

# 통합대기환경지수와 지역내총생산에 의한 지역개발매력도 분석 - 충청남도 시·군을 대상으로 -

이병학\* · 정남수\*\*

\*공주대학교 농공학과 박사과정 · \*\*공주대학교 지역건설공학과 교수

## Analysis of Regional Development Attractiveness of Comprehensive Air-quality Index and Gross Domestic Product - Focusing on Cities and Counties in Chungcheongnam-do -

Lee, Byung-Hark\* · Jung, Nam-Su\*\*

\*Doctor's Dept. of Rural Systems Engineering, Kongju University

\*\*Professor, Dept. Rural Systems Engineering, Kongju University

**ABSTRACT** : The purpose of this research is to apply the regional development attractiveness of the national level determined in the previous study to the city and county level of Chungcheongnam-do. We verified results with the population change of the floating population data. In order to measure regional development attractiveness in 2020, Chungcheongnam-do's integrated air environment index and per capita gross regional product were gathered. Population movement data over the past five years have been used to analyze population changes in the floating population data. Regional development attractiveness depended on the data of GDP per capita, which had a large difference between the maximum and minimum values. The rate of increase or decrease in population change by city and county in Chungcheongnam-do over the past five years has changed significantly since 2021 and characteristics of each group were grouped into four groups. Based on the environment and economic feasibility of the region, it can be the starting point for a new analysis of Korea's regional development projects and the selection of target sites. Policy suggestions can also be made in spatial plans such as short-term comprehensive plans, long-term comprehensive plans, and development plans. It can be a limit of this research that regional development attractiveness was determined by the relatively large per capita gross domestic product. It is necessary to further develop regional development attractiveness by closely investigating the characteristics of the region, social problems, and emissions of environmentally harmful substances.

**Key words** : Regional Development Attractiveness, Comprehensive Air-quality Index, GRDP/c, Population movement

### I. 서 론

우리나라는 농촌과 도시의 지역개발사업을 선정할 때 농촌은 농산어촌지역 주민의 기초생활수준을 높이고 정주여건 개선을 통해 주민의 삶의 질 향상과 농산어촌의 인구 유지 및 지역 활성화에 목적이 있고(RAIS, 2023) 도시는 일자리 창출 및 도시경쟁력 강화, 삶의 질 향상 및 생활복

지 구현, 쾌적하고 안전한 정주환경 조성, 경관 회복, 공동체 활성화 등에 목적이 있다(URIS, 2023). 농촌공간의 다원적 기능이 중요해짐에 따라 환경오염방지, 생태계 보호 등의 환경요인이 추가적으로 고려되어야 한다. 환경요인에서 보호수, 하수처리시설, 천연기념물, 야생동물보호구역, 자연환경보전지역, 자연공원 등의 요소는 고려되고 있다. 기후변화에 따라 대기환경에 대한 관심이 증가하고 있으나 아직 까지 이러한 특징에 대한 고려는 부족하다(Yang et al., 2016; Park et al., 2021).

Corresponding author : Jung, Nam-Su

Tel : +81-41-330-1265

E-mail : ruralplan@kongju.ac.kr

농촌지역의 지역개발사업에서 중심지와 배후마을, 대중 교통, 생활서비스 등의 공간적 특징에 대한 연구가 진행되었고(Jung et al., 2017), 도시지역개발에서는 해외 사례를 통한 정책 연구와 사업의 중요도, 우선순위 평가연구(Ahn et al., 2011)와 지속가능성 성과관리 방안 개선에 관한연구(Jin et al., 2023), 가로경관 요소별 변화에 관한연구(Lee et al., 2023), 도시재생 사업의 계획 및 집행특성에 관한 연구(Kim et al., 2023) 등이 진행되고 있지만 지역환경문제에 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이병학(2022)은 대기오염 정도에 따라 인간에게 미치는 체감오염 정도를 고려한 통합대기환경지수와 대한민국의 경제성을 파악할 수 있는 1인당 국내총생산을 통해 지역 개발 매력도를 측정하여 전국 시·도 단위의 적용하였다. 적용 결과 시도별 특징은 파악할 수 있었으나, 광역시를 제외하고는 지형특성의 편차가 커서 통합대기질의 대표성이 부족하고, 시군별 경제상황도 달라 통합대기질과 1인당 국내총생산의 변화에 따른 지역개발매력도의 민감도 분석은 가능하였으나 결과를 해석할 수 있는 방법이 부족하였다(Lee et al., 2022).

이러한 한계를 극복하기 위해 본 연구에서는 시·도 단위의 적용한 지역개발매력도를 충청남도를 대상으로 시·군 단위로 적용해 보고자 한다. 그 과정에서 통합대기환경지수의 생성과정을 살펴보고, 시군단위에서 획득 가능한 1인당 지역내총생산 자료를 활용하여 지역개발매력도를 산정하였으며, 결과를 검증하기 위하여 유동인구의 인구변화 자료를 활용하여 해석해 보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 통합대기환경지수

통합대기환경지수(CAI, Comprehensive Air-Quality Index, 이하 C)는 공기가 오염되어 있는지를 표준화한 지수로 나

타내어 주민이 쉽게 이해할 수 있도록 하고 오염물질이 특정 농도에 도달했을 때 주민들의 행동강령을 제시하는데 목적이 있다(Kim et al., 1998; USEPA, 2007).

통합대기환경지수(C)의 산출방법은 미세먼지(PM<sub>10</sub>), 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>), 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 오존(O<sub>3</sub>), 일산화탄소(CO) 6개 요소를 에어코리아에서 제안한 지수산출방법을 통해 각각의 요소별 점수를 산정해 가장 높은 점수를 통합대기환경지수값으로 사용한다. 본 연구에서 사용된 정보는 에어코리아 홈페이지에서 제공하고 있는 2020년 충청남도 시군별 40개 측정소 데이터를 1월 1일에서 12월 31일까지 시간당 1회 측정된 데이터를 산술 평균으로 정리하고 Table 1의 변수와 산출식 (1)로 계산해 통합대기환경지수(C)를 식 (2)와 같이 도출했다(Ho et al., 2006; AirKorea, 2023).

$$I_p = \frac{I_{HI} - I_{LO}}{BP_{HI} - BP_{LO}} \times (C_p - BP_{LO}) + I_{LO} \quad (1)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{365} \sum_{j=1}^{24} I_p}{365 \cdot 24} \quad (2)$$

Where:

- $I_p$  = Pollution Index
- $C_p$  = Pollution Concentration
- $BP_{LO}$  = Low Band Pollution
- $BP_{HI}$  = High Band Pollution
- $I_{LO}$  = Index Value of BP<sub>HI</sub>
- $I_{HI}$  = Index Value of BP<sub>LO</sub>

6개의 대기오염물질요소별 통합대기환경지수를 산출하여 가장 높은 점수를 지수 값으로 활용하며, 0에서 500까지의 값을 ‘ 좋음’, ‘보통’, ‘나쁨’, ‘매우나쁨’ 4단계로 나누어 대기질이 나쁠수록 점수가 높다(Son et al., 2008).

Table 1. Variables Required for Index Calculation

Index		Good		Usually		Bad		Very Bad	
Score Value	I <sub>LO</sub>	0		51		101		251	
	I <sub>HI</sub>	50		100		250		500	
Concentration		BP <sub>LO</sub>	BP <sub>HI</sub>						
SO <sub>2</sub> (ppm)		0	0.02	0.021	0.05	0.051	0.15	0.151	1
CO (ppm)		0	2	2.1	9	9.1	15	15.1	50
O <sub>3</sub> (ppm)		0	0.03	0.031	0.09	0.091	0.15	0.151	0.6
NO <sub>2</sub> (ppm)		0	0.03	0.031	0.06	0.061	0.2	0.201	2
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		0	30	31	80	81	150	151	600
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		0	15	16	35	36	75	76	500

## 2. 지역내총생산

지역내총생산은 산업 통계조사, 물가지수, 생산지수, 산업연관표, 국세청 외형거래액 및 각종 결산서 등 약 1370종의 방대한 기초자료를 이용하며 자료가 미흡한 부문에 대해서는 별도조사를 통해 추계한다. 쉽게 말해 국가 범위의 국내총생산을 시·도 단위로 좁혀 경제규모, 생산수준, 산업구조 등을 나타내는 경제지표이다(Kim et al., 2010).

본 연구에서는 KOSIS 국가통계포털에서 제공하는 2020년 충청남도 시·군별 지역내총생산을 해당연도 인구수의 비율로 1인당 지역내총생산(GRDP/c, 이하 G)을 결정하였다.

## 3. 지역개발매력도 측정

Milan(2021)은 도시로 이동하는 사람들이 대기환경으로 인해 노출되는 위험을 인식하고 있으며 1인당 국내총생산이 높을수록 인프라가 구축되어 있고 자아실현의 기회가 높아진다고 가정하여 지역개발매력도를 다음 식 (3)과 같이 제안하였다(Milan, 2021).

본 연구에서는 충청남도의 시·군 단위의 경제 상황을 파악하기 위해 1인당 지역내총생산(G)을 이용하여 지역개발매력도(Regional Development Attractiveness 이하 A)를 결정하였다.

$$A = \frac{G}{C} \quad (3)$$

Where:

- A = Regional Development Attractiveness
- G = Gross Regional Domestic Product per Capita
- C = Comprehensive Air-quality Index

1인당 지역내총생산(G)을 가로축 통합대기환경지수(C)를 세로축을 기준으로 지역별 지역개발매력도(A)를 나타내 군집화하여 군집별로 분석하였다.

## 4. 인구변화

1인당 지역내총생산(G), 통합대기환경지수(C), 지역개발매력도(A)가 인구변화의 관계성을 분석하기 위해 시·군별 이동자 수를 순 이동, 전입, 전출의 원 데이터, 전년 대비 증감, 전년 대비 증감률을 2018년에서 2022년 총 5년 데이터를 KOSIS 국가통계포털에서 제공하는 자료를 수집하고 데이터들의 원활한 분석과 가독성을 보여주기 위해 표준값(Z-Score)으로 정리하여 분석하였다.

## III. 연구결과 및 분석

충청남도 주요 시·군 계룡, 공주, 논산, 당진, 보령, 서산, 아산, 천안 등 8개의 시 단위 도시와 금산, 부여, 서천, 예산, 청양, 태안, 홍성 등 7개의 군 단위 도시에 지역개발매력도를 적용하기 위해 각 지역의 1인당 지역내총생산(G)과 통합대기환경지수(C)를 2020년 자료를 활용해 Table 2와 같이 정리하였다.

1인당 지역내총생산(G)의 경우 아산, 서산, 당진, 태안, 예산, 금산, 서천, 보령, 계룡, 청양, 천안, 논산, 공주, 홍성, 부여 순으로 높았다. 통합대기환경지수(C)는 2020년 시·군 측정소 별 대기오염도 자료를 Table 2의 변수와 산출식 (1)에 의해 계산한 결과 계룡, 태안, 서산, 논산, 보령, 공주, 청양, 부여, 서천, 홍성, 금산, 예산, 천안, 당진, 아산 순으로 대기환경이 좋았다. 지역개발매력도(A)를 산출식 (3)에 의해 계산한 결과 서산, 아산, 당진, 태안, 계룡, 금산, 예산, 서천, 보령, 청양, 논산, 천안, 공주, 홍성, 부여 순이었고 지역개발매력도(A)는 최댓값과 최솟값의 차이가 큰 1인당 지역내총생산(G)의 데이터와 일치하는 경향이 있었다.

1인당 지역내총생산(G)을 가로축 통합대기환경지수(C)를 세로축을 기준으로 지역별 지역개발매력도(A)를 나타내 군집화해 보면 Figure 1과 같이 천안, 예산, 금산, 홍성, 서천, 부여, 공주, 청양, 보령의 1그룹으로 당진, 아산의 2그룹으로 논산, 태안, 계룡의 3그룹으로, 서산 4그룹으로 구분할 수 있었다.

Table 2. Regional Development Attractiveness by region

City	G (Ten thousand won)	C	A	Rank of A
Seosan	9,023	63.25	142.67	1
Asan	9,466	76.12	124.34	2
Dangjin	7,058	74.94	94.18	3
Taeon	4,624	62.55	73.92	4
Gyeryong	4,015	60.98	65.85	5
Geumsan	4,590	70.27	65.33	6
Yesan	4,530	70.68	64.10	7
Seocheon	4,419	69.18	63.88	8
Boryeong	4,181	66.79	62.59	9
Cheongyang	4,034	68.12	59.22	10
Nonsan	3,805	64.93	58.59	11
Cheonan	3,963	73.73	53.76	12
Gongju	3,599	67.77	53.11	13
Hongseong	3,509	69.57	50.43	14
Buyeo	3,030	68.4	44.30	15

각 군집은 경제력이 낮고 대기질이 나쁜 1그룹은 대기질을 악화시키지 않으면서 경제력을 향상시킬 수 있어야 하고, 경제력이 높고 대기질이 나쁜 2그룹은 대기질의 정화를 위한 정책 및 사업이 진행되어야 하고, 경제력이 낮고 대기질이 좋은 3그룹은 일부 공해를 유발하더라도 경제력을 향상시킬 수 있는 방안이 필요하며, 경제력이 높고 대기질이 좋은 서산은 현 상황을 유지하는 것에 노력이 필요하다.

2020년 기준 지역개발매력도(A)와 충청남도 최근 5년간의 인구변화 경향성을 알아보기 위해 시·군별 이동자 수를

순 이동, 전입인구, 전출인구의 원 데이터, 전년 대비 증감, 전년 대비 증감률을 KOSIS 국가통계포털에서 제공한 자료를 Table 3, 4와 같이 전년 대비 전입과 전출 증감률에 대해 정리하였다.

시·군별 전년 대비 전입과 전출의 증감률을 보면 감소하거나 증가하는 추세를 보이다가 2021년에 급변하는 경향이 있는걸 확인할 수 있다. 2021년 전년 대비 전입과 전출인구의 증감률 데이터와 매력도를 비교하기 위해 표준값(Z-Score)으로 정리하여 Figure 2, 3과 같이 그래프로 나타냈다.

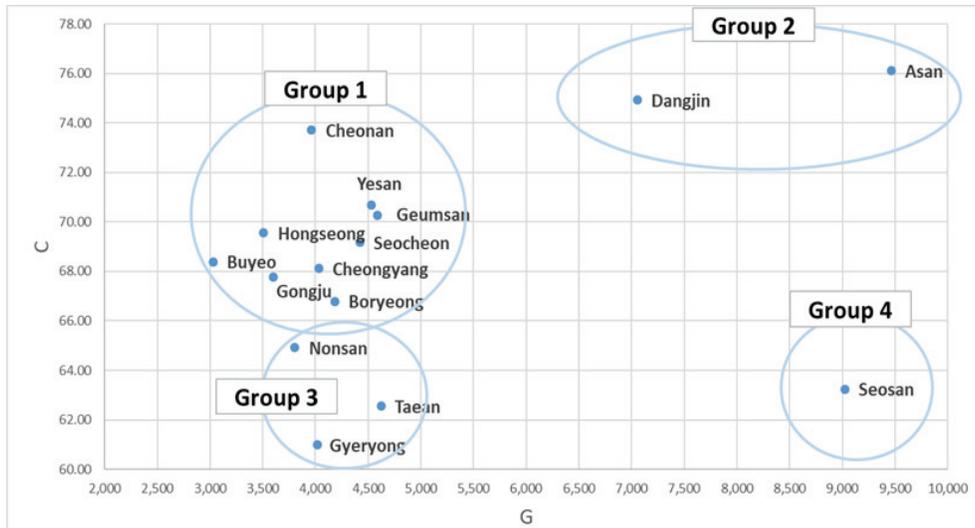


Figure 1. Clustering with CAI and RGDP/c by Region in Chungcheongnamdo

Table 3. The Rate of Increase or Decrease in Move-in Chungcheongnam-do for 5 Years

City	2018	2019	2020	2021	2022
Gyeryong	-18.9	0.4	11.3	2.2	1.2
Gongju	13.0	-17.1	0.5	-1.9	-4.9
Geumsan	2.3	-7.3	6.3	-4.5	-2.2
Nonsan	-9.1	4.7	-1.0	-5.6	-10.1
Dangjin	5.6	-18.0	13.9	12.8	-11.3
Boryeong	-19.6	7.1	12.8	-14.0	-7.9
Buyeo	13.3	-15.9	0.8	-5.4	-9.9
Seosan	29.9	-24.0	3.9	13.2	-22.7
Seocheon	-0.9	-5.9	17.0	-2.5	-7.9
Asan	-17.5	-5.8	15.7	14.7	-2.3
Yesan	17.8	-10.1	5.7	-2.7	16.0
Cheonan	7.6	-13.9	15.5	-12.3	-8.3
Cheongyang	0.2	-12.4	-5.0	-2.0	-1.5
Tae'an	-1.1	-4.8	2.8	1.8	-10.5
Hongseong	-8.2	-6.5	4.7	-4.9	-9.8

Table 4. The Rate of Increase or Decrease in Move-out Chungcheongnam-do for 5 Years

City	2018	2019	2020	2021	2022
Gyeryong	-3.7	6.1	2.9	-5.8	-6.2
Gongju	8.0	-15.5	5.8	-9.0	-10.6
Geumsan	0.0	-2.0	2.3	-8.2	-11.5
Nonsan	-1.9	0.1	3.3	-9.6	-10.8
Dangjin	7.0	-14.0	12.1	2.9	-14.1
Boryeong	-16.3	4.4	11.6	-10.6	-11.5
Buyeo	10.4	-10.8	1.2	-8.3	-11.9
Seosan	23.4	-19.1	1.5	11.3	-19.0
Seocheon	8.1	-7.7	10.3	-4.0	-16.1
Asan	-4.9	-7.2	15.0	-2.2	-6.2
Yesan	5.1	-1.8	8.4	-5.0	-9.4
Cheonan	7.3	-7.3	15.4	-7.7	-7.9
Cheongyang	21.0	-10.5	-0.1	-13.3	-10.3
Tae'an	11.1	-8.3	3.0	2.7	-20.0
Hongseong	10.6	-5.9	1.7	-4.2	-6.0

통합대기환경지수와 지역내총생산에 의한 지역개발매력도 분석

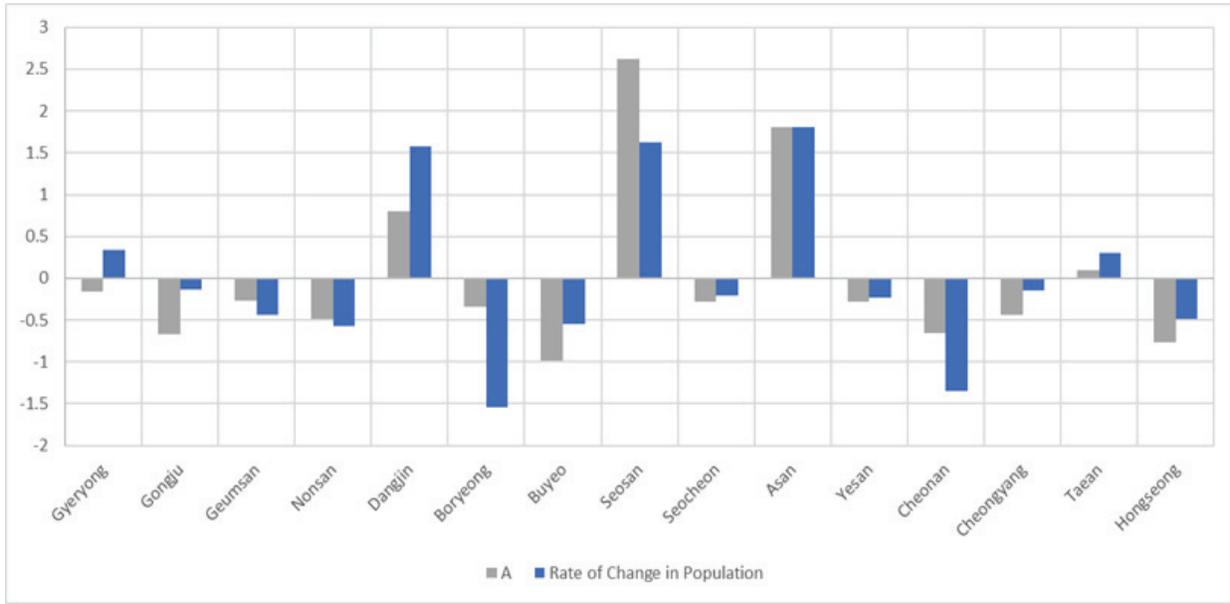


Figure 2. Attractiveness of Areas - 2021 Move in

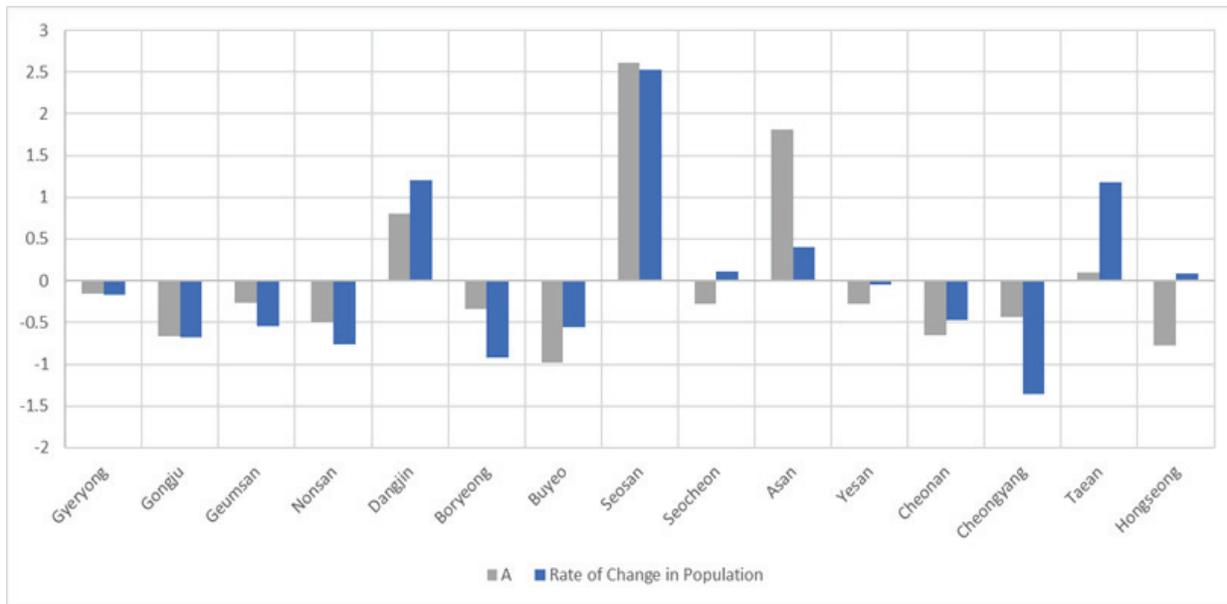


Figure 3. Attractiveness of Areas - 2021 Move Out

IV. 결 론

본 연구에서는 지역개발사업 평가에 있어 지역환경적 측면과 지역의 경제성 측면을 함께 고려하여 인구변화와의 경향성을 파악하기 위한 목적으로 수행하였다. 2020년 충청남도의 통합대기환경지수와(C) 1인당 지역내총생산(G) 자료를 수집해서 지역개발매력도를 산정했고 유동인

구의 인구변화 분석을 위해 최근 5년간 인구이동데이터를 활용하였다.

지역개발매력도(A)는 최댓값과 최솟값의 차이가 큰 1인당 지역내총생산(G)의 데이터와 일치하는 경향이 있었다. 1인당 지역내총생산(G)은 아산, 서산, 당진, 태안 순으로 높았고, 통합대기환경지수(C)는 계룡, 태안, 서산, nonsan 순으로 대기환경이 좋았고, 지역개발매력도는(A) 서산, 아산,

당진, 태안 순으로 높았다.

지역개발매력도(A)를 군집화해 경제력이 낮고 대기질이 나쁜 1그룹, 경제력이 높고 대기질이 나쁜 2그룹, 경제력이 낮고 대기질이 좋은 3그룹, 경제력이 높고 대기질이 좋은 4그룹으로 4개의 그룹으로 나누어 그룹별 특징을 정리하였다. 최근 5년간의 충청남도 시·군별 전년 대비 전입과 전출의 증감률은 2021년도를 기점으로 큰 변화를 보여 매력도 측정값과 2021년도 전년 대비 전입과 전출의 증감률 데이터를 표준화하여 비교하였다. 그 지역 개발 매력도는 전입인구변화, 전출인구변화와 일치하는 경향을 보여 지역개발매력도가 인구이동에 영향을 끼친다고 볼 수 있었으나 구체적인 상관관계는 추가 연구가 필요하다.

본 연구는 대한민국 지역개발사업을 지역환경과 지역의 경제성으로 새로운 분석과 대상지 선정 시 결정방법의 시작점이 될 수 있고 그룹별 특징과 인구이동을 통해 지역의 단기종합계획, 장기종합계획, 발전계획 등의 공간계획에 있어서 정책적 제언을 할 수 있었다. 1인당 지역내총생산(G)이 갖는 경제력 지표로서의 한계점(Kim, et al., 2015)과 지역개발매력도(A)는 상대적으로 편차가 큰 1인당 지역내총생산(G)에 의해 결정되는 것이 연구의 한계로 지적될 수 있다. 지역 및 지형의 특성, 사회적 이슈, 환경 유해물질 배출 등을 면밀히 조사하여 지역개발매력도(A)를 더 발전시킬 필요가 있다.

## References

1. Ahn. J. S., 2011. A Study on Sustainability of Urban Regeneration. The Association of Korean Photo-Geographers 21(3): 125-137. (in Korean).
2. HO. M. G., D. C. Sin., Y. U. Lim., J. Y. Yang., Y. J. Lee., Y. S. Goo., J. S. Han., Y. D. Hong., 2006. Development Air Environmental Index(AEI) Considered Health Effect. Korean Society for Atmospheric Environment 22(1): 461-462 (in Korean).
3. Hwang. H. Y., 2019. The Direction of the New Deal for Urban Regeneration. Korea Planning Association 16(4) : 2-3. (in Korean).
4. Jin, Y. H., 2023. A Study on the Improvement of Urban Regeneration Sustainability Performance Management Plan Chung-nam Province, Doctoral dissertation, p. 191.
5. Jung, D. C., 2017. The achievements and future challenges of the general agricultural and fishing village development project. The Korean Regional Development Association, 35-51(in korean).
6. Kang. D. B., C. H. Park., W. S. Jung., K. O. Lee. and H. W. Lee., 2020. Effects of Meteorology and Air Pollution on Respiratory Disease affecting Vulnerable Populations. The Korean Environmental Sciences Society. 29(7): 715-727. doi:10.5322/JESI.2020.29.7.715 (in Korean).
7. Kim, C. S., 2023. A Study on the Characteristics of Planning and Execution of Neighborhood-type Urban Regeneration Projects: Focused on Projects of Chungcheongnam-do, Doctoral dissertation, p. 163
8. Kim. U. G., Y. S. Moon., 1998. Y. J. Kim., and S. H. Lee., The Usefulness and Application of Air Quality Index Metropolitan Korea. Korean Society for Atmospheric Environment 4(1): 136-137 (in Korean).
9. Kim. J. H., 2010. The Analysis of Local Economic Capacity through the Estimation of GRDP. Local Administration Research. 80(24): 207-235 (in Korean).
10. Lee. B. Y., N. S. Jung., 2022. Regional Development Attractiveness Measurement Considering the Comprehensive Air Quality Index. Journal of Korean Society of Rural Planning. 28(4): 11-18 (in Korean).
11. Lee, D. K., 2023. Changes by Streetscape Elements in Urban Regeneration Projects -Focusing on Uncheon Sinbong-dong, Cheongju-si-, Master's thesis, p. 80-81.
12. Oh. Y. J., 2020. The actual conditions and improvement tasks of vulnerable areas in rural areas due to reckless development. The 26th Rural Community Policy Forum, Seoul aT Center Grand Hall, 3-12 (in Korean).
13. Park, S. H., 2021. Regional Impact Analysis of Basic Life SOC Construction in Rural Village Development Project. Master's Degree. diss., Chungbuk University, 1-14 (in Korean).
14. Sim, J. H., 2017. The meaning of the times and development tasks of general agricultural and fishing village development projects. Korean Regional Development Association Seminar, 1-16. (in korean).
15. Son. J. S., H. J. Sin., S. A. No., J. H. Park., Y. D. Hong., J. S. Han., 2007. An Analysis of Comprehensive Air-Quality Index for Metropolitan Area in 2007. Korean Society for Atmospheric Environment 23(2): 371-372 (in Korean).
16. Milan. K, Trifkovi'c. M., Miroslav. K., Žarko. N., and Goca. J., 2021. The Attractiveness of Urban Complexes: Economic Aspect and Risks of Environmental Pollution.

- MDPI13(14): 1-13. DOI: 10.3390/su13148098
17. Yang, W. S., and N. S. Jung, 2016. Present Implications of Saemaul Project for Rural Development Policy. Korea Rural Community Corporation 22(2): 9-18. DOI: 10.7851/KSRP.2016.22.2.009 (in korean).
18. U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 2007. A Guide to Air Quality and Your Health. EPA-456/K-07-001.
19. RAIS(Rural Areas Information Service), 2023. <https://www.raise.go.kr/raise/geoInfoSystem/bbsMainView.do>
20. URIS(Urban Regeneration Information System), 2023. <https://www.city.go.kr/portal/policyInfo/urban/contents02/link.do>
21. AirKorea., 2023, <https://www.airkorea.or.kr/>
- 
- Received 2 August 2023
  - First Revised 29 August 2023
  - Finally Revised 30 August 2023
  - Accepted 31 August 2023