그려 확인하고, 타겟변수(target variable)인 종합적인 고령친화 지수의 경우 box-cox 변환을 통해 튜닝 파라미터 값으로 새로운 지수를 산출함으로써 이상치나 영향치에 영향을 최소화할 수 있는 변수를 산출하였다. 이를 통해 종합적인 고령친화도를 최종적으로 산출하였다. 사용한 수식은 다음과 같다.

$$\lambda = -1/2, y_2 = y^\lambda$$

변수 간 상관관계 분석의 경우, igraph 패키지의 네트워크 시각화 툴을 이용하여 |상관관계지수| ≥ 0.5를 넘기는 변수들의 관계만 표현하여 상관성이 높은 변수들을 살펴보면서 상관관계 시각화를 진행하였다. 또한 각 변수들은 모두 연속형 변수이기 때문에 피어슨 상관계수를 함께 이용하였다.

각 지역들의 특성을 고려하여 군집 분류 시에는 EM-알고리즘을 이용한 혼합분포군집 분석을 활용하였다. 산출된 변수들과 종합 고령친화도를 이용해 데이터가 K개의 모수적 모형에서 나왔다는 가정을 세우고 군집의 개수를 2-9까지 변화시키며 분석을 진행했다. 산출된 군집 간의 종합 고령친화도 점수 차이에 대한 검정은 1차로 일원배치분산분석을 시행하고, 2차로는 사후 검정을 진행하였다.

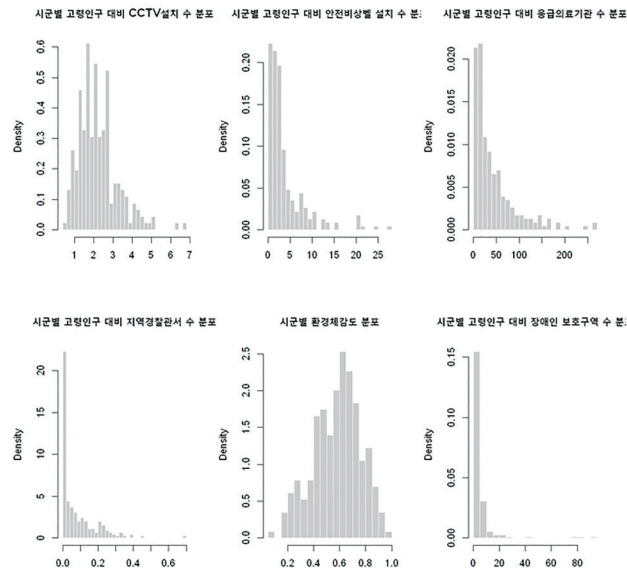
4. 연구결과

전처리 된 데이터는 EDA(탐색적 자료 분석)와 군집분석을 활용하여 결과를 도출하였다. EDA 분석 결과 종합적인 고령친화도 지수가 낮은 지역이 다수라는 것을 알 수 있다. 다음과 같은 결과에 box-cox 변환 기법을 활용하여 정규성을 가지며 분석에 적합한 지수를 산출하였다. 또한 igraph 네트워크 시각화를 활용해 변수 간 관계를 분석한 결과 선정된 특정 변수 간 연관성이 높게 판단되었다. 때문에 피어슨 상관계수를 활용하여 종합적 고령친화도 모델에 유의미한 변수를 선택하였다. 이러한 결과 해당 변수와 종합 고령친화도 지수를 활용해 군집분석 결과 도출된 고령친화도 특성을 중심으로 4개의 군집을 선정해 분류하였다. 또한, 해당 산출물을 통해 전국 229개 지방자치단체에 고령친화도를 A-F 등급 순으로 부여해 시각화를 진행하였다.

4.1 EDA(탐색적 자료 분석)

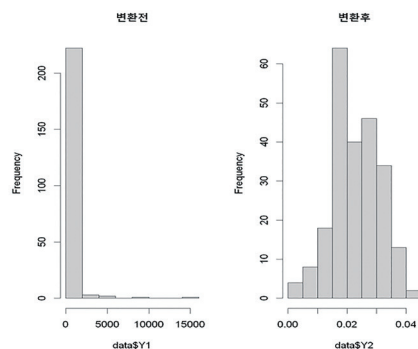
각 개별 변수들의 분포를 Histogram을 그려 확인한 결과(<그림 2>), $x_1 \sim x_{10}$ 까지의 분포를 살펴보았을 때 환경체감도를 제외한 분포가 편향된 분포를 띄고 있다는 점을 알 수 있다. 각 변수들의 분포가

왼쪽으로 치우친 것으로 보아 개별 고령친화도 지수가 낮은 지역들이 많음을 알 수 있다. 이는 많은 지역들이 고령화시대에 적절한 대비를 하지 못하고 있음을 의미한다. 뒤이은 변수들도 위와 동일한 양상을 보였다.



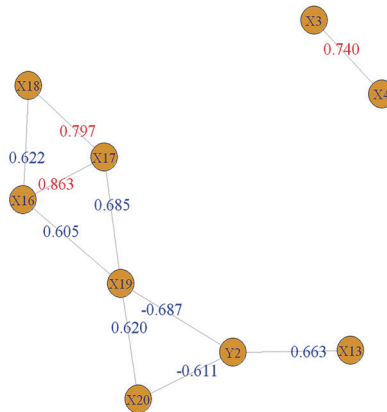
<그림 2> 각 변수 별 Histogram

이러한 결과는 기존 선행연구와는 다른 분포양상을 띄고 있어 고령친화도를 단순히 더하는 방식으로는 적합하지 않다고 판단되었다. 이에 box-cox 변환 기법을 활용해 변환 후 종합 고령친화도 지수의 분포를 살펴본 결과 <그림 3>과 같이 정규성을 띄며 분석에 적합하여 이상치나 영향치에 영향을 최소화할 수 있는 변수를 산출하였다는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 변환된 지수가 낮을수록 종합 고령친화도가 높다고 해석할 수 있다.



<그림 3> 종합 고령친화도 지수 변환 전후 비교

또한 <그림 4>의 igraph 네트워크 시각화 툴을 활용하여 변수 간 상관관계를 표현한 결과 학습과 관련된 변수인 X_{16} , X_{17} , X_{18} 은 서로 높은 연관성을 보였고, 안전과 관련된 변수인 X_3 , X_4 간에도 높은 연관성이 있다고 판단되었다. 또한 종합적 고령친화도에 연관성이 높은 변수는 X_{19} , X_{20} 으로 판단된다. 여가 복지시설에 대한 만족도, 직원 수, 접근성 등을 제외한 노인 여가복지시설 수는 종합적 고령친화도와 음의 연관성을 띠었다.



<그림 4> igraph 네트워크 시각화

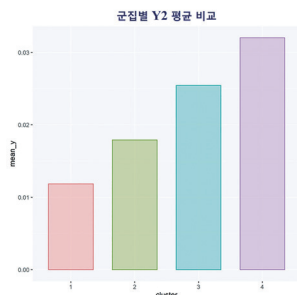
해당 결과를 바탕으로 종합 고령친화도를 설명하는데 유의미한 변수만을 선택하여 분류의 효율성을 높이기 위해 종합적 고령친화도 모델을 산출하였다. 해당 모델은 모든 변수를 적합한 단순선형회귀모형에서 시작해 단계적 변수선택법과 분산팽창지수, AIC(Akaike Information Criterion)를 추가하여 다중공선성과 과대추정을 최소화하였다. 위와 같은 분석을 통해 <표 3>의 기존 변수집단에서 최종 선정된 변수는 <표 4>와 같다.

<표 4> 변수 명 및 설명

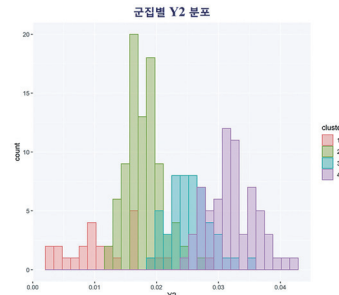
변수명	변수 설명
X3	시군별 고령인구 대비 응급의료기관 수
X4	시군별 고령인구 대비 지역경찰관서 수
X6	시군별 고령인구 대비 장애인 보호구역 수
X9	시군별 고령인구 대비 버스정류장 수
X11	시군별 고령인구 대비 공공민간임대주택 수
X13	시군별 고령인구 천 명 당 여가복지시설 수
X16	시군별 고령인구 대비 평생교육기관 수
X18	시군별 고령인구 대비 학습자 수
X20	시군별 고령인구 대비 의료인력 수

4.2 군집분석

변수 선정 후 각 지역들의 특성을 고려하여 산출된 변수들과 종합적인 고령친화도 지수를 이용해 군집화를 수행하였다. 먼저 비계층적 군집분석인 k-means를 적용하였으나, 군집 형성 시 주변 데이터와 거리차이만 고려하여 군집의 개수가 2개로 분류되었으며 전체 변동대비 군집 간 변동 지수 값이 좋지 않았다. 따라서 데이터가 K개의 모수적 모형에서 나왔다는 가정하에 군집을 형성하는 혼합 분포 군집을 사용하였다. 군집의 개수를 2-9까지 변화시키며 살펴본 결과 BIC(Bayes Information Criterion) 값 기준으로 4개의 군집이 가장 적절하다는 결론을 도출하였다. 이와 함께 산출된 군집 간의 종합적 고령친화도 점수 차이에 대한 검정을 하였다. 1차적으로 일원배치분산분석결과의 p-value 값을 살펴본 결과 0.05 보다 작아 4개의 군집 간의 종합적 고령친화도 점수 차이가 유의미하다는 결론을 내렸다. 2차적으로 사후검정을 통해 어떤 군집간의 차이가 있는지 살펴본 결과 모든 군집 간의 유의미한 차이가 발생하였다. 결과적으로 1번 군집에서 4번 군집으로 갈수록 고령친화도가 낮았다. <그림 5>와 <그림 6>은 군집별 종합적인 고령친화도 점수를 시각화한 것이다.



<그림 5> 군집별 고령친화도 평균 비교



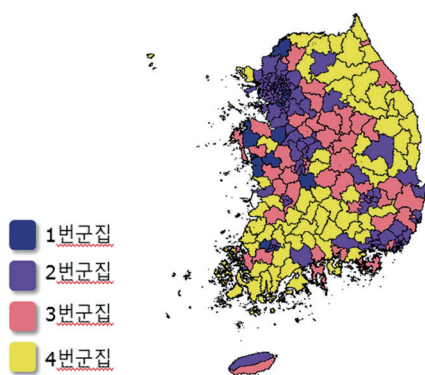
<그림 6> 군집별 고령친화도 분포

평균 그래프를 살펴보면 1번에서 4번 군집 순으로 종합적인 고령친화도가 높아지고 있으며, 이에 대한 유의미성은 앞선 검정에서 확인하였다. 즉, 1번 군집에 속한 지역들이 가장 고령친화도 평균이 높은 것을 의미한다. 또한 실제 개별 값들의 분포를 살펴본 결과 역시 1번에서 4번 군집 순으로 분포도가 높아지는 것을 확인할 수 있는데, 이러한 결과 역시 형성된 군집들이 종합적인 고령친화도 지수를 잘 반영하여 분류되었다고 볼 수 있다.

4.3 지도 시각화

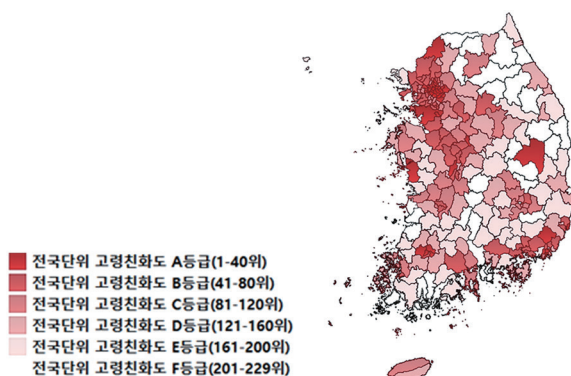
4.1의 결과를 바탕으로, 전국을 고령친화도 군집 특징별로 시각화를 진행하였다. 군집은 총 4가지

로, 1번 군집은 종합적인 고령친화도가 높고 특히 교육과 안전 관련 지수가 높은 지역이다. 2번 군집은 2번째로 고령친화도가 높은 지역으로, 특히 주거와 안전지수가 높으나 고령자들의 여가 및 대중교통 이용 지수는 낮은 곳이다. 3번 군집은 타 군집 대비 주거, 교육, 안전 등 지수가 대체적으로 중간에 위치한 지역이다. 마지막으로 4번 군집은 전반적으로 고령친화도는 낮지만, 고령자들의 여가 및 대중교통 이용 지수는 높은 지역이다. 해당 군집 특성에 대한 시각화는 <그림 7>에 해당한다.



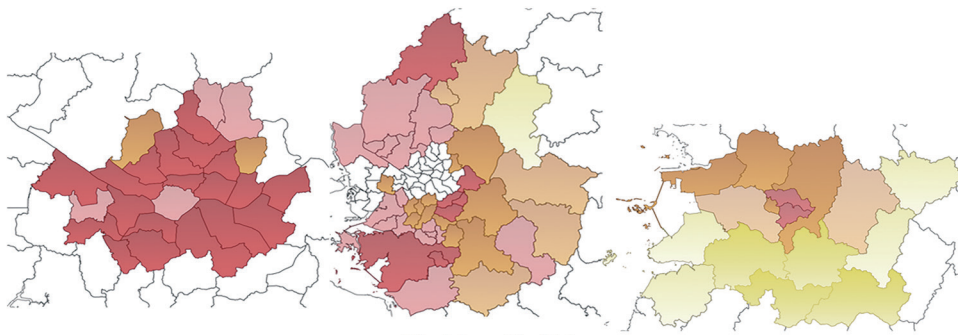
<그림 7> 전국단위 군집별 특성 시각화

<그림 8>은 전국 229개 지방자치단체의 고령친화도 순위를 바탕으로 A-F 등급으로 총 6단계의 등급을 시·군·구 별로 책정하여 부여한 것이다. 고령친화도 지수가 가장 높은 A등급에 해당하는 지역은 순서대로 서울시 서초구, 강남구, 종로구를 예시로 들 수 있고, 중위를 차지하는 지역은 인천광역시 연수구, 전라남도 무안군, 경상북도 칠곡군이 그 예가 될 수 있다. 마지막으로 가장 낮은 순위를 차지한 지역은 강원도 양양군, 횡성군, 평창군을 들 수 있다.



<그림 8> 전국단위 순위별 시각화

좀 더 지역 별로 세분화하여 고령친화도 시각화 사례로 서울특별시와 경기도, 전라북도를 확인할 수 있다. 먼저 <그림 9>의 서울특별시의 경우, 대부분의 지역이 A등급에 속할 만큼 전체적으로 전국 고령친화도 상위권을 차지하고 있는 것을 확인할 수 있다. <그림 10>의 경기도는 서울특별시보다는 낮지만, 전체적으로 순위가 고르게 분포되어 있다는 점을 알 수 있다. 반면 <그림 11>의 전라북도는 전반적으로 지역 대부분이 하위에 분포한다는 점이 눈에 띈다.



<그림 9>
서울특별시 고령친화도 시각화

<그림 10>
경기도 고령친화도 시각화

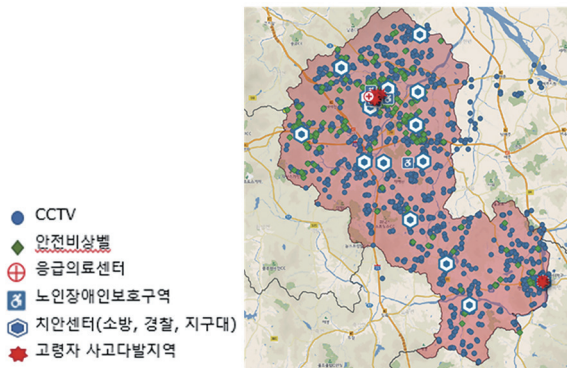
<그림 11>
전라북도 고령친화도 시각화

<그림 10>을 제외하고, <그림 9>와 <그림 11>을 보면 지역 간의 고령친화도 격차가 굉장히 크고, 대체적으로 인접한 지역끼리의 고령친화도 순위가 비슷하다는 점을 알 수 있다. 이에 본 연구는 보다 세분화 된 비교 분석을 진행하기 위해 전반적으로 순위가 고르게 분포되어 있는 경기도 지역에서 샘플링을 진행하고자 한다. 특히 경기도 내에서도 총 인구 수와 고령인구 비율, 지자체 예산, 면적 등 여러 조건이 유사하지만 고령친화도 순위가 크게 차이 나는 경기도 이천시와 안성시를 GIS시각화 하고자 한다. 두 지자체의 조건은 <표 5>과 같다.

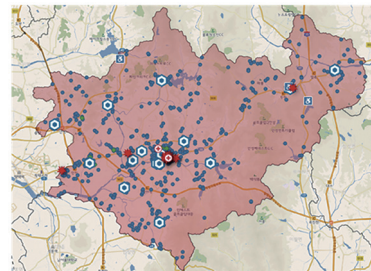
<표 5> 이천시와 안성시 조건 비교

조 건	이천시	안성시
총 인구	221,697 명	189,298 명
고령인구 비율	14.5%	17.9%
1년 지자체 예산	약 1조 1,047억 원	약 9,651억 원
면적	461,430,422㎡	553,460,874㎡
등급(순위)	B등급 (52위)	D등급 (144위)

경기도 이천시(<그림 12>)와 안성시(<그림 13>)의 행정구역 경계, CCTV 위치, 안전비상벨 위치, 소방·경찰·지구대·치안센터 분포, 응급의료기관 분포, 노인장애인보호구역 현황, 고령자 사고다발지역 등 고령친화지표로 활용했던 일부 변수 중 지리정보데이터로 표현 가능한 경우 GIS를 활용해 시각화를 진행하였다.



<그림 12> 이천시 GIS 시각화



<그림 13> 안성시 GIS 시각화

이천시와 안성시 모두 확인 가능한 데이터 중 안전 데이터(CCTV, 안전비상벨, 고령자 사고다발지역, 치안센터)와 복지 및 편의 데이터(응급의료센터, 노인장애인보호구역)는 비교 및 시각화가 가능하다. 그 결과 고령자 사고다발지역을 제외한 대부분의 고령친화지표는 이천시가 높았는데, 특히 안전 관련 데이터인 CCTV, 안전비상벨의 경우 그 지표가 월등히 높은 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 전 세계적으로 큰 이슈인 인구고령화에 관한 대안으로 WHO의 고령친화도시 개념을 접목하였다. 이를 위해 고령친화지표를 중심으로 지역별 고령친화도를 산출하고, 그 결과를 통해 GIS를 활용한 시각화를 진행하였다.

고령친화도 산출을 위해, 고령자의 안전·교통·주거·여가·복지 분야 데이터와 지리정보데이터, 고령인구 수 데이터를 통계청, 보건복지부, 국토교통부 등에서 수집해 총 24개의 변수를 산출하였다. 해당 변수에 대해서는 군집분석을 통해 4개의 클러스터로 나눠 결과 값을 얻고, 각 변수의 분포와 종합 고령친화도 지수의 분포를 살펴봄과 동시에 피어슨 상관계수를 활용해 변수 간 관계 분석을 진행한 결과, 각 지역별로 유의미한 결과 값을 얻을 수 있었다.

그 결과를 통해 서울특별시나 경기도 등 노령인구가 비교적 적은 지역이 고령친화도가 높고, 오

히려 전라북도 등 고령인구가 많은 지역이 고령친화도가 현저하게 낮다는 점이 도출되었다. 이는 현재 한국의 인구고령화 대안의 현실이자 한계를 보여준다고 사료된다.

본 연구를 통해 정책적 측면에서 보았을 때 고령친화도 진단으로 각 지역에서 전국 대비 상대적 고령친화도 현황을 파악할 수 있어 효과적인 복지정책 가이드라인을 제시할 수 있다. 또한, 예산적인 측면에서는 인구고령화와 관련된 복지정책이나 시설 등에 대해 정비가 시급한 부분에 대한 우선순위 선정이 가능하여 제한된 정부 지원 예산에 대해 효율적인 운용을 기대할 수 있다. 또한 이전까지는 고령친화도를 지수로만 파악하는 연구에서 그쳤지만, 지역별로 등급을 나누어 시각화함으로써 전국단위 인구고령화에 대한 대비책의 현 주소를 한 눈에 알아볼 수 있다.

그러나 고령친화지표로 활용된 변수 중 일부는 지표의 대표성을 나타내는데 다소 무리가 있어 변수 선정에 대한 추가적인 연구가 필요하다는 한계가 있다. 또한, 고령친화도를 측정할 때 정답 셋이 부재하여 명확한 기준이 없다는 점도 연구의 제한점이다. 때문에 이후 연구에서 위의 제한점을 보완하고 고령인구 중에서도 연령대별로 통제가 이루어진 자료를 활용한다면, 더 정제된 연구 결과가 나올 수 있어 차후 다른 연구의 참고자료로 이용되기를 바란다.

참고문헌

- 경기복지재단 (2020). 초고령사회 대비 경기도 고령친화도 분석 및 지원방향. 수원: 경기복지재단.
- 김경미 (2021.02.17). 고령화 속도 가장 빠른 한국...노인빈곤율도 OECD 1위. 중앙일보. 검색일자: 2021.08.24. <https://www.joongang.co.kr/article/23994291>
- 김용하 (2001). 인구고령화에 대비한 노령소득보장체계의 재편 방안. 한국인구학, 24(1), 149-182.
- 송은아 (2021.08.06.). 급격한 고령화·인구절벽... 읍면동 30% '인구 제로' 위험. 세계일보. 검색일자: 2021.08.24. <https://www.segye.com/newsView/20210806506803?OutUrl=naver>
- 이강호 (2018). 한·중·일 인구구조의 변화와 저출산·고령화 대응 정책 비교 분석. 보건복지포럼, 262, 67-81.
- 이광현, 김세용 (2017). 고령친화도시 지표개발에 관한 연구: 고령자 입장에서 바라본 측정 가능한 물리적 환경 지표 중심으로. 도시설계, 18(2), 51-62.
- 전북연구원 (2020). 전라북도 고령친화도시 조성의 필요성 및 과제. 이슈 브리핑, Vol.222, 전주: 전북연구원.
- 지광수, 조기전 (2005). 고령화와 노인복지정책. 경영경제연구, 28(1), 149-173.
- OECD (2019). Working Better With Age: Synthesis Older Workers.
- WHO (2015). Measuring the age-friendliness of cities: a guide to using core indicators.

국한문 참고문헌의 영문 표기

(English translation / Romanization of reference originally written in Korean)

- Chi, Kwang-Soo, Cho, Ki-Jeon (2005). Population Ageing and Welfare Policy for the Elderly. Management and economics research, 28(1), 149-173.
- Gyeonggi Welfare Foundation (2020). The direction of analysis and support for the elderly affinity in Gyeonggi province compared to the super-aged society. Suwon: Gyeonggi Welfare Foundation.
- Jeonbuk Institute (2020) The necessity and task of creating an Age-friendly city in Jeollabuk province. Issue briefing. Vol.222, Jeonju: Jeonbuk Institute.
- Kim, Kyung-mi (2021.02.17). Korea has the fastest aging population...The elderly poverty rate is also ranked first in the OECD. JoongAng Ilbo. Retrieved August 24, 2021, from <https://www.joongang.co.kr/article/23994291>
- Lee, Kang-Ho (2018). The Changing Population Structures and Policies in Korea, China, and Japan. Health and welfare policy forum, 262, 67-81.
- Lee, Kwang Hyun, Kim, Seiyong (2017) Develop Age-Friendly City Indicators: Focused on Measurable Indicators of the Physical Environment from the Older Persons' Perspectives. Journal of The Urban Design Institute of Korea, 18(2), 51-62.
- OECD (2019). Working Better With Age: Synthesis Older Workers.
- Song, Eun-ah (2021.08.06.). Rapid aging, population cliff... 30% in Eup, Myeon, Dong "Zero population" risk. Segye Ilbo. Retrieved August 24, 2021, from <https://www.segye.com/newsView/20210806506803?OutUrl=naver>
- WHO (2015). Measuring the age-friendliness of cities: a guide to using core indicators.
- Yongha Kim (2001). Introduction to Multiple Income Protection System in Korea. Korea journal of population studies, 24(1), 149-182.