발 간 등 록 번 호
11-1240245-000057-14

OPEN 출처표시 상업용금지 변경금지
공공누리 공공저작물 자유이용허락

2020년 연구보고서

GIS를 활용한 SDGs 지표 생산 연구

2021. 4.

http://kostat.go.kr/sri

ISSN 2288-1166(Print)
ISSN 2733-4120(Online)

통계청
통계개발원

연구보고서 2020-04

GIS를 활용한 SDGs 지표 생산 연구
: 인구증가율 대비 토지소모율 지표를 중심으로

윤민희 · 신우람 · 박영실 · 김규한

Statistics Korea
Statistics Research Institute

발간사

통계개발원(Statistics Research Institute, SRI)은 2006년에 개원한 이래 국내에 유일한 「국가통계 전문연구기관」으로서 국가통계・조사 방법론의 발전과 데이터기반 정책 연구・개발 분야에서 선도적인 역할을 하고 있습니다. 지난 한 해 동안 SRI는 "광출어혁(光出於革)"의 정신, 즉 혁신에(革) 기반한 실용적인 「팀연구」를 통해서 국가통계・데이터과학의 미래를 밝히고자(光) 노력하였습니다.

SRI의 「2020년 연구보고서」는 이러한 혁신연구의 결과물입니다. 특히 코로나19의 경제・사회 영향을 측정하는 지표 설계 연구를 비롯해서 「데이터기반 인구・사회・경제정책」을 뒷받침하는 심도 깊은 연구가 진행되었습니다. 예를 들어서 저혼인・저출산・초고령 사회에 대응하기 위한 데이터 심층 분석, 균형발전 정책수립을 지원하는 지역사회지표 체계구축, 그리고 SDG를 활용한 남북한 통합통계 방안 등입니다. 또한 2020년 2월에 출범한 「SDG 데이터연구센터」는 지속가능발전목표(SDG)의 이행현황 점검과 SDG 대국민 데이터 서비스를 준비하는 실용적인 연구를 진행하였습니다.

국가통계・데이터과학・조사방법론 분야에서는 「데이터 정보보호센터」를 중심으로 개인정보보호 방법의 통계지리정보서비스(SGIS) 적용 등 실용적인 연구가 진행되었습니다. 또한 「조사표연구센터」를 활용하여 빅데이터 활용 홈페이지 개선을 위한 사용성 평가를 비롯해서 「조사표 인지실험」을 적용한 국가통계의 품질개선이 이루어졌습니다. 특히 지난해에는 데이터과학(Data Science)을 국가통계에 활용하고자하는 기초 연구를 추진함으로써 「데이터 혁신 방법론」의 새로운 전기를 준비하였습니다.

금년에 개원 15주년을 맞는 SRI는 본 연구보고서가 증거기반정책 입안자의 데이터 활용에 실제적인 도움이 될 뿐만 아니라 국가통계 생산자의 혁신적인 조사방법론 개발에 유용한 자료로 활용될 수 있기를 기대합니다. SRI가 「국가통계 싱크탱크」로서 국내외적으로 선도적인 역할을 할 수 있도록 독자 여러분의 지속적인 격려를 부탁드립니다. 국가통계의 도약과 혁신적 개발을 위하여 제언이 있다면 언제든지 말씀하여 주십시오. 겸허히 귀 기울이겠습니다.

이번 「2020년 연구보고서」를 위하여 실용적이고 품질 높은 연구 결과를 도출하기 위해 광출어혁(光出於革)의 정신으로 최선을 다한 연구진과 대내외적으로 협력·공동연구에 참여한 민·관의 연구자들에게 따스한 감사를 전합니다. 끝으로 본 연구에서 제시된 내용 및 결과는 저자 개인의 의견이며, 통계청 또는 통계개발원의 공식적인 견해가 아님을 밝혀둡니다.

2021년 4월

통계청 통계개발원장



전 영 일

목 차

제1장 연구배경 ····· 1

제2장 GIS를 활용한 지표 생산 국내외 동향 ····· 4

제1절 GIS 개요 ····· 4

제2절 국제기구의 GIS 활용 현황 ····· 4

제3절 주요 국가 통계청 동향 ····· 9

제3장 분석 지표 선정 및 분석 방법 ····· 15

제1절 GIS를 활용하여 작성 가능한 지표검토 및 선정 ····· 15

제2절 지표 정의 및 측정산식 ····· 17

제3절 분석자료 ····· 23

제4절 주요 변인 측정 ····· 24

제4장 지표 시범 작성 결과 ····· 27

제1절 도시면적 증가율 ····· 27

제2절 도시지역 인구증가율 ····· 32

제3절 인구증가율 대비 도시면적 증가율 ····· 35

제4절 1인당 토지소모량 ····· 38

제5장 지표 작성 및 해석 과정에서 도전사항 ····· 43

제6장 요약 및 제언 ····· 45

참고문헌 ····· 49

Abstract ····· 50

요 약

GIS는 지리적인 정보 그 자체로써의 의미뿐 아니라, 다양한 유형의 자료를 연계하여 새로운 데이터를 생산하거나 기존 데이터를 지리적으로 세분화해 데이터의 부가가치를 증진시킨다는 점에서 활용성이 커지고 있다. 이 연구에서는 GIS를 활용하여, SDGs 지표를 생산해보고자 한다. 통계청은 유엔 SDGs 지표의 국내 총괄책임기관으로 관계기관들과 협력하에 국내 데이터를 제공하고 있다. 그러나, 아직까지 SDGs 지표 중 국내 데이터가 가용한 경우는 절반 정도에 불과해, 데이터 개선·개발이 시급하다. 이에 2019년부터 GIS 등의 혁신적인 방법을 적용하여 SDGs 지표 데이터 개선·개발·연구를 진행 중이다. 올해는 2년차로 '인구증가율 대비 토지소모율(도시면적으로 정의) 지표'를 인구주택총조사 및 토지용도정보 자료를 기반으로 GIS를 적용하여 시범 작성해 보았다.

이 지표는 도시가 얼마나 효율적으로 성장했는지를 모니터링하여 무분별한 난개발을 막고, 지속가능한 도시 개발을 위한 계획 수립에 활용하는데 그 목적이 있다. 지표 작성 결과, 2010년, 2018년 두 기준 시점 동안 우리나라는 전체적으로 인구증가율에 비해 도시면적이 더 많이 증가했다. UN-Habitat(지표소관기구)의 정의대로라면 이는 토지가 비효율적으로 사용된 것을 의미한다. 그러나, 시도별로 보면 그 경향에서 차이가 있었는데, 예를 들어 세종은 도시면적에 비해 인구가 크게 증가하여 토지사용이 효율적으로 이루어졌고, 충북은 인구증가율에 비해 도시면적이 더 증가하여 비효율적으로 토지가 사용되었다. 또한, 서울을 포함한 특광역시 일부 지역 역시 토지 사용이 비효율적이었는데, 이 비효율성은 인구감소에서 비롯된 것으로 분석되었다.

그런데, UN-Habitat 정의에 기반한 이와 같은 기계적인 해석으로는 정책적인 함의를 도출하는 것이 쉽지 않았다. 이는 지표 측정 방법론이 갖는 몇 가지 한계에서 비롯된 것으로 파악된다. 이에, 본 연구에서는 지표 생산과 함께 지표 생산 과정에서 발견된 방법론상의 문제점을 함께 정리하였다. 향후 이 연구결과를 토대로 UN-Habitat와 한국 데이터를 논의, 지표 방법론 개선에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

주요용어 : GIS, 인구증가율, 토지소모율, 도시면적, UN-Habitat

제 1 장

연구배경

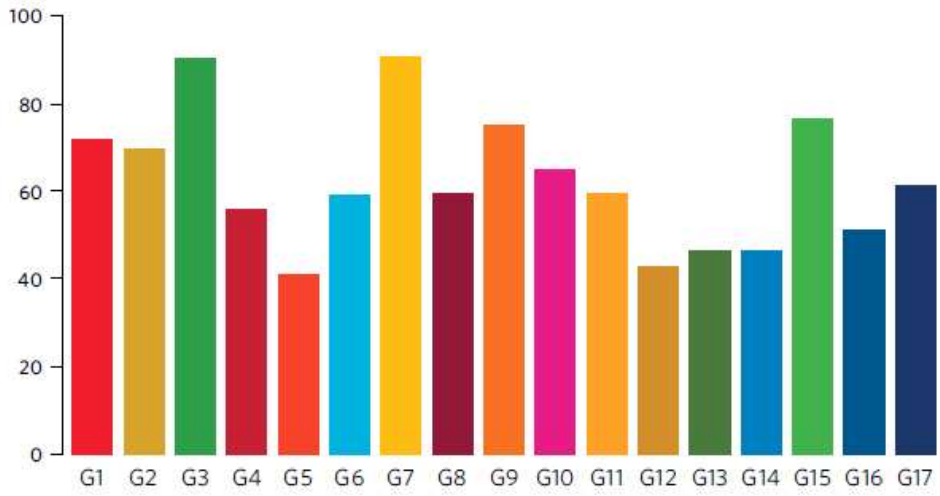
지구의 표면에 속성(features)이나 현상(phenomena), 혹은 둘의 관계 및 위치를 보여주는 지리공간정보 데이터(Geospatial data)는 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs)[1] 채택 이후에 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 지리공간정보가 데이터 생산을 위한 중요한 정보 및 수단으로 활용되고 있기 때문이다. SDGs 지표의 약 20% 가량이 지리공간정보 그 자체를 직접적으로 사용하거나 혹은 다른 통계데이터와의 연계 등을 통해 측정되는 것으로 추정되고 있다(Arnold, Chen, & Eggers, 2019).

유엔은 SDGs 지표 데이터 가용성을 높이기 위해 데이터 혁명(data revolution)을 강조하고 있다. 이는 SDGs 지표의 데이터 가용성이 높지 않기 때문이다. 2020년 7월 기준 231개 지표 중 122개인 53%에 대해서만 글로벌 수준의 모니터링이 가능한 상황이다. <그림 1-1>은 SDGs 목표별로 전 세계 194개국 및 지역 중 얼마나 많은 국가들의 데이터에 접근가능한지를 제시한 것이다. 이에 따르면, 17개 목표 중 4개 목표에서 전 세계 50% 이하의 국가들의 데이터만 가용하였다. 특히, 목표5의 경우 데이터 가용성이 가장 낮았는데 10개국 중 4개국 정도가 데이터를 제공하고 있는 상황이다. 목표12와 목표13 또한 국가 데이터가 유사하게 부족한 상황임을 알 수 있다(UN, 2020).

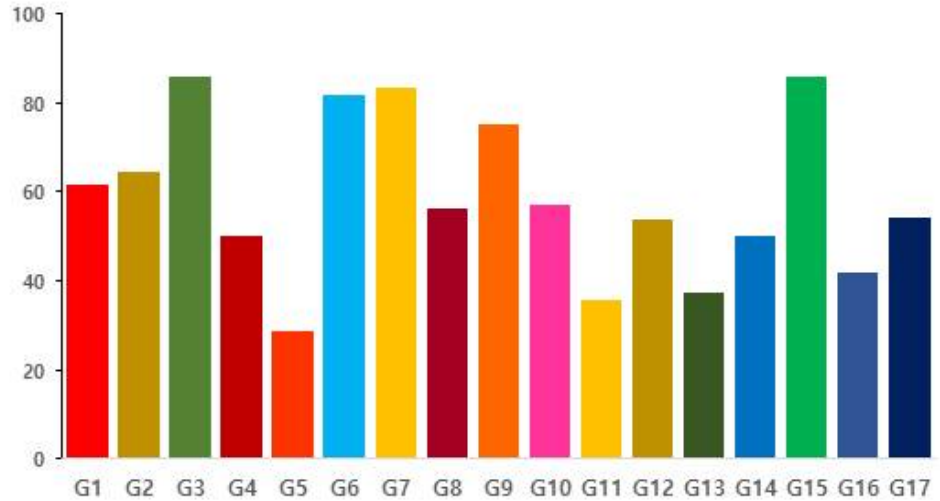
한국의 상황도 이러한 전체적인 추세와 비교할 때 크게 다르지 않았다. <그림 1-2>는 각 목표별 지표 수 대비 한국 데이터가 가용한 지표 수를 의미하는데, 목표5에 대한 데이터 가용성은 30% 정도로 가장 낮았으며, 목표4, 목표11, 목표13, 목표14, 목표16 등

1) 지속가능발전목표(SDGs)는 국제사회와 각 국가가 나아가야 하는 방향을 제시한다. 17개 목표와 169개 세부목표를 담고 있는 SDGs는 선진국, 개발도상국, 저개발국을 포함한 모든 국가가 빈곤, 질병, 교육 등의 인류 보편적 문제, 환경문제, 경제 사회문제에 관심을 갖도록 하고 해결을 촉구하는 국제사회의 공동목표이다. 글로벌 수준에서는 지속적인 모니터링을 통해 각 국가별 수준을 파악하여 상대적으로 열악한 나라에는 국제적인 지원을 유도하는 역할을 하며 개별 국가 차원에서는 자국의 정책이 지속가능한 발전에 부합하는지 여부를 점검하고 매년 이행현황을 평가하여 각 목표별 달성 수준을 파악한다. SDGs 17개 목표는 다음과 같다: 1. 빈곤 퇴치, 2. 기아 종식, 3. 건강과 웰빙 증진, 4. 양질의 교육 보장, 5. 성평등 달성, 6. 깨끗한 물과 위생 보장, 7. 모두를 위한 에너지 보장, 8. 경제성장과 양질의 일자리, 9. 사회기반시설, 산업화 및 혁신, 10. 불평등 감소, 11. 지속가능한 도시와 주거지 조성, 12. 지속가능한 소비와 생산 보장, 13. 기후변화 대응, 14. 해양생태계 보존, 15. 육상생태계 보호, 16. 평화, 정의, 포용적인 제도, 17. 이행수단 강화와 글로벌 파트너십

5개 목표의 데이터 가용성이 50% 이하였다.



<그림 1-1> SDGs 목표별 데이터 가용한 국가 비율 (단위: %)



<그림 1-2> 목표별 한국 데이터 가용한 지표 비율 (단위: %)

전체적으로도 데이터 가용성이 높지 않을 뿐 아니라, 목표별로도 데이터 가용성이 큰 차이를 보인다는 점은 다양한 분야에서 데이터를 생산하기 위한 노력이 필요하다는 것을 의미한다. 그러나, 예산의 한계, 응답 불응 확대 등 조사환경이 점점 악화되는 상황에서 기존 현장조사 방법만으로는 새로운 지표, 세분화된 지표를 생산하는데 한계가 있다. 이에 빅데이터 및 행정자료, 지구관측(Earth observations) 정보 등 다양한 유형 자

료들이 대안적인 출처로 활용되고 있으며 그 과정에서 다양한 자료 간 연계의 중요한 툴로써 GIS가 강력한 힘을 발휘하고 있다. 또한, 자료 연계 과정에서 지리공간정보시스템(Geographic Information System, GIS)은 지역에 따른 세분화된 자료 생산도 지원하면서 부가적인 가치를 창출하고 있다. '어느 누구도 뒤처지지 않게 한다(Leaving No One Behind)'라는 SDGs 핵심원칙 실현을 위한 구체적인 통계전략으로서 데이터 세분화가 강조되고 있으나 성 및 연령별 데이터 세분화에 비해 지역별로 세분화된 데이터의 생산은 아직까지 많이 이루어져 있지 않은 상황임을 감안한다면, GIS는 SDGs 지표 생산에 있어서 매우 유용한 도구임이 틀림없다.

이에 본 연구에서는 GIS를 활용하여 SDGs 지표 생산을 시도해 보고자 한다. 이를 위해 다음 2장에서는 관련한 국내외 동향을 살펴보았다. 국제기구뿐 아니라 아일랜드, 멕시코 등 GIS 분야에 많은 투자를 하고 있는 주요 국가 통계청의 현황을 함께 검토하였다. 3장에서는 분석대상 지표 선정 및 분석방법을 기술한 후 4장에서는 분석결과를 다루었다. 또한 5장에서는 지표생산 과정에서 직면한 여러 도전적인 과제 등에 대해 검토하였고 마지막으로 6장에서는 지표 활용성 증대를 위해 측정방법에 대한 개선방안을 제언해 보았다.

제 2 장
GIS를 활용한 지표 생산 국내외 동향

제1절 GIS 개요

GIS는 지리공간정보를 기반으로 유용한 정보를 생성하는 정보시스템이다. GIS가 갖는 장점은 지리적 위치를 갖고 있는 대상에 대한 위치자료(spatial data)와 속성자료(attribute data)를 통합 관리하여 지표, 도표 및 그림과 같은 여러 형태의 정보를 제공한다는 것이다. 이와 함께, 다량의 자료를 컴퓨터 기반으로 구축하여 정보를 빠르게 검색할 수 있으며 도형자료와 속성자료를 쉽게 결합시키고 통합 분석할 수 있는 환경을 제공한다. 또한, 지리공간정보는 데이터 연계 및 공간 데이터 매칭을 가능하게 함으로써 공공 및 개인의 행정자료에서 빅데이터, 지구 관측 자료까지 다양한 출처 유형의 자료를 통합할 뿐만 아니라 통계적 생산방식의 변화에 중요한 역할을 하고 있다(UN-GGIM, 2019).

그러나, GIS의 장점을 충분히 활용하기 위해서는 데이터 처리부터 연계, 분석 등 전 과정에 대한 표준화된 툴이 필요하다. 조사설계단계부터 공간정보를 통계의 필수 요소로 보고 위치정보를 적절하게 처리해야 이후 자료수집, 제공, 처리를 하는 과정에서 지리적 시각화를 효율적으로 진행할 수 있다. 향후, 지리공간정보 가치를 확장하기 위해서는 오픈소스, 고해상도 데이터 등의 기술적인 문제에 대한 해결이 요구된다(Arnold, Chen, & Eggers, 2019).

제2절 국제기구의 GIS 활용 현황

SDGs 지표를 생산하는데 GIS를 활용하는 방법들에 대해 활발하게 논의되고 있다. 각 나라에서 이행보고서를 작성하거나 UN 국제기구에서 글로벌 모니터링을 수행하는데 필요한 지리공간정보를 확보하는 것이 중요해졌다. 이에 유엔에서는 공간지리정보를 통한 SDGs 이행을 돕기 위해 각국의 역량 강화를 지원하고 있다. 대표적으로 SDGs 지표 전문가그룹(Inter-Agency and Expert Group on the Sustainable Development Goal Indicators, IAEG-SDGs)하의 공간지리정보 워킹그룹(Working Group on Geospatial

Information, WGGI)이 그 역할을 하고 있다. 이 그룹은 2030 의제 핵심원칙을 지키기 위한 데이터 제공을 위해 통계적인 정보와 공간지리정보를 활용하는 다양한 방법 등을 모색하고 있다. 특히 이 그룹은 유엔지리정보관리전문가위원회(UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management, UN-GGIM)과 IAEG-SDGs의 매개체 역할을 하고 있다.

1. 유엔지리정보관리전문가위원회(UN-GGIM)

UN-GGIM은 글로벌 지리공간정보에 대한 의제를 설정하고 글로벌 수준에서 주요한 도전 사항들이 무엇인지를 제기하는데 중요한 역할을 한다. 2009년 유엔경제사회국(Department of Economic and Social Affairs)는 9차 Regional Cartographic Conference for America의 사이드 이벤트에서 세계 다양한 지역에서 온 지리공간정보전문가들과의 비공식 미팅을 개최, 지리공간정보 및 이와 연관된 관리 이슈들을 조정하고, 다양한 지역 및 글로벌 활동들을 효율적으로 총괄할 수 있는 방안을 논의하였다. 이어, UNSD(Statistical Division)는 UN Cartographic Section과 연계하여 GGIM에 관한 세 번의 예비 회의를 방콕(2009년), 뉴욕(2010년, 2011년)에서 열었다.

GGIM에 관한 이슈는 2010년 제18차 UN Regional Cartographic Conference for Asia and the Pacific 및 제41차 유엔 통계위원회에서도 제기되었다. 이에, 유엔사무국은 유엔경제사회이사회(ECOSOC)에서 GGIM에 관한 포럼 창설을 포함한 글로벌 조정 체계 보고서를 승인해 줄 것을 요청하였으며, 2010년 7월 유엔 사무총장에게 본건을 제출하였고, 이 건이 승인(E/2010/240)되면서 GGIM 활동이 시작되었다.

2011년 7월, ECOSOC은 UN-GGIM 창설 결의안을 채택하고, 1차 고위급 포럼과 전문가 위원회를 2011년 10월 24-26일 동안 서울에서 개최하였다. 이 포럼에서 Global Geospatial Information Management에 관한 서울선언이 발표되었다.

GGIM 위원회는 회원국제로 운영되며, 이 위원회의 핵심 활동은 지리공간정보 관련 국가 역량을 구축 강화하기 위한 효과적인 전략을 발전시키는 플랫폼을 제공하는 것이다. 그리고 지리정보에 관한 법적인 제도, 관리모델, 기술적인 표준 등에 관한 국가 및 지역별 그리고 국제기구의 모범사례 등을 공유하는 것이다.[2)]

2) https: ggim.un.org 참조

2. 공간정보 워킹그룹(WGGI)

SDGs 지표 전문가그룹(Inter-Agency and Expert Group on the SDG Indicators, IAEG-SDGs)은 글로벌 지표 프레임워크의 이행과 개선이라는 기능을 효율적으로 수행하기 위해 몇 개 하위 워킹그룹을 운영 중이며, 이 중 하나가 공간정보에 관한 그룹(Working Group on Geospatial Information, WGGI)이다.[3] WGGI는 SDGs 이행 과정에서 그 핵심원칙인 아무도 뒤처지지 않게 한다는 포용성 원칙을 실현하기 위한 방법으로 통계적 데이터와 함께 지리적인 위치 정보(geographic location)가 필요하다는 인식에서 2016년 3월에 결성되었다(TOR). 동 그룹은 현재 아일랜드와 멕시코가 공동의장을 맡고 있으며, 회원국(14개)과 지표소관국제기구(9개), 지역위원회(1개), 전문가그룹(2개) 등 26개 기관으로 구성되어 있다.[4]

이 그룹이 첫 3년 동안 추진한 업무는 지리정보, 지구관측 및 다른 소스 등이 지표 생산에 기여하는 일관성과 신뢰성의 정도를 전문적 지식과 전략적 가이던스로 제공하는 것이었다. 구체적으로, 글로벌 지표 프레임워크 중 24개 지표를 중심으로 지리와 위치 정보를 활용하여 분석, 생산, 공표하는 작업을 해 오고 있다. 24개 지표는 아래처럼 ① 지표 내에 직접적으로 지리 정보가 언급되어 있는 경우, ② 지리정보를 활용하면 데이터 활용성이 더 높아지는 경우 두 가지로 구분된다. 전자에는 생산적이고 지속가능한 농업면적비율 등을 포함한 15개 지표가, 후자에는 국제빈곤선 미만에 살고 있는 인구 비율을 포함한 9개 지표가 해당된다.

<표 2-1> 공간지리정보를 활용하여 지표생산이 가능한 후보군

◆ 지리정보가 직접적인 기여를 하는 지표의 비율	
2.4.1	생산적이고 지속가능한 농업면적 비율
6.3.2	주변 수질이 양호한 수계의 비율
6.5.2	물 협력을 위한 운영협정을 맺고 있는 접경 지역 비율
6.6.1	시간 경과에 따른 물 관련 생태계 규모의 변화

3) 하위 워킹그룹에는 2016년 3월 설립된 SDMX(Statistical Data and Metadata eXchange), 지리정보(Geospatial Information), 상호연계(Interlinkage) 워킹그룹, 2020년 5월과 9월 각각 설립된 개발재원측정(Mesaurement Development Support), 메타데이터 번역(Metadata Translation) 워킹그룹이 있다.

4) 회원국 및 회원기관 리스트는 다음과 같다: 아일랜드, 멕시코, 캐나다, 콜롬비아, 말레이시아, 니제르, 오만, 탄자니아, 네덜란드, 덴마크, 인도네시아, 이탈리아, 나미비아, 세네갈, Eurostat, FAO, OECD, UNAIDS, UNEP, UNFPA, UN-Habitat, UN-WOMEN, WHO, ECLAC(UN Economic Commission for Latin American and the Caribbean), GEO-EO4SDGs(Group on Earth Observations-Earth Observations for the SDGs), Wageningen University.

9.1.1	도로 2km 반경 내 거주하는 농촌인구 비율
9.c.1	무선 네트워크 사용 가능 인구 비율
11.2.1	대중교통에 편리하게 접근할 수 있는 인구 비율
11.3.1	인구증가율 대비 토지이용 비율
11.7.1	도시에서 공공목적을 위해 개방된 공간이 차지하는 평균 비율
14.2.1	생태계 기반의 접근방식으로 해양지역을 관리하는 국가 수
14.5.1	해양면적 대비 보호지역의 비율
15.1.1	총 국토면적 중 산림 면적의 비율
15.1.2	육상 및 담수 생물다양성을 위한 보호지역으로 지정된 면적 비율 (생태계 유형별)
15.3.1	황폐화된 국토면적 비율
15.4.1	산악생물다양성 중요 지역 중 보호지역으로 지정된 면적 비율
◆ 지리정보를 통해 지표 정보가 보완되는 경우	
1.1.1	국제빈곤선 미만에서 살고 있는 인구 비율
1.4.2	법적으로 인정된 문서를 가지며, 토지권이 보장된다고 인식하는, 안정된 토지권을 갖는 성인 인구 비율
4.5.1	교육지표에 대한 형평지수
5.2.2	15세 이상의 여성과 여아 중 지난 12개월 동안 친밀한 파트너 이외 다른 사람으로부터 성적 폭력을 당한 경험이 있는 인구 비율
5.4.1	무급 가정관리 및 돌봄노동에 소요된 시간 비율
5.a.1	농경지에 대한 소유권 또는 확실한 권리를 가진 전체 농업인구의 비율, 농경지 소유자 또는 토지 관리권을 가진 사람 중 여성의 비율
5.a.2	토지소유에 대한 여성의 평등한 권리를 보장하는 법률적 기반(관습법을 포함)을 갖춘 국가의 비율
11.7.2	지난 12개월 동안 신체적 혹은 성적 괴롭힘을 당한 인구 비율
15.4.2	산악지역녹색피복지수

현재 워킹그룹은 2019년 7월 TOR 개정을 통해 업무영역을 확장해 나가고 있는 상황이다. 지리공간정보 및 지구관측 데이터의 신뢰성을 확보하여 공식통계에 활용하고, 나아가 SDGs 모니터링 근거로 제공되는 방안을 구상 중이다. 이를 위해 추진하고 있는 업무는 다음과 같다.

첫째, 지리정보 활용과 관련된 표준화된 틀을 만들기 위해 다음과 같은 내용 등을

발굴, 정리하고 있다. ① 지리공간정보를 공식통계 생산을 위한 자료원으로 활용하기 위한 공통 기준(standards), ② 지리공간 데이터의 생산과 분석을 통해 데이터 세분화를 추진한 국가 및 지역 수준에서의 경험, 가이드라인, 모범사례, ③ 통계와 지리정보 연계 프레임워크와 툴 개발, ④ 데이터 교환과 상호운용성(interoperability)을 극대화하기 위한 가이드라인.

둘째, 지리공간정보가 지표와 메타데이터에 어떻게 기여할 수 있는지 설명하는 것이다. 지리공간정보의 효용성으로는 ① 지표 자체의 생산을 위한 기본 데이터로서 활용될 뿐 아니라 ② 통계 데이터를 지원 및 확대하고, ③ 통계 자료의 생산 프로세스를 개선하며, 그 과정에서 ④ 국가 통계 데이터 입력 내용을 검증하는 역할을 하기도 한다. 지리공간정보의 중요한 기능은 무엇보다 효과적인 의사소통에 있다. ⑤ 각 지표가 갖고 있는 지리적 맥락을 시각화하여 전달할 수 있으며, ⑥ 필요한 경우 지표를 구체화하고 세분화하여 제시할 수 있다.

셋째, 이 과정에서 지리정보와 관련된 다양한 기구 간 협력적인 업무수행이 이루어져야 한다. 지표별 소관기구, IAEG-SDGs 그리고 이해관계자 등 간에 SDGs 지표를 매개하여 기 구축된 작업 메커니즘을 기반으로, 방법론 및 지리공간 데이터 수집과 입력 등에 대한 실질적인 협의를 수행한다. 이외에도 WGGI는 메타데이터 검토와 데이터 세분화를 지원하는 역할을 수행한다. “지리적 위치”라는 관점을 투영하여 글로벌 지표 프레임워크를 검토함으로써 데이터 갭 및 측정 이슈 등을 검토한다.

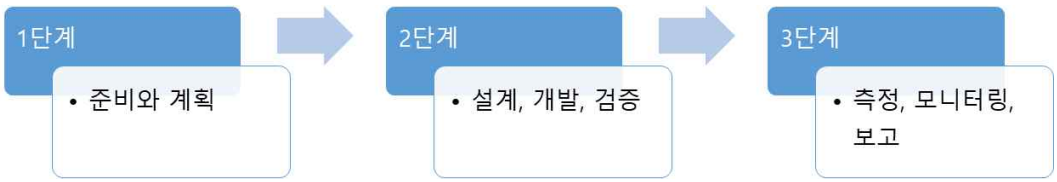
위와 같은 업무 추진 내용은 다음과 같은 활동으로 구현되고 있다. 첫째 글로벌 지표 프레임워크에서 지리정보를 활용할 수 있는 지표군을 선정하고 이를 생산하는 것이다. 2017년에 기 선정한 24개 지표를 기반으로 그간 방법론 진척 상황을 갱신하는 작업뿐 아니라 개정된 글로벌 지표 프레임워크[5]를 반영하여 지표군을 확장하는 것이다. 그 결과, WGGI는 지리 정보가 고려될 수 있는 99개 지표를 다시 선정하였다. 여기에는 도시와 비도시 이외에 행정적인 단위나 다른 지역적 위치, 생태계(ecosystem) 등이 모두 포함된다. 뿐만 아니라 지리정보, 지구관측(earth observation)이 SDGs 지표 생산, 측정, 모니터링에 직접적으로 사용되거나 정보를 제공하는 내용 등도 포함된다.

둘째, WGGI는 IAEG-SDGs 및 국제 커뮤니티와의 효율적 의사소통을 위해 스토리텔링 문서를 개발하고 있기도 하다. 이는 데이터의 시각화, 의사소통 그리고 WGGI 업무

5) SDGs 지표 프레임워크는 매년 연간 수정(annual refinement)과 5년 주기의 종합개편(comprehensive review)을 통해 개선되고 있다. 종합개편 과정에서는 지표가 세부목표를 잘 반영하지 못하거나, 세부목표의 모든 측면을 다루기 위해 추가 지표가 필요한 경우, 새로운 데이터가 가용한 경우 등의 이유로 지표가 수정, 삭제, 추가된다. SDGs 지표 프레임워크는 2016년 230개 지표로 출발하였는데, 당시 국가 간에 이견이 있어 2017년 3월 232개 개정안이 공식적인 프레임워크의 역할을 한다. 이 안을 기반으로 2020년 종합개편이 실시되었으며 36개 지표에서 추가, 수정, 삭제 등을 거쳐 현재 231개 지표가 되었다.

상황을 효율적으로 제시할 수 있는 방안이다. 스토리맵은 지도 형태의 단순한 제시를 넘어서 그 지도에 내러티브를 곁들여 생동감 있게 제시하고 있다는 점이 특징적이다.[6)]

셋째, 장기적으로 'SDGs 지리공간 로드맵(The SDGs Geospatial Roadmap)'을 개발하는 것이다. 이 로드맵은 글로벌 지표 프레임워크 내에서 작업하는 통계 및 지리 공간 행위자 간에 '다리'의 역할을 할 것이다. 이 로드맵은 다음 그림과 같이 3단계로 구성된다.



<그림 2-1> SDGs 지리공간 로드맵

1단계는 가용 자원에 대한 평가를 통해 방법론, 격차, 이슈 세분화 등에 대한 내용을 여기에서는 담고 있다. SDGs 지표 생산을 위한 기준선이 무엇인지, 이행을 위한 데이터와 행동 전략을 어떻게 결정할지, 국가적인 맥락에서 우선적으로 필요한 데이터를 어떻게 결정할지 등이 주요 질문으로 다루어진다.

2단계는 설계, 개발, 검증의 단계로써 이행 프레임워크의 최종 산출물이 무엇인지, 표준화된 툴 등에 대한 이행을 위한 지역적인 협력방안은 무엇인지, 최대 효과를 산출하기 위해 어떻게 자원을 사용하는 것이 좋은지, 역량의 지속가능성을 어떻게 담보할 수 있는지 등의 확인이 이루어진다.

3단계는 지리적 관점에서 SDGs 지표 측정, 모니터링, 보고를 가능하게 할 방법을 담고 있다.

이와 함께 로드맵에는 지표 생성을 위한 지리공간정보와 지구 관측의 적용을 개선하기 위해 회원국들 지원 방안(튜토리얼 및 실제 사례 포함), SDGs 지표가 정책 및 의사결정을 지원하는데 사용된 4-5가지 사례 연구 등을 보여줄 예정이다.

제3절 주요 국가 통계청 동향

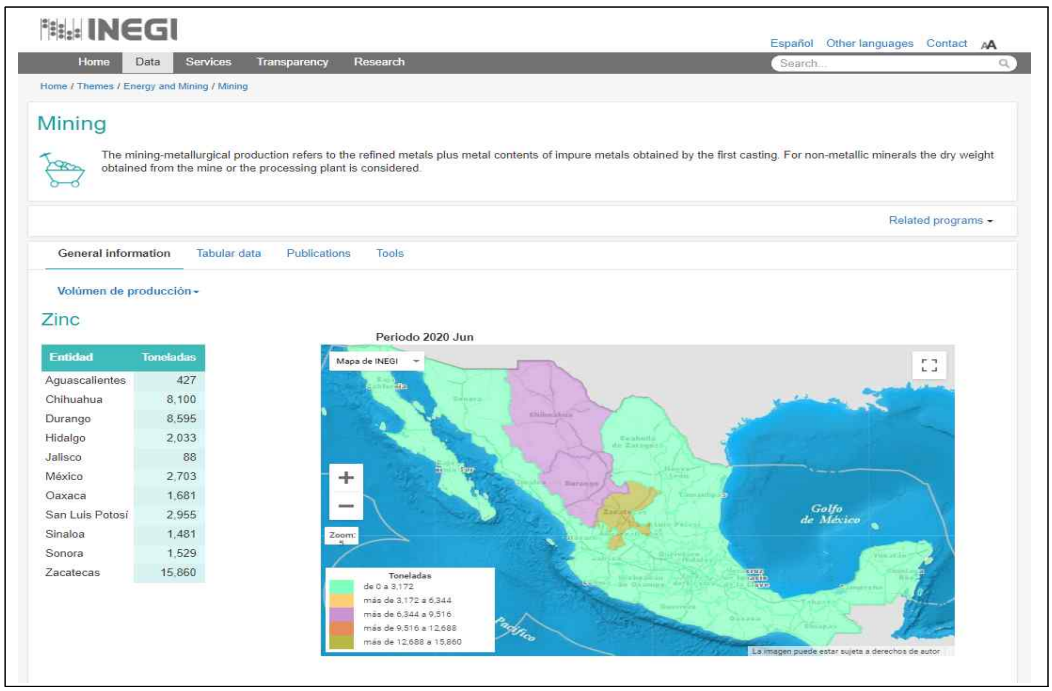
이 절에서는 GIS를 활용하여 SDGs 지표를 생산하고 있는 국가 통계청 사례로 멕시코, 아일랜드, 한국을 살펴보고자 한다. 멕시코와 아일랜드는 WGGI 공동의장을 맡아 활발한 활동을 하고 있는 국가이며 한국 통계청은 SGIS(Statistical Geographic

6) 이에 대한 다음 절의 주요 국가 통계청 동향에서 제시하고자 한다.

Information Service)라는 개방형 플랫폼을 통해서 통계정보와 지리정보의 연계를 통한 서비스를 확장하고 있다.

1. 멕시코

멕시코는 1983년 국립통계지리정보청(National Institute of Statistics, Geography and Informatics, INEGI)을 신설하여, 통계작성 기능과 지리정보 작성 기능을 단일기관에서 수행하는 것으로 통합하였다. 2008년 국가통계지리정보시스템법이 공표됨에 따라 INEGI는 기술 및 경영자율권을 확보하게 되었고 국립지리통계청(National Institute of Statistics and Geography, INEGI)으로 변경되었다. 이 기관은 통계청으로서 센서스 및 조사를 통해 통계를 작성하여 주제별 통계자료를 제공할 뿐만 아니라 지형 초목, 기후, 토양 및 지역 등에 대한 자료를 통해 영토를 파악하고 지형, 천연자원, 도시 지도 제작, 항공 및 위성사진 등에 관한 데이터를 인쇄물이나 디지털 파일로 제공하고 있다. 지리정보가 있는 통계자료의 경우에는 그림과 같이 통계 데이터와 지도를 함께 보여주고 있다.



<그림 2-2 > 멕시코 INEGI 홈페이지

또한 INEGI는 대통령 직속 기구인 국가디지털전략조정위원회와 공동으로 지속가

능발전목표시스템(Sistema de Información de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, SIODS[7])을 개발하여 멕시코가 국가 공약으로 채택한 2030 의제 모니터링 이행사항을 점검하고 사용자에게 다양한 정보를 제공한다. SIODS 시스템에서는 231개(중복 제외) 지표 중 133개 지표에 대한 수치 자료와 동적 그래프를 제공하고 있으며 특히, 지역별 세분화가 가능한 50여 개의 지표에 대해서는 다양한 색으로 시각화한 지도를 함께 보여준다.



<그림 2-3> 멕시코 지속가능발전목표시스템(SIODS): 지역별 모성사망비 예

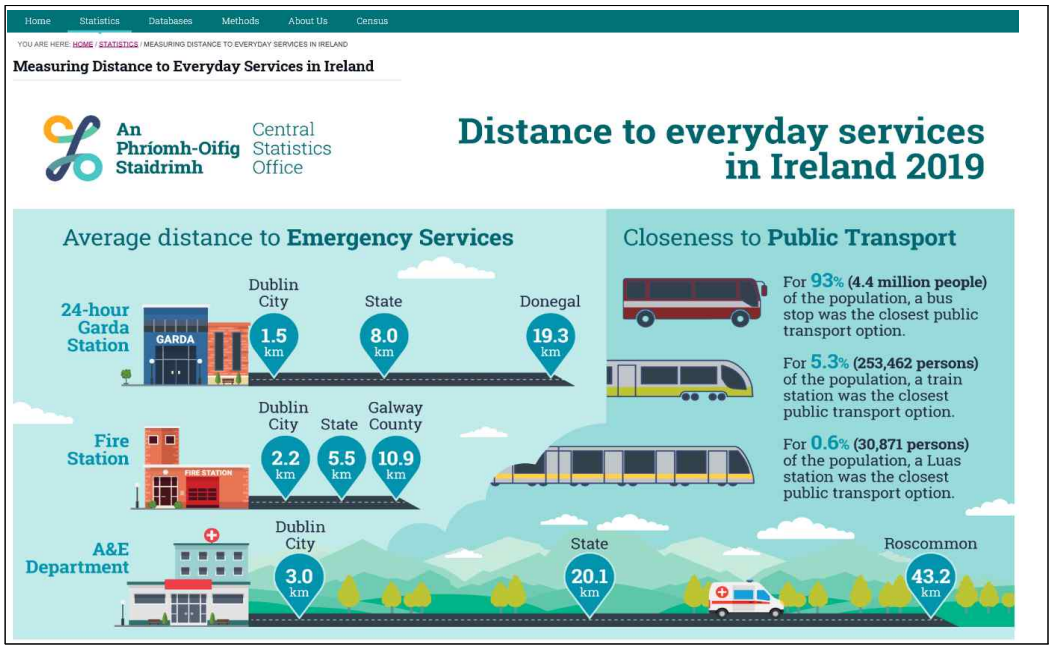
2. 아일랜드

아일랜드 통계청(Central Statistics Office, CSO)은 Ordnance Survey Ireland(OSI)와 통계 산출물의 시각화 개선, 특정 지역정보를 링크드 오픈데이터(LOD)로 제공, SDGs 이행을 위해 업무협약을 체결하였다. 특히 17개 SDGs 목표 달성을 위한 국가 프레임워크를 수립하고 진행상황을 점검하고자 통계청과 OSI는 지리학과 통계를 연계하기 위해 협력하고 있다. 또한 아일랜드 통계의 통합 및 지리공간 데이터 소스의 중요성을 입증하기 위해 공동으로 연구 프로젝트를 추진하고 있다.

그 일환으로 'Measuring distance to everyday services in Ireland' 보고서를 통해 아

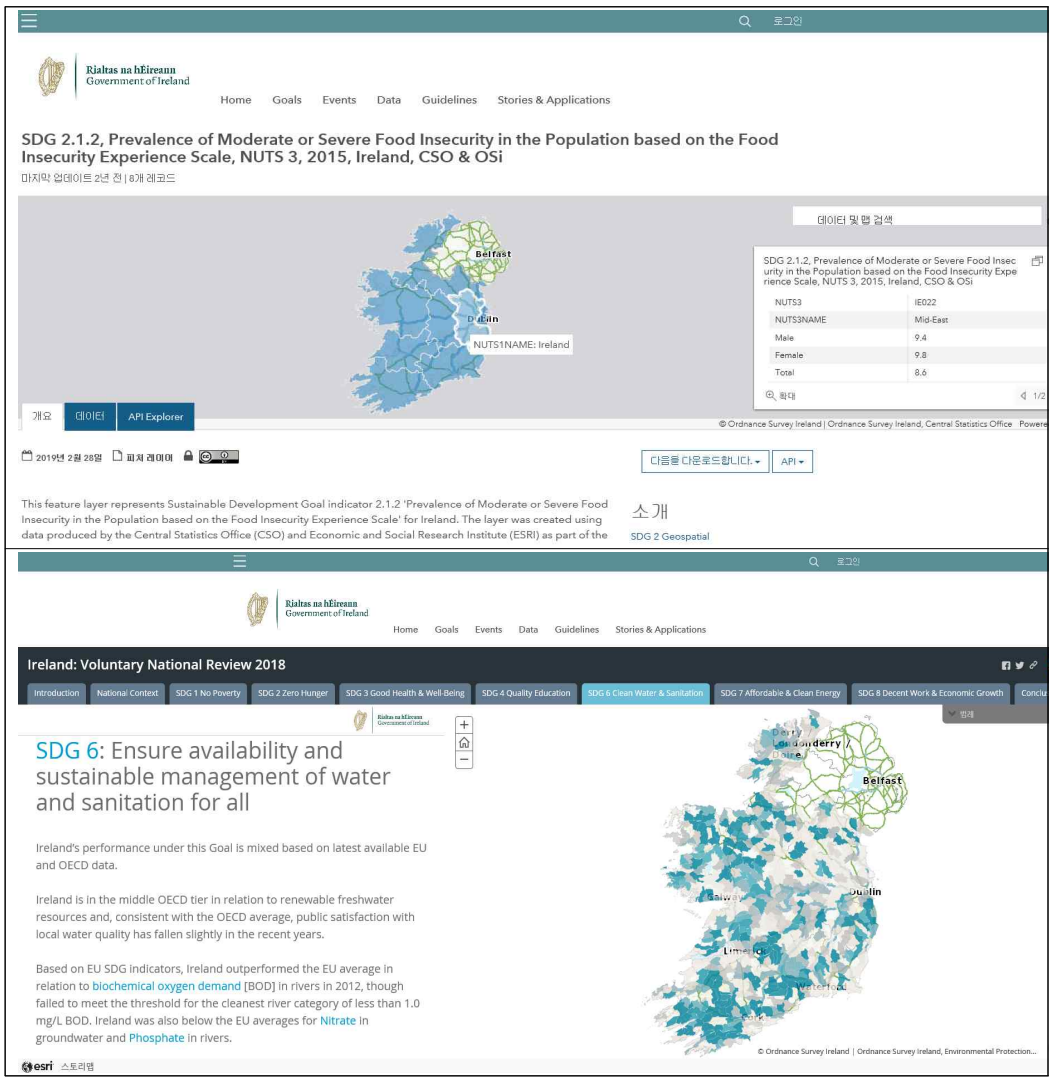
7) 영어로는 Information System of Sustainable Development Goals임

일랜드인들이 학교, 병원, 대중교통, 우체국 등 일상 시설로부터 얼마나 떨어져 살고 있는지를 분석하고 지역차원에서의 서비스 접근성의 차이를 제공하고 있다. 이 보고서는 다양한 출처의 데이터를 적절하게 구성하고 분석함으로써 통합된 통계의 통찰력과 가능성을 보여주는 실제적인 사례로, 지리정보와 연계된 통계가 의사 결정자와 이용자들에게 많은 도움이 될 수 있음을 보여준다.



<그림 2-4> 아일랜드 'Measuring distance to everyday services in Ireland' 보고서

아일랜드 통계청은 SDGs 플랫폼을 구축하여 지리정보가 있는 60여 개의 지표를 중심으로 데이터와 지도를 서비스하고 있으며 그 외에 국가데이터가 있는 70여 개의 지표에 대해서는 관련 출처와 연계하여 관리하고 있다. 또한 플랫폼을 통해 자발적 국가 보고서(Voluntary National Review)의 주요 내용을 스토리맵 형태로 소개하고 있다. 인터랙티브 맵, 그래프, 이미지 및 비디오를 사용하여 아일랜드의 현황에 대해 지표 목표별로 설명한다. 아일랜드는 더 나아가 SDGs 데이터 시각화를 위한 GIS 플랫폼을 개발할 자원이나 기술이 없는 국가의 역량 구축을 위해 'SDGs 통계 로드맵'을 구현하고 데이터의 시각화를 위해 지도를 만드는 방법을 시연하는 튜토리얼을 개발하여 제공하고 있다.

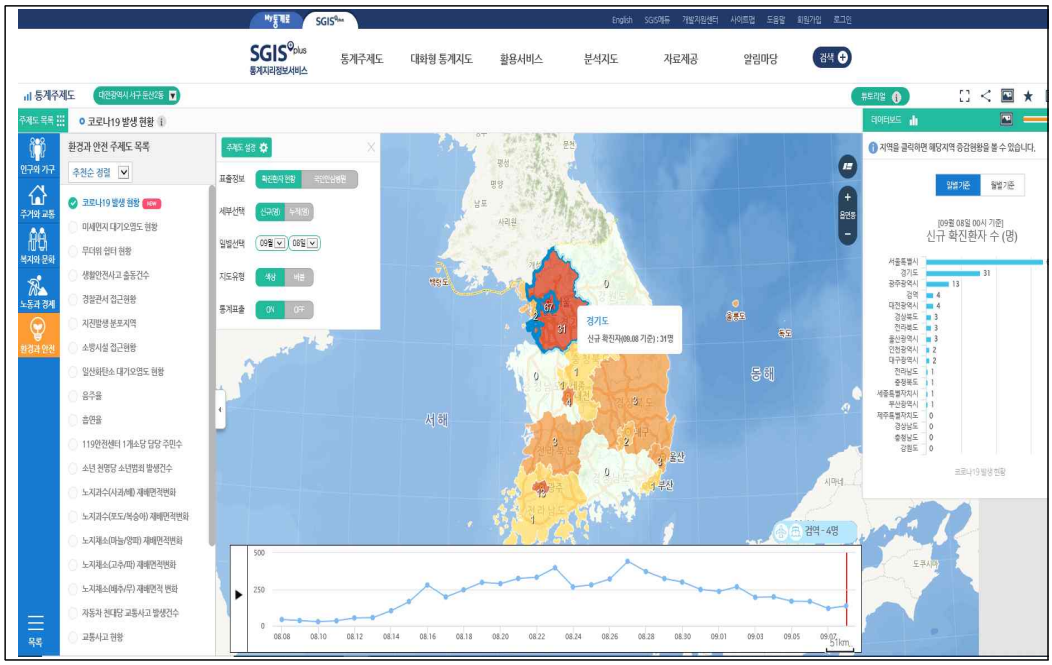


<그림 2-5> 아일랜드 SDGs 플랫폼

3. 한국

한국 통계청에서는 개방, 공유, 소통, 참여가 가능한 개방형 플랫폼 SGIS(Statistical Geographic Information Service)을 구축하여 통계정보와 지리정보의 융·복합을 통해 새로운 서비스를 만들 수 있도록 지원하고 있다. 개인 생애주기와 관심분야에 맞추어 SGIS 통계지리정보서비스의 데이터를 제공하고 생활, 기술 업종별로 다양한 통계정보를 통해 사용자가 지역의 특성을 파악하거나 지역 간 통계정보를 비교할 수 있도록 지원한다. 또한 사회적 이슈 및 트렌드를 반영한 주제별 데이터 분포 조회, 화면분할을 통한 비교 등 다양한 방식의 통계주제도를 제공하고 있다. <그림 2-6>은 코

로나 19 발생현황을 보여주는 통계주제도이다.



<그림 2-6> 한국 통계청 SGIS 통계지리정보서비스

한국 통계청은 SDGs 국가연락책임기관으로 SDGs 데이터 국제기구 제공체계를 구축하고 각 지표별 담당부처와의 협조를 통해 국제기구 자료제공의 역할을 하고 있으며, 지표가 없는 경우에는 직접 지표를 생산하는 연구를 수행하고 있다. 그 일환으로 2019년도부터 통계개발원과 공간정보서비스 협업으로 SDGs 지표 생산 업무를 추진하고 있고 관련 데이터를 축적한 이후 제공할 계획이다. 지금까지 대중교통에 편리하게 접근할 수 있는 인구비율, 도시에서 공공목적의 용도를 위해 개방된 공용공간이 차지하는 평균비율 지표에 대한 시범작성을 추진했으며, 향후 관계부처와 협의하여 글로벌 SDGs 모니터링 자료로 활용 여부, 지속적인 생산방안 등을 논의할 예정이다.

제 3 장
분석 지표 선정 및 분석 방법

제1절 GIS를 활용하여 작성 가능한 지표검토 및 선정

UN-GGIM은 앞에서 언급한 바와 같이 2017년 지리공간, 지구관측 정보를 사용해서 SDGs 지표를 생산하거나 세분화할 수 있는 지표후보군 24개를 선정했다. 이중 지표 생산에 직접 관련이 있는 15개 지표를 중심으로 검토하였다.

<표 3-1> 지리공간정보가 지표 생산에 직접 영향을 주는 지표 후보군 검토 결과

지표명	검토 결과
2.4.1 생산적이고 지속가능한 농지면적 비율	작성범위/기준 불분명
6.3.2 주변수질이 양호한 수계의 비율	환경부(물환경정보시스템)
6.5.2 물 협력을 위한 운영 협정을 맺고 있는 접경 지역 비율	해당없음
6.6.1 시간 경과에 따른 물 관련 생태계 규모의 변화	작성범위/기준 불분명
9.1.1 사계절도로 2km 반경 내 거주하는 시골인구 비율	2021
9.c.1 무선네트워크 사용 인구비율(기술별)	한국 99.9%
11.2.1 대중교통에 편리하게 접근할 수 있는 인구 비율 (연령, 성 및 장애별)	연구수행('19)
11.3.1 인구성장률 대비 토지소모율	2020
11.7.1 도시에서 공공목적을 위해 개방된 공간이 차지하는 평균 비율(연령, 성 및 장애별)	연구수행('19)
14.2.1 생태계기반의 접근 방식으로 해양지역을 관리하는 국가 수	글로벌 지표
14.5.1 해양면적 대비 보호지역의 비율	한국보호지역통합관리 시스템(KDPA)
15.1.1 총 국토면적 중 산림 면적의 비율	산림청(산림기본통계)
15.1.2 육상 및 담수 생물다양성을 위한 보호지역으로 지정된 면적 비율 (생태계 유형별)	한국보호지역통합관리 시스템(KDPA)
15.3.1 황폐화된 국토면적 비율	작성범위/기준 불분명
15.4.1 산악생물다양성 중요 지역 중 보호지역으로 지정된 면적 비율	한국보호지역통합관리 시스템(KDPA)

15개 지표 중 달성률이 100%에 가깝거나 국내 지표로써 정책적 의미가 없어 작성 필요성이 현저하게 낮은 지표가 3개(6.5.2, 9.c.1, 14.2.1), 메타데이터상 작성 범위, 기준 등이 분명하지 않거나 산식이 복잡하여 접근이 어려운 지표가 3개(2.4.1, 6.6.1. 15.3.1)였다. 이들을 제외한 9개 지표 중 현재 국내에서 자료가 제공되고 있거나 유사 통계가 작성 중인 것은 5개이다. 산림면적 비율(15.1.1)은 산림기본통계(산림청)에서 제공되고 있으며, 보호지역(14.5.1, 15.1.2, 15.4.1) 관련 지표는 한국보호지역 통합 DB 관리시스템(KDPA)에서 접근 가능하다. 이 시스템은 환경부, 해양수산부, 국토교통부 등 5개 부처, 14개 법률에 의해 지정된 총 30개 유형의 3천4백여 개의 보호지역의 면적, 개수 등의 정보를 지도 이미지와 함께 제공하고 있다. 또한 주변 수질이 양호한 수계의 비율(6.3.2) 지표는 물환경정보시스템(환경부)에서 유사한 자료를 찾아볼 수 있다. 이 자료는 수질오염실태보고자료로 전국의 하천 및 호수 등 공공수역 1900여 개의 지점을 대상으로 매월 측정한 자료이다.

통계개발원은 현재 국내 데이터가 생산되지 않는 4개의 지표와 <표 3-1> 후보군에는 없으나, GIS 활용 시 부가적인 통계 가치가 산출될 것으로 예상되는 지표를 추가적으로 발굴하여 2019년부터 단계적으로 지표를 생산 중이다. 이 계획에 따라, 두 개의 지표(11.2.1, 11.7.1)에 대한 연구가 2019년에 수행되었으며(박영실 외, 2019), 2020년 올해는 11.3.1 인구성장률 대비 토지소모율 지표를 시범적으로 생산하고자 한다. 2021년 이후에는 사계절 도로 2km 반경 내 거주하는 시골인구 비율 지표를 작성 예정이다. 이와 함께 11.6.2. 도시 미세먼지의 연평균 수준 지표를 GIS 데이터 가용성, 필요성 측면에서 연구를 수행할 만한 지표로 추가 분류하였다.

<표 3-2> GIS를 활용한 지표 시범생산 현황 및 계획(SDG데이터연구센터)

연번	지표명	비고
1	11.2.1 대중교통에 편리하게 접근할 수 있는 인구 비율 (연령, 성 및 장애별)	연구수행(2019)
2	11.7.1 도시에서 공공목적을 위해 개방된 공간이 차지하는 평균 비율 (연령, 성 및 장애별)	연구수행(2019)
3	11.3.1 인구성장률 대비 토지소모율	2020년
4	9.1.1 사계절도로 2km 반경 내 거주하는 시골인구 비율	2021년 이후
5 (추가)	11.6.2 도시 미세먼지의 연평균 수준	2021년 이후

제2절 지표 정의 및 측정산식

1. 지표 정의 및 주요 용어

지표 11.3.1 인구증가율 대비 토지소모율(Ratio of land consumption rate to population growth rate)은 도시지역이 시간이 지남에 따라 인구가 증가하는 비율과 관련해서 공간적으로 변화하는 비율을 측정하고자 한다. 즉, 이 지표는 토지 이용 효율성에 관한 것으로, '포용적이고 안전하며 회복력 있고 지속가능한 도시와 주거지 조성'이라는 목표의 이행상황을 점검하는데 사용되며, 유엔인간정주계획(United Nations Human Settlements Programme, UN-Habitat)에서 관리하고 있다.

<표 3-4> 11.3.1. 지표

구분	지표 내용
목표	11. 포용적이고 안전하며 회복력 있고 지속가능한 도시와 주거지 조성 (Make cities and human settlements inclusive safe, resilient and sustainable)
세부목표	11.3 2030년까지 포괄적이고 지속가능한 도시화, 참여, 통합 및 지속가능한 거주지 계획 및 관리 역량 강화 (By 2030, enhance inclusive and sustainable urbanization and capacity for participatory, integrated and sustainable human settlement planning and management in all countries)
지표	11.3.1 인구성장률 대비 토지소모율 (Ratio of land consumption rate to population growth rate)
국제기구	UN-Habitat

이 지표에서 핵심 용어인 토지소모율(Land consumption rate, LCR)과 인구증가율(Population growth rate, PGR)에 대한 개념을 살펴보자. 토지소모(Land consumption) 개념은 도시화된 지역이 파편적으로, 광범위하게 나타나면서 발전했다. 이 개념은 정주지 분산 현상에 대한 객관적인 지식과 정량적인 측정을 필요로 한다(Roberto Gerundo 외, 2011). 이에 따라, 토지소모란 도시가 확대되면서 개방된 공간이나 농업지역이 도시 기능의 공간, 개발된 지역으로 전환된 것을 말한다. 토지소모율은 일정기간(일반적으로 1년) 동안 도시지역에 포함된 토지면적으로 시작 시점 대비 도시면적이 얼마나 증가했는지를 퍼센트로 나타낸다. 인구증가율은 일정한 지역에 사는 인구가 일정한 기간(일반적으로 1년) 동안 증가한 비율을 의미하며 여기에는 출생, 사망 등의 자연적 증가율과 국내 및 국제 이주 등의 사회적 증가율이 모두 포함된다

2. 측정산식

인구증가율 대비 토지소모율 지표는 다음의 세 단계를 걸쳐서 계산된다.

(1단계) 토지소모율 계산(LCR)

도시 기준에 따라 두 시점(t1, t2)에서의 도시 영역을 정의하고, 해당 지역의 면적을 GIS 소프트웨어로 계산한다. 그리고 t1 시점의 도시지역 면적 대비 t2 시점의 도시지역 면적을 자연로그 취해준 후 두 측정시점 사이의 연도수로 나누어준다.

$$LCR = \frac{LN(Urb_{t2}/Urb_{t1})}{y}$$

Urb_{t1}= t1 시점의 도시지역 면적

Urb_{t2}= t2 시점의 도시지역 면적

y= 두 측정시점(t1, t2) 사이의 연도수

(2단계) 인구증가율 계산(PGR)

1단계에서 도시 영역이 정의되면 각 분석 시점(t1, t2)마다 해당 지역 내에 얼마나 많은 사람들이 살고 있는지 식별해 낸다. 그리고 t1 시점의 도시지역 내 인구수 대비 t2 시점 도시지역 내 인구수를 자연로그 취해준 후 두 측정시점 사이의 연도수로 나누어준다.

$$PGR = \frac{LN(Pop_{t2}/Pop_{t1})}{y}$$

Pop_{t1}= t1 시점의 도시지역 내 총 인구수

Pop_{t2}= t2 시점의 도시지역 내 총 인구수

y= 두 측정시점(t1, t2) 사이 연도수

(3단계) 인구증가율 대비 토지소모율 계산(LCRPGR)

1, 2단계에서 각각 계산한 연평균 토지소모율을 연평균 인구증가율로 나누어 준다.

$$LCRPGR = \frac{\text{연평균 토지소모율}(PGR)}{\text{연평균 인구증가율}(LCR)}$$

3. 지표 해석

도시지역의 물리적 성장은 불균형적인 인구 증가로 토지 이용의 효율성이 떨어지는 경우가 발생한다. 이러한 유형의 성장은 도시지역이 환경에 영향을 미치고 공간 불평등 증가, 집적(集積)경제 감소와 같은 부정적인 사회경제적 결과를 초래하여 지속가능성을 저해할 수 있다. SDGs 지표 11.3.1 인구증가율 대비 토지소모율은 토지 이용의 효율성을 측정하기 위한 지표로 도시의 토지 사용을 최적화하는데 주 목적이 있다. 인구증가율에 비해 토지소모율이 증가하는 경우 도시의 밀도는 감소하는데 이러한 확산적 토지이용은 교통 및 기반시설의 부담을 증가시키고 자연을 파괴하면서 환경오염을 가중시킨다. 도시 개발을 위해서는 자연과 인간의 공존을 생각해야 한다. 밀도가 높은 압축적 도시개발은 1인당 토지 소비량을 줄임으로써 자연환경을 보전하고 지속가능한 도시로의 성장이 가능하도록 할 것이다(강명구, 2014).

이러한 논의에 따라, UN-Habitat는 이상적으로 인구증가율 대비 토지소모율은 1과 같아야 한다고 전제한다. 수치가 1보다 작으면 효율적인 토지 사용을 의미하고 1보다 크면 비효율적인 토지 사용을 의미한다(UN-Habitat, 2018). 따라서 이 지표를 통해 주어진 시간에 도시의 압축성이 강해지는지, 약해지는지 여부를 평가함으로써 도시의 압축성이 약화되는 것을 늦추고 가능하다면 유지되거나 증가하도록 해야 한다.

4. 토지소모율에 대한 조작적 정의 : 글로벌 vs 한국

11.3.1 지표 메타데이터에 따르면 토지소모율은 '도시' 정의를 따른다. 본 연구에서는 유엔에서 국제적 비교가능성을 고려하여 설정한 도시 개념과 국내 기준에 따른 도시 개념을 적용한 각각의 지표작성 결과를 비교해 보고자 한다.

가. 글로벌 수준의 도시 정의

도시에 대한 정의는 각 국가마다 다르고 측정기준 또한 인구 규모, 경제적 기능, 활동유형, 지역경제, 정치 및 행정적 기준에 따라 다르다. 글로벌 수준에서는 UN-Habitat를 중심으로 EU집행위원회, OECD, FAO, 세계은행 등이 도시와 관련된 SDGs 지표에 대한 모니터링을 지원하고 국가별 비교가능성을 제고하고자 많은 논의를 진행하였다. 그 결과 <표 3-4>와 같이 디그루바(DegURBA), 어번 익스텐트(Urban Extent)에 대한 개념이 정의되었고, 51차 유엔통계위원회에서는 디그루바를 기준으로 도시를 측정하는 것에 대해 합의하였다(UNSC, 2020). 그러나, 인구격자를 생산하기 위해서는 거처에 기반한 인구데이터가 필요하지만 이 자료는 모든 국가에서 사용할 수 있는 자료가 아니므로 어번 익스텐트 개념도 상호보완적으로 활용될 가능성이 높

다. 어번 익스텐트는 위성이미지(Satellite Image)를 활용하여 건물 및 토지 사용형태에 따라 도시범위를 설정하는 것으로 인구데이터가 없는 국가를 고려한 개념으로 보인다(박영실 외, 2019). 본 연구에서는 글로벌 기준으로 디그루바 개념에 따라 도시 범위를 설정하여 지표를 생산하고자 한다.

<표 3-4> 글로벌 수준의 도시 정의

구분	디그루바(DegURBA)	어번 익스텐트(Urban Extent)	
특징	인구규모, 인구밀도, 정착지인접성에 기반하여 지역의 특징을 나타내는 분류체계, 1㎢ 인구격자를 기준으로 인접 격자를 고려하여 구분	위성이미지분석기법을 도입하여 인간 정주지 형태와 시가 지역 밀도에 대한 정보 추출. 주어진 지점 내에서 1㎢ 원 안의 픽셀 밀도로 구분	
도시 또는 준도시		*시가 지역(bulit-up area)*	*도시화된 공지 (Urbanized open space)*
	고밀도클러스터/어번센터(High density cluster/Urban centre): 1,500명 이상이 거주하는 인구격자의 연속된 군집이 5만 명 이상인 지역	**어번(Urban) 시가 지역**: 건물 밀도가 50% 이상	**변두리(Fringe) 공지:** 어번 또는 서버번 픽셀 100m 이내 모든 공지
	어번 클러스터(Urban cluster): 300명 이상이 거주하는 인구격자의 연속된 군집이 5,000명 이상인 지역	**서버번(Suburban) 시가 지역**: 건물 밀도가 25-50% 이고, 분할된 토지(subdivided land) 포함	**포착된(Captured) 공지:** 어번과 서버번 픽셀로 둘러쌓인 공지, 2㎢ 미만
시골	시골 격자셀(Rural grid cell): 고밀도 클러스터와 어번 클러스터 이외의 격자	시골(Rural) 시가 지역: 건물 밀도가 25% 이하	시골(Rural) 공지: 그 외 공지

출처: 박영실 외(2019)를 바탕으로 정리

나. 국의 도시 정의

국내의 경우 많은 학술연구에서 관행적으로 행정구역을 중심으로 읍과 면지역은 시골로, 동지역은 도시로 정의하여 분석하고 있다. 읍면동이라는 관할구역의 설정은 지방자치법을 따른 것인데, 이 때 기준이 되는 것이 인구수, 시가지 내 인구분포, 비농업종사자비율, 재정자립도 등으로 우리가 이해하는 '도시'의 개념과 부합한다고 할 수 있다. 그러나, 1995년 이후 도시지역과 농촌지역이 중첩된 도농복합시 제도가 도입되면서 많은 시지역이 도시와 농촌에 포함되어 시지역 전체를 도시지역으로 간주하는 것이 어렵게 되었다(통계청, 2004). 또한 동지역의 경계 안에 모든 인구가 고르게 분포하는 것이 아니고 목적 및 기능에 따라서 집중적으로 거주하는 것이 일반적이다. 특히 자연환경을 보전하기 위한 지역이 광범위하게 설정되어 있는 경우도 있으므로 행정구역 자체를 이용하여 토지소모를 살피는 데에는 한계가 있다고 판단하였다.

대안적으로, 본 연구에서는 한국 도시를 정의하는데 국토교통부의 용도지역 자료를 사용하였다. 용도지역은 토지의 이용 및 건축물의 용도·건폐율·용적률·높이 등을 제한함으로써 토지를 경제적 효율적으로 이용하고 공공복리의 증진을 도모하기 위하여 서로 중복되지 않도록 도시·군관리계획으로 결정하는 지역을 말한다.「국토의 계획 및 이용에 관한 법률(이하 국토계획법)」에 따르면 용도지역은 도시지역, 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역으로 구분된다(<표 3-5> 참고). 여기에서 도시지역은 인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 당해 지역에 대하여 체계적인 개발·정비·관리·보전 등이 필요한 지역을 의미하며, 이는 다시 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역으로 구분된다. 이 분류에 따라 국토교통부는 매년 도시계획현황통계를 공표하여 전 국토의 용도지역별 도시지역 현황을 보여주고 있다.

<표 3-5> 국토계획법상 용도지역

구분	내용
도시지역	인구와 산업이 밀집되어 있거나 밀집이 예상되어 당해 지역에 대하여 체계적인 개발·정비·관리·보전 등이 필요한 지역 - 주거지역: 거주의 안녕과 건전한 생활환경의 보호를 위하여 필요한 지역 - 상업지역: 상업이나 그 밖의 업무의 편익을 증진하기 위하여 필요한 지역 - 공업지역: 공업의 편익을 증진하기 위하여 필요한 지역 - 녹지지역: 자연환경·농지 및 산림의 보호, 보건위생, 보안과 도시의 무질서한 확산을 방지하기 위하여 녹지의 보전이 필요한 지역
관리지역	도시지역의 인구와 산업을 수용하기 위하여 도시지역에 준하여 체계적으로 관리하거나 농림업의 진흥, 자연환경 또는 산림의 보전을 위하여 농림지역 또는 자연환경보전지역에 준하여 관리가 필요한 지역
농림지역	도시지역에 속하지 아니하는 「농지법」에 의한 농업진흥지역 또는 「산지관리법」에 의한 보전산지 등으로서 농림업의 진흥과 산림의 보전을 위하여 필요한 지역
자연환경 보전지역	자연환경·수자원·해안·생태계·상수원 및 문화재의 보전과 수산 자원의 보호·육성 등을 위하여 필요한 지역

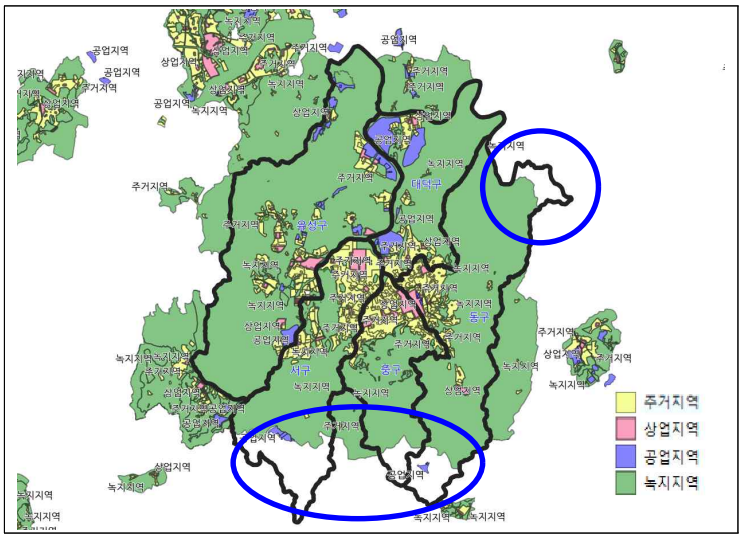
그런데, 본 연구에서의 쟁점은 녹지지역을 도시지역에 포함시켜야 하는가였다. 공원, 광장 등은 도시 자연경관을 보호하고 보행자 통행, 시민의 건강·휴양 및 정서생활의 향상에 기여하기 위해 조성·관리되는 곳으로 도시의 건전한 발전에 필수적인 요소이다. 이에 따라 도시계획과정에서 이 지역들이 포함된다. 글로벌 수준의 어번 익스텐트 개념에서도 도시 또는 준도시 지역에 도시화된 공지가 들어가 있다. <그림 3-1>은 근린공원 등으로 보이는 작은 녹지공간이 주거지역으로 분류된 사례로 서울 동작구의 주거지역 내에 소규모 녹지공간들이 보인다. 또한 서울 용산구 남산타워의 녹지공간이 주거지역으로 분류된 것을 알 수 있다. 이는 주거지역에 도시의 개방된

공공 공간이 어느 정도 포함되어 있음을 보여준다.

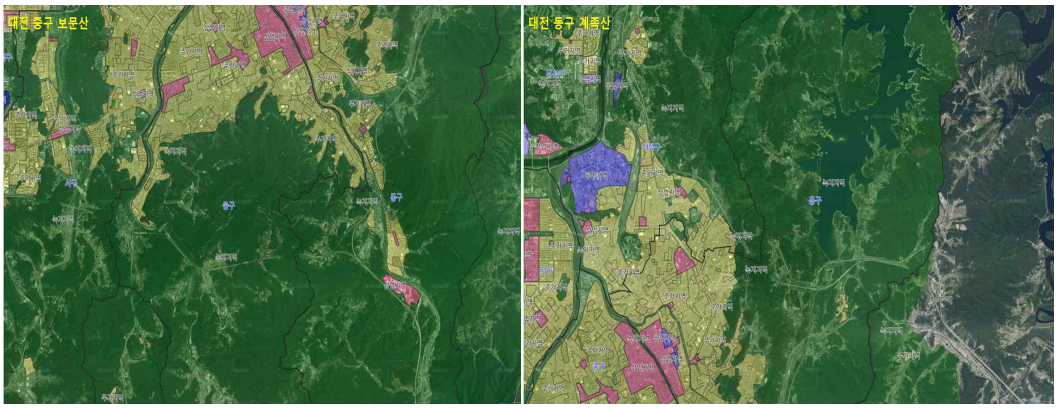


<그림 3-1> 소규모 녹지공간(파란색 원)이 주거지역(옅은 초록색)으로 분류된 사례

그런데 용도지역상에 구분되어 있는 녹지지역은 '도시의 무질서한 확산을 방지'하기 위한 목적으로 설정된 것으로 토지소모가 법적으로 제한되어 있음을 의미하며, 도시의 개방된 공공 공간과는 그 기능과 목적이 다르다고 할 수 있다. 대전광역시와 주변지역의 용도 현황을 보여주는 지도를 예로 보자(<그림 3-2> <그림 3-3> 참조). 색으로 표시된 지역이 주거, 상업, 공업, 녹지지역을 나타내고, 흰색 부분은 관리지역이나 농림지역, 자연환경보전지역을 의미한다. <그림 3-2>에서 굵은 선으로 표시된 대전광역시에 위의 도시지역 기준을 적용하면 일부(파란색 원) 부분을 제외하고 대부분의 지역이 도시로 나타난다. <그림 3-3>을 자세히 살펴보면 중구 보문산, 동구 계족산 일대가 녹지지역으로 분류되어 있다. 결국 대전을 둘러싼 녹지지역이 대부분 산지역임에도 불구하고 국토계획법상 도시지역으로 포함되어 있음을 알 수 있다.



<그림 3-2> 국토계획법상 도시지역: 대전광역시 사례



<그림 3-3> 대전 중구와 동구의 녹지지역(짙은 초록색)

따라서 녹지지역을 포함하여 도시지역을 규정하는 것은 시간이 지남에 따라 도시 기능을 하는 지역의 변화를 보고자 하는 연구의 목적에 적합하지 않다고 판단하였다. 이에, 본 연구에서는 용도지역 자료의 도시지역 중 녹지지역을 제외한 주거지역, 상업지역, 공업지역 즉, 시가화 지역을 도시범위로 설정하여 지표를 생산하고 글로벌 수준의 디그루바 기준을 적용한 결과와 비교해보고자 한다.

제3절 분석자료

지표를 작성하는데 사용한 자료는 통계청의 인구주택총조사자료와 국토교통부의 국가공간정보포털(www.nsdi.go.kr) 용도지역정보이다. 분모가 되는 도시지역을 설정하는 과정에서 글로벌 정의(디그루바)는 인구주택총조사 거처별 인구수 자료를, 국내 정의는 용도지역정보를 활용하여 계산하였다. 두 자료 각각으로 도시지역을 설정한 후 해당 지역 내에서 인구수는 공히 인구주택총조사 거처별 자료를 활용하였다.

두 자료의 비교분석 시점은 2010년과 2018년이다. 그런데, 자료의 시점을 정확히 일치시키는 데는 한계가 있었다. 입수가능한 자료는 인구주택총조사의 경우 2010년 11월, 2018년 11월 기준이고, 용도지역정보의 경우는 2010년, 2019년 기준이다. 용도지역정보는 도시관리계획을 통해서 용도지역 지정 및 변경이 진행되며, 용도지역정보가 실제와 맞지 않는 경우 신청인의 요청에 따라 수정되는 방식으로 자료가 업데이트된다. 그런데, 용도지역 변경 절차가 복잡하며 시간이 많이 소요되어 연간 수정되는 양이 많지 않았을 것으로 전제하였다. 비록, 두 자료 간 시점이 정확하게 일치하지 않지만 이 연구의 목적이 8년여 동안의 인구증가율 대비 토지소모율을 통해 도시 성장 유형을 확인하고 도시별 추세를 보고자 하는 것이므로 두 자료를 비교하는 것은 가능하다고 판단된다. 한편, 지역 간 경계 자료로는 최근의 행정구역(2019. 6.

기준) 자료를 활용하였고 과거자료(2010. 기준) 역시 시계열 비교를 위해 같은 자료를 소급하여 적용하였다.

용도지역정보자료는 다음과 같은 절차를 통해 처리하였다. 먼저 용도코드를 주거지역, 상업지역, 공업지역으로 재분류하였고 경우에 따라 분류과정에서 나타난 중복항목 등을 정비하였다. 다음으로 시도, 시군구 행정구역을 부여하고 거처별 포인트 공간중첩분석 후 지역별 인구수를 집계하였다.

용도지역정보자료는 다음과 같은 내재적인 한계가 있으므로 해석과정에서 주의를 기울여야 한다. 첫째, 용도지역은 개발수요에 능동적으로 대응하고, 부적절한 개발에 선제적으로 대응하기 위한 관리체계의 필요성에 따라 토지이용의 목적과 한계를 사전에 명시해 놓은 제도(김동근·김상조, 2017)로 용도지역 지정과 관련된 토지이용계획은 기본방향 설정, 대상지 선정(입지계획), 수요예측(시설 및 규모계획), 입지배분계획, 집행계획 및 실행단계를 통해 완성되는데 이 중 토지 용도별 수요는 목표연도의 인구 및 경제활동 규모 예측, 용도별 토지이용 밀도 설정을 통해 예측한다(임지연·이용우, 2016). 따라서 용도지역을 지정하는 시점과 실제 건물이 세워지거나 사람들의 거주시작 시기가 일치하지 않을 수 있다. 둘째, 용도지역은 각 시군구의 계획을 통해 지정이 되고 광역시·도를 거쳐 통합관리하고 있지만 각 시군구별로 관리되는 정도가 달라 자료가 업데이트되는 수준이나 자료의 품질에서 차이가 발생한다. 특히 과거자료의 경우, 현재 기준에 맞지 않거나 일부 누락된 부분도 있었다. 입수한 자료는 이미 공개된 자료이므로 대부분 그대로 활용하였고 자료가 누락된 경우에만 추가 요청하거나 최근 자료를 활용하여 보정하였다.

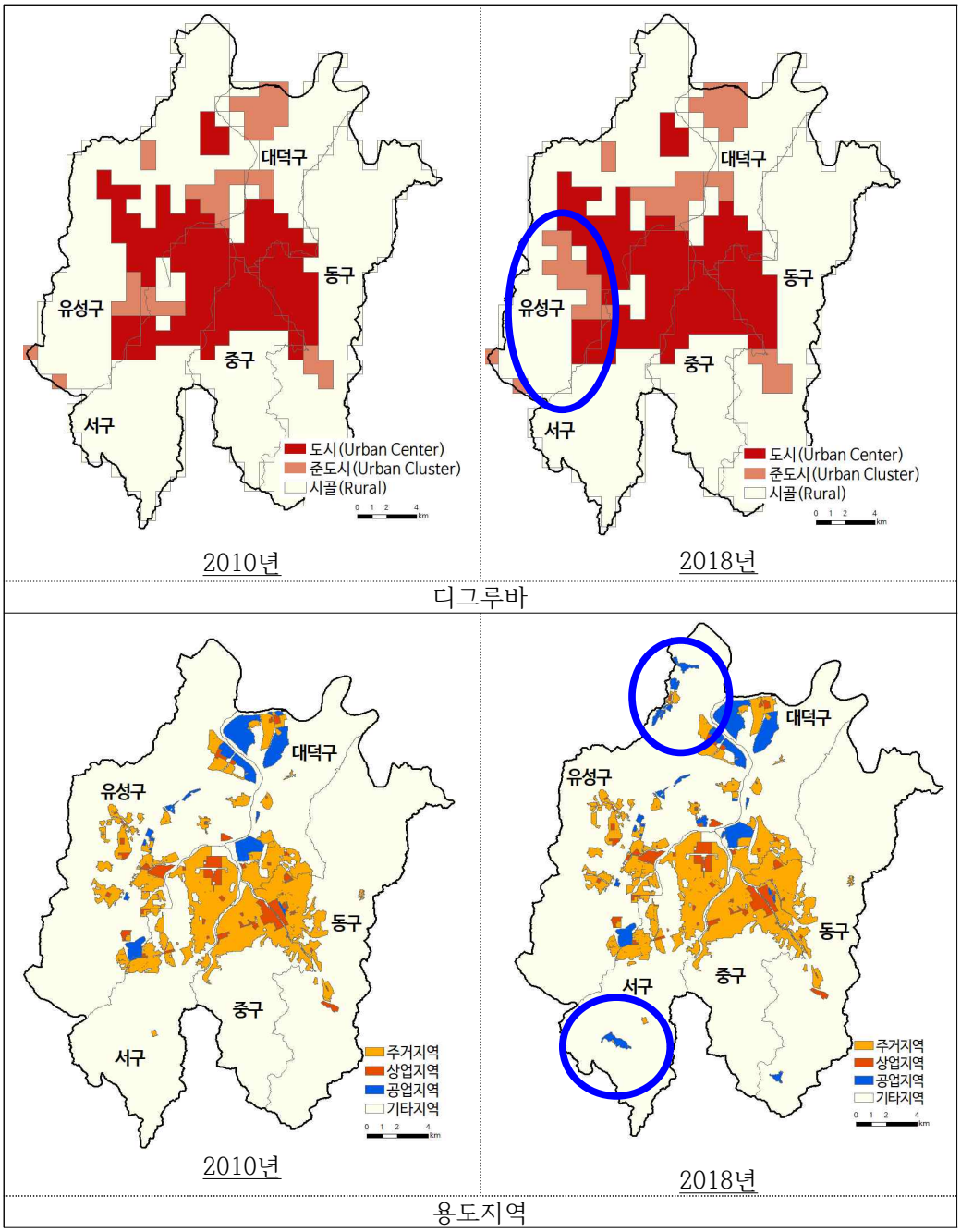
제4절 주요 변인 측정

1. 토지소모율 : 도시면적

지표명은 토지소모율이지만 실제로는 도시면적에 대한 증가율을 의미하므로 이 보고서에서는 이해를 돕기 위해 이후 도시면적 증가율로 표기하고자 한다. <그림 3-4>는 디그루바와 용도지역정보에 따라 설정된 대전광역시의 2010년, 2018년 도시면적을 나타낸다. 먼저, 디그루바 기준으로 도시 영역을 정의하기 위해 거처별 인구수 자료로 1㎢의 인구격자를 만들고 도시 및 준도시 기준에 맞는 도시 격자를 추출하였다.[8] 이 과정에서 격자가 두 개 이상의 행정구역에 걸쳐 있을 경우에는 격자면적의 50% 이상이

8) 디그루바 정의에 따른 도시지역 설정 방법은 EC et al.(2020)을 참고할 것

들어간 지역에 할당하였다. 그림에서 빨간색은 도시(Urban center) 지역, 주황색은 준도시(Urban cluster) 지역을 의미한다. <그림 3-4>를 보면 8년여 동안의 도시 변화상을 볼 수 있다. 대전광역시의 경우는 전체적으로 큰 변화는 없어보이지만 유성구 지역(파란색 원)을 중심으로 준도시 지역이 확대되었고 그 외에도 일부 준도시 지역이 도시지역으로 변경되거나 시골(Rural) 지역이 준도시 지역으로 지정된 것을 볼 수 있다.



<그림 3-4> 대전광역시 사례

다음으로 국내 국토계획법상 용도지역 기준으로 도시영역을 정의하기 위해 용도지역정보에서 주거지역, 상업지역, 공업지역을 추출하였다. 대전광역시 지도를 살펴보면 앞의 디그루바 기준 자료에서 크게 증가한 유성구 지역은 주거지역에서 약간 증가한 수준으로 상대적으로 큰 변화가 없었던 반면, 유성구 위쪽 및 서구 아래쪽(파란색 원)에 신동/둔곡 국가산업단지, 평촌일반산업단지가 지정되면서 공업지역과 주거지역이 증가한 것을 볼 수 있다. 두 기준 자료를 비교해보면 용도지역 자료의 공업지역이 디그루바의 도시지역에 포함되지 않음을 볼 수 있는데 이것은 상대적으로 공업지역의 인구가 많지 않기 때문이다.

2. 인구증가율

도시지역 내 인구는 디그루바, 용도지역 기준으로 각각 도시 경계가 확정이 되면 2010년, 2018년 인구총조사의 거처별 인구수 자료를 활용하여 도시 경계 내 포함되는 인구 수로 집계하였다.

3. 보조지표 : 1인당 토지소모량

인간 정주지와 관련해서 실제로는 많은 요소들이 작용을 하므로 지속가능한 도시화를 가늠하고자 하는 인구증가율 대비 토지소모율(LCRPGR) 지표 값의 의미를 단순하게 일반화하는 것은 어려운 일이다. 1 미만의 값은 도시 압축성을 보는데 좋은 지표가 될 수 있지만 혼잡한 도시 상황을 의미할 수도 있다(UN-Habitat, 2018). 예를 들어 인구가 증가하고 있지만 외연적 확산이 없는 도시는 수직적으로 확장했다고 볼 수 있기 때문이다. 이 경우 이 도시는 1 미만의 값으로 압축적으로 성장했다고 해석되지만 도심 중심부에 초고층 건물이 밀집되고 과도한 집중이 진행되는 경우에는 인구밀집에 따른 문제가 발생할 수 있다. 따라서, 인구증가율 대비 토지소모율(LCRPGR) 지표 외에 성장 구조를 설명하는데 도움이 되는 보조지표에 대한 검토가 필요하다. UN-Habitat는 1인당 토지소모량을 보조지표로 제안하고 있다. 1인당 토지소모량은 각 시점의 개인이 점유하거나 소비하는 도시의 평균 토지규모를 나타낸다. 이 지표는 앞에서 작성한 도시면적을 동일한 경계 내의 인구수로 나누어 계산한다.

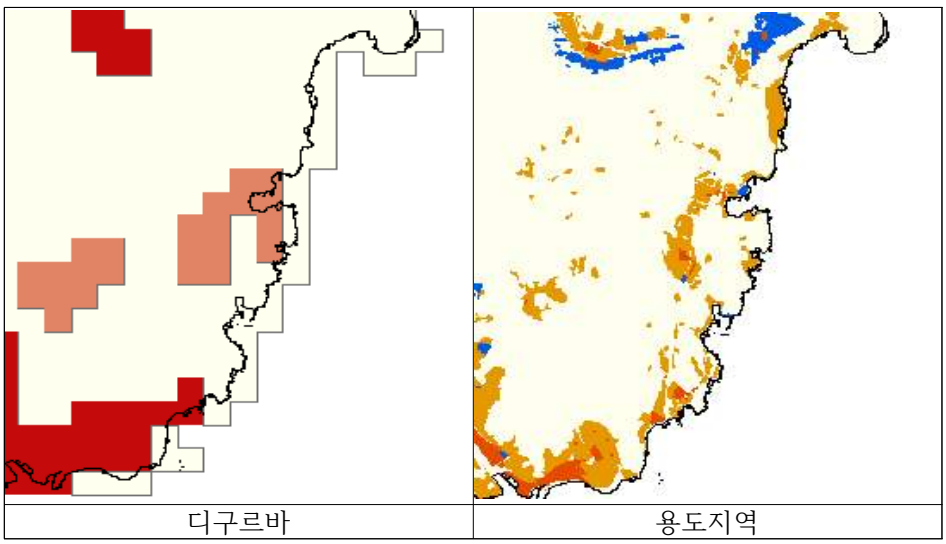
$$LCPC_t = \frac{UrBu_t}{Pop_t}$$

$UrBu_t$= t 시점 도시면적, Pop_t= t 시점 도시지역 내의 인구수

제 4 장
지표 시범 작성 결과

제1절 도시면적 증가율

<표 4-1>은 디그루바, 용도지역 자료 기준으로 시도별 도시면적을 각각 집계한 결과이다. 2018년 기준 디그루바의 경우 전체 면적 107,555㎢ 중 도시면적이 5,718㎢로 5.3%, 용도지역의 경우 전체 면적 100,642㎢ 중 도시면적이 4,254㎢로 4.2%로 디그루바에 의한 도시면적이 더 넓게 나타났다. 그런데, 전체 면적을 보면 디그루바 기준(107,555㎢)이 용도지역 기준(100,642㎢)에 비해 다소 크게 나타나는 것을 볼 수 있는데 이것은 집계 방법 차이에 기인한다. 디그루바는 1㎢ 격자를 기준으로 면적을 계산하는데 국토 경계와 격자 외곽이 정확하게 일치하지 않으므로 경계 밖의 지역이 격자에 일부 포함될 수 있기 때문이다. <그림 4-1>은 우리나라 동남쪽 해역과 맞닿아 있는 부산 기장군 일부 지역을 나타낸 지도인데, 디그루바 기준 자료의 경우 용도지역과 달리 격자가 경계 밖으로 나와 있음을 알 수 있다.



<그림 4-1> 부산 기장군 사례

2010-2018 전국의 도시면적 증가율은 디그루바 기준 11.2%, 용도지역 기준 11.7%로 유사하게 나타났다. 시도별로는 디그루바 기준으로 세종이 168.8%로 지난 8년간

가장 크게 증가했고 다음으로 제주(42.7%), 인천(27.2%)지역이 크게 성장하였다. 각 지역의 성장에 미친 영향은 다음으로 추정된다. 세종은 2012년 출범한 이후 행정기관 이전에 따라 대규모 인구이동으로 도시가 크게 성장하고 있는 지역이다. 제주는 직업 등의 이유로 2010년 이후 인구가 유입[9]되기 시작하면서 2018년까지 도시면적이 크게 증가하였다. 인천은 2010~2012년 입주가 시작된 청라국제도시, 영종국제도시의 서구(182%)와 송도국제도시가 있는 연수구(40%)를 중심으로 증가했다.

<표 4-1> 도시면적 및 증가율 현황

(단위: ㎢, %)

시도	디그루바				용도지역			
	전체면적	도시면적		도시면적 증가율	전체면적	도시면적		도시면적 증가율
		2010	2018			2010	2018	
전국	107,555	5,144	5,718	11.2	100,642	3,807	4,254	11.7
서울	605	481	496	3.1	605	368	371	0.8
부산	925	275	281	2.2	784	211	235	11.5
대구	879	214	218	1.9	880	178	181	1.6
인천	1,674	191	243	27.2	1,103	193	211	8.9
광주	496	122	129	5.7	498	116	122	5.1
대전	545	154	167	8.4	539	93	97	5.3
울산	1,112	118	133	12.7	1,062	146	156	6.8
세종	465	16	43	168.8	465	38	43	12.0
경기	10,564	1,330	1,564	17.6	10,258	643	772	20.0
강원	17,086	247	254	2.8	16,809	181	200	10.4
충북	7,410	213	235	10.3	7,408	140	181	29.7
충남	8,955	374	380	1.6	8,264	220	265	20.0
전북	8,417	224	230	2.7	8,090	200	214	7.1
전남	15,555	250	286	14.4	12,430	329	356	8.2
경북	19,227	395	424	7.3	19,029	352	397	12.9
경남	11,532	423	468	10.6	10,553	341	389	14.1
제주	2,108	117	167	42.7	1,865	58	65	11.0

용도지역 기준으로 도시면적이 가장 많이 증가한 지역은 충북(29.7%)으로 2018년까지 준공을 완료한 충북혁신도시의 영향이 컸다. 진천군(113%)과 음성군(88.1%)이 대표적인 지역이다. 다음으로 경기(20.0%), 충남(20.0%)지역의 도시면적 증가율이 높게 나타났다. 경기는 신도시 내 주거지역이 크게 늘어난 평택시(66.1%), 남양주시(47.2%)의 영향이 있었고, 충남은 당진시(43.0%), 아산시(39.1%)를 중심으로 증가했는데 당진시는

9) 제주의 인구는 2010년 이후 크게 증가했는데 특히 국내이동통계자료를 보면 2014년~2017년 사이에 매년 만 명 이상이 순유입되었다. 인구가 크게 증가한 2017년 기준 제주도 사회조사 결과를 보면 회사 이직 또는 파견(24.1%), 새로운 직업·사업도전(20.1%), 새로운 주거환경(15.5%), 결혼 및 가족과 동반(14.3%) 순으로 나타났다.

공업지역, 아산시는 주거지역과 공업지역이 크게 확대된 것으로 나타났다.

디그루바와 용도지역을 기준으로 도시면적을 비교한 결과, 두 자료 간 증가율의 차이가 큰 지역들은 세종과 인천, 제주, 충북, 충남, 부산, 강원 등이다. 가장 큰 차이를 보이는 지역은 세종으로 디그루바 기준으로는 168.8%가 증가한 것으로 나타났으나, 용도지역 기준으로는 12.0% 증가에 그쳤다.

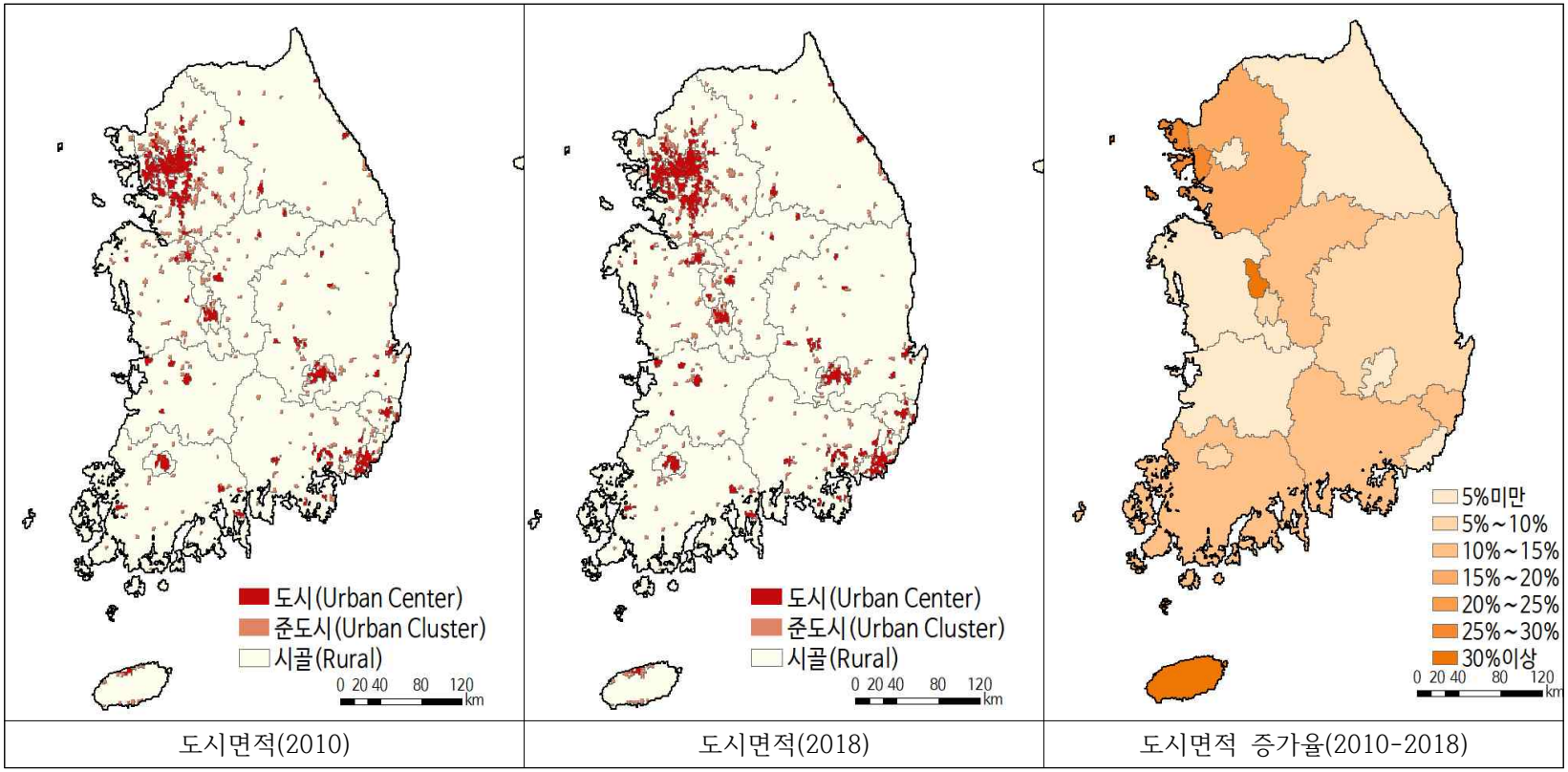
이는 자료의 특성 차이에서 기인한다. 디그루바는 격자 내의 인구수를 기준으로 도시 및 준도시로 구분하므로 인구의 증가가 도시영역 설정 시 바로 반영되는데 용도지역은 앞에서 언급한 바와 같이 개발수요에 선제적으로 대응하고 관리하기 위해 도시 계획을 통해 토지이용의 목적을 사전에 지정하는 경우가 많다. 세종의 인구는 2012년 이후 본격적으로 크게 증가하여 디그루바 기준의 도시면적 증가율이 크게 나타난 반면, 세종의 주거, 상업, 공업 지역은 도시계획에 의해 2010년 이전[10]에 이미 지정되어 2010~2018년 사이에는 도시면적 증가율은 크지 않았던 것이다. 인천의 경우에도 세종과 마찬가지로 용도가 지정된 시기와 실제 사람들이 유입된 시기가 달라 각 기준에 따른 도시면적 증가율의 차이가 발생한 것으로 보인다. 용도지역을 근거로 한 도시현황통계에서 인천의 시가화면적 전년대비증가율은 2007년(16.6%)과 2010년(12.4%)에 높게 나타났다.

분석대상 기간에 용도지역 변경이 있었던 충북과 충남, 부산, 강원은 용도지역의 도시면적이 디그루바에 비해 크게 증가하였다. 충북은 음성군, 진천군, 충남은 당진시, 아산시의 공업지역을 중심으로 크게 증가했고 부산은 강서구 공업지역, 강원은 강릉시, 삼척시 공업지역의 영향으로 증가했다. 여기는 주로 산업단지 지역으로 주거지역과 달리 도시면적에 비해 인구가 크게 증가하지 않았다.

한편, 제주의 경우에도 혁신도시 사업이 추진되어 용도지역 지정 및 변경이 있었는데, 앞서 살펴본 지역들과는 차별적인 특성이 나타났다. 그 내용을 보면, 용도지역 지정 및 변경은 2010년 이전에, 기관 이전은 2012년~2015년 사이에 진행되었는데, 그 규모는 인구증가율에 비해 크지 않았다. 이는 제주로의 인구이동 원인이 혁신도시 이전에 따른 인구이동과 함께 한창 유행했던 제주살기 열풍 등이 한몫했기 때문으로 분석된다. 앞서 보았듯이, 새로운 직업이나 사업에의 도전, 새로운 주거환경을 찾아서 제주로 이동한 경우가 많은데 이는 당시 증가한 펜션, 카페, 전원주택 등을 통해서 유추해 볼 수 있다. 그런데 이러한 건축물은 주거지역 외에 자연녹지지역, 관리지역에서도 많이 발생하여 용도지역정보를 통해서 측정한 도시지역이 상대적으로 덜 증가한 것으로 나타난 것이다.

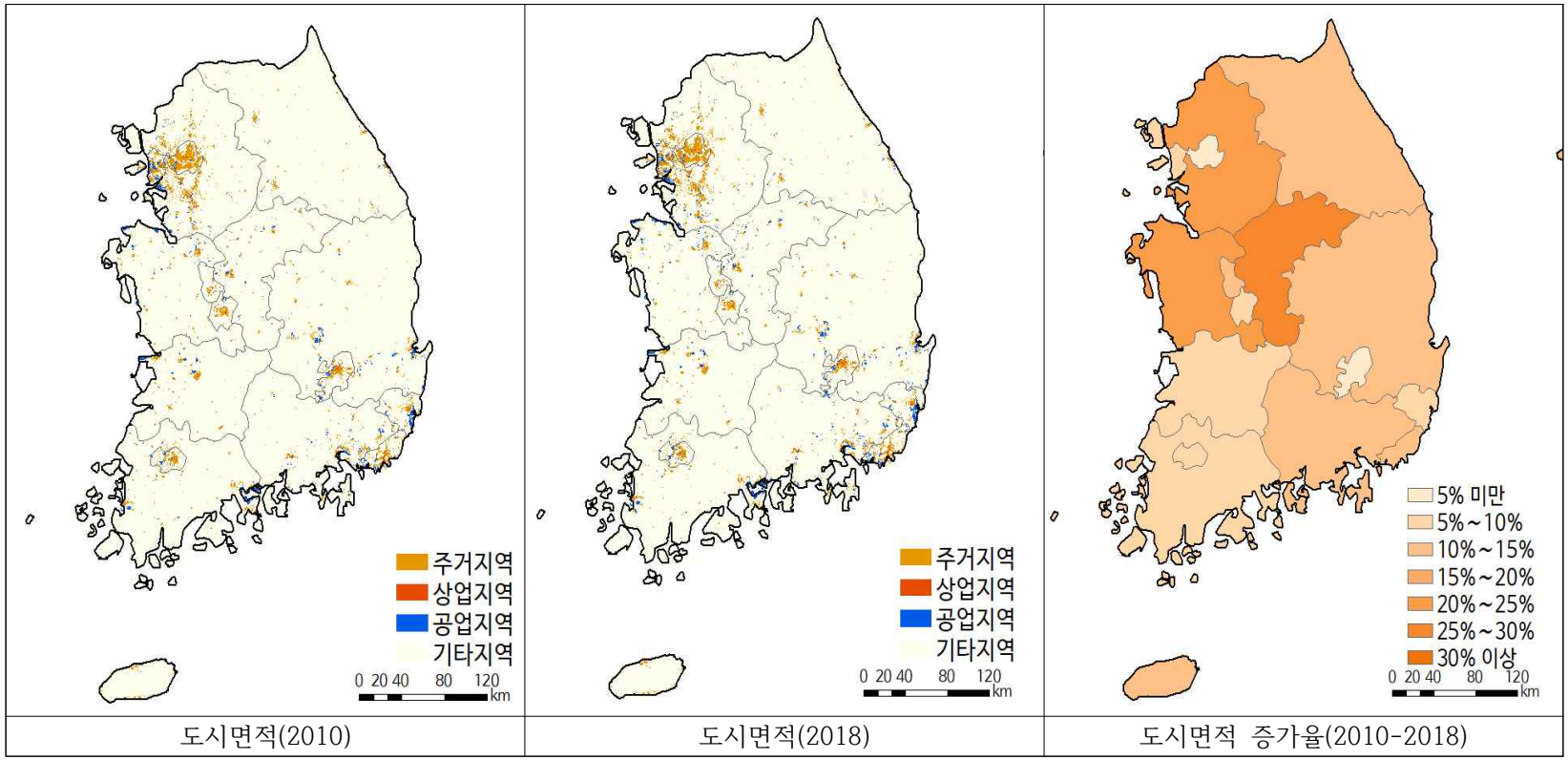
---

10) 세종시는 과거 충남지역에 포함되어 있었는데, 충청남도의 시가화 지역이 2008~2009년 사이에 급격하게 증가했다. 도시현황통계 용도지역(시군구) 자료에서 충청남도 주거, 상업, 공업지역을 집계하여 계산한 결과는 다음과 같다. 전년대비증가율(%) : 4.4('06) → 6.3('07) → 29.6('08) →12.8('09) → 0.3('10))



도시면적(2010)	도시면적(2018)	도시면적 증가율(2010-2018)

<그림 4-2> 디그루바 기준 도시면적 및 증가율



도시면적(2010)	도시면적(2018)	도시면적 증가율(2010-2018)

<그림 4-3> 용도지역 기준 도시면적 및 증가율

제2절 도시지역 인구증가율

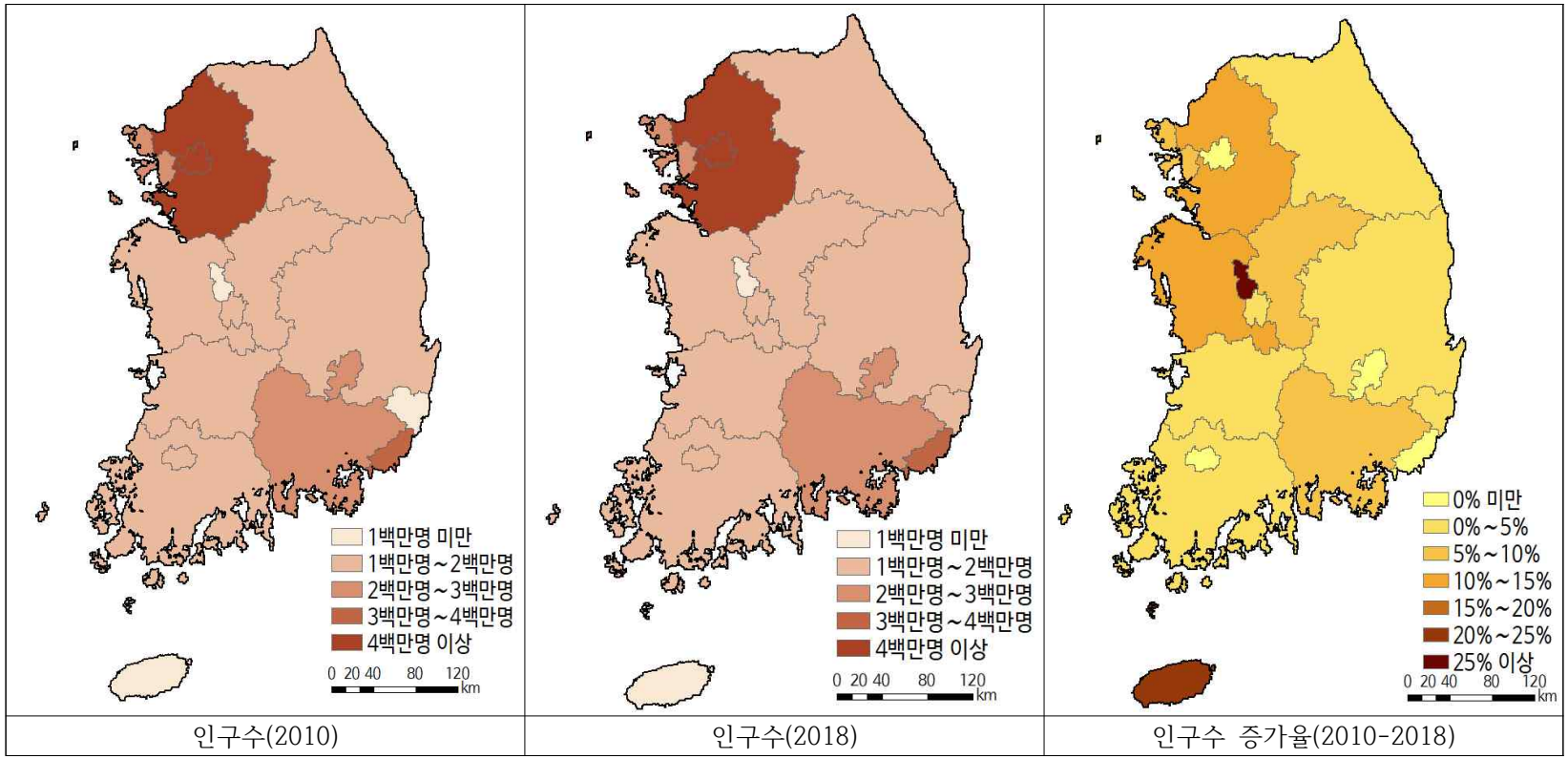
<표 4-2>는 도시지역 인구 현황을 나타낸 표이다. 전반적으로 두 기준자료의 인구증가율 양상은 비슷하게 나타났다(<그림 4-4>, <그림 4-5> 참조). 디그루바 기준으로는 세종(439.8%) 제주(21.2%), 충남(12.5%), 경기(12.5%) 순으로, 용도지역 기준으로는 세종(399.4%), 충남(19.6%), 제주(11.7%), 경기(11.6%) 순으로 크게 증가하였다. 두 자료 모두 충남은 천안, 아산 신도시를 중심으로, 경기는 화성, 남양주, 김포 신도시를 중심으로 증가한 것으로 분석되었다. 반면, 도시지역 인구가 감소한 지역은 서울(-3.2%), 부산(-0.8%), 대구(-1.1%), 광주(-0.5%)로 모두 특광역시 지역이다. 이 지역에서는 대체적으로 25세~45세의 청장년층 인구가 크게 감소하였다.

<표 4-2> 도시지역 내 인구수 및 증가율 현황

(단위: 천명, %)

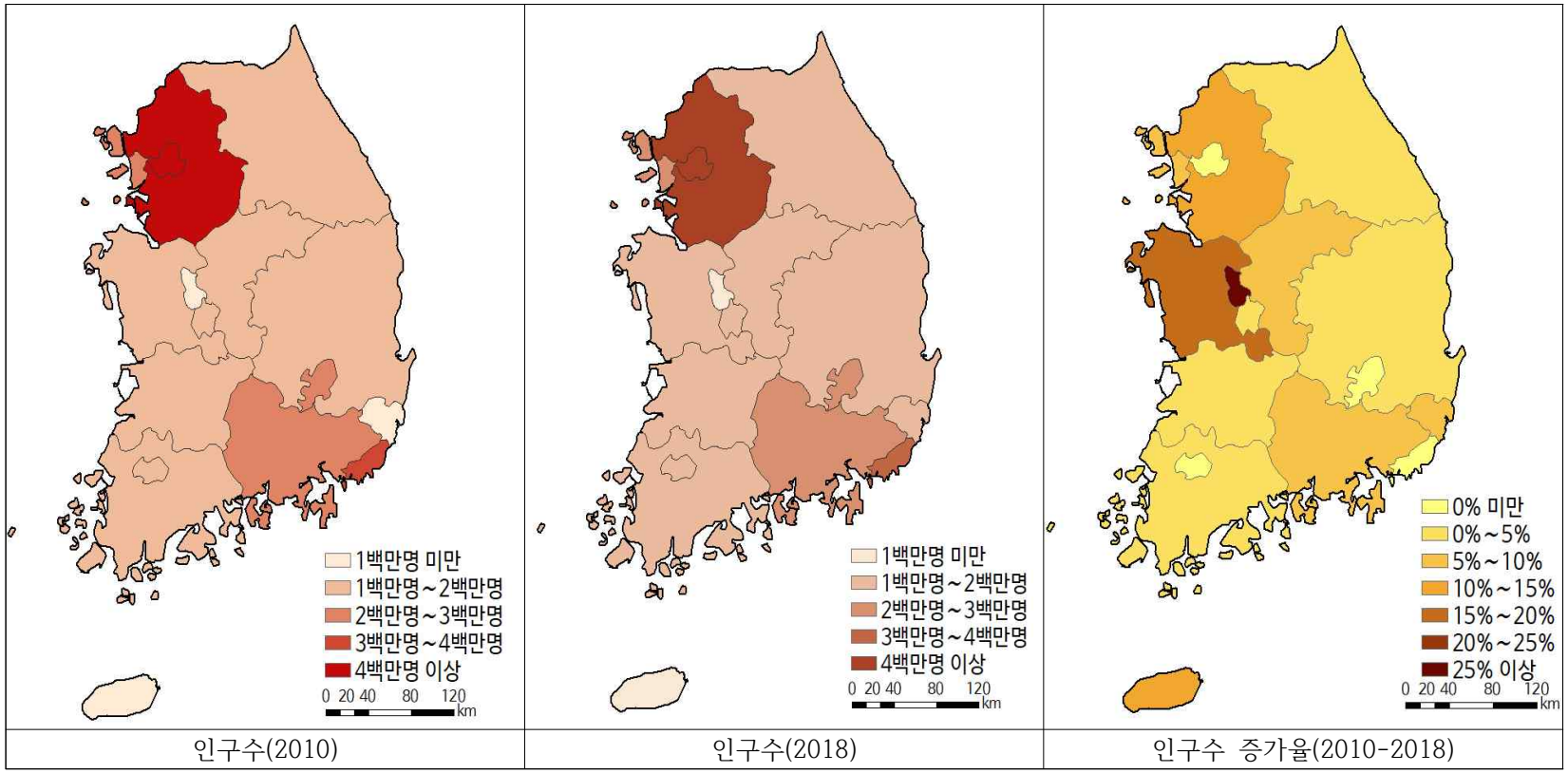
시도	디그루바					용도지역				
	전체인구[11]		도시지역 인구		인구 증가율	전체인구		도시지역 인구		인구 증가율
	2010	2018	2010	2018		2010	2018	2010	2018	
전국	47,345	49,428	41,959	43,944	4.7	47,345	49,428	41,910	43,792	4.5
서울	9,504	9,214	9,476	9,190	-3.0	9,512	9,202	9,479	9,177	-3.2
부산	3,343	3,301	3,266	3,229	-1.1	3,347	3,304	3,292	3,264	-0.8
대구	2,391	2,373	2,340	2,315	-1.1	2,396	2,381	2,345	2,320	-1.1
인천	2,596	2,814	2,507	2,721	8.6	2,596	2,815	2,508	2,707	8.0
광주	1,447	1,442	1,402	1,392	-0.7	1,447	1,442	1,426	1,419	-0.5
대전	1,471	1,473	1,440	1,442	0.1	1,470	1,472	1,412	1,414	0.1
울산	1,057	1,110	984	1,022	3.8	1,056	1,109	992	1,044	5.2
세종	88	300	48	257	439.8	91	303	52	262	399.4
경기	11,060	12,397	10,175	11,445	12.5	11,052	12,408	9,880	11,027	11.6
강원	1,432	1,476	1,028	1,035	0.7	1,432	1,476	1,101	1,132	2.8
충북	1,473	1,552	1,130	1,200	6.2	1,470	1,549	1,102	1,175	6.6
충남	1,890	2,064	1,273	1,432	12.5	1,891	2,065	1,110	1,328	19.6
전북	1,743	1,760	1,274	1,301	2.1	1,743	1,760	1,308	1,331	1.7
전남	1,708	1,729	1,038	1,086	4.6	1,707	1,728	1,144	1,174	2.7
경북	2,545	2,579	1,735	1,793	3.4	2,540	2,571	1,845	1,896	2.8
경남	3,077	3,219	2,446	2,601	6.4	3,074	3,217	2,513	2,675	6.4
제주	522	626	398	482	21.2	522	626	401	448	11.7

11) 교정시설, 정착지원시설 등 국가중요시설의 경우 위치가 표시되지 않아 인구수에 포함되지 않으므로 공표된 인구주택총조사 수치와 다를 수 있다.



인구수(2010)	인구수(2018)	인구수 증가율(2010-2018)

<그림 4-4> 디그루바 기준 도시지역 인구수 및 증가율



인구수(2010)	인구수(2018)	인구수 증가율(2010-2018)

<그림 4-5> 용도지역 기준 도시지역 인구수 및 증가율

제3절 인구증가율 대비 도시면적 증가율(LCRPGR)

<표 4-3>은 인구증가율 대비 도시면적 증가율을 계산한 결과이다. 먼저 디그루바 기준으로 보면 전국적으로 도시면적은 연평균 1.3%, 도시지역 내 인구는 0.6% 증가했고 인구증가율 대비 도시면적 증가율(이하 LCRPGR)은 2.289로 나왔다. 용도지역 기준으로는 도시면적은 매년 1.4%, 인구는 0.5% 증가했으며 LCRPGR은 2.525로 디그루바 기준 자료와 유사하게 나타났다.

<표 4-3> 인구증가율 대비 도시면적 증가율 지표 현황

시도	디그루바					용도지역				
	도시 면적비	연평균 도시면적 증가율 (%)	인구비	연평균 인구 증가율 (%)	LCR PGR	도시 면적비	연평균 도시면적 증가율 (%)	인구비	연평균 인구 증가율 (%)	LCR PGR
전국	1.112	1.3	1.047	0.6	2.289	1.117	1.4	1.045	0.5	2.525
서울	1.031	0.4	0.970	-0.4	-1.001	1.008	0.1	0.968	-0.4	-0.254
부산	1.022	0.3	0.989	-0.1	-1.907	1.115	1.4	0.992	-0.1	-12.792
대구	1.019	0.2	0.989	-0.1	-1.753	1.016	0.2	0.989	-0.1	-1.518
인천	1.272	3.0	1.086	1.0	2.934	1.089	1.1	1.080	1.0	1.113
광주	1.057	0.7	0.993	-0.1	-7.485	1.051	0.6	0.995	-0.1	-10.308
대전	1.084	1.0	1.001	0.0	54.189	1.053	0.6	1.001	0.0	40.616
울산	1.127	1.5	1.038	0.5	3.169	1.068	0.8	1.052	0.6	1.298
세종	2.688	12.4	5.398	21.1	0.586	1.120	1.4	4.994	20.1	0.071
경기	1.176	2.0	1.125	1.5	1.378	1.200	2.3	1.116	1.4	1.663
강원	1.028	0.3	1.007	0.1	4.007	1.104	1.2	1.028	0.3	3.616
충북	1.103	1.2	1.062	0.7	1.644	1.297	3.3	1.066	0.8	4.058
충남	1.016	0.2	1.125	1.5	0.135	1.200	2.3	1.196	2.2	1.016
전북	1.027	0.3	1.021	0.3	1.292	1.071	0.9	1.017	0.2	3.984
전남	1.144	1.7	1.046	0.6	3.005	1.082	1.0	1.027	0.3	2.979
경북	1.073	0.9	1.034	0.4	2.137	1.129	1.5	1.028	0.3	4.405
경남	1.106	1.3	1.064	0.8	1.637	1.141	1.6	1.064	0.8	2.115
제주	1.427	4.4	1.212	2.4	1.852	1.110	1.3	1.117	1.4	0.940

UN-Habitat의 정의처럼, LCRPGR이 1보다 작으면 효율적인 토지 사용을 의미하고, 1보다 큰 수치는 비효율적인 토지 사용을 의미한다. 모든 요소가 일정하게 유지되면 밀집한 도시가 더 기능적일 가능성이 높다. 이는 인프라 및 서비스 접근성 측면에서 효율적이고, 서비스 공급 비용을 낮출 수 있기 때문이다. 반면, 인구가 증가할 때마

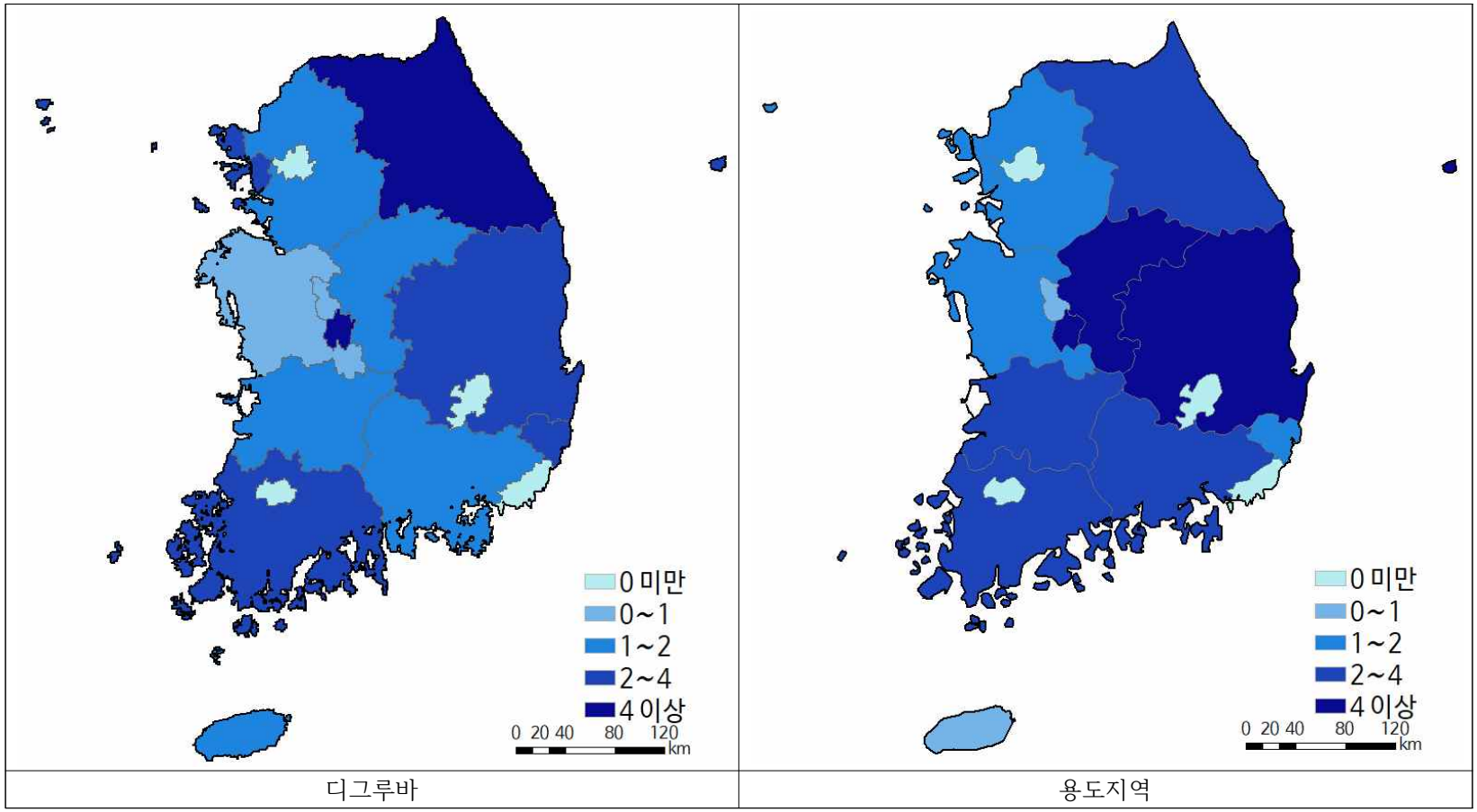
다 외곽으로 도시가 확장되는 경우, 인프라 개발 비용이 증가하고 교통문제, 환경 문제 등 무분별한 확산을 야기할 수 있다(UN-Habitat, 2018).

위 기준에 따라 해석해보면, 2010년~2018년 사이의 한국의 LCRPGR은 약 2 정도로 나타났는데, 산술적으로 도시지역 인구증가율에 비해 도시면적 증가율이 더 크게 증가한 것으로 이는 비효율적으로 토지를 사용하고 있음을 의미한다. 시도별로 살펴보면 디그루바 기준으로 LCRPGR이 가장 크게 나타난 지역은 대전(54.189)이었다. 대전의 경우, 도시지역의 인구가 거의 변동이 없었음에도 도시면적이 매년 약 1%씩 증가했다. LCRPGR이 2 이상인 지역은 강원, 울산, 전남, 인천, 경북 순으로 나타났다. 반면, LCRPGR이 1 미만으로, 효율적인 토지사용이 이루어지고 있는 것으로 분석된 지역은 세종과 충남이었다. 도시지역 인구가 도시면적에 비해 크게 증가했음을 알 수 있다. 용도지역 기준으로는 대전이 40.616으로 가장 높았고 그 외에 경북, 충북, 전북, 강원, 전남, 경남이 LCRPGR이 2 이상으로 높게 나타났다. 제주와 세종은 1 미만으로 나왔다.

한편, 분석결과에서 눈에 띄는 것은 LCRPGR값이 음수인 경우이다. 두 기준 모두 서울, 부산, 대구, 광주에서 음수로 나타났다. 음수값은 도시지역 인구가 감소하거나 도시면적이 감소할 경우 발생할 수 있다. 우리나라의 경우 시도별로 보면, 모든 시도의 도시면적은 증가했지만 서울의 도시인구는 연평균 -0.4%로 가장 크게 감소했고, 부산, 대구, 광주의 인구는 매년 0.1%씩 감소한 것으로 나타났다.

<표 4-4> 인구증가율 대비 도시면적 증가율(LCRPGR) 분류

지표값	해석	디그루바	용도지역
2 이상	비효율적 토지사용	대전(54.189), 강원(4.007) 울산(3.169), 전남(3.005) 인천(2.934), 경북(2.137)	대전(40.616), 경북(4.405), 충북(4.058), 전북(3.984), 강원(3.616), 전남(2.979), 경남(2.115)
1~2		제주(1.852), 충북(1.644), 경남(1.637), 경기(1.378), 전북(1.292)	경기(1.663), 울산(1.298), 인천(1.113), 충남(1.016)
0~1	효율적 토지사용	세종(0.586), 충남(0.135)	제주(0.940), 세종(0.071)
0 미만	-	서울, 부산, 대구, 광주	서울, 부산, 대구, 광주



디그루바 용도지역

<그림 4-6> 인구증가율 대비 도시면적 증가율(LCRPGR)

제4절 1인당 토지소모량

도시의 성장이 압축적으로 진행된다면 1인당 토지소모량은 감소 추세로 나타나고 인구에 비해 팽창하는 도시의 경우에는 증가 추세로 나타날 것이다. <표 4-5>는 1인당 토지소모량을 보여준다. 우리나라 전체 도시에서 각 개인이 소비하는 도시공간을 보면 2018년에는 130.1㎢ 로, 2010년(122.6 ㎢)에 비해 6.1% 증가하였다.

<표 4-5> 1인당 토지소모량

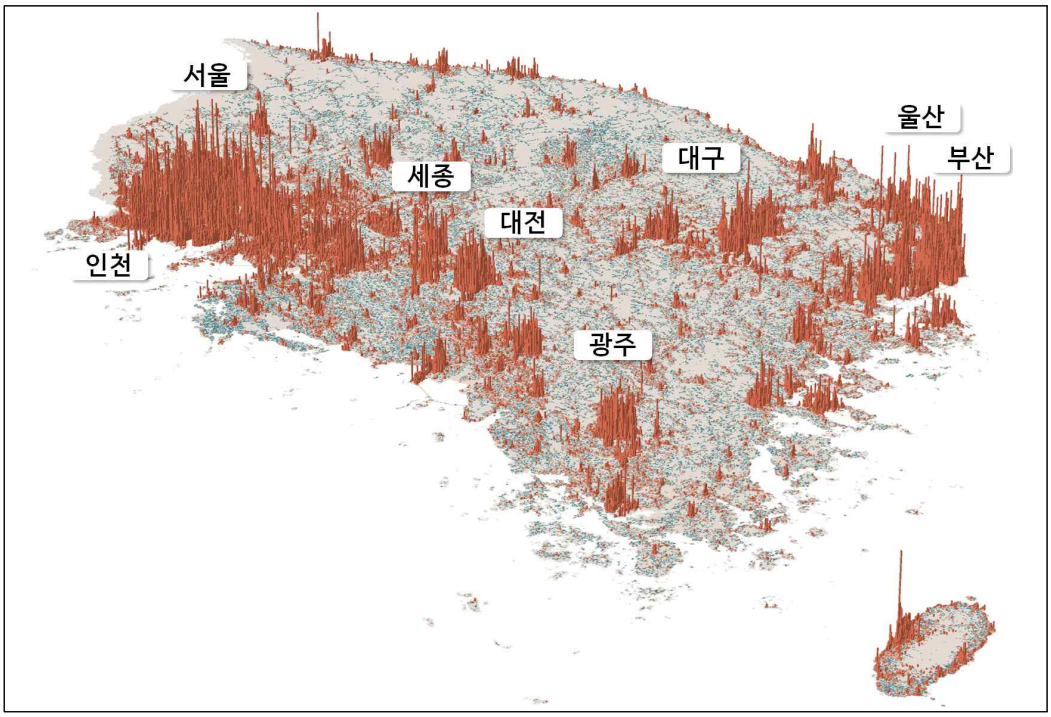
(단위: ㎢/명, %)

시도	디그루바			용도지역		
	2010 도시면적/ 인구수	2018 도시면적/ 인구수	1인당 토지소모 증가율	2010 도시면적/ 인구수	2018 도시면적/ 인구수	1인당 토지소모 증가율
전국	122.6	130.1	6.1	90.8	97.1	7.0
서울	50.8	54.0	6.3	38.7	40.4	4.5
부산	84.2	87.0	3.3	64.0	72.0	12.5
대구	91.5	94.2	3.0	75.8	77.9	2.7
인천	76.2	89.3	17.2	77.1	77.8	0.9
광주	87.0	92.7	6.5	81.5	86.1	5.6
대전	107.0	115.8	8.3	65.5	68.9	5.2
울산	120.0	130.2	8.5	147.3	149.6	1.5
세종	335.6	167.1	-50.2	731.5	164.1	-77.6
경기	130.7	136.7	4.5	65.1	70.0	7.5
강원	240.3	245.4	2.1	164.2	176.4	7.5
충북	188.5	195.9	3.9	126.9	154.4	21.7
충남	293.8	265.3	-9.7	198.6	199.1	0.3
전북	175.8	176.8	0.6	152.9	160.9	5.2
전남	240.7	263.3	9.4	287.4	302.8	5.4
경북	227.7	236.5	3.8	190.7	209.3	9.7
경남	173.0	179.9	4.0	135.7	145.5	7.2
제주	293.9	346.2	17.8	145.3	144.4	-0.7

용도지역 기준으로 살펴본 1인당 토지소모량도 유사한 양상을 보였다. 1인당 토지소모량은 2018년 기준 97.1㎢로 디그루바에 비해서는 작은 것으로 나타났지만 2010년(90.8㎢) 대비 증가량은 7.0%였다. 2018년 기준으로, 1인당 토지소모량은 디그루바

의 경우 제주, 충남, 전남, 강원, 경북 순으로, 용도지역의 경우 전남, 경북, 충남, 강원 순으로 많았다. 두 기준 모두에서 1인당 토지소모량이 가장 적은 지역은 서울이었다. 전반적으로 두 자료 모두에서 1인당 토지소모량이 적은 지역은 특광역시, 1인당 토지소모량이 많은 지역은 도지역임을 알 수 있다.

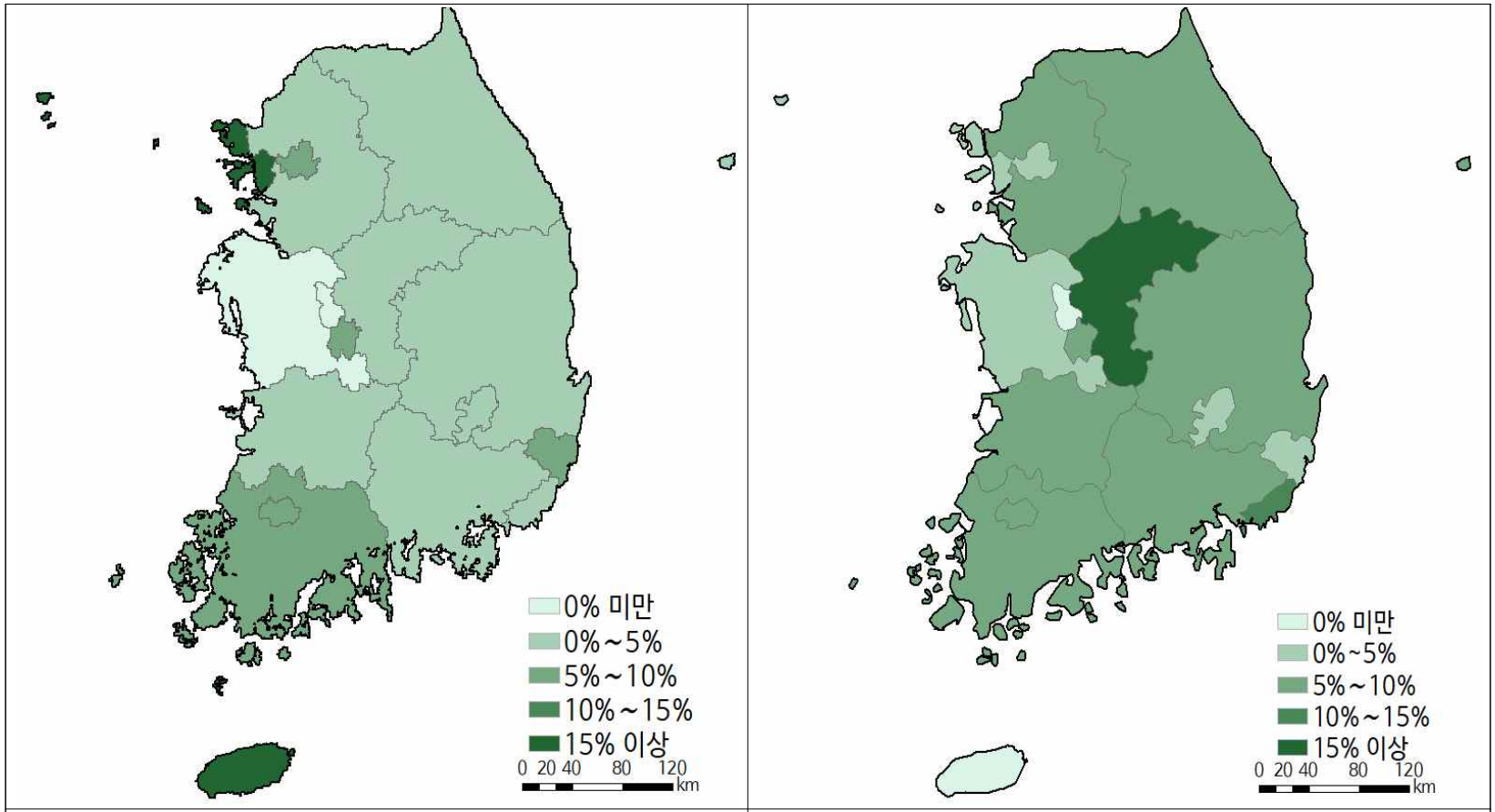
<그림 4-7>은 2019년 기준 건물이 있는 지역을 기준으로 산출된 토지이용 압축도이다. 서울, 인천, 부산, 광주 등 특광역시 지역의 토지가 강원, 제주, 전남 등 주변의 도지역에 비해 훨씬 고밀하게 이용되었음을 알 수 있다.



<그림 4-7> 토지이용(건물) 압축도[12](2019_국토모니터링 보고서)

2010-2018년 기간 동안 1인당 토지소모량의 증감율에 큰 변화를 보인 지역은 어느 곳일까? 앞의 <표 4-5>를 보면 디그루바에서는 세종, 제주, 인천, 충남 순으로 나타난 가운데, 다른 지역과 달리 세종과 충남은 1인당 토지소모량이 각각 2010년 대비 50.2%, 9.7% 감소하였다. 앞서, LCRPGR이 1 미만으로 토지가 효율적으로 사용되고 있는 것으로 분석되었는데, 이는 실질적으로 1인당 토지소모량이 감소한 것으로 나타난 것이다. 1인당 최소공간이 확보되어야 하는 상황에서, 도시인구가 크게 증가한 두 지역에서 1인당 토지소모량이 감소한 것은 도시가 수직적으로 성장했음을 뜻

12) 도시 내 토지의 절약적 이용도를 나타내는 정량지표로, 격자 내 건물의 연면적을 환산한 후, 격자 면적으로 나눈 값을 백분율로 나타낸다.



디그루바	용도지역

<그림 4-8> 1인당 토지소모량 증가율

한다. 특히 세종의 경우 주택에서 아파트가 차지하는 비중이 높았는데 2018 통계청 주택소유통계 기준으로 전체 주택 대비 아파트 비율이 전국은 61%, 광역시는 60~70%대였지만, 세종시는 84%로 가장 높게 나타난 점이 이를 증빙한다. 또한 고도제한이 세종정부청사 주변에만 적용되고 그 주위의 주거지역에는 적용되지 않아 아파트 중에 고층이 많은 편이다. 한편, 1인당 토지소모량이 증가한 지역은 제주(17.8%), 인천(17.2%)이었다.

용도지역 기준으로, 1인당 토지소모량 증감률 변화를 보면 세종과 충북에서 변화율이 컸다. 이 중 세종은 2010년 대비 77.6% 감소하였으며, 충북은 21.7% 증가하였다. 충북에서 1인당 토지소모량이 크게 증가한 것은 공업지역의 영향이다. 앞에서 살펴본 것처럼 음성군, 진천군, 청주시 산업단지 지역을 중심으로 도시면적이 크게 증가했는데 음성군 공업지역의 인구는 오히려 감소했고 진천군과 청주시 공업지역의 인구증가율 역시 늘어난 면적에 비해 높지 않았다.[13)]

한편, 인구가 감소하여 LCRPGR이 음수값으로 나온 서울, 부산, 대구, 광주 지역의 경우 1인당 토지소모율은 모두 증가한 것으로 나타났다.

13) 음성군의 공업지역 증가율은 201.8%, 인구증가율은 -51.4%로 나타났고, 진천군, 청주시 흥덕구의 공업지역 증가율은 각각 145.0%, 41.4%, 인구증가율은 76.6%, 13.1%로 나타났다.

제 5 장
지표 작성 및 해석 과정에서 도전사항

지금까지 인구증가율 대비 토지소모율 지표를 인구주택총조사 및 용도지역정보 자료를 활용하여 시범 생산해 보았다. 그런데, 지표를 작성하고 해석하는 과정에서 몇 가지 한계점이 드러났다. 이를 측정방법론상의 한계와 데이터 유형의 한계로 나누어 설명하고자 한다. 먼저 측정방법론상의 한계이다.

첫째, UN-Habitat에서 수치 해석기준으로 제시한 1, 0과 1 사이 그리고 1 이상 이외의 더 다양한 경우가 발생하였다. 수치값이 음수인 경우가 발생했으며, 이론적으로 0도 나올 수 있다. UN-Habitat에서는 이 두 가지 경우의 해석방법에 대해서도 제시할 필요가 있다.

둘째, 음수가 나온 경우를 비롯하여 1 이상인 경우에 대한 해석이 직관적이지 않다. 아래 표에서 보듯 음수값은 분모나 분자 중 어느 하나가 음수인 경우에 발생한다. 도시면적이 감소하거나 도시지역 인구가 감소하는 경우가 여기에 해당한다. 인구가 감소하여 LCRPGR이 음수인 경우와 도시면적이 감소하여 음수인 경우를 동일하게 해석할 수 있는가? 도시지역 면적과 도시인구가 동시에 감소하면 양수값이 되는데 이것은 도시면적이 증가하고 인구가 증가해서 발생하는 양수값과 동일한 의미인가? 마찬가지로 만일 1 이상의 값이 나올 경우 그 값이 10인 경우와 100인 경우 어떤 차이가 있는가? 1 미만으로 나온 경우에도 0.5와 0.1이라는 값의 차이에 어떤 의미가 있는가? 시군구 자료를 세부적으로 살펴보면, 110여 개 지역에서 도시지역 인구가 감소한 것으로 나타났고 30여 개 지역에서는 도시면적이 동시에 감소하였다.

<표 5-1> LCRPGR 수치 방향성

연평균도시면적증가율(분자)	연평균인구증가율(분모)	LCRPGR
+	+	+
+	-	-
-	+	-
-	-	+

셋째, UN-Habitat에서 수치 해석 기준으로 제시한 효율과 비효율의 개념정의가 모

호하다. 메타데이터에 의하면, 가장 이상적인 수치는 1로, 이것은 인구증가율에 맞추어 토지소모율이 증가하는 것이다. 만일 그 값이 1보다 크면 토지를 비효율적으로 과하게 사용하는 것이 되며, 만일 1보다 작으면 토지를 효율적으로 사용하는 것으로 해석된다. 그런데, 비효율과 효율은 무엇을 근거로 한 것인가? 1인당 토지소모율이라는 보조지표를 통해서 확인했듯이, LCRPGR이 1 미만으로 토지가 효율적으로 사용되는 것으로 평가된 지역은 같은 기간 1인당 토지소모량이 감소한 것으로 나타났다. 반대로, LCRPGR이 1보다 큰 지역은 토지가 비효율적으로 사용된 것인데 여기에서는 1인당 토지소모량이 증가하였다. 두 지표를 연계해서 본다면, 1인당 토지소모율이 증가한 것을 비효율적으로, 1인당 토지소모율이 감소한 것을 효율적으로 해석하는 것은 지속가능의 관점에서 개인의 삶의 질이 고려되지 않은, 경제적인 논리만이 반영된 것으로 볼 수도 있다.

넷째, 하위지역의 합산을 통해 상위지역 결과가 작성되는 과정에서 하위지역의 특성이 사라지게 될 위험성이 있다. 5개구로 구성되어 있는 대전광역시를 예로 보자. 용도지역 기준으로 보면 동구, 중구, 서구에서 인구증가율이 감소하여 음수값이 산출되었다. 그런데 이 중 동구와 중구는 절대값이 0과 1 사이로 효율적인 토지 사용이 이루어지는 것으로 볼 수 있다. 유성구와 대덕구 역시 0과 1 사이의 양수값으로 토지가 효율적으로 사용되고 있는 것으로 나타났다. 5개 지역 중 4개 지역에서 효율적인 토지 사용이 이루어지는 것으로 분석되었으며, 나머지 1개 지역인 서구 또한 절대값이 1과 2 사이의 수치로, 비효율성이 크다고 볼 수는 없다. 그런데, 이 5개 지역을 합산한 대전광역시의 LCRPGR 값은 1보다 훨씬 큰 40으로 나타났다.

<표 5-2> 대전의 인구증가율 대비 도시면적증가율(LCRPGR)

시도	디그루바					용도지역				
	도시 면적비	연평균 도시면적 증가율	인구비	연평균 인구 증가율	LCR PGR	도시 면적비	연평균 연평균 도시면적 증가율	인구비	연평균 인구 증가율	LCR PGR
대전	1.084	1.0	1.001	0.0	54.189	1.053	0.6	1.001	0.0	40.616
동구	1.045	0.6	0.945	-0.6	-0.974	1.015	0.2	0.945	-0.7	-0.302
중구	1	0.0	0.936	-0.8	0	1.000	0.0	0.936	-0.8	-0.002
서구	1	0.0	0.965	-0.4	0	1.060	0.7	0.965	-0.4	-1.872
유성구	1.275	3.0	1.270	2.6	1.172	1.156	1.8	1.270	3.0	0.682
대덕구	0.931	-0.9	0.892	-1.7	0.538	0.995	-0.1	0.892	-1.4	0.049

다섯째, 최종적으로 나온 지표값을 통해서 어떠한 정책적 함의를 도출할 수 있는가? 만일 1보다 큰 수치로 토지가 비효율적으로 사용되는 것으로 나타났다면, 토지

소모를 줄여야 하는가? 아니면 해당지역으로 인구를 이동시켜야 하는가? 혹은 이외의 또 다른 정책적 함의는 무엇인가? 이 문제는 시계열을 고려하면 더욱 어려워진다. t 시점에서는 그 수치가 0과 1 사이로 효율적으로 토지가 사용되는 것으로 나타났으나, t+1시점에 인구가 감소하여 토지소모율이 1 이상으로 비효율적으로 사용되는 것으로 나타났을 경우, 사후적으로 어떤 대안을 마련해야 하는가? 향후 지속적으로 인구가 감소할 것으로 예측되는 가운데, 이에 맞는 도시 계획 수립 방향을 고려하여 살펴봐야 할 것이다.

지금까지 지표 측정 방법론이 갖고 있는 몇 가지 도전사항을 살펴보았다. 지표 자체가 가지고 있는 이와 같은 한계점에 대해서는 관련 국제기구에서도 인식을 하고 있지만 아직은 뚜렷한 개선방안은 나오지 않고 있다. 이 한계를 보완하기 위해서는 다양한 측면의 보조지표가 개발되어야 한다.

이 절에서는 부가적으로 본 연구에서 분석과정에 사용한 행정자료의 한계점에 대해서도 언급해보고자 한다. 개발도상국 등 일부 국가는 센서스 자료나 위성이미지에 대한 접근이 어려운 경우가 많은데, 이 경우 도시계획과 같은 행정자료가 활용될 가능성이 높기 때문이다.

첫째, 디그루바는 격자 내의 인구수를 기준으로 도시와 시골을 구분하므로 증가한 인구가 도시영역 설정 시 바로 반영된다. 반면 용도지역은 도시 계획을 통해 토지이용의 목적을 사전에 지정하는 경우가 많아, 용도지역을 지정하는 시점과 실제 건물이 세워지거나 사람들이 거주하기 시작하는 시기가 일치하지 않는 경우가 발생한다. 특히, 세종의 행정수도, 충북 혁신도시 등의 공공기관 이전과 같이 국가나 지자체의 계획을 통해 대규모로 진행되는 경우 차이가 크게 나타났다. 이 경우 기준 시점을 언제로 정하느냐에 따라 수치가 크게 변할 가능성이 있다. 인구증가율 대비 토지소모율 지표는 특정 시점을 정하고 그 기간 동안 변화하는 정도를 측정하는데 용도지역 기준 자료의 경우에는 해당 시점 사이에 나타난 수치만으로는 설명이 되지 않는 부분들이 발생할 수 있다.

둘째, 현재 도시면적을 계산하는 과정에서는 건축물 바닥면적만 고려되었다. 그러나, 우리나라처럼 국토면적이 넓지 않은 곳에서는 토지의 효율적인 사용을 위해 고층건물이 많이 지어지며, 이는 실질적으로 1인당 토지소모량이 감소하지 않는 효과를 발생시키기도 한다. 그러나. 현재 데이터의 한계로 건축물의 연면적이 고려된 분석은 이루어지지 못했다. 향후 이를 보조지표로 활용하는 방안도 고려해볼 만하다.

제 6 장
요약 및 제언

세계의 인구 중 도시에 사는 인구의 비율이 1950년 30%에서 2018년 55%, 2050년에는 68%에 이를 것으로 예상된다(UN, 2014). 도시인구는 1950년 7.5억 명에서 2018년 42억 명으로 급격하게 증가하였고, 2050년까지 25억 명의 인구가 추가로 도시에 정착할 것으로 예상되고 있다. 인구가 증가함에 따라 도시지역이 어떻게 확장되는지 이해하는 일은 중요하다. 이것은 환경을 보존하는 측면에서도 중요하지만 도시 성장에 따른 기본 서비스 수요 증가와 이로 인해 발생하는 비용 부담 문제와 직결되므로 도시가 얼마나 빠르게, 어떤 방향으로 성장하고 있는지 파악하는 것이 필요하다.

한국의 경우에는 2020년부터 인구가 감소할 것으로 예측되고 있다. 이미 일부 시도에서는 인구 감소가 진행되고 있는 상황에서 과거에 비해 대규모 토지개발 역시 감소할 것으로 보인다. 그러나 가구분화 및 가구소득 증대로 인한 삶의 여건 향상, 사회적 수요 등에 의해 공간수요는 지속적으로 발생하고 이러한 공간수요에 대응하기 위하여 비도시지역의 개발은 계속될 것이므로 도시 성장 구조를 파악하는 것은 중요하다(손동필·오성훈, 2016).

1. 연구 결과 요약

인구증가율 대비 토지소모율 지표는 이러한 상황을 모니터링하기 위해 UN-Habitat에 의해 개발된 지표이다. 이 지표에 대한 국내 데이터가 아직 없는 상황이어서, 본 연구는 GIS 기법을 적용하여 지표를 시범 작성해보았다. 여기에서 토지소모율은 도시면적으로 측정되었는데, 도시에 대한 정의는 국가마다 다양하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 최근 유엔 차원에서 국제비교 목적으로 합의된 디그루바 정의를 채택하였고 이와 함께 국내에서 정책 수립과정에서 사용되는 도시 정의를 함께 적용하여 그 결과를 비교해 보았다. 각각을 측정하기 위해 선택된 자료가 인구주택총조사 자료와 용도지역정보자료이다.

우리나라는 2010-2018년간 글로벌 정의(디그루바), 국내 정의(용도지역) 두 기준 모두에 의해 도시면적이 약 11%, 도시지역 인구는 약 4% 증가했고, LCRPGR은 약 2

로 인구에 비해 도시면적이 2배 이상 증가한 것으로 나타났다. 이는 UN-Habitat 기준이라면 비효율적으로 토지를 사용한 것이다. 그런데, 시도별로 보면 그 경향성은 차이가 있었다. 도시면적은 디그루바 기준으로 세종, 제주, 인천지역, 용도지역 기준으로는 충북, 충남, 경기지역에서 20% 이상 크게 증가했으며 도시지역 인구는 두 기준 모두 세종, 제주, 충남, 경기지역에서 10% 이상 증가한 것으로 나타났다. 도시면적과 도시지역 인구 증가율이 큰 6개 지역(인천, 세종, 경기, 충남, 충북, 제주)을 중심으로 LCRPGR 지표값을 살펴보면 디그루바 기준으로 세종과 충남은 1 미만, 제주, 충북, 경기는 1 이상 2 미만으로 나왔고, 인천은 2.934로 인구에 비해 도시가 3배 가까이 증가했다. 용도지역 기준으로는 제주, 세종은 1 미만, 경기, 인천, 충남은 1 이상 2 미만, 충북은 4.058로 나타났는데 충북은 특히 공업지역의 영향이 컸던 만큼 도시면적이 인구에 비해 크게 확대되었다.

UN-Habitat에 의하면 LCRPGR 수치가 1 미만인 지역, 즉 디그루바 기준으로는 세종과 충남, 용도지역 기준으로는 세종과 제주만이 효율적으로 토지를 사용하는 것으로 해석된다. 반대로, 충북이나 인천 등은 1 이상으로 토지를 비효율적으로 사용한 것이다. 그러나 이러한 기계적인 해석으로는 정책적 함의를 도출하기가 쉽지 않다. 왜냐하면, 인구증가율보다 토지소모량이 증가하는 것은 1인당 토지소모량이 증가하는 것인데 이를 비효율적으로 평가하는 것은 개인적인 삶의 질을 고려하지 않은 것으로 볼 수 있기 때문이다. 그러나 또 다른 한편으로 생각해보면, 도시가 크게 성장하는 지역의 도시 성장 수준을 파악하여 무분별한 난개발을 막고자 하는데 유용한 지표임은 분명하다.

2. 제언

가. 측정방법 개선 제언

본 연구에는 LCRPGR 지표의 활용성을 증대하기 위해서는 지표 측정 방법론상의 개선이 필요하다는 점을 발견하였다. 첫째, 수치가 의미하는 바가 직관적이지 않다. UN-Habitat는 구분점인 1을 기준으로 효율과 비효율을 나누는데, 우리나라 분석결과 LCRPGR 수치의 범위가 0.135 ~ 54.189(디그루바 기준)까지 퍼져있다. 둘째, 둘 이상의 도시에 대한 측정값을 합산하는 과정에서 하위지역의 특성이 없어져 이에 대한 해석이 모호해진다. 셋째, 보조지표를 추가적으로 활용하여 다각적인 측면에서 검토해야 한다. 예를 들면, 1인당 토지소모율 지표 이외에도 다양한 지표와의 연계분석이 필요하다. 실제, 각 지역 주민들의 공간에 대한 만족도 등과의 상관관계를 파악하여 효율과 비효율의 이분화된 기준을 좀 더 세분화할 필요가 있어 보인다. 넷째 음수값

에 대한 명확한 해석기준이 없다. 인구 정체기에 다다른 나라들의 도시지역에 적용하기 위해서는 고민이 필요하다. 이 지역들의 경우 LCRPGR이 음수가 나올 확률이 높은데, 음수가 나온 수치에 대한 해석방안이 마련되어야 할 것이다. 우선은 절대값을 취해서 해석할 수 있겠으나, 토지소모량이 증가해서 1 이상의 값이 나온 지역과 인구증가율이 감소해서 1 이상의 값의 나온 지역에 대해서 동일한 해석을 하는 것은 신중한 검토가 필요하다.

나. 정책적 제언

본 지표는 아직까지 측정방법론상의 개선이 필요하다. 그러나, 특정 지역에 대해서는 의미있는 해석이 가능해 보인다. 한국의 경우 시도, 시군구에 일괄적으로 적용하는 것보다 도시가 크게 성장한 지역들을 중심으로 그동안의 성장 수준을 점검하고 인구와 도시규모를 고려하여 향후 도시계획 방향을 설정하는데 참고하는 것이 더 의미가 있고 중요한 과정이라고 판단된다. 특히, 도시면적에 비해 인구가 너무 크게 증가한 세종은 앞으로는 도시의 압축성이 더 완화되는 방향으로 도시개발이 진행되어야 할 것이다. 반대로, 인구가 감소하는데 도시면적이 증가하는 지역의 경우는 도심 공동화 현상 등 도시가 비효율적으로 커지는 것에 대한 대책이 필요하다. 전국의 도시를 신규개발지역, 도시재생지역, 지방소멸지역 등으로 유형을 분류하여 그에 따라 LCRPGR값을 비교분석하는 것도 의미가 있을 것으로 기대한다. 또한 2007년부터 115개의 공공기관을 지방으로 이전하여 수도권 과밀을 해소하고 성장 거점지역을 중심으로 특색있는 지역 도시를 개발하고자 혁신도시사업을 진행하였는데 이에 대한 중간점검이 필요한 시점이다. 혁신도시사업은 1단계(2007~2014 이전 공공기관 정착단계)가 완료되었고 현재, 2단계(2015~2020 산학연 정착단계)가 마무리되는 지점에 이르렀다. 그동안 개발된 도시규모와 증가한 인구수 등 도시 성장 수준을 평가하여 향후 3단계(2021~2030 혁신확산 단계)를 준비하는데 근거자료로 활용할 수 있을 것이다.

다. 향후 과제

본 연구의 당초 목적은 인구증가율 대비 토지소모율 지표를 생산하는 것이었다. 그러나, 지표를 생산하는 과정에서 지표 측정 방법론의 한계가 발견되었고, 향후의 발전적 논의를 위해, 본 연구결과를 토대로 UN-Habitat와 지표 방법론 개선을 추진할 예정이다. 이를 통해 본 지표가 SDGs에서 궁극적으로 추구하고자 하는 포용적이고, 안전하며, 회복력 있고 지속가능한 도시와 주거지 조성을 모니터링하는 지표의 역할을 충실히 할 것으로 보여진다.

방법론이 보완된 이후, 좀 더 심층분석을 통해서 지역별 특성을 고려하여 수치를 살펴본다면 여러 가지 추가적인 정책적인 함의가 있을 것으로 기대한다. 예를 들면, 시가화지역을 주거, 상업, 공업지역별로 세분화하거나 읍면동까지 세분화하는 경우

지역별로 증가지역이 뚜렷하게 나타나므로 주된 성장요인 등을 파악할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 설정한 두 시점보다 여러 시점의 세분화된 자료를 활용한다면 도시성장 시점과 증가규모 등을 더 명확하게 파악하여 도시계획을 수립하는데 근거자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

강명구(2014). **세계와 도시 8호**, 서울정책아카이브.

김동근·김상조·송지은·장용혁·양재섭·김용진(2017). **도시경쟁력 강화를 위한 토지이용 유연화 방안**, 국토연구원.

박영실·변용찬·신우람·장동익·유인상(2019). **세분화된 데이터 생산을 위한 다양한 접근법 탐색: 장애, 도시, 교통부문**, 통계개발원.

손동필·오성훈(2016). **지속가능발전목표(SDGs) 대비 건축 도시분야 대응방향 연구**, 건축도시공간연구소.

어상진·김영환(2016). 비시가화지역의 토지이용 실태 및 문제점 분석, **한국지적정보학회지**.

임지연·이용우(2016). **인구저성장시대의 토지이용수요예측의 문제점 및 개선방안 - 도시기본계획 사례를 중심으로**, 국토연구원.

통계청(2004). **지역통계생산을 위한 도시화지역 설정 연구**.

국토교통부 국토지리연구원(2019). **2019 국토모니터링보고서**.

Arnold, S., Chen, J., & Olav E.(2019). Global and Complementary(Non-authoritative) Geospatial Data for SDGs: Role and Utilisation. (http:..ggim/un/org 2020년 11월 3일 인출).

EC, FAO, UNHABIATAT, OECD, & WorldBank(2020). Applying the Degree of Urbanisation : A methodological manual to define cities, towns, and rural areas for international comparisons.

Roberto G. & Michele G.(2011). *The measure of land consuption caused by urban planning*.

UN(2014). World Urbanization Prospects.

UN(2020). *The Sustainable Development Goals Report 2020*.

UN-GGIM(2019). The territorial dimension in SDG indicators.

UN-Habitat(2018). Metadata on SDGs Indicator 11.3.1.

UN-Habitat(2018). LAND USE EFFICIENCY.

UNSC(2020). Implementation of the 2020 World Population and Housing Census Programme and the Methodology for Delineation of Cities and Urban and Rual Areas for Interantional Comparison Purposes. E/CN.3/2020/14.

Abstract

A Study on the Production of SDG Indicators Using GIS : Ratio of Land Consumption Rate to Population Growth

Minhee Yun, Wooram Shin, Youngshil Park, Kyuhan Kim

GIS is becoming more useful in that it produces new data by linking various types of data or increases the added value of data by geographically disaggregating existing data. In this study, we intend to produce SDG indicators using the GIS. Statistics Korea is the focal point authority for the UN SDG indicators and provides domestic data to international organizations in cooperation with relevant ministries. However, only about half of the SDG indicators are available in Korea, so it is urgent to develop data. The Data Center for SDGs has been conducting research on improving SDG indicators data by applying innovative methods such as the GIS since 2019. This year, for the second year, the "Ratio of Land Consumption Rate to Population Growth Rate" indicator was produced by applying the GIS based on Census Data and Land Use Information Data.

The purpose of this indicator is to monitor how efficiently a city has grown to prevent reckless development, and to use it in planning for sustainable urban development. As a result of the analysis, between in 2010 and 2018, Korea's overall urban area growth rate was larger than the population growth rate. This means that land was used inefficiently as defined by the UN-Habitat. However, by city and province, there was a difference in the trend. For example, in Sejong, the population increased significantly compared to the urban area, resulting in efficient land use, and in Chungbuk, the urban area increased more than the population, resulting in inefficient land use. In addition, some areas of metropolitan cities, including Seoul, were also inefficient in land use, and this inefficiency was considered to be due to population decline.

It was not easy to derive policy implications with such a narrow interpretation based on the UN-Habitat definition. It seems to be due to several restrictions of the indicator measurement methodology. Accordingly, we have summarized the methodological limitations found in the research process, as well as produced the indicator. In the future, it is expected to contribute to improving the indicator methodology by discussing Korean data based on the results of this study with the UN-Habitat.

Keyword: GIS, land consumption rate, population growth, urban area, UN-Habitat

집필진

- 윤민희 (통계청 통계개발원 연구기획실 주무관)
- 신우람 (통계청 통계서비스정책관 공간정보서비스과 사무관)
- 박영실 (통계청 통계개발원 연구기획실 사무관)
- 김규한 (통계청 통계서비스정책관 공간정보서비스과 주무관)

연구보고서 2020-04

GIS를 활용한 SDGs 지표 생산 연구
: 인구증가율 대비 토지소모율 지표를 중심으로

인 쇄	2021년 4월 12일
발 행	2021년 4월 13일
발 행 인	통계개발원장 전영일
발 행 처	통계청 통계개발원 35220 대전광역시 서구 한밭대로 713 TEL.(042)366-7100 Fax.(042)366-7123
홈페이지	http://sri.kostat.go.kr
ISSN(Online)	2733-4120





통계청
통계개발원