

기본연구보고서 2009-○○○

대전시 도시용량에 관한 연구(I)

- 지표 선정 및 방법론 설정을 중심으로 -

A Study on the Carrying Capacity of Daejeon City(I)

임 병 호



연구진

연구책임

- 임병호 / 도시기반연구실 연구위원

- 목 차 -

제1장 서론	3
제1절 연구의 배경 및 목적.....	3
제2절 연구의 방법 및 내용.....	4
제2장 도시용량 개념	9
제1절 용량(capacity)과 관련한 개념.....	9
제2절 개발(development)과 관련한 개념.....	11
제3절 본 연구에서 도시용량의 개념.....	14
제3장 도시용량 산출지표	19
제1절 선행연구 고찰.....	21
제2절 지표 선정과정 및 지표 선정.....	77
제3절 지표별 대전시 현황 및 최종지표 선정.....	81
제4장 도시용량 산출방법론 고찰	113
제1절 선행연구에서 도시용량 산출방법.....	113
제2절 도시용량 산출방법론 설정.....	120
제5장 결론	125
제1절 연구결과 요약.....	125
제2절 연구의 한계 및 향후 연구과제.....	127
참고문헌	129
부록	133

- 표 목 차 -

<표 3-1> 도시 및 환경용량과 관련한 선행연구.....	19
<표 3-2> 지속가능한 신도시 개발원칙과 개발지표.....	21
<표 3-3> 평가항목 선정 일람표.....	23
<표 3-4> 기본적 수요충족을 위한 토지이용 가설정 지표.....	25
<표 3-5> 인간과 자연과의 공존을 위한 토지이용 가설정 지표.....	25
<표 3-6> 생태계 및 자연환경 보전을 위한 토지이용 가설정 지표.....	26
<표 3-7> 자연 및 에너지의 효율적 순환을 위한 토지이용 가설정 지표.....	26
<표 3-8> 도시수용력 결정요소.....	27
<표 3-9> 요소별 환경기준 및 공급·처리지표.....	28
<표 3-10> 민감도 분석을 통한 각 부문별 균형값.....	32
<표 3-11> OECD 지표체계 및 설정지표.....	33
<표 3-12> UNCSD 지속가능발전지표.....	34
<표 3-13> 수용력의 유형.....	36
<표 3-14> 유형별 수용력 측정요소.....	37
<표 3-15> 도시 수용력 결정요소.....	38
<표 3-16> 지표 프레임워크.....	42
<표 3-17> 압축형 도시의 계획요소.....	44
<표 3-18> 환경친화 평가지표.....	48
<표 3-19> 개발이 가능한 허용기준.....	50
<표 3-20> 환경용량모델에 기초한 지속가능성 지표 예시.....	53
<표 3-21> 환경지표의 구성.....	54
<표 3-22> 환경용량의 주요 정의.....	56
<표 3-23> 환경용량의 요소.....	57

<표 3-24> 환경용량 산정에 필요한 구성지표.....	58
<표 3-25> 우리나라 환경지표 체계 개발.....	60
<표 3-26> 토지이용 규제에 따른 법제적 유형 분류와 종류.....	64
<표 3-27> 전체 가중치 및 일관성 지수.....	66
<표 3-28> 한국형 30대 핵심 생태도시 계획지표.....	67
<표 3-29> 지속가능성 지표로서 부문의 활용 정도 및 항목.....	71
<표 3-30> 책습빌의 삶의 질 지표.....	72
<표 3-31> 지속가능한 시애틀 지표(1차).....	74
<표 3-32> 오래곤의 부문별 핵심 벤치마크.....	76
<표 3-33> 선행연구에서 도시용량 평가 지표 종합.....	79
<표 3-34> 대전시 인구 및 면적 변화.....	81
<표 3-35> 동구 인구 및 면적.....	82
<표 3-36> 중구 인구 및 면적.....	83
<표 3-37> 서구 인구 및 면적.....	84
<표 3-38> 유성구 인구 및 면적.....	86
<표 3-39> 대덕구 인구 및 면적.....	87
<표 3-40> 대전시 상수도 시설용량 및 1인 1일당 급수량 변화.....	88
<표 3-41> 대전시 하수도 시설용량 및 하수처리면적 변화.....	89
<표 3-42> 대전시 도로연장 및 자동차등록대수 변화.....	90
<표 3-43> 대전시 동구 도로연장 및 자동차등록대수 변화.....	91
<표 3-44> 대전시 중구 도로연장 및 자동차등록대수 변화.....	92
<표 3-45> 대전시 서구 도로연장 및 자동차등록대수 변화.....	93
<표 3-46> 유성구 도로연장 및 자동차등록대수 변화.....	94
<표 3-47> 대덕구 도로연장 및 자동차등록대수 변화.....	95
<표 3-48> 대전시 도시공원 면적 변화.....	96
<표 3-49> 대전시 동구 도시공원 면적 변화.....	97
<표 3-50> 대전시 중구 도시공원 면적 변화.....	98
<표 3-51> 대전시 서구 도시공원 면적 변화.....	99

<표 3-52> 대전시 유성구 도시공원 면적 변화.....	100
<표 3-53> 대전시 대덕구 도시공원 면적 변화.....	101
<표 3-54> 대전시 산림면적 변화.....	102
<표 3-55> 대전시 동구 산림면적 변화.....	103
<표 3-56> 대전시 중구 산림면적 변화.....	104
<표 3-57> 대전시 서구 산림면적 변화.....	105
<표 3-58> 대전시 유성구 산림면적 변화.....	106
<표 3-59> 대전시 대덕구 산림면적 변화.....	107
<표 3-60> 대전시 도시용량 산출 최종지표 검토.....	108

- 그림 목 차 -

〈그림 1-1〉 연구의 진행과정.....	4
〈그림 3-1〉 지표를 위한 압력·상태·대응의 구조.....	24
〈그림 3-2〉 3단계 수용력 평가과정.....	28
〈그림 3-3〉 도시성장관리를 위한 개발밀도관리모델 개념도.....	30
〈그림 3-4〉 도시성장의 순환적 인과관계 피드백 구조.....	31
〈그림 3-5〉 도시성장관리를 위한 개발밀도 관리모델 개념도.....	31
〈그림 3-6〉 민감도 분석을 통한 Base Run 그래프.....	32
〈그림 3-7〉 수용력 평가 시스템의 주요기능(menu structure).....	38
〈그림 3-8〉 적정 대기용량 평가 방법론.....	49
〈그림 3-9〉 적정 관광객수 도출 방법론.....	50
〈그림 3-10〉 토지이용용량 특성지도.....	51
〈그림 3-11〉 환경한계용량과 인간활동 모델의 개념도.....	52
〈그림 3-12〉 환경용량과 인간활동 모델의 개념도.....	63
〈그림 3-13〉 법제적 환경용량 산정 체계도.....	65
〈그림 3-14〉 도시용량 산출지표 선정과정.....	77
〈그림 3-15〉 대전시 인구 및 면적 변화 추이.....	81
〈그림 3-16〉 대전시 동구 인구 및 면적 변화 추이.....	83
〈그림 3-17〉 대전시 중구 인구 및 면적 변화 추이.....	84
〈그림 3-18〉 대전시 서구 인구 및 면적 변화 추이.....	85
〈그림 3-19〉 대전시 유성구 인구 및 면적 변화 추이.....	86
〈그림 3-20〉 대전시 대덕구 인구 및 면적 변화 추이.....	87
〈그림 3-21〉 대전시 상수도 시설용량 및 1일 급수량 변화 추이.....	88
〈그림 3-22〉 대전시 하수도 시설용량 및 하수처리면적 변화 추이.....	89

<그림 3-23> 대전시 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이.....	90
<그림 3-24> 대전시 동구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이.....	91
<그림 3-25> 대전시 중구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이.....	92
<그림 3-26> 대전시 서구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이.....	93
<그림 3-27> 대전시 유성구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이.....	94
<그림 3-28> 대전시 대덕구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이.....	95
<그림 3-29> 대전시 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이.....	96
<그림 3-30> 대전시 동구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이.....	97
<그림 3-31> 대전시 중구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이.....	98
<그림 3-32> 대전시 서구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이.....	99
<그림 3-33> 대전시 유성구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이.....	100
<그림 3-34> 대전시 대덕구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이.....	101
<그림 3-35> 대전시 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이.....	102
<그림 3-36> 대전시 동구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이.....	103
<그림 3-37> 대전시 중구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이.....	104
<그림 3-38> 대전시 서구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이.....	105
<그림 3-39> 대전시 유성구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이.....	106
<그림 3-40> 대전시 대덕구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이.....	107
<그림 4-1> 단계별 토지용량 산정 방법.....	114
<그림 4-2> 개발가능지 선정 흐름도.....	115
<그림 4-3> 상수도 개발용량 산정식.....	117
<그림 4-4> 하수도 용량 산정방식.....	118
<그림 4-5> 생태학적 환경(산림)용량 산정방법.....	119
<그림 4-6> 대전시 도시용량 산정방법.....	121

제 1 장

서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 방법 및 내용

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 목적

1900년대 초 경부선철도의 부설로 도시화가 진행된 대전시는 2009년 기준 약 148만명¹⁾이 거주하는 대도시로 성장하였다. 이러한 대도시로 성장하기 위해서 그동안 대전시에서는 많은 도시개발관련 사업이 진행되었으며, 향후에도 다양한 사업이 지속적으로 추진될 것으로 예측된다.

한편 대전시는 이러한 도시개발관련 사업을 적절히 조정·관리하여, 적절한 수준의 삶의 질 수준을 유지하면서 대전시의 지속적인 발전을 도모할 필요가 있는데, 이를 위해서는 대전시의 도시용량(carrying capacity)에 대한 인식(認識) 및 인지(認知)가 필요하다.

특히 최근 광역적으로는 국가 차원에서, 지역적으로는 대전시 차원에서 ‘녹색(green) 개발’ 또는 ‘녹색도시 만들기’가 추진되고 있다라는 점을 고려할 때, 이러한 도시의 개발과 정책 설정을 구체화하기 위해서는 무엇보다도 한 도시의 적절한 인구, 개발용량에 대한 논의 및 설정이 우선되어야 할 것으로 보인다.

따라서 본 연구에서는 이러한 배경에 따라 대전시의 도시용량을 산출하고자 한다. 이와 같은 연구 추진을 위해 본 2009년 연구에서는 도시용량 산출을 위한 지표 및 방법론을 설정하고, 이후 연구에서 실질적으로 대전시 도시용량을 산출하고자 한다. 이러한 본 연구의 결과는 향후, 다양한 대전시 도시관련사업 시행 및 결정에 있어서 정책적 판단의 근거 그리고 계획 수립을 위한 지표 설정의 기초자료로 이용될 것으로 예상된다. 구체적으로 향후 도시기본계획이나 비전계획 등을 수립할 경우 장래 적정 수용인구에 대한 추정치 등의 자료로 이용될 수 있을 것으로 예측된다.

1) 2009년 10월 주민등록 기준 인구규모임(자료 : 대전광역시청 홈페이지)

제2절 연구의 방법 및 내용

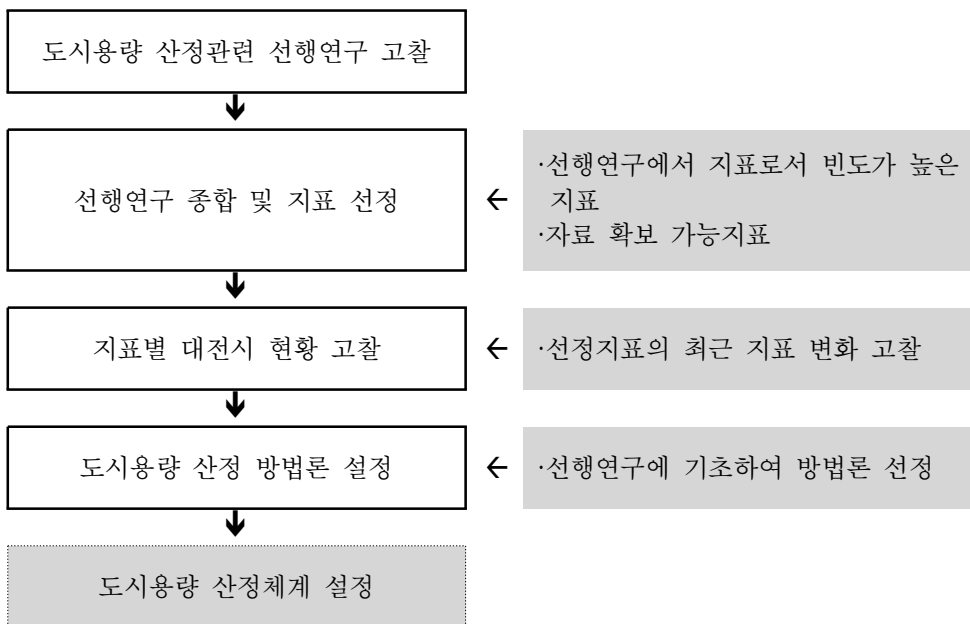
1. 연구의 방법

본 연구는 선행연구에 대한 검토, 통계자료의 수집 및 분석 그리고 관련전문가의 자문 등의 방법으로 진행하였으며, 연구의 진행과정은 <그림 1-1>과 같다.

연구의 진행과정은 도시용량 산정과 관련한 선행연구에 대한 고찰을 실시하고, 이러한 선행연구 고찰에 기초하여 도시용량을 평가하기 위한 지표를 선정한다. 선정된 도시용량 평가지표별 최근 대전시 수준의 변화를 살펴본다.

한편 선행연구에서 진행된 도시용량 산출방법을 검토하고, 이를 토대로 대전시 도시용량 산출방법을 설정하였다. 결과적으로 도시용량 산출을 위한 지표 및 방법론 등을 기초로 하여 대전시 도시용량 산정체계를 설정하였다.

<그림 1-1> 연구의 진행과정



2. 연구의 내용

제1장 「서론」에서는 연구의 배경 및 목적을 명료하게 설정토록 한다. 본 연구의 목적은 대전시 도시용량을 산출하는 것이며, 본 1차년도 연구에서는 도시개발용량을 산출하기 위한 지표 및 방법론 설정을 목적으로 한다. 또한 연구의 목적을 달성하기 위한 방법론과 본 연구에서 다루게 될 내용을 구체화한다.

제2장 「도시용량 개념」에서는 도시용량에 대한 용어적 의미를 살펴보았다. 즉 용량(capacity)과 관련한 개념과 개발(development)과 관련한 개념을 구분하여 살펴보고, 이후 본 연구에서의 도시용량 개념을 설정하였다.

제3장 「도시용량 산출지표」에서는 대전시 도시용량 산출을 위한 지표를 선정한다. 이 부분에서는 선행적으로 진행된 도시개발용량 산출 관련지표나 환경용량 산출 관련지표를 중심으로 본 연구에서 도시용량을 산정하기 위한 지표를 선정한다. 또한 선정된 도시용량 지표별 대전시의 현황(수준)을 조사·검토한다.

제4장 「도시용량 산출방법론 고찰」에서는 제3장의 선행연구 고찰에 기초하여, 그동안 도시용량 산출을 위한 방법론을 살펴보고, 대전시 도시용량 산출방법론을 설정한다.

제5장 「결론」에서는 이상의 연구결과를 정리·요약하며, 본 연구에서의 한계 및 이후 진행될 연구에서 다루어야 할 내용과 그 의미 등을 살펴본다.

제 2 장

도시용량 개념

제1절 용량(capacity)과 관련한 개념

제2절 개발(development)과 관련한 개념

제3절 본 연구에서 도시용량의 개념

제2장 도시용량 개념

제2장에서는 도시용량과 관련한 선행 연구에서 논의되었던 많은 개념들을 살펴보고, 본 연구에서 다루고자 하는 도시용량의 개념을 설정하기로 한다. 도시용량과 관련한 유사한 개념으로는 환경용량(한계용량, 수용용량), 도시개발용량 등이 있다. 또한 이러한 도시용량이라는 개념은 실질적으로 도시개발과 밀접한 관련이 있기 때문에 도시용량을 고려하는 도시개발 및 도시관리의 개념 등을 살펴보았다. 그동안 논의된 내용 및 개념들을 정리하면 다음과 같다.

제1절 용량(capacity)과 관련한 개념

1. 환경용량

환경용량(environmental capacity)의 개념은 1930년대부터 생태학, 인구학, 관광학, 도시 및 지역계획학, 환경계획학 등에서 지속적으로 연구되고 있으며 다양한 형태로 응용되어 오고 있다. 현재까지 정립되고 있는 개념은 수용력 개념과 한계용량 개념으로 분류할 수 있다. 수용력(carrying capacity)은 일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있는 수준에서 지역이 지탱할 수 있는 인간활동의 범위-예를 들어, 인구밀도, 수용 가능한 관광객 수, 일정지역(구역)의 개발 속도와 규모 등-를 설정하는 것이고, 한계용량(marginal capacity)은 자연환경 생태계의 안정을 유지하는 것과 같은 절대적인 조건 하에서 자연능력의 한계-예를 들어, 지하수 공급가능량, 자연자원의 최대 이용능력, 환경기준 등-를 설정하는 것이다(김선희, 1999).²⁾

2) 정연우, 2004, pp.23-24.

2. 도시수용력

전술한 환경용량이란 개념이 환경적 측면에서 접근하고 있는 것에 비해, 도시(계획)측면에서도 수용력이란 개념을 설정하고, 수용력의 지표나 규모 등을 접근한 연구(오규식 외, 2002; 외규식 외, 2003; 정연우, 2004)가 있다. 이러한 연구에서 정하고 있는 도시 수용력의 개념을 살펴보면 다음과 같다.

도시의 수용력이란 ‘도시 공간 내의 자연 및 인공환경이 심각한 저하나 회복 불가능한 손상을 발생함 없이 유지할 수 있는 인간활동-인구성장, 물리적 개발, 규제 등-의 수준’을 의미한다. 그리고 이러한 수용력에 의한 접근은 시스템이 한계수준-심각한 수준의 부정적 영향이 발생하는 점-에 도달하기 이전에 그 시스템이 지니는 한계치를 파악하고 그 수준 이하로 영향을 관리하는 것이다.³⁾

3. 도시개발용량

개발용량(development carrying capacity)은 행정단위의 지역적 범위 내에서 인공환경과 자연환경의 악화나 쇠퇴를 가져오지 않는 적정한 인구수(인구밀도) 또는 개발수준을 말하는 것으로 도시수용력과 유사한 개념으로 파악되고 있다.

한편 경기개발연구원의 연구(1999)에서는 다양한 유사개념을 고찰하여 도시개발용량을 ‘도시 및 지역 개발측면에서 환경에 나쁜 영향을 미치지 않는 범위 내에서 수용 가능한 수준을 인구수를 기준으로 나타내는’ 규모⁴⁾로 보고 있다.

3) 오규식 외, 2002, p.10

4) 경기개발연구원, 1999, 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구, p.11

제2절 개발(development)과 관련한 개념

1. 지속가능한 개발

지속가능한 개발(sustainable development)의 개념은 1979년 UN 심포지엄의 주제로 선택되어 논의되면서부터 등장하였으며, 1987년 WCED(World Commission on Environment and Development ; 세계환경개발위원회)의 Brundtland 보고서 발표 이후 널리 사용되기 시작하였다(문순홍, 1995; 하성규 등, 2003). 지속가능한 개발의 일반적인 의미는 “장래의 세대가 스스로의 욕구를 충족하는 능력을 손상함이 없이 현재 세대의 욕구를 만족시킬 수 있는 개발” 또는 “자원의 이용, 투자의 방향, 기술의 발전 그리고 제도의 변화가 서로 조화를 이루며 현재와 미래의 모든 세대의 필요와 욕구를 증진시키는 변화의 과정”으로 정의되고 있다.

이외에도 ICLEI(International Council of Local Environmental Initiatives ; 지방정부연합)에서는 지속가능한 개발을 “자연과 사회체계의 생명력에 위협을 주지 않으면서 기초적인 환경, 사회, 경제적인 서비스를 모든 공동체 주민에게 제공하는 것”, 유엔환경계획(United Nations Environment Program)에서는 “지구의 환경용량 내에서 삶의 질을 향상시키는 개발”로 정의하고 있다(Hams et al., 1994).⁵⁾

2. 도시성장관리

성장관리(growth management)라는 용어는 미국의 도시토지연구소(Urban Land Institute)의 ‘성장관리와 규제(management and control of growth)’에서 처음으로 등장하였다.⁶⁾ 성장관리는 단위 도시차원 이상의 광역적 사항도 고려하면서 개발도시의 도시성장을 바람직한 방향으로 유도하기 위한 수단을 총칭하는 것으로 성장관리의 목표와 수단은 매우 포괄적이어서 이 용어가 사용되기 시작한 미국에서조차 개념이 체계적으로 명확하게 정립되어 있지는 않다.⁷⁾

5) 이우성 외, 2007, 도시 지속성 평가를 위한 통합지표의 가중치 결정, p.8

6) 이양재, 1996, 서울시 성장관리기법의 도입에 관한 연구, 서울시정개발연구원, pp.7-8

한편 도시성장관리는 주로 도시의 급속한 팽창단계에서 무질서한 공간적 확산과 과도한 인구의 유입을 적절히 관리하여 도시의 활력과 매력도를 지속적으로 유지하기 위한 정책이라 할 수 있으며, 이는 결국 도시개발의 위치, 시기, 속도, 특성 등을 규제하는 제도 및 과정으로 귀결되는데 개발의 양적 측면보다 질적 측면을 강조하면서 도시민 삶의 질을 향상시키기 위한 것이 그 주된 동기가 된다(전유신, 2003, p.31).

3. 스마트 성장⁸⁾

스마트 성장은 기존의 성장관리나 지속가능한 개발보다 정의하기에 애매한 부분이 있기는 하나, 무질서한 개발로 인한 다양한 문제점을 예방하는 성장관리의 다양한 기법들을 스마트 성장의 일부분으로 이해될 수 있어 개념적인 측면에서 스마트 성장은 성장관리나 지속가능한 개발보다 적용 가능한 범위가 훨씬 넓다. 공간적인 측면에서의 스마트 성장은 대도시권 지역에서부터 커뮤니티(communities), 나아가 개별 프로젝트에 이르기까지 적용이 가능하다고 볼 수 있는데 성장관리는 주로 대도시권 지역이나 지역 내의 규모가 큰 공동체에 적용하고 지속가능한 개발은 개별 단위의 프로젝트나 보다 적은 단위의 공동체에 적용하기에 용이한 반면, 스마트 성장은 모든 규모의 지역이나 공동체들에 대해 적용할 수 있다.⁹⁾

스마트 성장이란 성장으로 인한 부작용을 예방하면서 경제적 측면과 인구특성에 따라서 필요한 성장을 성취하고 성장을 조정하는 것으로 정의된다. 스마트 성장이란 용어는 부작용, 과밀, 환경의 퇴보가 없는 경제성장과 과밀개발로 인한 공공부문의 침체환경의 두 용어들 가운데 최상의 결과를 만들어낼 수 있는 성장을 관리하기 위한 공공과 민간의 접근방식이라 할 수 있다. 스마트 성장의 모델은 공공서비스를 좀 더 저렴하게 제공하고 성장의 소비가 적으면서 도시의 확산보다는 매력적인 조밀개발(compact development)을 창출하기 위한 농업, 임업과 공공공지에 우

7) 최상철, 2000, 도시성장관리정책의 국제적 비교연구, 국토연구원, p.5, 전유신(2003)에서 재인용

8) 전유신(2003)의 내용을 요약하였음

9) Arthur C. Nelson, 2003.11, "탈도시화와 성장관리정책", 국토연구, pp.114-116

선적인 목표를 부여하는 지역들로 둘러싸인 조밀도시(compact cities)와 교외지역의 성장이용패턴에 주안점을 두고 있다.¹⁰⁾ 즉 스마트 성장이란 성장을 제한하는 것이 아니라 오히려 경제에 유익하고 환경을 보존하면서 커뮤니티 생활의 질적 향상을 도모하는 것으로 토지의 신축적 이용, 자연자원관리 등을 통해 경제적 번영과 생활의 질을 향상하는 수단을 강구하는 것으로 무질서한 개발로 인한 다양한 문제점을 예방하는 성장관리의 기법이 스마트 성장의 한 부분이 된 것이다.

10) Tom Daniels, "Smart Growth : A New American Approach to Regional Planning", Planning Practices & Research, Vol. 16, p.277

제3절 본 연구에서 도시용량의 개념

본 연구는 대전시 도시용량을 산출하고자 하는 목적으로 수행되고 있으며, 본 연구를 수행함에 있어서 무엇보다도 선행되어야 하는 것이 바로 도시용량의 개념을 설정하는 것이라고 할 수 있다

앞의 제1절에서는 용량이라는 다소 추상적인 개념을 고찰하였다. 고찰결과 도시용량과 유사한 개념으로는 환경용량, 도시수용력, 도시개발용량이란 개념이 있으며, 특히 환경용량은 수용력 개념과 한계용량 개념으로 구분 접근되고 있다. 이중 한계용량(marginal capacity)은 자연환경 생태계의 안정이나 절대적인 조건, 심각한 저하 등과 같은 '절대적인 수치'로 이해할 수 있으며, 반면 환경용량의 수용력이나 도시수용력 그리고 도시개발용량이란 지탱 가능한, 수용 가능한, 안정적인과 같은 '적정한 규모나 수치'를 의미한다고 할 수 있다.

한편 제2절에서는 도시나 지역의 개발 패러다임과 관련한 조금은 구체적인 개념을 살펴보았다. 검토결과, 지속가능한 개발은 현 세대와 장래 세대 모두를 만족·조화시키는 개발의 유형이라고 할 수 있고, 도시성장관리는 도시의 무질서한 개발을 방지하고 도시에 활력을 주는 정책 그리고 스마트성장이란 성장의 부작용을 예방하고 필요한 성장을 성취, 성장을 조정하는 개념으로 정리할 수 있다.

결국 본 연구에서 산출하고자 하는 도시용량이란 개념은 향후 이러한 개념이나 산출규모 등이 어떠한 목적이나 용도로 이용할 것인가에 달려있는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구의 배경 및 목적 등에서 제시한 바와 같이, 본 연구의 최종적 결과로 도출되는 도시용량은 향후 도시기본계획이나 비전계획 등 현실에 기반한 실현성 있는 계획에서 대전시 규모 선정에 기초적 자료를 제공한다는 의미에서 볼 때, 도시의 수용용량 또는 수용능력(carrying capacity)이란 기존의 개념과 동일한 것으로 설정하였다.

즉 본 연구에서 도시용량은 일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있는 수준에서 지역이 지탱할 수 있는 활동의 규모(능력)로 설정하였다.

또한 이러한 도시용량의 산출은 도시의 공간적 범위에 따라 상이하게 산출될 것으로 예측된다. 즉 공간적 범위가 넓은 경우, 상대적으로 좁은 지역에 비해 수용할 수 있는 활동의 규모가 클 것으로 예측되므로, 연구를 수행함에 있어서도 적절한 규모의 설정이 필요하며, 본 연구에서는 이러한 공간적 범위를 대전시 행정구역 단위로 규정하고, 시간적으로는 현재 시점을 기준으로 도시용량을 산출하고자 한다.¹¹⁾

11) 도시용량 산출과 관련해서는 제4장 제2절의 도시용량산출 방법론 설정 참조

제 3 장

도시용량 산출지표

제1절 선행연구 고찰

제2절 지표 종합 및 지표 선정

제3절 지표별 대전시 현황

제3장 도시용량 산출지표

본 연구에서는 <표 3-1>과 같이 우리나라에서 지속가능한 개발이나 도시환경에 대한 관심과 연구가 본격화되기 시작한 1990년대 후반 이후의 도시 및 환경용량 관련 선행연구를 분석하였다.

이러한 선행연구는 2가지 측면에서 접근되고 있는데, 그 하나는 본 연구와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되는 도시용량 또는 도시개발용량에 관한 연구(도시측면에서의 접근)와 환경용량이나 환경지표와 관련한 연구(환경측면에서의 접근)로 분류할 수 있다. 본 3장에서는 이러한 도시 및 환경용량과 관련한 선행연구를 고찰함으로써, 대전시 도시용량 산출을 위한 지표와 방법론을 모색하고자 한다.

<표 3-1> 도시 및 환경용량과 관련한 선행연구

구분	연구제목	연구 년도	도시측면	환경측면
1	▣ 제주도 친환경개발을 위한 환경지표 설정	1997		○
2	▣ 지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표 개발에 관한 연구	1998		○
3	▣ 대도시의 지속가능한 개발을 위한 도시형태와 지표설정 에 관한 연구	1998	○	
4	▣ 지속가능한 도시개발을 위한 환경지표에 관한 연구	1998		○
5	▣ 지속가능한 도시개발을 위한 지표선정에 관한 연구 : 미국의 사례를 중심으로	1999	○	
6	▣ 환경용량평가의 동향과 과제(상/하)	1999		○
7	▣ 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구	1999	○	
8	▣ 지속가능한 도시토지이용 지표설정 및 평가	1999	○	
9	▣ 기반시설 제약조건하에서의 도시개발용량과 토지이용 밀도	1999	○	
10	▣ 서울시 환경용량 평가에 관한 연구	1999		○

11	▫ 서울시 환경용량 평가에 관한 연구Ⅱ	2000		○
12	▫ 환경지표와 지표체계 개발	2000		○
13	▫ 지탱가능한 발전을 위한 서울시 환경용량의 산정과 정책적 함의	2001		○
14	▫ 지속가능한 도시환경을 달성하기 위한 통합적 도시 수용력 평가체계 수립	2002	○	
15	▫ 적정개발밀도 산정을 위한 도시수용력 평가시스템	2003	○	
16	▫ 도시성장관리를 위한 개발밀도관리방안	2003	○	
17	▫ 도시성장관리를 위한 개발밀도관리방안 연구	2003	○	
18	▫ 시나리오 분석을 통한 도시의 개발가능밀도 평가	2004	○	
19	▫ 해외 지속가능발전지표의 사례와 시사점	2004	○	
20	▫ 수용력 개념에 기초한 도시의 개발가능밀도 평가 : 환경 및 시설수용력 분석을 중심으로	2004	○	
21	▫ 법·제도적 측면의 환경용량 산정에 관한 연구	2005		○
22	▫ 전라북도 환경용량 및 도시개발용량 평가	2005	○	○
23	▫ 환경친화도시의 구성요소 중요도 분석	2005		○
24	▫ 한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구	2005		○
25	▫ 청주시 지속가능성 평가 지수 산정	2007	○	
26	▫ 지속가능한 신도시 개발을 위한 한국형 압축도시모형 정립에 관한 연구	2007	○	
27	▫ 도시 지속성 평가를 위한 통합지표의 가중치 결정	2007	○	
28	▫ 도시환경용량 기초조사에 관한 연구	2007		○
29	▫ 도시성장관리정책 하에서의 개발용량 추정과 정책적 함의 : 미국 매릴랜드 주를 사례로	2008	○	
30	▫ 지속가능한 도시개발지표 설정을 위한 환경지표의 개발과 적용방안 연구	2008	○	

제1절 선행연구 고찰

1. 도시용량 지표 관련 선행연구

1) 대도시의 지속가능한 개발을 위한 도시형태와 지표설정에 관한 연구 (진원형 외, 1998)

이 연구는 지속가능한 대도시 형태를 모색함과 아울러 기본적인 개발지표들을 설정하고자 하는 목적으로 수행되었다. 이 연구에서 지속가능한 개발을 위해 선정된 최종지표는 총 9개로 <표 3-2>와 같이 통근자족성, 통학자족성, 상업·서비스 자족성, 공간·녹지의 확보율, 자연환경 파괴율, 난방에너지의 효율성, 혼합토지이용률, 개발밀도, 대중교통의 편리성 등으로 설정하고 있다.

<표 3-2> 지속가능한 신도시 개발원칙과 개발지표

구성영역	개발원칙	개발지표	측정변수(영향력)
자족성	신도시 자족시설의 완비	통근자족성	통근자족률(+)
		통학자족성	통학자족률(+)
		상업·서비스자족성	상업·서비스 자족률(+)
쾌적성	환경적 쾌적성 확보	공간·녹지(open space) 확보율	공공공지의 면적 비율(+)
절약성	개발에 의한 자연환경 파괴 최소화	자연환경 파괴율	임야, 농경지의 전용비율(-) 1인당자연환경파괴면적(-)
	자원절약형 단지개발 방안 강구	난방에너지의 효율성	아파트 남향배치율(+) 열병합 발전가구 비율(+)
혼합성	혼합토지이용 도모	혼합토지이용률	혼합용도 건축물의 비율(+) 평면적 혼합토지이용률(+)
집중성	신도시 고밀도 개발	개발밀도	인구밀도(+), 용적률(+)
접근성	대중교통 이용의 편리성	대중교통 편리성	지하철, 버스의 수송분담율(+)

2) 지속가능한 도시개발을 위한 지표선정에 관한 연구 : 미국의 사례를 중심으로(이경기 외, 1999)

이 연구는 지속가능한 개발의 개념 정립과 함께 당시 미국에서 진행되고 있는 지속가능성 지표 개발의 사례를 소개·분석하고자 하는 목적을 갖고 있다. 사례로 소개·분석된 지표는 ㉠ 잭슨빌(Jacksonville)의 삶의 질 지표 ㉡ 지속가능한 시애틀 지표 ㉢ 오레곤 벤치마크(Oregon Benchmarks)이다.

이 연구에서 소개·검토하고 있는 외국에서의 지속가능한 도시개발 지표는 「3. 외국의 연구」에서 보다 심도 있게 다루고자 한다.

3) 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구(경기개발연구원, 1999)

이 연구에서는 경기도 31개 시군의 개발용량을 평가할 수 있는 평가항목과 평가기준을 설정하고 실질적으로 경기도 31개 시군의 개발용량을 산정하였다. 이 연구는 자치단체에서 도시개발용량을 산출한 초기의 연구라고 할 수 있으며, 향후 많은 연구에서 이 연구를 검토하고 있다.

이 연구에서는 도시개발용량을 토지용량, 교통용량, 시설용량 그리고 환경용량 등 4가지 측면에서 설정하고 접근하고 있다. 구체적으로 토지용량은 도시 또는 지역 내의 개발이 가능한 토지(개발가능지)를 기준으로 하고, 교통용량은 도로율과 도로연장밀도를 기준으로 하며, 시설용량은 상하수도 처리용량을 기준으로 마지막으로 환경용량은 지역 내 녹지면적을 기준으로 하고 있다.

도시용량 산출의 과정을 살펴보면, 토지용량, 교통용량, 시설용량, 환경용량 등 각 부문별로 적정한 개발용량이라고 간주할 수 있는 산정용량을 구하여 이를 현재 용량과 비교하였으며, 최종적으로는 각 부문별 용량을 종합하여 시군별 평균용량을 산정하였다.

도시개발용량 산정을 위한 최종적 선정항목은 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 평가항목 선정 일람표

대항목	중항목	소항목	평가단위	평가목적 연관성	자료취득		계량화 가능여부	항목선정 가능여부	최종 선정항목	비고
					가능 여부	현재 보유				
토지	개발지	도지이용면적	m ²	○	○	○	○	○	이용가능 토지면적	기본 항목
		이용가능면적	m ²	○	○	○	○	○		
		용적률	%	○	○	○	○	○		
		혼합용도								
		토지이용비율	%	×	△	×	○	×		
교통	도로	도로면적	m ²	○	△	×	○	○	도로면적, 도로연장	면적 비율
		도로연장	km	○	○	○	○	○		
		도로율	%	○	○	○	○	○		
도시 기 반 시 설	상수도	상수가용수량	L/일	○	○	○	○	○	상수 가용수량	상수 용량
		상수도용량	km	○	○	○	○	○		
		상수도보급률	%	○	○	○	○	○		
	하수도	하수발생량	L/일	○	○	×	○	○	하수/폐수 처리량	하수 용량
하수/폐수처리량		L/일	○	○	×	○	○			
하수도보급률		%	○	○	○	○	○			
환경	대기오염	CO, NO, SO계열 발생량	ton	○	×	×	○	×	없음	대기 허용농도
		CO, NO, SO계열 대기농도	μg	○	○	×	○	×		
	산림	산림면적 녹지의 CO2 흡수량	m ² ton/년	○ ○	○ ×	○ ×	○ ○	○ ×	산림면적	최소산림 면적개념

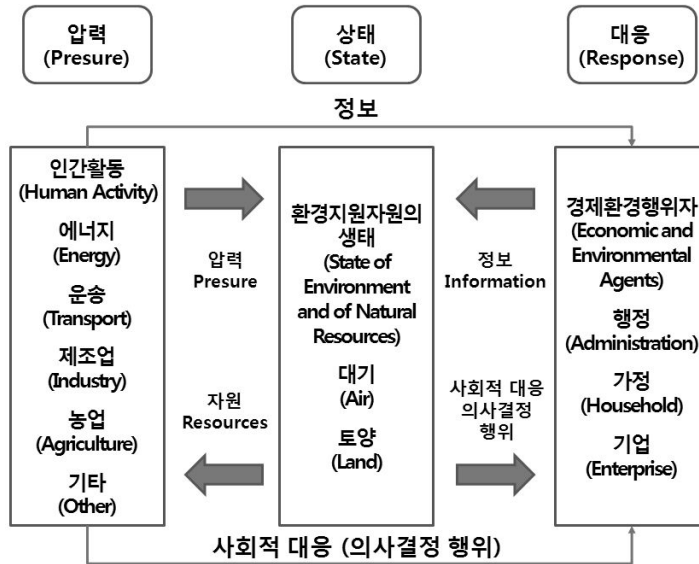
4) 지속가능한 도시토지이용 지표설정 및 평가(주용준·황희연, 1999)

본 연구는 지속가능한 토지이용을 위한 실행척도의 개발이 필요하다는 인식에 따라 지속가능한 토지이용지표를 제안하고자하는 목적에 따라 수행되었다.

지속가능한 도시토지이용 지표의 1차 가설정은 OECD가 제안한 압력·상태·대응(PSR) 구조를 바탕으로 제시하였다. 즉 상태단계의 지표는 자연의 혜택이나 현재의 물리적 상태에 대해 제시하였으며, 압력단계에서는 인구의 증가에 따른 개발압력, 개발에 따른 환경오염 등, 인간과 환경의 관계에서 나타나고 있는 현상을 위주로 제시하였다. 대응단계의 지표는 현 토지이용의 환경적 위험성이나 기초수요충족

을 위한 개발 필요성에 어떻게 대처해 가고 있으며, 앞의 두 단계의 지표가 어떤 결과로 나타나는지를 살펴보고자 하였다.

<그림 3-1> 지표를 위한 압력·상태·대응의 구조



한편 이들 지표를 계량화가 가능한 지표, 객관적 판단이 명확한 지표 그리고 자료구축이 용이한 지표라는 3가지 원칙에 근거하여 최종적으로 ㉠ 기본적 수요충족을 위한 토지이용지표 ㉡ 인간과 자연의 공존을 위한 토지이용지표 ㉢ 생태계 및 자연환경보전을 위한 토지이용 지표 ㉣ 자연 및 에너지의 효율적 순화체계를 위한 토지이용 지표 등으로 구분·제시하였다.

<표 3-4> 기본적 수요충족을 위한 토지이용 가설정 지표

지표단계	개별지표	계산방법	단위
상태	이용 가능한 토지지표	경사도 8°이하의 면적/시면적	%
	개발 잠재지표	도시계획상 전체면적 대비 미개발용지 면적	%
	지역의 역사문화지표	지정문화재 수	수
	시가지 개발지표	이용 가능한 토지지표/개발용지	%
	수량지표	상수도 수자원 자급률	%
	시가지 여유지표	시가지내의 공지면적 비	%
압력	용도지역의 충족률	인구규모 대비 용도지역 면적의 비율	%
	주택공급지표	주택보급률	%
	상·하수도 지표	상·하수도 보급률	%
	공공시설의 편의성 지표	1,000명당 공공시설의 수	수
	도시개발압력지표	도시인구성장률	%
	개발수요충족지표	개발면적비율/인구증가비율	%
대응	생활권별 인구적정 배치	생활권 가용토지에 대한 인구밀도	%
	거리의 아름다움 지표	시가지내 풍치지구, 미관지구의 면적비	%
	취업현황	고용률	%
	최저생활수준의 보장	절대빈곤자수의 인구 수준이하의 거주지역의 면적 및 인구	인 km ² , 인

<표 3-5> 인간과 자연과의 공존을 위한 토지이용 가설정 지표

지표단계	개별지표	계산방법	단위
상태	녹지의 풍요지표	(산림면적+경지면적)*0.5/시의 총면적	%
	우수한 경관지표	시주변 공원유형 및 수	수
	토양오염면적	(유원지+공원면적)/천명당	m ² /천인
	우량한 물지표	유해폐기물에 오염된 토지의 면적	
압력	1차 산업 지표	환경기준 A유형 상당 이상의 수질인 하천 연장 전체인구 중 1차 산업 파괴정도	km ² 인
	토양부하지표	면적당 농약 소비량	
	자연자원의 방치	임야면적 중 무임목지 비율 미개발 공원용지	t/km ² %
	국토의 보전	녹지파괴면적/개발면적	
대응	역사공간의 보전	역사적 공간 훼손·복원률	%
	수변친밀지표	1인당 시가지내 친수성 수면의 총면적	%
	환경과피 예방조치	의무적인 환경영향 평가(예/아니오)	m ² /인
		토지개량정책(예/아니오)	-
	농업면적의 보전	국민 1인당 경지면적	m ² /인
도시 내 녹지지표	1인당 시가지내 녹지면적	m ² /인	

<표 3-6> 생태계 및 자연환경 보전을 위한 토지이용 가설정 지표

지표단계	개별지표	계산방법	단위
상태	보존면적	경사 30%, 녹지자 도 8등급 이상 보호	%
	귀중한 생물지표	특정 식물 군락, 천연기념물 지정 건수	수
	생물다양성 지표	모든 생물 종의 수	수
	녹지총량규모	(보존녹지+자연녹지+생산녹지)/인구만명당	m ² /만인
	녹지의 우량지표	녹지자연도	-
압력	수변지표	수체선연장/대상지의 면적	km/km ²
	토양·지하수의 우량지표	토양/지하수의 질	-
	친근 생물지표	가까운 곳의 생물조사 시 확인된 종의 수	수
	도시 내 녹지훼손비율	도시계획면적당 녹지면적 평균 변동률	%
	토지전용지표	10년간 농지산림 전용률	%
	자연하천 변화도 지표	최근 10년간 하천복개율	%
대응	녹지의 변화도 지표	최근 10년간 산지, 농지, 초원 전용률	%
	토지의 보전	지자체, 제조업, 농업의 폐기물의 양	톤
	생태계 위협지표	외래종 및 외래종에의 접촉지역 분포	km ²
	생물다양성 변화지표	증가 또는 감소하는 종의 수	수
	시가지내 식생확보	최근 10년간의 동·식물 변화율	%
	환경산업의 비중	가로녹지율	%
	절대보전지역지표	전체산업 중 환경오염 배출업소의 비율	%
	지속가능한 산림지표	국토총면적에 대한 보호지역면적의 비율	%
		벌채비율/식립비율	km ² /년

<표 3-7> 자연 및 에너지의 효율적 순환을 위한 토지이용 가설정 지표

지표단계	개별지표	계산방법	단위
상태	에너지수요의 저감	도보·자전거로 통학하는 학생의 비율	%
	녹색교통시설 확보	도보권내 편의시설의 수	수
	대중교통의 접근성	보행자·자전거 도로의 비율	%
	사용가능자원 지표	대중교통에서 400m내에 있는 인구 비율	%
		지하수 부존량	지하수 부존량
압력	도시공간의 효율성 지표	광물자원확인 매장량	톤
		에너지자원 확인 매장량(석유로 환산)	톤
	자동차의존	최근 10년간의 복합기능 건물 허가 건수	수
		도로혼잡지표	건물의 밀집지표(시내 DID 건폐율)
	도로혼잡지표	도시별 평균 밀도율	%
	배수처리	인구/자동차	인/1대
	광물자원한계지표	1km당 자동차 수	대/km
	물순환지표	전부 및 특정 처리서비스를 받는 인구비율	%
중수도 활용량	광물자원의 고갈(확인매장량에 대한 비율)	%	
대응	투수성지표	시민 1인당 재사용 물의 비율	%
	직주근접 원칙 적용	중수도 활용량	톤
	상업·서비스 자족성	투수성 면적의 확보	km ²
	도로공급 지표	옥상녹화, 주차장 녹화 면적	km ²
	지속가능한 지하수 지표	출퇴근 평균거리	m
	기본적 서비스가 500m내에서 이루어지는 인구 비율	%	
	자동차 증가율/도로면적 증가율	%	
	이용가능수량에 대한 지하수·지표수 연간취수량 비율	%	
	전체 우수량에 대한 지하수 유입량 비율	%	

5) 기반시설 제약조건하에서의 도시개발용량과 토지이용밀도(최막중·김진유, 1999)

최막중과 김진유는 기성시까지 내 도시기반시설용량 제약 하에서 허용 가능한 도시개발 규모를 포괄적으로 산출하는 운영모형(operational model)을 체계화하고자 하는 연구를 진행하였으며, 그 대상이 되는 도시기반시설은 도로, 지하철, 상수도, 하수도 등 4가지 분야로 설정하였다. 예로서 도로의 경우 시설용량 → 부하량 → 임계조건 및 최대개발규모 등을 산출하였다.

6) 지속가능한 도시환경을 달성하기 위한 통합적 도시 수용력 평가체계 수립(오규식 외, 2002)

본 연구에서 저자들은 도시 수용력 평가시스템 구축을 위한 선행단계로서 ㉠ 국내·외 이론고찰을 통해 도시에서의 수용력에 대한 개념을 정의하고 ㉡ 도시 수용력을 결정하는 다양한 도시구성요소를 찾아내어 이들 중 집중적으로 관리해야 할 요소를 선정하며 ㉢ 이 같은 개별 요소에 대한 수용력 평가방법을 모색·개발하여 통합적인 도시수용력 평가체계를 수립코자 하였다.

이 연구에서는 도시라는 공간적 특성, 계획적 측면에서 관리할 수 있는 요소, 그리고 도시 수용력 유형과의 연관성 등을 고려하여 <표 3-8>과 같은 도시수용력 결정요소를 선정했다.

<표 3-8> 도시수용력 결정요소

유형	결정요소
환경/생태적 수용력	식생, 토양, 경관자원, 대기질, 녹지생태계, 생산적인 토지 및 수변 생태계, 에너지 이용가능성
시설/서비스 수용력	교통시설(도로, 지하철), 상수도, 하수도, 주택, 학교, 폐기물 처리 시설, 레크리에이션
지각적 수용력	다른 유형의 수용력을 조절함에 있어 나타나는 태도, 가치, 생활 습성, 기대감 등, 환경의 악영향에 대한 인식, 혼잡도에 대한 인내수준, 관리되어야 할 도시경관의 질적 수준
행·재정적 여건	정부의 구조 및 예산, 성능기준·밀도규제 등의 토지이용규제, 지역총생산·세금부과 등의 재정적 능력

7) 적정개발밀도 산정을 위한 도시수용력 평가시스템(오규식 외, 2003)

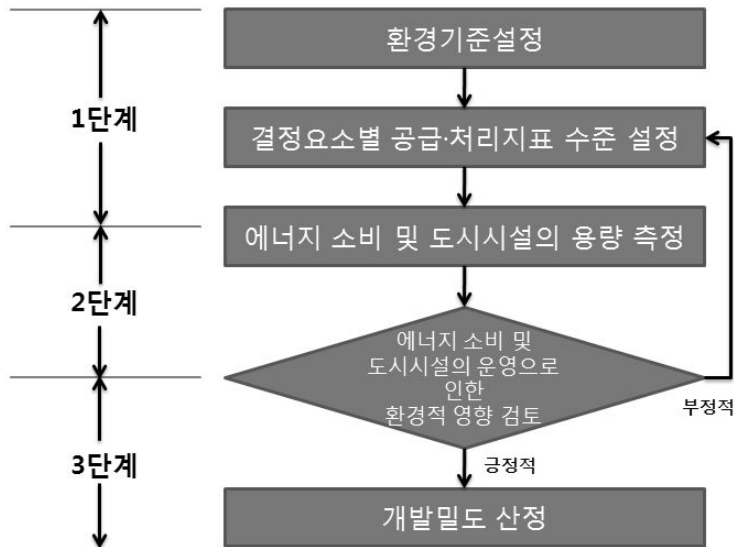
이 연구는 2002년에 수행된 오규식 외 연구의 연장으로 도시수용력 평가시스템을 구축하고 적용하고자 하는 목적에 따라 수행되었다.

도시수용력의 평가는 크게 3단계로 나누어 이루어지며, <표 3-9>는 7가지 수용력 결정요소에 대한 환경기준과 공급·처리지표이다.

<표 3-9> 요소별 환경기준 및 공급·처리지표

결정요소	환경기준	공급·처리지표	선정근거
에너지	NO2 농도 : 0.04ppm(연평균)	에너지소비량 : 대기질 대체	서울시 대기환경 기준
공원·녹지	-	1인당 녹지면적 : 6m ² /인	도시공원법
도로	NO2 농도 : 0.14ppm(1시간)	신호교차로 서비스수준 : E	서울시 대기환경 기준
지하철	-	구간별 혼잡률 : 150%	건설교통부 / 선진국
상수도	-	상수사용수준 : 310 ℓ/인·일	서울시 현황
하수도	BOD 농도 : 3mg/ℓ (6mg/ℓ)	하수처리율 : 100%	환경부 고시 제91-35호
폐기물 처리시설	다이옥신 농도 : 0.0006mg/m ³	폐기물처리율 : 100%	5일본 후생성

<그림 3-2> 3단계 수용력 평가과정



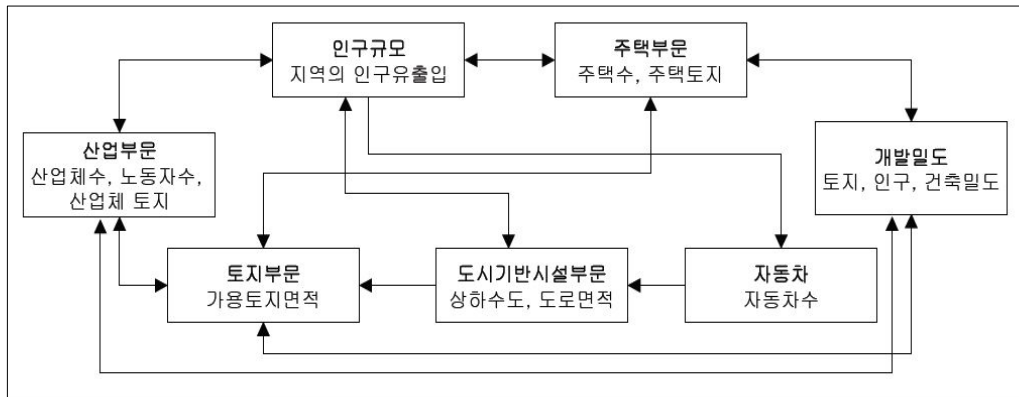
7가지 결정요소에 대한 수용력 평가를 최우선 제약조건에 의해 도시 수용력을 결정하는 대상지 전체적 차원과 단위공간에 대한 수용력을 결정하는 세부적 차원에서 실시하여 통합함으로써 도시가 지니는 수용력을 산정한다. 먼저 각 결정요소별로 지탱 가능한 용적률과 현재 행정동별 용적률을 중첩하여 단위공간의 수용력 초과여부를 파악하고, 7가지 결정요소에 대한 수용력 초과여부를 모두 중첩함으로써 단위지역에 대한 수용력 초과강도를 구한다. 앞서 평가된 기본 데이터와 이로부터 도출되는 2차 데이터를 토대로 도시 수용력 평가시스템에 적용하여 적정 개발 밀도를 산정하게 된다.

8) 도시성장관리를 위한 개발밀도 관리방안(전유신·문태훈, 2003)

본 연구는 도시의 한계용량 범위 내에서 수용가능한 도시의 적정규모를 산정하고, 도시공간구조 분석을 통해 지역유형별 개발밀도의 조절과 통제방안을 마련하고자 하는 목적에 의해 수행되었다. 이를 위한 연구방법으로는 시스템다이내믹스 방법을 적용한 도시동태모델(Urban Dynamics Model)을 이용하였다.

본 연구에서 구축한 개발밀도관리모델의 개념도는 크게 인구, 주택, 산업, 토지, 기반시설 및 개발밀도의 하위시스템으로 구성되어 있으며 각 부문은 상호영향을 주고받는 역동적인 관계를 갖는다. 여기서 인구, 주택, 산업, 토지는 기존의 도시동태모델을 활용하였으며, 기반시설(도로, 상수도, 하수도)과 개발밀도부문은 선행연구들의 이론적 내용을 기반으로 하여 새로이 추가하였다. 모델개념도는 <그림 3-3>과 같다.

<그림 3-3> 도시성장관리를 위한 개발밀도관리모델 개념도



9) 도시성장관리를 위한 개발밀도 관리방안 연구(전유신, 2003)

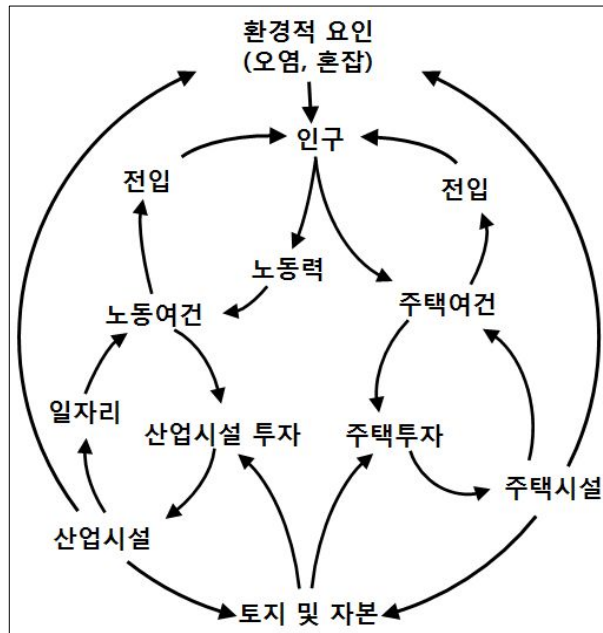
본 연구는 도시성장관리의 궁극적인 목표인 지속가능한 개발을 달성하기 위해, 도시의 적정개발밀도를 산정하고 적정개발밀도 수준을 유지·관리하고 달성하기 위한 개발밀도의 유형별 관리방안을 마련하는데 목적을 두고 있다.

지속가능한 개발을 위한 도시의 적정개발밀도 산정을 위해서는 도시동태모델(Urban Dynamics Model)¹²⁾이 활용되는데, 일반적으로 도시성장의 동태성이 성장(growth), 전이(transition), 쇠퇴(decay)라는 주기성을 보이는 것은 도시체제의 피드백 구조 때문이라고 보고 있다. 도시성장은 인구, 자연환경, 기술발전, 사회조직 확대 등 상호 연관된 요소들 간의 상호작용의 결과로 나타나기 때문이다.

이러한 도시동태모델을 활용하여 도시성장과정을 모니터링하고, 도시가 과연 지속가능한 발전을 위하여 현재 어느 정도의 위치에 와 있는지를 평가할 수 있는 기반을 제공한다.

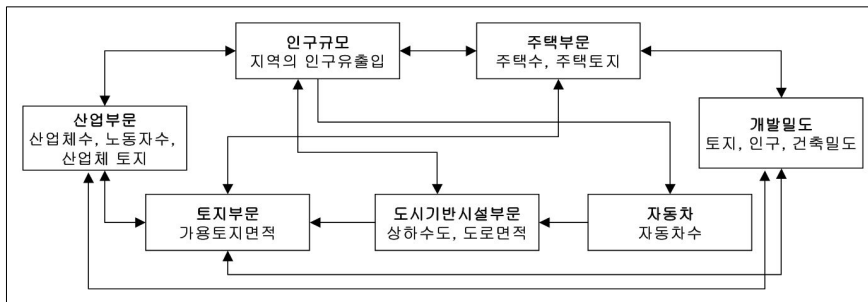
12) 도시동태모델(Urban Dynamics Model)은 도시를 산업, 주택, 인구, 토지 등의 하위시스템으로 구분하고 이들 시스템간의 동태적인 역학관계에 의하여 도시의 성장과 전이, 쇠퇴를 분석하는 시스템 다이내믹스 접근방법을 이용한 컴퓨터시뮬레이션 모델이다(Alfeld, Louis Edward & Alan K. Graham., 1976, Introduction to Urban Dynamics, Cambridge, Massachusetts : Wright-Allen Press, pp.9-11).

<그림 3-4> 도시성장의 순환적 인과관계 피드백 구조



김도훈 외, 1999, p.76

<그림 3-5> 도시성장관리를 위한 개발밀도 관리모델 개념도



본 연구에서 구축한 개발밀도관리모델 개념도는 크게 인구, 주택, 산업, 토지, 기반시설 및 개발밀도의 하위시스템으로 구성되어 있으며 <그림 3-5>에서 볼 수 있듯이 각 부문은 상호영향을 주고받는 역동적인 관계를 갖는 것으로 설정하였다.

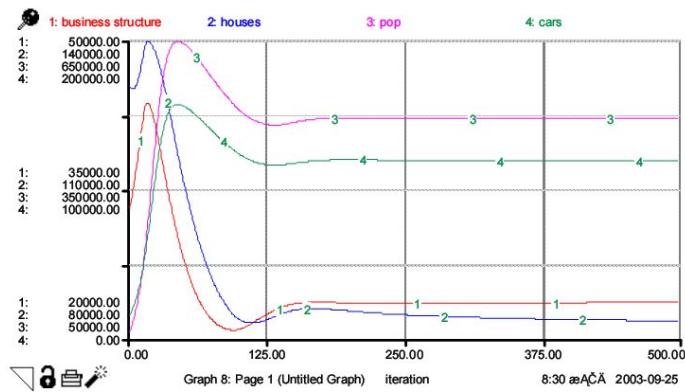
이를 안양시 적정개발밀도의 측정지표로 활용하였던 인구, 산업체, 주택 및 자동

차 수의 최소값과 최대값의 범위를 토대로 민감도 분석을 실시한 결과, 각 부문별 지표의 균형값들은 Base Run의 균형값과 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 균형값을 찾아가는 행태 역시 비슷한 양상을 나타내고 있어 본 개발밀도관리모델은 비교적 안정적인 행태로 진행되고 있음을 알 수 있었다.

<표 3-10> 민감도 분석을 통한 각 부문별 균형값

구분	인구	산업체	주택	차량
초기값(안양시 현재규모)	583,240	32,976	130,560	141,106
균형값1(안양시 적정규모)	491,580	23,467	83,344	118,930
균형값2(모델의 민감도분석)	491,516	23,470	83,229	118,915

<그림 3-6> 민감도 분석을 통한 Base Run 그래프



10) 시나리오 분석을 통한 도시의 개발가능밀도 평가(정연우 외, 2004)

본 연구에서는 수용력 평가시스템을 활용하여 미래의 여건변화에 따른 도시수용력의 변화를 예측하고자 하였다. 이를 위해 ㉠ 대상지에 대한 미래 도시개발 시나리오를 설정하고, ㉡ 수용력 평가시스템을 이용하여 시나리오에 따른 도시의 개발가능밀도(이하 “개발밀도”라 함)를 평가하였다.

불확실한 미래를 대비하고자 하는 노력은 최근의 급변하는 환경변화 속에서 더

육 중요성을 더해가고 있다. 그동안 미래를 예측하여 의사결정에 도움을 주고자 하는 많은 시도가 있어왔으며, 그 중 불확실성을 정면에서 다루는 대표적인 방법론으로 시나리오에 의한 계획기법을 들 수 있다(김병준, 2004).

이 연구에서는 결정요소를 에너지, 공원·녹지, 도로, 지하철, 상수도, 하수도, 폐기물 처리시설 등으로 설정하였다.

11) 해외 지속가능발전지표의 사례와 시사점(이용우 외, 2004)

OECD에서 제시하고 있는 지속가능발전을 위한 환경지표는 환경지표와 사회·경제지표로 대별되며, 환경지표 9개 분야에 18개 지표, 사회·경제지표는 6개 분야에 15개 지표 등 총 15개 분야에 33개 지표다. UNCSD(UN Commission on Sustainable Development ; 유엔지속개발위원회)는 최초 132개의 지속가능발전지표를 초안적으로 제시하고, 이후 57개의 지속가능발전지표를 선정하였다.

<표 3-11> OECD 지표체계 및 설정지표

구분		지표
분야	이슈	
환경 지표	1. 기후변화	1) CO2 배출수준, 2) 온실가스 밀도
	2. 오존층 파괴	3) 오존층 파괴물질, 4) 성층권 오존
	3. 대기질	5) 대기오염물질 배출수준, 6) 도시대기질
	4. 폐기물	7) 폐기물 발생, 8) 폐기물 재활용
	5. 수질	9) 강의 수질, 10) 폐수처리
	6. 수자원	11) 수자원 이용수준, 12) 수도 공급 및 공급가격
	7. 산림자원	13) 산림자원 이용수준, 14) 산림 및 임야지
	8. 수산자원	15) 수산 어획 및 소비 : 국가, 16) 수산 어획 및 소비 : 세계 및 지역
	9. 종(種) 다양성	17) 위협받는 종, 18) 보호지역
사회· 경제 지표	10. GDP 및 인구	19) GDP, 20) 인구성장 및 인구밀도
	11. 소비	21) 개인소비, 22) 정부소비
	12. 에너지	23) 에너지 소비수준, 24) 에너지 공급구조 및 변화, 25) 에너지 가격

13. 교통	26) 도로교통 및 자동차 보유수준, 27) 도로밀도, 28) 연료가격 및 세금
14. 농업	29) 질소 및 인 비료의 사용수준, 30) 가축밀도, 31) 농약 사용수준
15. 지출	32) 오염저감 및 통제비용, 33) 공식적 개발지원(ODA)

<표 3-12> UNCSO 지속가능발전지표

분야	영역	항목	지표	
사회	1. 형평성	1-1. 빈곤	1) 빈곤인구비율, 2) 소득불평등에 관한 지니계수, 3) 실업률	
		1-2. 남녀평등	4) 남성대비 여성 임금비율	
	2. 건강	2-1. 영양상태	5) 유소년 영양 상태	
		2-2. 사망률	6) 영아 사망률	
		2-3. 공중위생	7) 출생 시 기대여명, 8) 하수처리 향유 인구	
		2-4. 식수	9) 안전한 식수 접근 인구	
		2-5. 건강관리	10) 주요한 보거시설 접근 인구, 11) 유소년 전염병 예방주사, 12) 피임보급률	
	3. 교육	3-1. 교육수준	13) 중등학교 순졸업률	
		3-2. 비문맹	14) 성인 비문맹률	
	4. 주택	4-1. 생활환경	15) 1인당 바닥면적	
	5. 안전	5-1. 범죄	16) 1,000인당 신고된 범죄수	
	6. 인구	6-1. 인구변화	17) 인구성장률, 18) 도시의 공식적/비공식적 거주인구	
	환경	1. 대기	1-1. 기후변화	19) 온실가스 배출
			1-2. 오존층	20) 오존과피물질의 소비
1-3. 대기질			21) 도시 내 오염물질의 대기농도	
2. 토지		2-1. 농업	22) 경작에 적합하고 영구적인 경작지, 23) 비료사용, 24) 농약사용	
		2-2. 산림	25) 토지지역 중 산림지역 비율, 26) 목재 벌채 정도	
		2-3. 사막화	27) 사막화 영향을 받는 토지	
		2-4. 도시화	28) 도시의 공식적/비공식적 거주면적	
3. 해양/연안		3-1. 연안지역	29) 연안 해조류 농도, 30) 해안지역 총 인구 비율	
		3-2. 어업	31) 주요 종의 연간 수확 사용 변화	
4. 담수		4-1. 수량	32) 지하수 및 지표수의 연간 취수량	
		4-2. 수질	33) BOD, 34) 담수 내 대장균밀도	

	5. 생물다양성	5-1. 생태계	35) 주요 보호 지역, 36) 전체 대비 보호구역 비율
		5-2. 종	37) 주요 다양한 종
경제	1. 경제구조	1-1. 경제이행	38) 1인당 GDP, 39) GDP의 투자분
		1-2. 무역	40) 상품과 서비스 무역의 균형
		1-3. 재정상태	41) 부채/GNP, 42) GNP대비 총 ODA
	2. 소비/생산	2-1. 물질소비	43) 원료이용도
		2-2. 에너지 사용	44) 1인당 연간 에너지 소비, 45) 재생가능에너지자원 소비 비중, 46) 에너지이용도
		2-3. 폐기물 관리	47) 산업 및 도시 고형폐기물 발생량, 48) 유해폐기물 발생량, 49) 방사선폐기물 발생량, 50) 폐기물 재활용 및 재이용
2-4. 운송		51) 1인당 수송모드에 의한 승차거리	
제도	1. 제도형태	1-1. 지속가능성 실현	52) 국가의 지속가능발전전략, 53) 인준된 국제적 합의 사항의 수행
		1-2. 국제협력	
	2. 제도용량	2-1. 정보접근	54) 1,000인당 인터넷 계정 및 라디오 수
		2-2. 정보인프라	55) 1,000인당 전화선 수
		2-3. 과학과 기술	56) GDP 대비 R&D에 대한 지출
		2-4. 재해준비와 반응	57) 자연재해로 인한 인명피해 및 경제적 손실

12) 수용력 개념에 기초한 도시의 개발가능밀도 평가 : 환경 및 시설수용력 분석을 중심으로(정연우, 2004)

본 연구의 궁극적인 목적은 도시의 수용력을 파악하여 효과적인 도시정책 수립을 위한 기반을 제공함으로써 환경적으로 건전한 도시공간을 조성하고, 이를 통해 도시민이 보다 쾌적한 삶을 영위할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 첫째, 수용력 평가체계를 수립하고, 둘째 사례연구를 통해 대상지가 지니는 적정개발밀도를 산정하며, 셋째, 이와 같은 수용력 접근방법이 지니는 유용성과 활용방향을 탐구하고자 하였다.

연구자는 기존의 다양한 수용력에 대한 개념을 바탕으로, 이 연구에서는 도시

라는 공간적, 사회적 측면과 도시관리라는 계획적 관점에서 수용력을 '일정한 삶의 질을 유지할 수 있는 수준에서 도시 공간 내의 자연 및 인공환경이 심각한 저하나 회복 불가능한 손상을 발생함 없이 지탱할 수 있는 인간활동 - 인구성장, 물리적 개발, 규제 등 - 의 수준'으로 정의하였다. 한편 다양한 연구자에 의한 수용력의 유형과 유형별 수용력의 측정요소는 <표 3-13> 및 <표 3-14>와 같다.

<표 3-13> 수용력의 유형

연구자	수용력 유형
Penfold et al. (1972)	<ul style="list-style-type: none"> · 물리적 수용력: 주로 인공구조물이나 인간활동의 공간량적 한계를 뜻함 · 생태적 수용력: 자연생태계가 본질적인 메카니즘을 교란·파괴 받지 않고 인간 활동을 흡수 지탱해 낼 수 있는 능력 · 심리적 수용력: 인간이 바라는 일정수준의 질을 유지하고 만족을 느끼기 위해서 필요로 하는 환경조건
Stankey (1972)	<ul style="list-style-type: none"> · 휴양활동의 수용력을 사회적 용량과 생태적 용량으로 나누되 결합된 보완적인 관계로서 개념적 틀을 구성
Godschalk and Parker (1975)	<ul style="list-style-type: none"> · 환경적 수용력: 인간 활동이 환경에 바람직하지 못한 변화를 가져올 한계를 말함 · 지각적 수용력: 인간이 환경을 전과 다르다고 지각하기 전에 발생할 수 있는 활동의 양이나 변화의 정도를 말함 · 제도적 수용력: 공공의 목표를 지향하는 개발을 지도, 수행할 수 있는 조직의 능력을 의미함
Godschalk and Axler (1977)	<ul style="list-style-type: none"> · 지역성장관리를 목적으로 수용력을 환경용량, 제도/서비스 용량, 경제용량, 지각/행태 용량의 네 가지 차원으로 분류함
chung (1988)	<ul style="list-style-type: none"> · 지역환경계획을 위한 개념적 모형에서 수용력 측정의 유형을 공간용량, 환경의 정화용량, 기반시설용량, 지각용량, 제도용량의 다섯 가지로 구분
Daily and Ehrlich (1992)	<ul style="list-style-type: none"> · 생물물리학적 수용력: 주어진 기술수준 하에서 생물물리학적으로 유지될 수 있는 최대 인구규모를 의미함 · 사회적 수용력: 다양한 사회체계(특히, 관련된 자원소비 패턴) 하에서 유지될 수 있는 최대 인구규모를 의미함
김선희 (1999)	<ul style="list-style-type: none"> · 환경용량의 적용 및 분석에 있어서 용량의 형태는 환경, 제도/서비스, 경제, 인식적 요소로 분류되며, 지역개발 및 계획에서 주로 적용하는 용량의 형태는 토지이용의 적성도, 적정 인구규모, 공공서비스시설 수급의 적정성 등의 형태로 표현되고 있음

<표 3-14> 유형별 수용력 측정요소

유형	측정요소
환경/ 생태적 수용력	<ul style="list-style-type: none"> • 식생, 토양, 동물상, 물, 공기(Stankey, 1972) • 휴양지의 회복능력, 식생상태, 토양(토심, 비옥도, 침식가능성), 경사도, 배수특성, 기후(Urban Research and Development Cooperation, 1977) • 생태학적 특성(토양/경사도, 식생, 야생동물, 습지, 해안과 모래언덕 같은 취약한 자원), 자연재해(홍수, 지진, 산사태 등), 환경오염(대기질, 수질) 경관자원, 자원고갈(수자원 공급, 에너지 이용가능성)등(Godschalk and Axler, 1977) • 토양, 경사도, 식생, 동식물, 자원, 경관자원, 자연파괴, 수질, 용수공급, 에너지공급량(Gilliland and Clark, 1981) • 이용 가능한 토지비율, 가치 있는 자원용 토지비율, 식재밀도, 수량 및 수질변화, 대기질(Chung, 1988) • NOx 등에 의한 대기오염 수준(Onishi, 1994) • 폐기물 정화와 자원생산에 요구되는 생산적인 토지 및 수변 생태계(Rees, 1996) • 하나의 재화를 생산하는데 사용되어진 모든 에너지량(Odum, 1996)
시설/ 서비스 수용력	<ul style="list-style-type: none"> • 교통, 하수처리, 하수서비스, 학교, 레크리에이션(Godschalk and Axler, 1977) • 교통, 하수처리, 주택, 레크리에이션(Gilliland and Clark, 1981) • 도로용량, 상수공급용량, 하수처리용량(Chung, 1988) • 상수공급, 하수도, 폐기물 처리시설, 지하철, 도로, 주택(Onishi, 1994) • 도로, 공원, 녹지, 학교, 상수도, 하수도, 폐기물 처리시설(국토의 계획 및 이용에 관한법률, 2002)
지각적 수용력	<ul style="list-style-type: none"> • 휴양지 이용수준, 이용자 행태, 자원의 질에 대한 인식(Stankey, 1972) • 다른 유형의 수용력을 조절함에 있어 나타나는 태도, 가치, 생활습성, 기대감 등(Godschalk and Axler, 1977) • 환경의 악영향에 대한 인식(Gilliland and Clark, 1981) • 주거밀도, 사회적 선호도 등을 포함한 혼잡 인내수준(Chung, 1988) • 관리되어야 할 도시경관의 질적 최저수준(오규식, 1996)
행·재 정적 여건	<ul style="list-style-type: none"> • 의사결정에 대한 경제적·문화적 한계, 정부의 구조와 예산, 토지이용규제 마련 능력 등(Godschalk and Axler, 1977) • 정부의 일반서비스 제공, 계획수립 및 토지이용규제 능력(Godschalk and Axler, 1977) • 성능기준(performance standards), 밀도규제(density controls) 등의 토지이용규제(Schneider, Godschalk, and Axler, 1978) • 지역총생산, 세금부과영향 등의 재정적 능력(Chung, 1988)

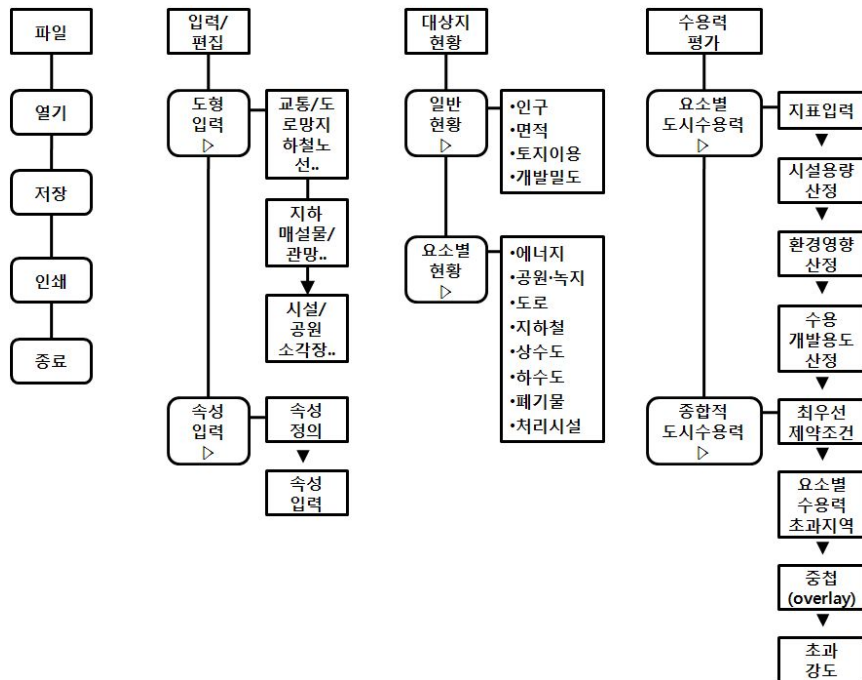
이상의 다양한 연구에 대한 검토결과, 이 연구에서는 수용력 평가의 적용범위를 도시지역에 한정하고 있으며, 더불어 계획적 측면에서 관리가능 여부, 기존 연구에서의 수용력 유형화의 연관성 등을 고려하여 다음과 같이 20여 가지의 수용력 결

정요소를 선정하였다. 그리고 도시 내 단위지역을 대상으로 하는 실질적인 수용력 평가에 있어서는 위의 요소들 중 개발밀도와 관련된 주요 요소를 중심으로 그 범위를 한정하여 적용할 수 있음을 밝히고 있다.

<표 3-15> 도시 수용력 결정요소

유형	결정요소
환경/생태적 수용력	· 식생, 토양, 경관자원, 대기질, 수질, 생산적인 토지 및 수변 생태계, 에너지 이용 가능성
시설/서비스 수용력	· 공원·녹지, 교통시설(도로, 지하철), 상수도, 하수도, 주택, 학교, 폐기물 처리시설, 레크리에이션
지각적 수용력	· 다른 유형의 수용력을 조절함에 있어 나타나는 태도, 가치, 생활습성, 기대감 등, 환경의 악영향에 대한 인식, 혼잡도에 대한 인내수준, 관리되어야 할 도시경관의 질적 수준
행·재정적 여건	· 정부의 구조 및 예산, 성능기준·밀도규제 등의 토지이용규제, 지역총생산·세금부과 등의 재정적 능력

<그림 3-7> 수용력 평가 시스템의 주요기능(menu structure)



13) 전라북도 환경용량 및 도시개발용량 평가(전북발전연구원, 2005)

본 연구는 어떤 지역의 토지, 수자원의 양과 질, 산림이나 녹지의 분포정도, 대기의 상태 등을 종합적으로 고려하여 그 지역이 가지고 있는 환경용량이 어느 정도 인지를 평가하고 이를 제약조건으로 할 때 수용 가능한 인구규모, 산업활동의 규모, 주택의 규모, 교통량의 규모 등은 어느 정도인지 그리고 현재 해당 지역이 어느 정도의 위치에 와 있는지를 제시해 줄 수 있는 계획, 지침, 지표들이 개발될 필요가 있다라는 점에서 출발하고 있다.

본 연구에서는 생태적 발자국 지수(Ecological footprint), 에머지 분석(Emergy), 오니시(Onishi) 등에 의한 환경용량을 평가하였으며, 이와 함께 도시가 성장하고 소멸하는 과정에서 나타나는 도시의 기본적인 인프라를 활용한 평가모델의 도입 및 적용을 통해 지역별 개발수준을 적절히 조절하여 전라북도 내의 균형 있는 발전을 유도하기 위한 목적으로 도시개발용량을 평가하였다.

생태적 발자국(Ecological footprint)은 자연의 생물학적인 생산능력을 자연자원의 소비와 비교하는 지표로써 한 국가의 발자국은 국가에서 소비하는 식량과 섬유를 생산하고, 이러한 에너지 소비를 유지하며, 또한 제반 여건을 위한 공간을 제공하는데 필요한 지역을 의미한다. 웨커나켈과 리즈(1996)는 생태적 발자국 지수산정을 통하여 캐나다, 미국, 유럽, 일본, 한국, 호주 등의 소비수준을 비교함으로써 해당 지역의 지속가능성을 평가하였다. 우선 측정하고자 하는 지역의 소비 및 토지이용 범주에 대한 개인 연평균 소비량을 구하고, 연평균 생산량으로 나눠 소비 항목의 생산을 위해 사용된 1인당 토지면적을 추정하여 이를 바탕으로 그 지역의 총 생태적 발자국을 계산한다.

에머지(Emergy)는 일반적으로 사용하는 경제적 가치에 생태적인 가치를 도입한 것으로 자연환경이 인간사회에 기여하는 바를 생태학적인 관점에서 평가하고자 하는 시도로 계산된 에너지 개념이다. 오덤(E. P. Odum, 1983, 1989)과 사이언스맨(Scienceman, 1987)은 에머지를 “재화와 용역을 만들기 위하여 직·간접적으로 과거에 사용된 이용 가능한 에너지”라 정의하였고, 이러한 에머지를 분석하기 위해서는 먼저 에너지 시스템에 대한 다이어그램을 그려 평가시스템의 범위를 설정하고

시스템의 에너지를 파악하며 에너지원간의 관계를 설정하는 작업이 선행되어야 한다. 시스템에 의하여 일정기간 유입된 자연환경 에너지원과 경제적 에너지원의 유입량을 구하고, 계산된 유입량을 태양 에머지로 환산한다. 이 때 필요한 각 에너지원별 태양에너지 전환도 환산치는 H.T.Odum을 비롯한 많은 학자들에 의하여 제공되고 있고, 이렇게 환산된 값을 사용된 총 에머지에 대한 총 경제생산물의 비율로 나누어 엠달러(emvalue)를 구한다.

오니시(Onishi)는 도시가 무한정으로 확장될 수 없으며, 시민들이 도시의 편의시설 및 서비스를 편안하게 즐길 수 있는 인구와 경제활동의 규모에는 한계가 있다는 도시용량 한계에 대한 가설을 기초로, 동경도 구(區)지역의 지속가능한 개발을 위한 환경용량 접근방법으로 개발되었다. 물공급, 하수처리, 폐기물처리, 철도, 도로, 대기오염, 주택 등 7가지 분야를 선정하여 각 분야에 대한 수요와 공급의 균형점을 찾음으로써 해당지역의 환경용량을 평가하였다. 공급측면이 수요측면보다 크거나 같으면 편안한 상태에서 생활 가능한 수준을 일컫고, 반대로 공급측면이 수요측면보다 작다면 지역의 도시 편의시설 및 서비스 수준에 만족하지 못할 것이라고 보았다.

도시개발용량 평가항목에 포함되는 지표는 매우 광범위하지만 실제적으로 자료 구축 측면에서는 상당히 제한적일 수밖에 없는 한계가 있기 때문에 이 연구에서는 관련연구 및 사례연구에서 제시될 수 있는 기본적인 4가지 항목을 지표로 설정하고 평가하였으며, 세부지표는 토지용량, 산림용량, 상수도용량, 하수도용량 등으로 구분하였다. 토지용량은 도시 또는 지역 내의 개발이 가능한 토지(개발가능지)를 기준으로 하고, 산림용량은 공원용량 및 산림면적용량을 기준으로 하였으며, 상수도용량은 시설용량을 기준으로 산정용량 및 여유용량을 추정하였으며, 하수도용량은 시설용량, 오수전환율 등을 고려하여 수용 가능인구를 산정하였다.

1단계로 토지용량, 시설용량, 산림용량 등 부문별 개발용량을 평가하고, 2단계에서는 각 부문별 평가결과를 종합하여 지역별 총 개발용량을 산정하였다.

도시 또는 지역의 토지용량을 산정하는 것은 도시 또는 지역 내의 토지이용수요를 산출하는 것과 유사한 것으로, '현재의 토지이용상황은 수용 가능한 상태이다'

라는 가정을 바탕으로 개념적 동질화가 가능하다고 보고 원단위 추정법을 이용하여 용량을 추정하였다. 우선 개발계획이 불가능한 개발불가능지역과 개발억제지역을 전체 토지면적에서 제외하여 개발가능지역을 산정한 후, 기준이 되는 인구밀도를 바탕으로 토지용량이 계산된다.

산림용량은 법적기준에 의한 용량과 환경 측면에서의 용량 두 가지 모델을 사용하였다. 먼저 법적 기준에 의한 용량은 도시공원법¹³⁾ 시행규칙에서 제시하는 기준인 '하나의 도시계획구역안에 있어서의 도시공원면적의 기준은 당해 도시계획구역안에 거주하는 주민 1인당 6㎡ 이상으로 한다.'를 기준으로 두고 대상지 전체를 도시계획구역이라고 할 경우 전체인구수에 기준 면적을 곱하여 요구되는 도시공원 면적을 산정한다. 환경 측면에서의 용량은 생태학적 1인당 소요면적을 기준으로 사용한 경기개발연구원(1999)이 전라북도와 지정학적 위치가 유사하며, 원단위를 근거로 추정하였기 때문에 이의 산정방식을 적용하였다. 산정방식은 전라북도 시군별 전체 산림면적을 인구 1인당 필요로 하는 생태학적 산림면적으로 나누어 산정하며 그 원단위 기준은 경기개발연구원 연구사례 값을 적용하였다.

상수도의 장래 급수량을 결정하는 요소로는 계획인구와 급수보급률 등이 있는데 각 지역별 1인당 평균 상수수요량을 기준으로 원단위를 결정하여 산정용량을 추정하는 방식으로 각 지역의 시설용량을 1일 1인당 급수량으로 나누어 산정용량을 추정한 후 현재인구와 비교하여 여유용량을 산정한다.

하수도 역시 마찬가지로 1일 1인당 급수량에 오수전환률을 적용하여 1일 1인당 오수발생량을 산정하고, 시설용량을 1일 1인당 오수발생량으로 나누어 수용 가능 인구를 산출한 후 현재인구와 비교하여 여유용량을 산정한다.

13) 1980년 1월 4일에 도시공원법으로 제정되었고, 2005년 3월 31일 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률(법률 제7476호)로 법제명 변경 및 전면 개정되었다.

14) 청주시 지속가능성 평가 지수 산정(정헌근 외, 2007)

본 연구의 목적은 청주시의 지속가능성을 평가하기 위한 지표체계를 개발하고, 개발된 지표를 이용하여 통합 지속가능성 지수를 산정하는데 있다.

지표의 선정작업은 문헌연구와 포커스 그룹의 토론을 통해 이루어졌으며, 이렇게 선정된 지표와 수집된 관련 데이터를 종합, 별도의 지표보고서를 작성하였으며, 이러한 연구결과를 다시 시민활동가, 시의회 의원, 관련공무원, 전문가, 일반 시민 등이 참여하는 확대된 워크숍을 통해 수정 작업을 거쳤다. 표준화 과정은 개별 지표 데이터를 동일한 수치의 범주로 고정하는 과정으로 이를 위해 일정한 시간적 범위(1994 ~ 2018) 내에서 각 지표별 변화과정을 살펴보고, 그 추세를 파악한 후, 현실적인 목표치를 설정해서 이를 1 - 100 포인트 범위로 고정시켰다. 가중치 산정은 개별 지표의 중요도를 평가해서 이를 지수에 반영하는 작업으로 전문가, 시민활동가, 공무원, 청주시 지속가능 발전실천협의회 관련자 등을 대상으로 한 AHP 설문 조사를 통해 이루어졌으며, 분석은 Expert Choice 2000으로 실시되었다

전문가 그룹의 연구를 통해 제시된 6개 대범주, 13개 소범주, 38개의 지표로 구성된 청주시 지속가능성 평가 지표체계는 확대된 시민 워크숍을 통해 소범주 체계를 버리고 23개 지표로 단순화되었다. 지표는 지속가능발전의 핵심적 요소로서 ㉠ 생태적 건강성 ㉡ 자원 소비의 효율성 ㉢ 자립성 ㉣ 형평성 ㉤ 참여 ㉥ 순환 등의 원칙아래 구성되었다.

<표 3-16> 지표 프레임워크

범주	지 표
참여/공동체	시민참여 정책결정(청주시 주최 공청회 공개토론회 건수)
	자원봉사(시민1인당 연간 봉사활동 참여시간)
건강/안전	일반건강(10만명당 질병 사망률)
	정신건강(자살건수/인구10만명)
	범죄(범죄발생/인구10만명)
	교통사고 (교통사고 인명피해/인구10만명)

교육, 문화	평생교육(시민1인당 연간평생교육프로그램 참가횟수)
	문화적 삶(시민1인당 연간박물관 방문횟수)
	문화시설(문화시설 수)
환경	대중교통이용(1인당 연간대중교통수단 이용횟수)
	자전거이용(자전거전용도로길이)
	수질(청주시하천(무심천) 연평균 BOD)
	대기질(PM10농도 24시간평균 연간 A등급 비율)
	근린공원(1인당 근린공원면적)
여성과 복지	여성의 권한(여성기초의원 및 고위직 여성비율)
	여성의 경제활동(국민연금 가입자 여성비율)
	빈곤(기초생활보장수급자 비율)
	복지서비스(사회복지전담공무원 1인수급자 담당인원)
경제	청주시재정(재정력지수)
	지역내총생산(1인당 GRDP)
	자원재활용(재활용률)
	전력사용(지역내 총생산대비 전력사용)
	실업(연간고용보험공단 실업인정건수/피보험지수)

15) 지속가능한 신도시 개발을 위한 한국형 압축도시모형 정립에 관한 연구(김찬호 외, 2007)

본 연구에서는 지속가능한 개발의 구체적인 실현방안으로서 ‘압축형 도시’의 이론적 전개과정을 살펴보고, 우리나라의 장래 주택공급 목표 달성을 위한 택지공급의 한계를 검토하여 압축형 도시의 적용 필요성을 살펴보았다. 이어 우리나라의 신도시 개발에 적용 가능한 압축형 도시의 이념형을 도출하여 제시하고 구체적인 실현을 위한 제도개선 방안에 관해 논의하고자 하는 성격을 가지고 있다.

선행적 연구로 검토한 권성실(2005)의 연구는 압축형 도시의 계획요소 및 적정 수준을 <표 3-17>과 같이 제시하고 있다.

<표 3-17> 압축형 도시의 계획요소

분야	주요항목	계획요소
토지 이용	인구규모	·교통에너지, 공공서비스 비용 측면에서 250,000명 규모가 적정
	보행 및 자전거로 이동 가능한 규모의 도시 총면적	·가능한 한 도시총면적을 작게 할 필요가 있음
	적정밀도	·순밀도 500~600인/ha ·총밀도 208~250인/ha
	이동거리 최소화	·역 주변 중심상업지역 배치 ·역 주변 및 중심지 고밀배치, 외곽지역 저밀 배치, 복합토지이용
교통	대중교통 체계연계	·보행거리 내에 버스 정류장 설치 ·전철 및 간선교통과 셔틀버스의 연계
	보행 친화적 도로	·차도 폭 축소 및 요철형 포장 ·보행동선 연계, 보행자 전용공간
	자전거 도로	·독립적인 자전거 도로망 ·자전거도로 연계
환경	녹지 공간 및 오픈스페이스	·녹지공간 및 오픈스페이스 확보 ·친수환경 조성

16) 도시지속성 평가를 위한 통합지표의 가중치 결정(이우성 외, 2007)

본 연구에서는 도시의 지속가능성을 통합적으로 평가하기 위해 환경, 경제, 사회·제도, 삶의 질과 같이 4개의 분야에 대한 통합지표를 선정하고, 가중치를 결정하고자 하였다. 연구에 이용된 지표체계는 다음과 같으며, 전체 지표는 106개이다.

연구방법은 AHP 기법을 이용하여 지표의 가중치를 결정하였는데, 지표의 체계 구축 및 선정 -> 분야 및 부문의 가중치 결정 -> 세부지표의 가중치 결정 등의 순으로 진행하였다.

□ 환경분야

부문	항목	세부지표
자연자원	수자원	지하수 부존량, 하천수량
	산림자원	임야면적, 임목축적량
	해양자원	해안연장, 수산물량
	광물자원	광물자원량
환경오염	대기질	대기오염
	수질	수질오염, 하수발생, 폐수발생
	토양	토양오염, 비료사용량
	소음진동	소음현황, 항공기소음
	폐기물	폐기물량
토지이용	도시화	도시지역면적, 불투수지역 면적
	가용토지	이용 가능토지, 개발제한구역
	토지이용	농경지 면적률, 산림전용비율, 농경지전용비율
생물현황	동·식물	생물종 수, 멸종 위기종
	생물환경	습지지역면적, 수역면적
지구환경	기후변화	온실가스, 오존층파괴
	자연재해	풍수해 피해액

□ 경제분야

부문	항목	세부지표
경제구조	재정	재정자립도, GRDP
	경제이행	경제활동가능인구, 물가지수
	무역유통	수출대 수입, 유통상황
소비구조	자원소비	에너지소비량, 전력사용량, 물사용량
	재활용	폐기물재활용(에너지재활용), 재활용업체
	가계소비	가계평균소비
고용소득	소득	평균소득, 저축률
	취업 및 실업	취업인구, 실업률
산업구조	사업체	사업체수, 종사자수
	제조업	제조업체 비율, 제조업체 생산액
	농업	농작물 생산량

□ 사회·제도분야

부문	항목	세부지표
교통주택	교통량	자동차대수, 도로포장률
	대중교통	대중교통
	주택현황	주택수, 주택보급률
형평성	빈부격차	생활보호대상자, 소득격차
	남녀평등	남녀고용비율, 남녀교육수준, 남녀임금비율
과학기술	과학기술	R&D 예산비율, 연구원
	통신인프라	PC통신가입자, 컴퓨터 보유, 통신단말기 가입자
정부참여	정부의 지원	지방정부의 예산, 환경기초시설, 경제개발지원
	정부의 대응	공무원수, 민원처리, 청렴도
	시민참여	투표율, 종교참여도, 자원봉사, 노동조합
인구	인구성장	인구밀도, 인구성장률
	인구구조	노령화지수

□ 삶의 질 분야

부문	항목	세부지표
교육여가문화	교육	교육수준, 교원1인당 학생, 교육시설
	여가	문화시설, 체육시설
	문화	문화재, 관광객
도시환경	생활환경	도시화율, 지역사회개발
	경관녹지	도시공원면적, 1인당 녹지율, 경관녹지지역
주거환경	사회환경	이혼율, 세금, 지가변동률
	물리환경	도시고층화, 상수도보급률, 하수도보급률
보건복지	건강보건	의료수준, 국민연금가입
	복지	사회복지시설, 공중위생, 노인여가복지시설
공공안전	범죄	범죄율, 치안(경찰)
	안전	교통사고, 화재발생

17) 도시성장관리정책 하에서의 개발용량 추정과 정책적 함의 : 미국 매릴랜드 주를 사례로(손정렬, 2008)

본 연구는 매릴랜드 내 23개 카운티 중 15개 카운티를 대상으로 도시성장관리정책이 이루어지고 있는 상태에서 주택개발용량이 어떻게 산정될 수 있고 아울러서 각 카운티별로 산정된 도시개발용량이 매릴랜드 주의 성공적인 도시성장관리정책의 시행에 있어서 가지는 함의는 무엇인지를 규명해 보려는 지역연구이다.

이 연구에서는 도시개발용량과 관련하여 상하수도시설의 중요성을 제안하고 있다. 구체적으로 도시개발용량 산정에는 여러 가지의 요소들에 대한 고려가 필요하며, 통상 도시기반시설 또는 하부구조라 불리는 부분이 여기에 해당되는데 도로나 상하수도, 학교, 공공기관, 전기, 전화선 그리고 최근에는 초고속 인터넷 전용선 등의 주민의 기본생활에 필요한 공공시설 및 서비스공급시설들이 이 범주에 포함되거나 특히 도시개발과 관련하여 많은 주목을 받아온 부분이 상하수도 시설임을 적고 있다. 이와 같은 사실은 특히 북미의 경우에 있어서 두드러져서 여러 연구들(Tabors, et al., 1976; Kelly, 1993; Hopkins, et al., 2004; Hanley and Hopkins, 2007; Howland and Sohn, 2007)이 상하수도 시설이 개발양상에 보다 영향력이 큰 것을 보여주고 있음을 적고, 또한 하수도시설의 도시개발에의 영향과 관련하여 Hanley and Hopkins(2007)는 단독주택의 개발양상에 영향을 주는 하수도망 확장의 규모, 위치, 시기에 대한 계획, 확장시기에 대한 정책, 이들 계획과 정책에 대한 지주와 개발업자들의 반응 등에 대한 영향평가를 수행하였음을 제시하였다.

개발용량을 추정하기 위해 이용된 방법은 표준적인 방법을 따랐다(Knaap, 2001). 요약하면, 먼저 개발되지 않은 공지의 전체면적을 파악하고 이 값으로부터 환경의 제약 혹은 규제를 통한 제약으로 인해 주거용 개발이 이루어질 수 없는 필지들의 총면적을 뺀다. 이 결과로 얻어진 면적이 개발가능면적이다. 이 면적으로부터 학교, 도로 및 기타 공공서비스에 필요한 면적을 빼게 되면 남은 면적은 순 개발가능면적이 된다. 순 개발가능면적에 각 위치별로 지구제 하에서 허용 가능한 주택의 수를 곱하게 되면 주택개발용량이 산출된다. 이미 건물이 들어서 있는 토지들이 경우에도 유사한 방식으로 개발 잠재력을 평가할 수 있다. 이들과 같이 이미 개발이 진

행된 토지들은 고밀도로 개발된 토지뿐만 아니라 농가 하나만이 위치한 대규모의 농장 등도 포함하고 있다. 많은 경우에 이들 토지에서의 재개발용량이 개발되지 않은 토지나 혹은 개발된 토지의 개발용량을 산정할 때 함께 포함된다. 재개발용량은 특히 오래되고 매우 도시화된 지역에서의 개발용량에 잠재적으로 중요한 요소이다.

18) 지속가능한 도시개발지표 설정을 위한 환경지표의 개발과 적용방안 연구(유민수 외, 2008)

본 연구에서는 단지 또는 도시를 대상으로 물리적인 환경특성을 평가할 수 있도록 건축물이나 시설을 구분하고, 환경특성을 대변할 수 있는 지표항목을 추출하여 이를 이용한 환경지표와 평가방법을 제시하고자 한다. 연구방법으로서 평가지표의 가중치 설정은 전문가 217명을 대상으로 면접·설문조사를 실시하고, AHP 분석기법을 이용하였다.

평가지표는 WHO의 공중위생목표영역에 있는 ‘안전성(Safety)’, ‘보건성(Health)’, ‘편리성(Convenience)’, ‘쾌적성(Amenity)’의 4가지 기본항목과 15개의 기능별 세부 평가항목으로 설정하였다.

<표 3-18> 환경친화 평가지표

분 류	기 능
안전성(S)	S-1 재해방지 S-2 교통안전 S-3 약자에 대한 배려 S-4 방법
보건성(H)	H-1 위생·청결 H-2 수질보전 H-3 소음·진동 H-4 일조
편리성(C)	C-1 상업 및 공공시설 편리성 C-2 직주 근접성·교통 편리성 C-3 스포츠평원·문화시설 편리성 C-4 소프트서비스·정보 편리성
쾌적성(A)	A-1 녹지·물과의 접근성 A-2 공간적 여유·아름다운 경관 A-3 커뮤니티·활기 형성

2. 환경용량 지표 관련 선행 연구

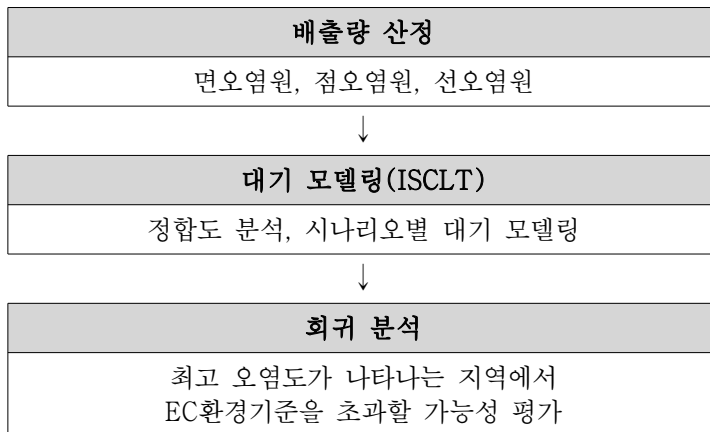
1) 제주도 친환경 개발을 위한 환경지표 설정(제주도, 1997)

본 연구에서는 제주도의 친환경적 지표를 개발하고, 수용 가능한 용량을 평가하였다. 특히 환경관리용량 평가에서는 대기용량 평가, 수자원 용량 평가 그리고 토지용량을 평가하였으며, 사례별 적정수준 평가 측면에서는 적정 자동차수 평가, 적정 관광객수 평가, 적정 인구 평가, 적정 산림 면적 평가 그리고 종합평가 등을 실시하였다.

환경용량이란 기본적으로 이용할 수 있는 자원의 양으로 이용과정이나 폐기과정에서 인간에게 해가 없어야 하며, 또 지속적으로 이용이 가능하여야 한다. 환경수용력의 범위 내에서 개발을 수행하여 환경을 보전하고자 하므로 도시 적정인구, 관리기술, 자원이용능력과 같이 객관적으로 정의되지 않는 것을 기초로 하기에 동일한 환경 조건하에서도 자원의 이용도와 상태는 달라질 수 있다. 그렇기 때문에 환경용량의 파악은 개발의 한계를 설정하기보단 궁극적으로 현재의 인간활동에 대한 생태학적 지속가능성의 수준을 평가하고, 이를 통하여 발생 가능한 환경문제를 해결하고 효과적인 관리를 수행하기 위한 수단으로 이용되어야한다.

다음은 적정 대기용량과 관광객수의 평가방법 및 개발 가능한 허용기준이다.

<그림 3-8> 적정 대기용량 평가 방법론



<그림 3-9> 적정 관광객수 도출 방법론

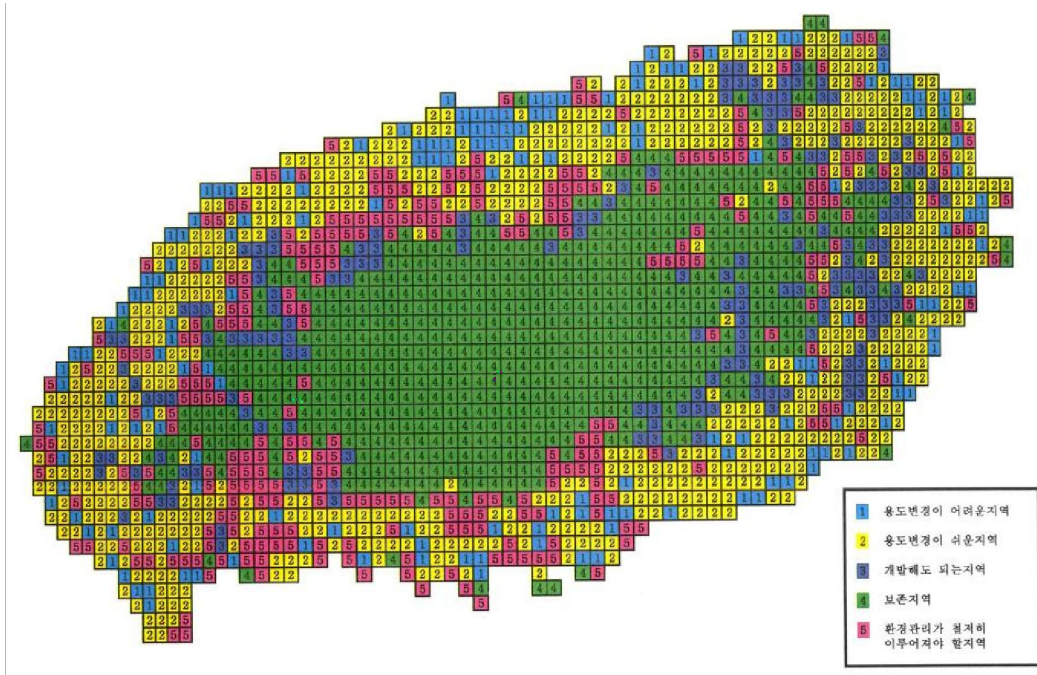


<표 3-19> 개발이 가능한 허용기준

평가요소	개발 가능한 기준	비고
경사도	10% 미만 지역	지형 및 경관 변경 최소화
녹지자연도	5등급 이하 지역	6등급 이상 개발 제한(환경영향평가)
한라산 국립공원	원칙적으로 개발 불가지역	전 지역 개발 제한
절대보전지역	개발 불가지역	제주도 자연환경보전계획
상대보전지역	원칙적으로 개발 불가지역	제주도 자연환경보전계획
특별관리지구	개발 불가지역	제주도 자연환경보전계획
오름	개발 불가지역	제주 지역 정서
생물서식지 보전지역	개발 불가지역	천연기념물 및 지방기념물 보전지역
개발제한구역	원칙적으로 개발 불가지역	국가의 개발제한구역 전략

이러한 방법과 기준을 바탕으로 환경용량평가를 한 결과, 적정인구는 60만~70만 수준, 적정 산림면적은 80,000~90,000ha 수준, 자동차수는 20~25만대 수준, 관광 객수는 연 5백만~6백만 수준으로 추정되었다.

<그림 3-10> 토지이용용량 특성지도



2) 지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표개발에 관한 연구(문태훈, 1998)

본 논문에서는 지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산출을 위한 소규모 모델을 구축하고 이에 기반한 환경지표의 개발방법을 제시하고자 하였다. 연구의 방법으로 환경용량의 산정을 위한 모델링을 위해서는 동태적 체계이론(System Dynamics)에 기반한 컴퓨터 모의실험방식을 적용하였다.

동태적 체계론에 입각한 환경한계용량 산정을 위한 모델의 개념도는 <그림

(auxiliary variable)에 의하여, 그리고 나머지 초기값들은 보조변수(auxiliary variable)에 의하여 계산된 값들이다. 균형값은 모델 시뮬레이션의 결과 인구, 산업체의 수, 주택의 수, 녹지면적 그리고 환경지수가 균형상태에 도달했을 때 각 변수들이 가지는 값을 표시하고 있다.

<표 3-20> 환경용량모델에 기초한 지속가능성 지표 예시

지탱가능성 지표체계의 구성요소	환경용량 모델의 변수들을 이용한 지탱가능성 지표	지표의 초기값	지표의 균형값	비고
부존환경	• 총가용 토지면적(land)	40	40	상수, km ²
	• 녹지면적(green space)	10	12	km ²
	• 토지점용비율(LFO)	0.44	0.5	비율
지속가능한 인구, 경제, 사회 각 부문의 적정규모	• 총인구(population)	50000	36361	명
	인구유입(inmigration)	3038	1999	명/년
	인구유출(outmigration)	3500	2545	명/년
	• 산업체의 수(industry structure)	1000	552	개소
	산업체증가(industry construction)	7.7	13.8	개소/년
	산업체감소(industry demolition)	25	13.8	개소/년
	• 노동인구(labor force)	23400	17017	명
	노동력/직업수비율(labor forec to job ratio)	0.75	0.99	비율
	• 주택의 수(house)	14000	25797	호
	주택증가(housing construction)	1207	851	호/년
	주택감소(housing demolition)	462	851	호/년
세대수/주택비율(household to house ratio)	0.89	0.35	비율	
환경부하의 크기	• 이산화탄소의 배출량(pollution inc)	115160	67657	CO2 ton
	녹지의 이산화탄소 흡수량(CO2 sink by green space)	10740	13004	CO2 ton
	단위면적당 이산화탄소의 양(CO2 per unit land)	4393	2701	CO2ton/km ²
환경의 질	환경지수(pol index)	4.7	2.9	

3) 지속가능한 도시개발을 위한 환경지표에 관한 연구(이동근 외, 1998)

본 연구에서는 지속가능한 개발과 관련하여 선진외국에서 작성되고 있는 환경지표를 참고로 하여 우리나라 도시의 지속가능성을 평가할 수 있는 환경지표를 개발하고자 하였다. 또한 개발된 지표 중 지속가능한 도시개발을 위한 가장 중요한 축의 하나인 자연과의 공생관련지표를 사례도시에 적용하여 개발된 지표의 타당성과 적용가능성을 검토하였다. 이 연구에서 설정하고 있는 환경지표는 다음과 같다.

<표 3-21> 환경지표의 구성

종합	중간지표	개별지표		산출방법	
구동력 지표 (Driving Force)	인간의 도시활동	인구		도시인구밀도	
		교통		자동차 등록자수	
	자원의 이용	에너지 소비	석탄류	사용량	
			석유류(경유, 가솔린 등)	"	
			가스류(LNG 등)	"	
			전력류	"	
		수자원이용		상수사용량 공업용수 사용량	
		산림이용	국유지·사유지별 산림별채면적		
	압력지표 (Pressure)	토지이용변화	생물이용		조수 포획수
			도시화율		시가지구역면적/전체도시면적
지목별 토지이용변화			지목별 토지이용변화량		
하천변화율			일정기간동안 하천복개율		
동·식물 변화율			일정기간동안 동·식물 변화율		
도로율			일정기간동안 변화한 도로율		
환경부하		대기오염원 배출	대기오염 배출원	대기오염 배출업소수	
			대기오염 배출량	대기오염배출량	
		수질오염원 배출	수질오염 배출원	수질오염물질 배출업소수	
			수질오염 배출량	폐수배출량, 하수배출량	
	폐기물 배출	폐기물 배출원	폐기물 배출업소수		
		폐기물 배출량	폐기물 배출량		
	중금속 배출	중금속 배출원	중금속 배출업소수		
		중금속 배출량	중금속배출량		
토지구조	이용가능토지면적		경사도8° 이하의 면적/시면적		
	녹지구조		시주변 공원의 유형 및 수		
생물	양	생물종다양성	식물종 다양성/동물성 다양성		

상태지표 (State)	질	녹지량	도시 내 현황녹지량	
		자연성	녹지자연도	
		안정성	식생천이정도, 식생수령	
		대표성	동·식물상 대표종(우점종)	
		희귀성	보호해야할 식물군락/동물 분포율, 천연기념물 수	
		고립성	패취사이즈, 패취수	
	분포	연속성	$L(\text{실제로 연속하고 있는 선 수} / \text{Lmax(계산상 연속이 가능한 선 수)} \times 100)$	
		대기	NOX 대기내 NOX 농도 SOX 대기내 SOX 농도 TSP 대기내 TSP 농도	
	환경부하	수질/수량	BOD	공공역 구역의 BOD농도
			COD	공공역 구역의 COD농도
			수자원 고갈	하천 유량 및 호수저수량
	토양	Cu	토양 중 Cu 농도	
		Pb	토양 중 Pb 농도	
		Zn	토양 중 Zn 농도	
대응지표 (Response)	자원의 재이용	쓰레기재활용지표	쓰레기의 재활용 비율	
		물순환지표	중수 재활용비율/우수이용비율	
		에너지유효지표	난방에너지 중 지역난방시스템에의 이용률	
		자연에너지이용지표	자연에너지 이용시설수	
	환경질 향상	거리의 아름다움지표	시가지내 미관지구 면적비율	
		친수공간지표	자연적 수변연장	
		서식공간의 보전창출지표	도시 내 보전 및 창출가능 면적/전체도시면적	
		시가지의 여유지표	시가지내의 공지 면적비	
	시민행동· 정책지원	자연과 인간의 공생지표	visitor center 이용자수, 공원민간 봉사자수, 자연공원이용자수	
		민원지표	처리건수/환경오염피해건수	
		보전창조투자지표	시민1인당 환경보전 지출액	
		시민생활·활동지표	환경보전 창조의 시민활동 참가율	
		환경보전자립도지표	폐기물의 시자체 처리율	
		제도기구지표	협정·제도 건수	
		환경시설	환경오염방지시설	
		지구환경문제	지구환경예산/전체예산	
		환경인력·기구	인구천명당 환경담당 공무원 수	

4) 환경용량평가의 동향과 과제(국토연구원, 1999)

이 글에서는 환경용량(environmental capacity)에 대한 개념을 정립코자 하였으며, 그동안 논의된 환경용량의 주요 정의내용을 <표 3-22>와 같이 정리하였다.

또한 저자는 환경용량평가에 관한 세 가지 사례로 Tahoe호 지역의 토지적성 분류(미국 농림성과 Tahoe 지역계획청), 하와이 자원과 공공서비스의 한계수급량 평가(미국 주택도시개발부) 그리고 일본 동경도 공공시설 수용능력평가(일본 동경도·지역개발학회)를 소개하고 있다.

<표 3-22> 환경용량의 주요 정의

구분	환경용량의 정의
제주도 (한국환경영향평가학회, 1997)	·수동적 환경용량: 자연의 자원공급능력과 자정능력에 대하여 결정되며, 환경훼손이 발생하지 않고 인간이 이용할 수 있는 한계수준으로 인간의 지적 수준과 기술 등이 고려되지 않음. ·능동적 환경용량: 환경관련 문제를 찾아내고 이를 해결할 수 있는 지역사회의 총체적 능력(의제 21의 환경에 대한 능력 또는 용량)으로서 자연자원 및 자정작용과 함께 인간의 기술, 관리능력 및 지역사회의 능력 등이 포함된 포괄적인 용량
UNDP (코스타리카회의,1995)	·자정능력을 포함한 모든 자원의 이용능력 ·환경문제를 해결할 수 있는 능력
末石富太郎 (환경계획연구회, 1993)	·인간환경시스템이 안정적이고 지속가능한 개발을 이룩하는데 필요한 환경조건
최상철 (건설공무원교육원, 1991)	·자연계가 지니고 있는 물질을 순환시켜 환경의 질적 수준을 일정하게 유지시키고 자원을 재생시키는 능력을 양적으로 파악한 것
内籾正明 (환경용량론, 1987)	·제1종: 환경상태에 대한 외적 규범(예: 환경기준 등) 내에서 인간의 활동량을 적정하게 배분하기 위한 개념 ·제2종: 자연생태계 안정을 지속시키기 위한 절대적인 조건하에 인간활동의 한계를 설정하는 개념
Odum, Howard T. (models as Ecological Tools, 1974)	·the maximum population density of a particular species that a given are of habitat can support over a given period of time
Bioshop et al. (Socio-economic Environmental Studies Series, 1974)	·the level of human activity(including population dynamics and economic activity) which a region can sustain(including consideration of import and export of resources and waste residuals) at acceptable quality-of-life levels in perpetuity
McHarg Ian (Design with Natural, 1969)	·the suitability of the natural environment for urban development uses

또한 최근 지속가능한 개발의 개념이 ‘환경용량 범위 내에서의 성장’이라는 개념으로 인식되면서 통합적인 환경용량 산정 및 환경용량에 기반한 환경지표 개발이 활발히 요구되고 있다라고 적으면서 환경용량의 요소를 <표 3-23>과 같이 정리하였다.

<표 3-23> 환경용량의 요소

구 분	요소별 주요내용
환경적 요소	환경훼손을 방지하기 위한 인간활동의 한계량(the limit)
인식적 요소	환경의 변화를 초래시킬 수 있는 활동의 규모 및 변화정도(the amount of activity or degree of change)
제도적 요소	개발지침의 운영능력(the ability of organization)
기 타	정부의 재정능력(the fiscal capacity of a government : 세율측정), 공공서비스시설규모(the capacity of public service systems : 상하수도용량 측정), 행동능력(the behavioral aspects of capacity : 교통량 및 레크레이션 활동 측정), 경제적 용량(the economic capacity of an area : 고용·생산량 측정)

5) 서울시 환경용량 평가에 관한 연구(이창우·오용선, 1999)

이 연구는 서울시의 환경용량 한계를 구체적 수치로 밝히고자 하였으며, 이를 토대로 도시성장을 관리하고 지속가능한 개발을 달성할 수 있는 새로운 서울시 환경관리정책의 틀을 제시하는 데 그 목적을 두고 있다. 이를 위해 서울시 전체 차원의 환경용량을 세 가지 접근방법을 이용하여 추정하였다.

첫째는 생태적 발자국(Ecological Footprint: EF) 지수이며, 둘째는 에머지(Emergy) 분석 그리고 마지막으로는 오니시(Onishi) 모델을 활용하여 서울시 도시기반시설 및 대시민 서비스의 수용력을 평가하였다. 특히 오니시 모델은 서울시 하부기반시설 및 서비스의 수요량과 공급량을 측정하고 수요와 공급간 균형점을 찾음으로써 도시기반시설 및 서비스의 수용능력이 어느 정도인지를 보여줄 수 있는 모델이라고 할 수 있다.

도시환경용량은 다음 <표 3-24>와 같이 네 가지 영역의 하부 용량으로 구성되

어 있으며, 각 분야마다 세부적으로는 다양한 지표들로 구성되어 있는 매우 복잡한 개념으로 설정하고 있다.

<표 3-24> 환경용량 산정에 필요한 구성지표

영역	종류	구 성 지 표
공간 가용능력	1. 인구 수용능력	면적당 인구수
	2. 녹지보전 능력	총 면적당 녹지면적 인구 1인당 녹지면적
투입영역 수용능력	3. 급수량	최대급수량(1일)
	4. 에너지 생산량	무연탄 공급량(1개월)
		유류 공급량(1개월)
		가스 공급량(1개월)
		전기 공급량(1개월)
5. 가용토지면적	시가화 가능 면적을	
산출영역 수용능력	6. 하수처리 능력	최대 처리능력(1일)
	7. 대기오염 정화 능력	대기오염 저감 능력
	8. 폐기물 처리 능력	총 매립능력
		총 소각 능력
		총 재활용 능력
하부기반시설 수용능력	9. 교통소통 능력	도로혼잡도
		주행속도
	10. 공공시설 수용능력	주변공원 접근도
		초등학교 1학급당 수용인원
		주차공간
		관공서 접근도
		보행혼잡도

이상의 접근방식에 의한 결과를 살펴보면, 생태적 발자국 지수 분석을 통해 1987년과 1997년의 양 연도간 생태적 발자국 지수를 비교분석하였는데, 음식, 건조환경, 산림, 에너지 부문에 걸쳐 생태적 발자국 지수가 모두 증가하였음을 알 수 있었다. 즉 1987년에 3.66이었던 생태적 발자국 지수가 1997년에는 4.32로 늘어 10년간 0.66 증가한 것으로 나타났다. 1997년 기준 서울시민의 1인당 토지소비비는 자연조건으로

주어진 토지면적을 742배 초과하고 있는 것으로 나타났다.¹⁴⁾ 에머지 분석을 통하여 서울시 인구수용능력을 추정한 결과, 서울시의 적정 인구 수용능력은 315만명으로 나타났다.

6) 서울시 환경용량 평가에 관한 연구Ⅱ(이창우, 2000)

1999년의 연구에 이어, 후속연구의 성격을 갖는 본 연구는 서울에 적합한 환경용량평가 모델을 새로이 개발하여 적용하고자 하였다. 본 연구에서는 토양환경부문에 서의 적정 불투수토양피복도와 대기오염물질 중 이산화질소의 수용능력을 산정하여 서울의 환경용량을 평가하였다.

연구는 문헌조사를 통한 국내·외 환경용량 평가의 유사사례연구, 서울의 각 구별 토양피복도에 대한 DB 재구축, 전문가 델파이 조사를 통한 서울시의 바람직한 불투수 토양피복도 제시, 종합적 환경용량 평가모델인 시스템 다이내믹스 모델을 통한 도시 요소(인구, 토지 등)간 상호작용 시뮬레이션 등의 방법으로 진행하였다.

이러한 환경용량 평가 결과에 기초하여 본 연구는 서울시 환경의 수용능력의 한계를 초과하는 개발에 대한 규제방안을 마련함과 동시에 환경용량에 기초한 환경관리체계 구축방안 및 토지이용규제 제도 정비방안을 제시하였다.

7) 환경지표와 지표체계 개발(강상목 외, 2000)

이 연구에서는 환경지표의 개념을 이론적으로 명확히 정의하고, 이를 효과적으로 개발·활용할 수 있도록 이론적 체계와 실질적으로 적용해 볼 수 있는 활용체계를 제시하고자 하였다. 이 연구에서 연구자는 환경지표를 환경을 구성하고 있는 여러 부분의 관측값 중에서 현상을 가장 잘 설명하는 대표치들을 말한다라고 적고 있다.

이 연구에서는 우리나라 환경지표 체계를 <표 3-25>와 같이 발생환경문제, 자연자원, 인간생활복지, 일반활동부문의 네 부분으로 대별 제시하고 있다.

14) 이것은 서울이 생태적으로 생산적인 도시가 아니며, 자연자원을 집중적으로 소비하고 있는 곳임을 뜻한다.(이창우 외, 1999, p.72)

<표 3-25> 우리나라 환경지표 체계 개발

1. 발생환경문제 부문

구분	압력지표	상태지표	대응지표
• 기후변화	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출량 CO₂, NH₄, N₂O 	<ul style="list-style-type: none"> 지구평균기온 온실가스 대기 농도 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 원단위 에너지 환경세
• 오존층 고갈	<ul style="list-style-type: none"> CFCs, 할론의 소비량 	<ul style="list-style-type: none"> 오존고갈 물질의 대기 농도 지표의 온실가스 방사율 	<ul style="list-style-type: none"> 오존고갈 물질사용 억제 오존고갈 물질 감소 목표
• 산성화	<ul style="list-style-type: none"> SO₂, NO_x, NH₃ 배출량 	<ul style="list-style-type: none"> 산성비 농도 pH 임계부하 초과 농도 	<ul style="list-style-type: none"> 촉매전환장치 장착차량 % 고정오염원의 SO_x, NO_x 감소설비 용량
• 부영양화	<ul style="list-style-type: none"> 비료 사용량 N, P 배출량 BOD 배출량 	<ul style="list-style-type: none"> BOD, DO, N, P의 농도 	<ul style="list-style-type: none"> 하수처리시설 수혜인구 % 폐수처리에 대한 이용자 부담금 인이 없는 세제의 시장점유율
• 독극물 오염	<ul style="list-style-type: none"> 중금속 배출량 농약 사용량 특정폐기물 발생량 기타 유독물 배출량 	<ul style="list-style-type: none"> 중금속 농도 기타 유독물 농도 오염토지면적 	<ul style="list-style-type: none"> 생산과정중 독극물 억제 납 미합유 석유의 시장비율 % 오염면적 중 정화 면적 %
• 광화학 스모그	<ul style="list-style-type: none"> VOC, HC, NO_x 배출량 	<ul style="list-style-type: none"> VOC, HC, NO_x의 대기중 농도 	<ul style="list-style-type: none"> 촉매전환장치 장착차량 % 고정오염원의 광산화물질 억제 설비용량
• 생물다양성/경관	<ul style="list-style-type: none"> 토지 전환 서식지 변경 	<ul style="list-style-type: none"> 알려진 종의 합계 중 위협받는 종과 멸종된 종의 % 국내종과 외래종의 비율 주요 종의 총서득 	<ul style="list-style-type: none"> 국도면적 중 보호지역의 면적 자연보호프로그램의 실행
• 폐기물	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물 발생량 - 시 - 산업 - 특정 - 핵 	<ul style="list-style-type: none"> 토양/지하수 수질 폐기물 처리 입지의 면적 	<ul style="list-style-type: none"> 재활용률 경제적 수단 - 폐기물 처분 부담금 - 폐기물 예치금 - 쓰레기 종량제
• 소음진동	<ul style="list-style-type: none"> 소음, 진동 업소수 항공기 운항 기차 운행 횟수 	<ul style="list-style-type: none"> 주요지역의 소음수준 총인구 중 소음, 진동으로 고통 받는 인구 % 	<ul style="list-style-type: none"> 저소음기기개발 투자 저소음자동차개발 % 소음진동 규제지역 면적
• 악취	<ul style="list-style-type: none"> 악취업소 	<ul style="list-style-type: none"> 주요지역의 악취 수준 악취로 고통 받는 인구수 	<ul style="list-style-type: none"> 악취업소 중 악취방지 시설 설치 업소 %

2. 자연자원 부문

구분	압력지표	상태지표	대응지표
• 수자원	<ul style="list-style-type: none"> • 물소비량 • 수자원 이용원 단위 	<ul style="list-style-type: none"> • 물부족 <ul style="list-style-type: none"> - 빈도, 기간, 정도 • 지하수 보유량 	<ul style="list-style-type: none"> • 상수도 건설 • 지하수 개발 • 물가격 • 하수처리를 위한 이용자의 부담금
• 산림자원	<ul style="list-style-type: none"> • 실제 수확량(벌목량) • 산림지 전환 • 성장량 대비 벌목량 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 산림면적/목재량 • 총토지면적 중 산림지 % 	<ul style="list-style-type: none"> • 산림지역 관리와 보호 <ul style="list-style-type: none"> - 벌목면적 중 복구된 면적 % - 보호받는 면적 % • 임업의 환경투자
• 해양자원	<ul style="list-style-type: none"> • 어획고 	<ul style="list-style-type: none"> • 어족 스톡 	<ul style="list-style-type: none"> • 어획고 규제
• 화석연료 자원	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 소비량 • 채취량 • 수입량 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 보유량 • 확인된 매장량 	<ul style="list-style-type: none"> • 연료가격 • 에너지 워단위 • 재생불능자원 이용 대비 • 재생가능자원 이용량 %
• 금속광물자원	<ul style="list-style-type: none"> • 금속광물 소비량 • 광물생산 작업 면적 	<ul style="list-style-type: none"> • 확인된 매장량 • 고갈률 	<ul style="list-style-type: none"> • 광물자원 확보 투자 • 재활용률 • 복구/사후 관리

3. 인간생활복지 부문

구분	압력지표	상태지표	대응지표
• 수질(담수질)	<ul style="list-style-type: none"> • 폐수배출량 <ul style="list-style-type: none"> - 생활 - 산업 - 오수, 축산 폐수 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요강의 수질 농도 <ul style="list-style-type: none"> - 한강, 낙동강, 금강, 영산강 	<ul style="list-style-type: none"> • 수질개선 투자 <ul style="list-style-type: none"> - 하수처리를 개선(%)
• 대기질	<ul style="list-style-type: none"> • 주요도시 대기 오염물 배출량 <ul style="list-style-type: none"> - SOX, NOX, CO, TSP, HC, ... 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요도시의 대기질 농도 <ul style="list-style-type: none"> - 서울, 부산, 대구, 대전, 광주, 울산, 인천 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 가격 • 녹지공간 면적 • 대중교통 이용 비율
• 토양질	<ul style="list-style-type: none"> • 토지 이용 • 폐기물 발생량 • 가축 밀도 • 비료와 농약 사용량 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양/지하수 수질 • 표토상실 면적(토양오염 면적) <ul style="list-style-type: none"> - 토양침식, 염분화, 침수 면적 - 습지 면적 	<ul style="list-style-type: none"> • 복구 면적
• 해양수질	<ul style="list-style-type: none"> • 오염물질 배출량 • 석유 유출량 	<ul style="list-style-type: none"> • 해양수질 농도 <ul style="list-style-type: none"> - BOD, COD 	<ul style="list-style-type: none"> • 연안지역 관리 • 해양 보호
• 식품안전과 질 - 음용수 - 식품	<ul style="list-style-type: none"> • 오염된 음용수 공급량 • 오염된 식품 공급량 	<ul style="list-style-type: none"> • 수인성/중금속 질병자수 • 식품 중독자수 	<ul style="list-style-type: none"> • 정수기 보급 • 생수 판매량 • 오염된 식품공급률 %
• 직업적 노출	<ul style="list-style-type: none"> • 직업병 노출 근무자수 	<ul style="list-style-type: none"> • 직업병 발생자수 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업환경시설 개선 • 정기 건강진단 실시

4. 일반활동 부문

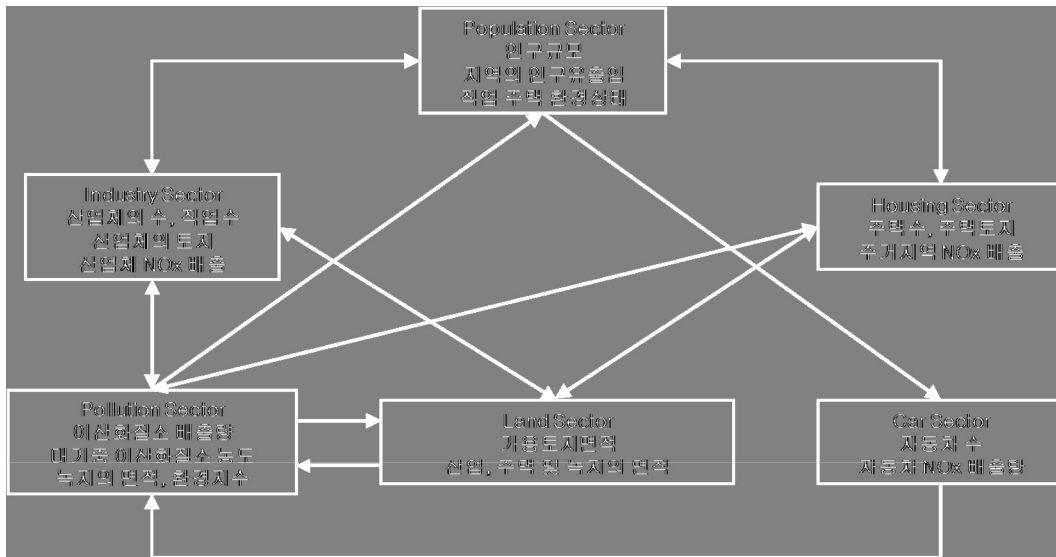
구분	압력지표	상태지표	대응지표
• 인구	• 인구성장률 및도		
• 경제활동	<ul style="list-style-type: none"> • 경제구조 • GDP • 사적 소비/저축 • 산업생산 • 도로 교통량 • 자동차 이용량 • 농업 생산 • 수출과 수입량 		<ul style="list-style-type: none"> • 환경지출예산 <ul style="list-style-type: none"> - 오염방지 지출 - 환경기술 개발투자 • 공공여론

8) 지탱 가능한 발전을 위한 서울시 환경용량의 산정과 정책적 함의(문태훈 외, 2001)

본 연구는 환경용량 산정을 위한 시론적인 연구로서 대기모델인 박스모델과 시스템다이나믹스 모델인 도시동태 모델을 결합한 서울시 환경용량모델의 구축가능성을 모색하고 이에 기반하여 서울시 환경용량 추정을 시도하는 차원에서 추진되었다.

시스템다이나믹스의 관점에 입각한 환경용량 산정을 위한 모델의 개념도는 <그림 3-12>와 같다. 모델에서 도시는 크게 인구, 산업, 주택, 환경, 토지, 차량의 다섯 부문으로 구성되어 있으며 각 부문은 서로 간에 영향을 주고받는 역동적인 관계를 가지는 것으로 설정되어 있다. 여기서 환경부문의 모델은 Box Model을, 도시의 인구, 산업, 주택, 토지, 차량부문은 도시동태모델을 이용하였으며 이 두 모델을 결합하여 서울시 환경용량 모델을 구축하였다. 모델의 목적은 녹지를 포함하는 한정된 토지공간이 주어져 있다고 가정할 때, 이 공간 내에서 일정한 환경의 질을 유지할 수 있는 지탱 가능한 인구규모, 산업활동의 규모, 주택의 규모, 자동차의 규모는 어느 정도인가를 동태적으로 파악함으로써 서울시의 환경용량을 산정하고자 하는 것이다.

<그림 3-12> 환경용량과 인간활동 모델의 개념도



이 연구에서는 목표대기질을 30ppb로 하는 경우, 목표대기질을 40ppb로 하는 경우, 인구, 사업체, 주택, 차량, 사업체 부지, 택지면적, 녹지면적, NO₂, 환경지수, 세대수-주택비율, 노동-직업수비율 등의 값을 산출하고 있다.

9) 법·제도적 측면의 환경용량 산정에 관한 연구(손민호 외, 2005)

본 연구에서는 도시라는 공간적인 대상에 대하여 환경용량의 사회적 유형인 법·제도적인 측면의 환경용량을 산정하고자 하였다. 도시의 한정된 토지자원을 최적으로 이용하기 위한 방안으로 법제적인 토지이용규제가 활용되고 있으며, 이와 같은 규제에 의해 법제적 환경용량을 산정할 수 있다. 법제적 환경용량은 토지에 규정된 이용계약으로부터 산정되며, 어느 한 지역이 지정된 용도로 활용되기 위한 최대 환경용량을 나타낸다.

본 연구에서는 환경용량을 물리적, 환경적, 생태적, 심리적, 사회적 유형으로 구분되어지는 수용력의 개념과 환경용량 모델 개발의 이론적인 배경인 사회과학적인 개념으로서의 '일정한 지역의 자연환경·생태계가 부양할 수 있는 경제 또는 인

구규모의 산출'이라고 정의하였다.

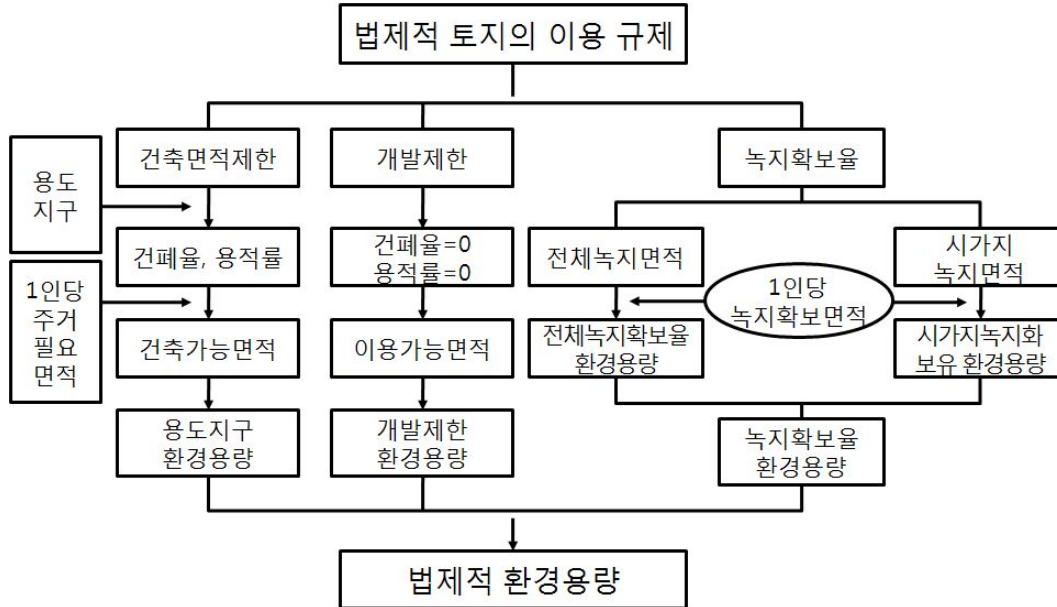
본 연구의 대상지는 최근 개발이 활발히 이루어지고 있으며, 도심지와 녹지, 반자연지역이 공존하고 있는 검단지구 일부를 제외한 인천 서구지역으로 선정하였으며, 연구방법은 토지이용규제에 대한 법제적 검토, 법제적 요인에 의한 환경용량 산정(용도별 환경용량, 개발제한환경용량, 녹지확보용 환경용량, 법제적 환경용량)으로 접근하고 있다.

‘토지이용 규제에 따른 법제적 유형분류와 종류’ 그리고 ‘법제적 환경용량 산정 체계도’는 다음과 같다.

<표 3-26> 토지이용 규제에 따른 법제적 유형 분류와 종류

법제적 분류	종 류
국토 및 지역환경 부분	국토계획 및 이용에 관한 법률, 개발제한구역지정 및 관리에 관한 특별조치법, 도시공원법 등 10개 법률
자연환경 부분	자연환경보전법, 습지보전법, 조수보호법, 자연공원법 등 8개 법률
수질환경 부분	호수수질 관리법, 하천법, 소하천 정비법, 수질환경보전법, 수도법, 지하수법 등 7개 법률
농림환경 부분	산림법, 농지법, 산지관리법 등 6개 법률
해양수산환경 부분	공유수면매립법, 해양오염관리법 등 7개 법률
문화환경 부분	문화재보호법, 관광진흥법, 체육시설 유지에 관한 법률 등 3개 법률

<그림 3-13> 법제적 환경용량 산정 체계도



10) 환경친화도시의 구성요소 중요도 분석(김범철 외, 2005)

본 연구에서는 연구대상자들의 의식조사를 통해 환경도시에 대한 인식이 어떻게 형성되어 있는지를 고찰하고, 각 설문 문항에 따른 분석에 따라 환경친화도시의 구성요소 중요도를 연구 분석하였다. 주요 분석기법은 AHP 기법을 이용하였다.

환경적 지속성 도시계획요소는 국외선행연구인 Urban Village Group(1992), Breheny and Rockwood(1993), Williams, K. Burton, E. and Jenks, M.(1996), Congress for the New Urbanism(2000)과 국내선행연구인 이재준·박원규·오수호·장선영·이규인(1999), 김영환(2001), 이준(2003), 권성실(2004), 유성근·이주형(2004)이 말한 요소를 기준으로 하였다.

기존 문헌 고찰을 통하여 67항목의 계획요소 중 토지이용 27항목의 계획요소를 유사한 항목은 제외하여 7항목으로 정리하고, 교통부분은 21항목의 계획요소를 유사한 항목은 제외하여 5항목으로 정리하고, 마지막으로 환경 및 에너지절약 부분은

19항목의 계획요소를 유사한 항목은 제외하여 7항목으로 정리하였다. 환경친화도시 구성요소 19항목으로 정리하여 본 연구의 목적과 부합되도록 상위기준과 하위기준으로 변수를 선정하였다. AHP에 의한 분석결과 상위기준과 하위기준 변수별 가중치 그리고 일관성은 <표 3-27>과 같다.

<표 3-27> 전체 가중치 및 일관성 지수

구분		가중치	전체가중치	일관성지수	
상위기준	토지이용	0.281		0.13	
	교통	0.135			
	환경 및 에너지 절약	0.584			
하위기준	토지이용	복합토지이용	0.094	0.026	0.002
		혼합용도 활성화	0.085	0.024	
		개발밀도(용적률, 호수밀도 등)의 하향 조정	0.087	0.025	
		토지효율, 일조, 통풍, 환경을 고려한 블록의 형태와 배치	0.303	0.085	
		편익 및 공공시설 집중	0.133	0.037	
		도시지역 에너지 효율을 위한 용적률 상향(고밀도)	0.087	0.025	
		도시근교 생태단지 용적률 하향(저밀도)	0.210	0.059	
	교통	대중교통이용 장려	0.200	0.027	0.004
		화석연료를 최소화 할 수 있는 교통	0.223	0.030	
		자전거와 보도 이용	0.268	0.036	
		보행자 전용도로 설치	0.235	0.032	
		차도폭 축소 및 요철형 포장	0.074	0.010	
	환경 및 에너지 절약	에너지 효율적/정보화 기능을 갖는 건조환경	0.135	0.079	0.002
		대기오염(SO2, CO, NO2, TSP) 배출 저감을 위한 환경 계획	0.171	0.10	
		지역난방 시설의 확대	0.089	0.052	
		LPG, LNG 등 청정에너지 사용 확대	0.118	0.069	
		녹지, 공원 등 오픈스페이스 확충 및 연계	0.315	0.184	
폐열의 이용 : 열병합 지역난방		0.087	0.051		
지역난방시스템과 연결된 저온 난방		0.085	0.050		

분석결과, 상위기준에서는 환경 및 에너지 절약부분 가중치가 58% 이상을 넘고 있어 토지이용부분보다는 약 2배 정도 중요하며, 교통부분에서는 약 4배 정도 중요한 것으로 분석되었다. 또한 환경친화도시의 구성요소 중요도 분석에서 우선적으로 고려해야 될 사항은 환경 및 에너지 절약부분의 녹지, 공원 등 오픈스페이스 확충 및 연계, 토지이용의 토지효율, 일조, 통풍, 환경을 고려한 블록의 형태와 배치, 교통의 자전거와 보도이용의 순으로 나타났으며, 그 가중치는 각각 0.184, 0.085, 0.036으로 3개 요인이 전체의 30.5%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

11) 한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구(이재준, 2005)

본 연구는 문헌·사례 분석 및 전문가 의식조사, 다자간의사소통 체계에 의한 환류적·오류수정식 접근 등의 다양한 연구방법을 통하여 우리나라에 적용 가능한 한국형 생태도시 계획지표를 개발하는 것을 그 목적으로 하고 있다.

이 연구에서는 기존연구 고찰과 국내외 생태도시 계획지표 적용 사례분석을 종합하여 ① 토지이용 및 교통·정보통신 ② 생태 및 녹지 ③ 물·바람 ④ 에너지 ⑤ 환경 및 폐기물 ⑥ 어메니티의 등의 6개 분야 19개 대구분, 48개 중구분, 121개의 세부 계획지표를 도출하였으며, 전문가 의식조사에 의한 생태도시 계획지표 중요도 평가결과에 의해 63개 지표를 도출하고 최종적으로 전문가 연구집담회를 통하여 우리나라에 적용 가능한 한국형 30대 핵심 생태도시계획지표를 도출하였다.

<표 3-28> 한국형 30대 핵심 생태도시 계획지표

구분		계획지표	
토지이용 · 교통 · 정보통신 분야	토지이용	환경친화적 배치	자연지형 활용
			지형 변동률 최소화(완경사지의 선택을 통한 절·성토 면적의 최소화)
			환경친화적인 적정규모 밀도 적용
			오픈 스페이스 확보를 위한 건물배치
	적정밀도 개발	녹지자연도·생태자연도·임상등급 등의 고려	
		지역의 용량을 감안한 개발지역 선정	

	자연자원의 보전	생태적 배후지 보존으로 자정능력의 확보	
		우수한 자연경관의 보전	
	오픈스페이스 및 녹지 조성	도로변·하천변 및 용도지역간 완충녹지 설치	
	교통체계	보차분리	보행자 전용도로 설치를 통한 보행자 전용공간의 확대
			보행자 공간 네트워크화
자전거이용 활성화		자전거도로 설치	
대중교통 활성화	대중교통 중심의 교통계획(저공해성을 기준으로)		
정보통신	정보네트워크를 이용한 도시 및 환경관리	신기술 정보·통신 네트워크 확보를 통한 환경관리 및 도시관리	
생태·녹지 분야	녹지조성	그린네트워크를 위한 녹지계획	녹지의 연계성(그린 매트릭스)
			Green-Way 조성
			풍부한 도시공원·녹지, 도시림 조성
	생물과의 공생	비오름 조성	생물이동통로 조성 (에코코리더, 에코 브릿지, 녹도와 실개천으로 연결) 생물서식지 확보(습지, 관목숲 등)
물·바람 분야	수자원 활용	우수의 활용	우수저류지 조성
		환경친화적 생활하수처리	투수면적 최대화
	수경관 조성	친수공간 조성	자연형 하천(실개천, 습지 등) 조성
	바람길 이용	바람길의 확보	공기순환(오염물질의 농도 감소 효과) 및 미기후 조절(도시열섬현상완화)을 위한 바람길 조성
에너지 분야	자연에너지 이용	청정에너지 이용	LPG, LNG 사용 확대
	재생에너지 이용	지열, 폐기물 소각열, 하천수열 등의 미이용 에너지 활용	지역의 재생에너지 이용(지열, 하천수열, 하수열, 태양열, 풍력)
환경·폐기물 분야	폐기물 관리	자연친화적 쓰레기처리	쓰레기 분리수거 공간 및 기계시설·분리함 설치
어메니티 분야	경관	도시경관조성	시각회랑, 스카이라인의 조절 등
	문화	문화·여가시설 조성	문화욕구를 충족시킬 수 있는 문화·여가시설 조성
	주민참여	커뮤니티 조성을 통한 주민참여형	주민참여에 의한 지역사회 활동 및 도시관리 유지 방안

주) 검은 도색 부분은 10대 핵심 계획지표

12) 도시환경용량 기초조사에 관한 연구(정환도, 2007)

이 연구에서는 대전시 및 기초자치단체의 물질 및 에너지 등의 환경적 변화과정을 해석하는 환경평가(Environmentally Audit)를 실시하고자 하였다. 이는 지역이 가지고 있는 고유한 환경특성을 고려하여 대전시와 5개 기초자치단체에 대한 환경정책 방향(Tool)을 제시하기 위함이다.

이 연구에서는 도시의 지속가능성(도시환경용량)을 파악하기 위한 평가모델을 선정하였다. 특히 이 연구에서는 도시의 환경적 특성을 보다 효과적으로 나타낼 수 있는 DPSEI 모델¹⁵⁾을 선정하였다. 다음으로 DPSEI 모델에 의한 환경 평가지표를 설정하였다. 이는 대전시 및 기초자치단체의 물질 및 에너지 등의 환경적 변화과정을 해석하기 위해 각 환경 평가지표별 수치로서 제시하였다.

대전시 평가지표는 인구, 행정구역 면적, 자동차 등록대수, 토지지목별 현황, 아파트건설실적, 개발제한구역, 비료공급량, 석유류소비량, 전락사용량, 가스사용량, 상수도 급수량, 하수처리량, 산림면적, 골프장 개수, 공원면적, 폐기물발생량, 생활폐기물 처리형태, 음식물 쓰레기 발생량, 풍수해 발생, 화재발생, 산림피해, 산불, 산성비, 강수량, 황사발생, 적설량, 기온, 쾌청일수, 시청공무원수, 환경부서 공무원수 등으로 설정하였다.

3. 외국의 연구

1) Onish의 연구(1994)¹⁶⁾

Onish(1994)의 연구는 지속가능한 도시개발을 위한 실증적 개발용량 접근방법에 근거하였는데, 주요 연구내용은 한정된 도시지역에서의 무한한 팽창개발은 불가능하며, 이는 인구와 경제적 활동에 의해 제한된다는 가정에서 연구하였다.¹⁷⁾

15) DPSEI 모델은 도시를 하나의 체계적인 구조로 보고 다양한 인간활동과 이것으로 야기되는 환경부하의 크기, 환경부에 따른 환경상태, 그리고 변화된 환경으로 인한 영향, 영향에 따른 인간의 대응이라는 관점에서 파악하여 복잡한 도시구성요소간의 관계를 체계적으로 접근하는 모델이다.

16) 경기개발연구원(1999), pp.46-47의 내용임

17) Takashi Onishi, "A Capacity Approach for Sustainable Urban Development : An Empirical Study", Regional Studies, Vol. 28.1, p.40

Onish는 다양한 도시시설을 쾌적하게 이용할 수 있는 도시용량을 공급용량으로 보고, 도시에 거주하거나 활동하는 사람들이 요구하는 도시시설 소요량을 수요용량으로 보았으며, 때문에 적어도 수요용량 이상이 되는 조건을 만족하는 공급용량을 도시용량으로 보았다.

이러한 도시용량을 산정하기 위해 활용된 도시시설 및 서비스는 상수도 공급량, 하수처리량, 폐기물(쓰레기)처리량, 철도용량(도시철도), 도로용량, 대기오염정도(NOx 계열), 그리고 토지이용용량(land-use capacity) 등이다.

2) UNCSD의 지표(1996)¹⁸⁾

지속가능한 개발의 이념이 강조되면서 국가와 지역의 지속가능성을 평가하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있다. UNCSD는 가입국의 환경성적을 평가하고, 정부 정책 결정에 유용한 수단으로 활용하기 위하여 1996년 지속가능한 발전지표에 대한 기본체계를 발표하여 132개 지표를 선정한 바 있다(UNCSD, 2001). WEF(World Economic Forum)에서도 환경지속성 지수(Environmental Sustainability Index: ESI)를 개발하여 각 국가별 지속가능성을 측정하였다. 환경시스템의 상태, 환경부하, 인간의 취약성, 사회·제도적 대응능력, 범지구적 환경관리의 핵심 구성요소를 토대로 689개의 측정변수를 구성하였다. 평가결과 한국은 2001년 122개국 중 95위, 2002년에는 142개국 중 135위로 나타나 평가대상국 중 최하위 그룹에 속한 것으로 나타났다(WEF, 2002).

UNCSD를 포함한 지속가능성 측정을 위한 평가분야 및 부문들은 <표 3-29>와 같다.

18) 이우성 외, 2007, p.9

<표 3-29> 지속가능성 지표로서 부문의 활용 정도 및 항목

분야	부문	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	항목	항목수
환경	자연자원	●	●	●	●	●	●	●	●	●	—	수(水)·산림·해양·광물·자원	16
	환경오염	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	대기·수질·토양 오염, 소음·진동, 폐기물	
	토지이용	●	●	●	—	—	●	—	●	●	●	도시화, 가용토지, 토지이용	
	생물현황	●	●	●	●	●	●	—	—	—	●	동·식물현황, 생물환경	
	지구환경	●	●	●	●	●	●	—	—	—	●	기후변화, 자연재해	
경제	경제구조	●	●	●	—	●	●	—	—	—	●	재정, 무역·유통	8
	소비구조	●	●	●	—	●	—	●	●	●	●	자원(에너지) 소비, 재활용	
	고용·소득	—	—	—	—	●	●	●	●	—	●	소득, 취업 및 실업	
	산업구조	—	—	—	—	—	●	—	●	—	●	사업체, 제조업	
사회·제도	교통·주택	●	●	●	—	●	●	●	●	●	●	교통량, 주택현황	11
	형평성	●	—	●	●	●	●	●	—	—	●	빈부격차, 남녀평등	
	과학·기술	●	—	●	●	●	—	—	—	—	—	과학기술, 통신인프라	
	정부·참여	●	●	●	●	●	—	●	●	●	●	정부의 지원, 정부의 대응, 시민참여	
삶의 질	인구	●	●	●	●	●	—	●	●	●	●	인구성장, 인구구조	11
	교육·여가·문화	●	—	●	—	●	●	—	●	●	●	교육, 여가, 문화	
	도시환경	●	—	●	●	—	—	●	●	●	—	생활환경, 경과·녹지	
	주거환경	●	—	●	—	—	●	●	●	●	—	사회환경, 물리환경	
	보건·복지	●	—	●	●	●	—	●	—	—	●	건강보건, 복지	
공공안전	●	—	●	—	●	●	●	—	—	●	범죄, 안전		

A: UNCSD(UNCSD, 2001) B: OECD, 1998 C: EU(European Communities, 1997) D: WEF, 2002 E: 영국(UK DEFRA, 2004) G:시애틀(Sustainable Seattle, 1998) H: 안문석 등, 1999 I: 홍영록 등,1999 J: 정희성 등, 2005
 자료 : 이우성 외(2007), 도시 지속성 평가를 위한 통합지표의 가중치 결정, p.13

3) 지속가능한 도시개발 지표¹⁹⁾

(1) 잭슨빌(Jacksonville)의 삶의 질 지표

1985년에 개발되어 매년 발간되는 '잭슨빌에서의 삶 : 향상을 위한 삶의 질 지표(Life in Jacksonville: Quality Indicators for Progress)' 보고서는 지속가능성 지표와 관련하여 선구적인 것으로 여겨진다. 잭슨빌의 삶의 질 지표 개발은 비영리적 시민단체인 'Jacksonville Community Council Inc.(JCCI)'가 '잭슨빌 상공회의소(Jacksonville Chamber of Commerce)'의 재정적 지원 아래 시작된 프로젝트이다. 이 프로젝트의 주요한 목적은 잭슨빌의 시민들로 하여금 스스로의 삶의 질의 중요한 측면을 자각하게 하여 향상이 필요한 영역에 대해서는 그를 위한 노력을 기울이고자 하는 것이다. <표 3-30>은 재검토 결과 새로 설정된 72개의 지표들이다.

<표 3-30> 잭슨빌의 삶의 질 지표

순위	영역	지표
1	교육	공공 고등학교 졸업률
		공공학교 내 중간 성적 점수의 평균
		학생 1인 당 공공학교 교육 지출비
		공공학교 교사의 평균 월급
		석사 이상의 학위를 소지하고 있는 공공학교 교사의 비율
		인종차별이 없는 공공학교에 다니는 학생의 비율
		학사(College 포함) 등의 학위의 수여수
		대학(College 포함) 이상 고등교육기관의 정규 및 비정규 과정의 참여 학생수
2	경제	순 직업 증가
		전체 비고용인구와 흑인 비고용인구의 차이
		1인 당 효과적 구매소득(Effective Buying Income)
		1인 당 소매 판매
		세금 적용 가능한 총 부동산의 가치
		연간 주택건축허가의 발급 수
		1세대 단독주택의 비용 대비 중간 가족소득
		무료 또는 감액 중식 프로그램에 참여하는 공공학생의 비율
		숙박세수(宿泊稅收)에 의해 측정되는 관광소득
		매년 12월 가정용 전력 1,000Kwh의 비용

19) 이경기 외, 1999, pp.28-45의 내용을 요약·발췌하였음

3	공공 안전	야간 동네독보(獨步)가 안전하다고 하는 응답자율(전화여론조사)
		100,000명 당 범죄지수
		연내 범죄의 희생을 당했다고 하는 응답자율(전화여론조사)
		구조요청 평균 대응시간
		화재신고 평균 대응시간
		일급 경찰 요청에 대한 평균 대응시간
		100,000명 당 사고 또는 중독으로 인한 사망자율 1,000명 당 자동차 사고수
4	천연 자원	대기질 지수가 양호한 날의 수
		연간 St. Johns강과 그 지류의 산소의 비분해를 위한 수질기준 부합 빈도율
		시당국에 의해 측정된 플로리다 수반 우물의 물높이
		가구계정 당 식수의 평균 소비량
		새 정화조 허가 발급 수
		표지판 허가 발급 수 시 쓰레기매립장에서 처리된 1인 당 고형 폐기물의 톤량
5	건강	출생아 1,000명 당 유아 사망 수
		100,000명 당 연령 부합 사망자 수
		100,000명 당 심장질환 관련 사망자 수
		100,000명 당 폐암 관련 사망자 수
		1인 당 판매된 담배의 갑 수
		100,000명 당 새로 진단된 AIDS 환자 수
		미성년자에 의한 주류 소비
		건강과 의료체계가 양호내지 우수하다고 한 응답자 율(전화조사)
		의료보험이 없다고 한 응답자 율(전화조사)
6	사회 환경	인종차별이 한 지역문제라고 한 응답자 율(전화조사)
		출생아 1,000명 당 학대 및 무시의 확인된 보고
		출산 1,000건 당 18세 이하 여성에 의한 출산 수
		Jacksonville Equal Opportunity Commission에 접수된 고용차별 건 수
		지난 1년간 공동체 봉사시간이 있다고 한 응답자 율(전화조사)
7	정부 정책	지역 지도력이 양호 또는 우수하다고 한 응답자 율(전화조사)
		선거에 등록한 18세 이상 인구비율
		일반투표에 참여한 등록된 투표자 비율
		선출직 관리의 유색인종 비율, 여성 비율
		두명의 현시의원의 이름을 아는 응답자의 비율(전화조사)
		지역정부 뉴스를 자주 접한다고 한 응답자 비율(전화조사)
		지역공공서비스가 자주 효과적으로 제공된다고 한 응답자 비율(전화조사)
8	문화 및 레	예술인구 1인당 시의 재정지원
		1인 당 공원과 여가를 위해 지출되는 시의 비용
		1,000명 당 공공공원 면적
		1인 당 공공도서관 비치물 수

	크 레 이 션	1인 당 공공도서관 도서 대출 수
		주요 시 시설의 예약건 및 예약일 수
		1,000명 당 심포니 관람 수
		1,000명 당 동물원 관람 수
9	기 동 성	출근시간이 25분 또는 그 이하라고 응답한 비율(전화조사)
		잭슨빌 국제공항을 출입하는 상업기(商業機)의 총 대수
		잭슨빌 국제공항을 경유점으로 직접 운항되는 도착지 수
		1,000명 당 잭슨빌 교통국 버스의 주간(週間) 승차자 수
		피크타임 시 30분 이내와 평상시 60분 이내 배차간격을

(2) 지속가능한 시애틀 지표

지속가능한 시애틀(Sustainable Seattle) 지표는 민간차원에서 지속가능한 발전개념을 지표에 의식적으로 적용한 최초의 사례 중 하나로써, 현재 지속가능성 지표 개발과 관련 가장 폭 넓게 인용되고 있는 사례이다. 지속가능한 시애틀 지표는 비영리 민간단체이자 지역 내의 시민 네트워크인 지속가능한 시애틀이 각종 이해집단과 시민들의 참여 하에 조직되었다. 시애틀의 이 지속가능성 지표 프로그램은 경제, 환경, 사회 등 세 부문을 대상으로 지표를 개발하였으며, 이 과정을 통해 시애틀의 지속가능한 발전을 위한 목표를 분명히 하고 그 목표에 대한 진전 여부를 지속적으로 평가하였다.

지속가능한 시애틀은 약 2년간에 걸친 노력과 240여명 이상이라는 폭 넓은 시민 참여를 통해 1993년 20개의 지표를 1차로 개발하였으며, 1995년 20여 개의 지표를 새로이 추가하여 현재는 총 40여 개의 지표를 개발하여 시애틀 지역의 지속가능한 발전을 위한 진전 여부를 평가하는데 이용하고 있다.

이 40개의 지표 또한 구체적인 자료수집 과정에서 개별 지표와 관련한 자료의 부재 등의 원인으로 20개의 지표로 최종적으로 정리되었다. 이 20개의 지표는 <표 3-31>과 같다.

<표 3-31> 지속가능한 시애틀 지표(1차)

부문	지표
환경	<ul style="list-style-type: none"> 야생 연어의 산란을 위한 지역하천으로의 회귀수 연간 좋은 대기질을 기록한 날 수 보행자 편의(Pedestrian-Friendly) 기준에 맞는 시애틀 도로의 비율

인구와 자원	<ul style="list-style-type: none"> • 킹 카운티(King County)의 총 인구수 • 킹 카운티 내에서의 1인당 소비된 물의 양 • 킹 카운티에서 1인당 발생되고 재활용된 고형폐기물의 양 • 1인당 가솔린 소비량과 차량운행 거리 • 1인당 소비된 재생 가능한 에너지와 재생 불가능한 에너지
경제	<ul style="list-style-type: none"> • 10순위내의 고용업체에 집중된 고용의 비율 • 기본적 필요성 지원을 위해 요구되는 평균임금을 위한 노동시간 • 가난에 직면한 어린이의 비율 • 중간 또는 저소득 세대주의 주택 보유가능성 • 1인당 건강 지출액
문화와 사회	<ul style="list-style-type: none"> • 낮은 체중으로 태어나는 태아의 비율 • 청소년 범죄율 • 공동체 봉사활동의 어떠한 형태에라도 참여한 청소년의 비율 • 지역의 일반선거에 투표한 인구의 비율 • 성인 물맴틀 • 도서관과 커뮤니티 센터 이용률 • 예술에의 참여

자료 : Sustainable Seattle(1993)에서 재구성

(3) 오레곤 벤치마크(Oregon Benchmarks)

오레곤주는 미네소타주와 함께 주정부 차원에서 환경지표를 수립하여 주의 정책을 평가하고 있는 대표적인 사례라고 할 수 있다. 오레곤 벤치마크 프로그램은 미연방정부의 지속가능성 지표개발 노력이 전개되기 이전인 1980년대 말부터 이루어졌으며, 환경지표만이 아니라 경제 및 사회지표들을 함께 개발하여 주 차원의 지속가능한 개발을 위해 적용되고 있다는 점에서 더욱 큰 의의를 가지고 있다고 하겠다. 오레곤 벤치마크 프로그램은 미국 내의 거의 모든 주(州) 뿐만 아니라 국제적으로도 정부 차원의 지속가능한 발전을 위한 노력의 모범으로 평가받고 있다.

오레곤 발전위원회는 특별전문위원회의 활동을 통하여 제시되어진 의견들을 모두 수렴하여 개정된 92개의 지표를 마련하였다. 이들 지표들은 새로 마련된 주장기계획에서 제시된 세 가지 중점목표에 따라 재배치되었으며, 많은 개별 지표들이 보다 정교하게 가다듬어졌으며 부차적인 지표들은 삭제되어 졌다. <표 3-32>는 세 가지 목표에 따른 일곱 부문의 핵심적 지표들의 내용²⁰⁾을 설명하고 있다.

20) 이 핵심 지표들은 1999년 오레곤 발전위원회가 주의회에 제출한 보고서에 나타나 있는 것을 재구성한 것임.

<표 3-32> 오레곤의 부문별 핵심 벤치마크

부문	핵심지표
경제 (20개)	<ul style="list-style-type: none"> • 직업의 분산(Willamette Valley와 Portland tri-country area 밖의 고용비용) • 오레곤의 수요와 관련된 전문서비스(재정, 보험, 기술 등)의 자급률 • 신설기업 수의 비교에 따른 국가 내 순위 • 주 총생산에서 산업의 연구와 발전에 지출되는 비용이 차지하는 비율 • 국가 1인당 소득 대비 주 1인당 소득
교육 (12개)	<ul style="list-style-type: none"> • 정규교육과정(Kindergarten) 입학생 중 수학능력을 갖춘 학생의 비율 • 고등학교 중퇴율 • 독해와 수학 교과과정의 정해진 성취표준을 성취한 중2학년생의 비율 • 25세 이상 성인중 대학과정을 이수한 인구의 비율 • 읽고 쓰기의 중간능력 이상을 가지고 있는 성인의 비율
시민참여 (10개)	<ul style="list-style-type: none"> • 연간 50시간 이상 사회봉사 활동에 참여하는 인구의 비율
사회적 지원 (21개)	<ul style="list-style-type: none"> • 10세~17세 여성 1,000명당 임신율 • 평가 전달 기준 술, 약물, 담배를 복용한 중2학생의 수 • 18세 미만 청소년 1,000명당 성적, 물리적 학대의 보고수 • 연방 빈곤 기준 이하의 소득을 가진 인구수 • 건강보험 미소지자의 비율
공공안전 (6개)	<ul style="list-style-type: none"> • 인구 1,000명당 범죄율 • 연간 청소년 1,000명당 청소년 범죄로 체포되는 수
공동체 개발 (9개)	<ul style="list-style-type: none"> • 피크타임에 0.71 이상의 교통량 흐름율을 보이는 도시고속도로의 비율 • 저소득층 중 소득의 30% 이상을 주거비용에 쓰는 가구의 비율
환경 (14개)	<ul style="list-style-type: none"> • 정부의 대기질 표준에 부합하는 지역에 거주하고 있는 인구의 비율 • 1990년 습지 중 현재까지 보호되고 있는 습지의 비율 • 1970년 농지 중 현재까지 농업용으로 보존되고 있는 농지의 비율 • 1970년 삼림지역 중 현재까지 삼림용으로 보존되고 있는 삼림지의 비율

자료 : The Oregon Progress Board(1993.3)에서 재구성.

제2절 지표 선정과정 및 지표 선정

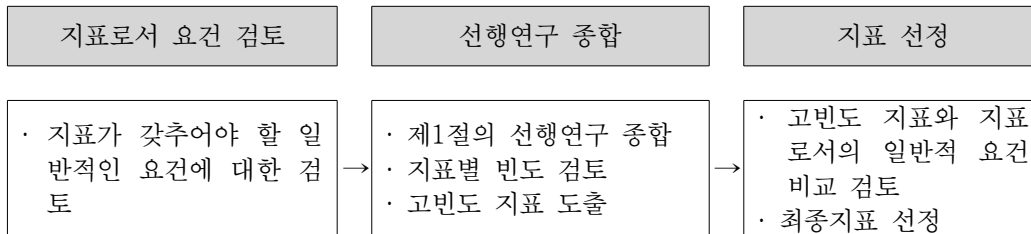
1. 지표 선정과정

우리나라의 경우 1990년대 이후 지속가능한 개발이라는 개발 패러다임이 확산되면, 지속가능한 도시개발을 위한 지표 또는 도시개발지표 등에 대한 연구가 활발히 진행되었다.

본 연구의 최종적인 목표는 대전시 도시용량을 산출하는 것이며, 이를 위해서는 무엇보다도 도시용량 산출지표의 선정이 요구된다. 따라서 본 연구인 「대전시 도시용량에 관한 연구(Ⅰ)」에서는 ‘도시용량 산출을 위한 지표 및 방법론 설정’에 초점을 두고 있으며, 향후 연속될 연구에서는 이러한 연구적 틀에 기초하여 대전시 도시용량을 구체적으로 산출하고자 한다.

도시용량 산출을 위한 지표의 선정은 우선적으로 지표가 갖추어야 할 요건을 검토하며, 다음으로 선행연구(3장 제1절 참조)에서 검토된 도시용량 산출 지표들을 종합하고, 가장 빈도가 높은 지표를 선정하고 이들 지표를 전술한 지표의 요건들과 비교하여 최종적인 지표로서의 선정여부를 검토한다. 이와 같은 지표산출의 과정은 다음과 같다.

<그림 3-14> 도시용량 산출지표 선정과정



한편 전술한 바와 같이, 지표를 선정하기 위해서는 일반적으로 지표가 갖추어야 할 요건이 선행적으로 고려되어야 한다. 경기개발연구원의 연구(1999)에서는 도시개

발용량 산정을 위한 지표를 검토하는 단계에서 다음과 같은 평가항목의 선정조건을 고려하였다.

도시개발용량을 평가하기 위한 항목은 평가주체의 의도와 목적에 부합되는 항목으로 선정하여야 하며, 항목에 관한 자료구득이 가능하며 수량적으로 판단이 가능하여야 함. 그렇지 않을 경우 수준을 가능하기 어려우며 수준별 평가자체가 불가능하기 때문임. 따라서 본 연구에서는 평가항목의 선정조건으로서 평가의 목적에 부합되는 평가항목을 가장 우선적으로 선정하고, 다음으로는 현실적으로 평가 자료 취득이 가능한 평가항목을 선정하며, 평가항목의 수량화가 가능한 평가항목을 선정하도록 함

강상목 외의 연구(2000)에서는 환경지표의 요건을 다음과 같이 적고 있다.

이상적인 환경지표가 되기 위해서는 다음의 조건을 충족시켜야 한다. 먼저 대표성과 과학적 타당성이 있어야 한다. 해석이 단순하고 쉬워야 하며, 시간경과에 따라 추세를 보여줄 수 있어야 한다. 가능한 비가역적 추세에 관한 초기경고를 줄 수 있어야 하고 환경이나 경제변화에 민감해야 한다. 쉽고 합리적으로 이용 가능한 자료 및 충분히 문서화된 자료와 알려진 질에 대한 자료에 기초해야 한다. 마지막으로 규칙성을 갖고 갱신되어야 하고 비교되는 목표수준이나 가이드라인을 가져야 한다.

무엇보다 중요한 것은 단순하고 해석하기 쉬워야 한다는 점이다. 선정된 지표가 중요한 환경문제를 강조하고 그 사회가 추구하는 목표를 달성하기 위한 제기능을 하기 위해서는 국가정책 입안자나 환경전문가 보다는 일반대중에게 동조를 얻고 그들의 행동에 변화를 줄 수 있어야 한다. 따라서 지표선정에 참여하는 그룹은 일반대중 가운데 개인과 기업 등 측정 개별주체의 흥미를 끌 수 있는 지표를 포함시켜 개발할 필요가 있다.

주용준·황희연(1999)의 연구에서도 계량화가 가능한 지표, 객관적 판단이 명확한 지표 그리고 자료구축이 용이한 지표라는 3가지 원칙에 근거하여 지표를 선정하였다. 따라서 본 연구에서도 이상의 지표요건에 대한 검토 등을 참고하여, 무엇보다도 우선적으로는 용량산정의 의도와 목적에 부합하여야 하지만 둘째로는 자료구득이 가능하며, 세번째로는 수량적 판단이 가능하여 해석이 용이하고 시간경과에 따른 추세를 볼 수 있는 지표를 선정토록 한다.

2. 1차 지표 선정

1) 선행연구 지표 종합

전술한 바와 같이, 본 연구에서는 제1절에서 고찰한 선행연구 중 도시용량을 실질적으로 산출하기 위해 접근하고 있는 연구에서 선정된 지표 등을 종합하여 대전시 도시개발용량 산출지표를 1차적으로 선정한다. 선행연구에서 도시개발용량 선정을 위해 검토된 지표 등을 종합하면 <표 3-33>과 같다.

지표선정을 위해 ‘제주도 친환경개발을 위한 환경지표 설정(1997)’ 등 총 10개의 선행연구가 참조되었으며, 각 연구에서 검토된 지표는 인구(인구유출입) 등을 포함한 총 20개이다.

<표 3-33> 선행연구에서 도시용량 평가 지표 종합

지 표	제주도 (1997)	시정연 (1999)	경기연 (1999)	최막중외 (1999)	오규식의 (2003)	전유신 (2003)	전복연 (2005)	김찬호외 (2007)	김범철외 (2005)	Onish (1994)	빈도
1. 인구(인구유출입)	○	○				○		○			4
2. 토지이용용량	○		○			○	○		○	○	6
3. 상수도공급량 (수자원용량)	○	○	○	○	○	○	○			○	8
4. 하수처리량		○	○	○	○	○	○			○	7
5. 쓰레기(폐기물) 처리량		○			○					○	3
6. 철도용량										○	1
7. 지하철				○	○						2
8. 도로용량(면적·연장)		○	○	○	○	○		○	○	○	8
9. 자동차수	○					○					2
10. 대중교통연계체계						○		○			2
11. 보행친화적도로						○		○			2
12. 대기오염정도	○	○							○	○	4
13. 산림면적	○		○				○	○	○		5
14. 녹지(공원)면적		○			○		○	○	○		5
15. 에너지량		○			○				○		3
16. 주택수						○					1
17. 산업(산업체수)						○					1
18. 적정밀도								○			1
19. 관광객수	○										1
20. 초·중·고·대학 수용인원		○									1

2) 대전시 도시용량 산정을 위한 지표

본 연구에서는 어떤 한 지표가 다양한 연구에서 적용된 경우, 그 지표는 도시용량 평가에 적절하기 때문에 여러 연구에서 적용되었을 것이라고 가정하고, 즉 인용된 빈도가 높을수록 도시용량 평가지표로 적절하다고 가정하고 인용빈도가 높은 지표를 중심으로 지표를 선정하였다.

따라서 <표 3-33>에서 20개 지표 중 가장 빈도가 높은 지표는 상수도 공급량과 도로용량으로 8개 연구에서 지표로 선정되었다. 다음으로는 하수처리량으로 10개 연구 중 7개 연구에서 도시용량 관련지표로 선정되었다. 또한 토지용량의 경우 6개 연구에서 그리고 산림면적과 녹지면적은 5개 연구에서 지표로 사용되었다.

이와 같은 검토결과를 토대로, 본 연구에서는 빈도가 높은 지표 즉 10개 선행연구 중 5개 이상의 선행연구에서 도시개발용량 또는 지속가능한 도시개발용량 등으로 선정 분석한 지표인 토지이용 용량, 상수도(수자원) 용량, 하수처리량, 도로용량, 산림면적, 녹지(공원)면적 등 5개 지표를 본 연구의 1차 지표로 선정하였다. 1차 지표는 자료(데이터)의 구득여부 또는 시계열적 지표의 접근여부 등을 고려하여 최종적인 지표로 선정하게 된다.(제3절 지표별 대전시 현황 및 최종지표 선정 참조)

- 토지 현황
- 상수 공급량
- 하수 처리량
- 도로 현황
- 도시공원 면적
- 산림 면적

제3절 지표별 대전시 현황 및 최종지표 선정

1. 토지현황

1) 대전시 토지현황

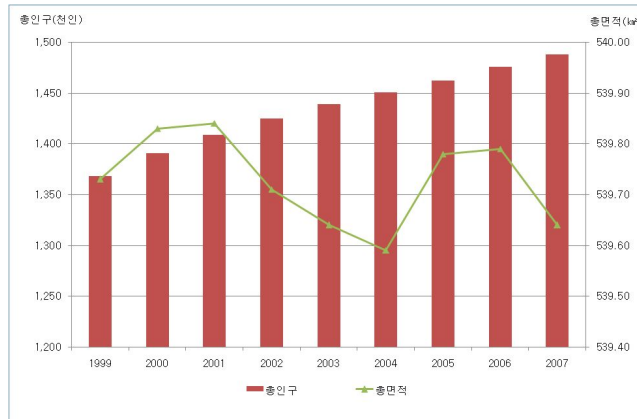
대전시 면적은 1999년 539.73km²에서 2007년 539.64km²로 큰 차이를 보이지 않고 있으나, 인구규모는 1999년 약 137만명에서 2007년 약 149만명으로 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다.

<표 3-34> 대전시 인구 및 면적 변화

년 도	총인구(인)	면적(km ²)	인구밀도(인/km ²)	행정동(개)	법정동(개)
1999	1,368,287	539.73	2,535	76	178
2000	1,390,510	539.83	2,576	76	178
2001	1,408,809	539.84	2,610	76	178
2002	1,424,844	539.71	2,640	76	178
2003	1,438,778	539.64	2,666	79	178
2004	1,450,750	539.59	2,689	79	178
2005	1,462,535	539.78	2,710	80	178
2006	1,475,961	539.79	2,734	80	178
2007	1,487,836	539.64	2,757	81	178

자료 : 대전광역시청 자치행정과, 지적과

<그림 3-15> 대전시 인구 및 면적 변화 추이



2) 구별 토지현황

(1) 동구

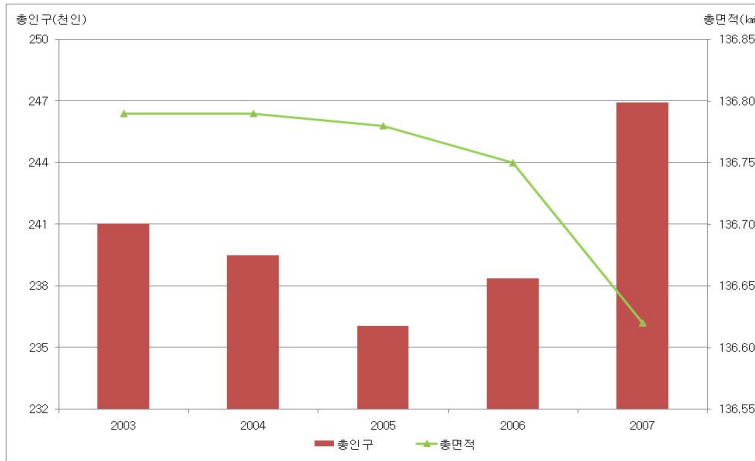
대전시 동구의 지난 5년간 인구 및 면적의 변화는 <표 3-35>와 같다. 2003년 동구의 면적은 136.79km²에서 2007년 136.62km²로 미미한 감소를 보이고 있다. 인구의 경우 2003년 약 241천명에서 2007년 약 246천명으로 증가하였다.

<표 3-35> 동구 인구 및 면적

연 별 동 별	가구(세대)	인구(명)	면적(km ²)	면적 구성비(%)
2003	85,466	241,028	136.79	100.00
2004	86,315	239,480	136.79	100.00
2005	87,089	236,054	136.78	100.00
2006	89,385	238,361	136.75	100.00
2007	92,949	246,911	136.62	100.00
중 앙 동	1,866	3,243	0.71	0.52
인 동	3,083	8,238	0.45	0.33
신 흥 동	2,556	7,092	0.39	0.29
효 동	7,391	21,365	2.41	1.76
관 암 1 동	4,579	12,444	5.37	3.93
관 암 2 동	5,610	13,252	0.76	0.57
용 운 동	7,790	21,870	3.46	2.53
대 신 동	2,214	4,942	0.52	0.38
대 동	2,949	7,434	0.41	0.30
자 양 동	4,815	13,600	1.15	0.84
소 제 동	1,886	4,254	0.36	0.26
가 양 1 동	5,911	15,249	1.03	0.75
가 양 2 동	8,411	23,965	1.65	1.21
용 전 동	8,286	21,681	1.20	0.88
성 남 1 동	1,672	3,998	0.38	0.28
성 남 2 동	3,366	9,085	0.48	0.35
홍 도 동	5,291	13,963	0.63	0.46
삼 성 1 동	2,931	7,151	0.60	0.44
삼 성 2 동	4,894	13,259	0.71	0.52
대 청 동	1,376	3,368	63.55	46.51
산 내 동	6,072	17,458	50.40	36.89

자료 : 동구청 행정지원과, 지적과, 기획감사실

<그림 3-16> 대전시 동구 인구 및 면적 변화 추이



(2) 중구

대전시 중구의 지난 5년간 인구 및 면적의 변화는 <표 3-36>과 같다. 2003년 중구의 면적은 61.97km²에서 2007년 62.01km²로 미미한 증가를 보이고 있다. 인구의 경우 2003년 약 269천명에서 2007년 약 267천명으로 오히려 감소하였다.

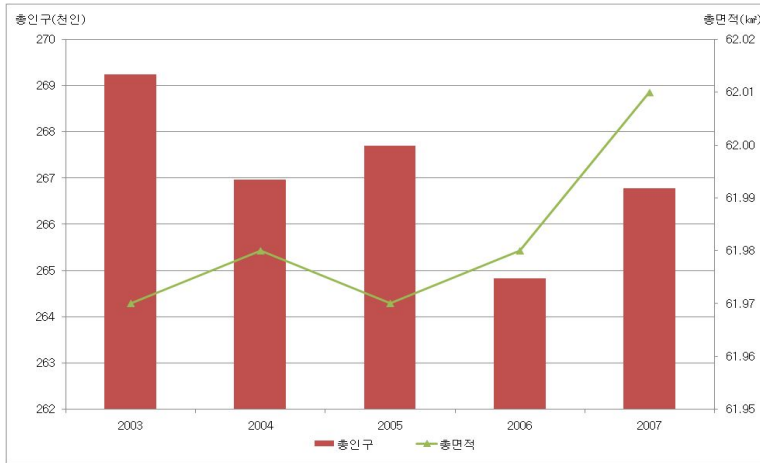
<표 3-36> 중구 인구 및 면적

연 별 동 별	세대	인구	면적(km ²)	면적 구성비(%)
2003	91,695	269,230	61.97	100.00
2004	92,459	266,960	61.98	100.00
2005	95,008	267,698	61.97	100.00
2006	95,790	264,825	61.98	100.00
2007	97,389	266,773	62.01	100.00
은행선화동	7,565	15,228	1.46	2.36
목 동	4,020	12,355	0.70	1.13
중촌동	6,454	17,858	1.20	1.94
대흥동	4,881	11,579	1.20	1.94
문창동	2,683	6,270	0.46	0.74
석교동	7,613	21,182	4.28	6.90
대사동	3,057	7,280	1.98	3.19
부사동	3,213	8,215	1.13	1.82
용두동	4,747	12,100	0.82	1.32

오 류 동	3,971	10,941	0.66	1.06
태 평 1 동	4,590	13,834	0.70	1.13
태 평 2 동	9,964	31,983	1.00	1.61
유 천 1 동	3,497	8,116	0.60	0.97
유 천 2 동	5,824	16,538	0.70	1.13
문 화 1 동	8,089	24,527	2.17	3.50
문 화 2 동	6,061	17,182	1.44	2.32
산 성 동	11,160	31,585	41.50	66.94

자료: 중구청 자치행정과, 기획감사실

<그림 3-17> 대전시 중구 인구 및 면적 변화 추이



(3) 서구

대전시 서구의 지난 5년간 인구 및 면적의 변화는 <표 3-37>과 같다. 2003년 서구의 면적은 95.25km²에서 2007년 95.31km²로 미미한 증가를 보이고 있다. 인구의 경우 2003년 약 502천명에서 2005년 약 511천명으로 최고치를 기록한 이후 감소하여 2007년 약 505천명으로 나타났다.

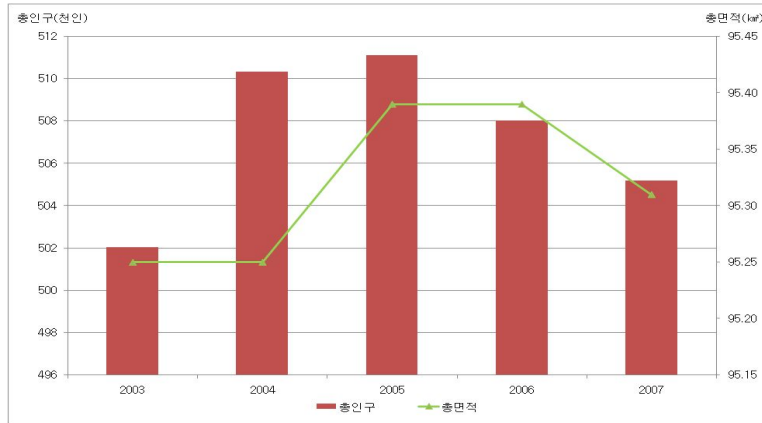
<표 3-37> 서구 인구 및 면적

연 별 동 별	세대	인구	면적(km ²)	면적 구성비(%)
2003	162,624	502,028	95.25	100.00
2004	168,049	510,315	95.25	100.00

2005	170,967	511,101	95.39	100.00
2006	172,661	508,017	95.39	100.00
2007	173,262	505,186	95.31	100.00
복수동	6,428	21,016	1.78	1.87
도마1동	8,415	22,993	1.62	1.70
도마2동	9,017	25,294	1.70	1.79
정립동	6,355	20,532	3.22	3.38
변동	7,073	19,451	1.48	1.55
용문동	5,857	15,024	0.98	1.03
탄방동	11,417	29,246	1.65	1.73
삼천동	7,862	24,738	0.75	0.79
둔산1동	5,559	18,706	1.07	1.12
둔산2동	13,320	43,334	2.40	2.52
괴정동	7,351	18,047	1.25	1.31
가장동	4,633	14,120	0.57	0.60
내동	8,939	27,969	0.99	1.04
갈마1동	9,606	25,374	1.50	1.57
갈마2동	11,956	29,936	0.78	0.77
월평1동	6,030	13,563	2.71	2.84
월평2동	7,315	20,430	0.55	0.58
월평3동	7,747	27,256	0.90	0.95
만년동	5,565	16,343	1.71	1.80
가수원동	5,312	15,691	3.47	3.64
관저1동	5,487	17,581	1.01	1.06
관저2동	10,339	33,826	4.56	4.78
기성동	1,679	4,716	58.71	61.60

자료 : 서구청 자치행정과, 민원봉사과

<그림 3-18> 대전시 서구 인구 및 면적 변화 추이



(4) 유성구

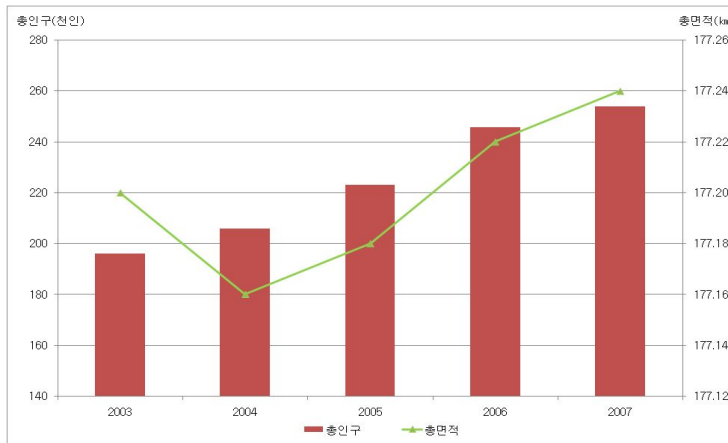
대전시 유성구의 지난 5년간 인구 및 면적의 변화는 <표 3-38>과 같다. 2003년 유성구의 면적은 177.20km²에서 2007년 177.24km²로 미미한 증가를 보이고 있다. 인구의 경우 2003년 약 196천명에서 2004년 200천인을 넘어서고, 지속적으로 증가하여 2007년 기준 약 254천명으로 나타났다.

<표 3-38> 유성구 인구 및 면적

연 별	세대	인구	면적(km ²)	면적 구성비(%)
2003	65,934	196,071	177.20	100.00
2004	70,752	205,787	177.16	100.00
2005	78,220	223,023	177.18	100.00
2006	86,092	245,744	177.22	100.00
2007	88,324	253,818	177.24	100.00
진 잠 동	10,920	30,038	46.97	26.50
온 천 1 동	9,851	22,343	18.00	10.20
온 천 2 동	14,254	36,835	9.00	5.00
노 은 1 동	7,591	22,676	14.67	8.30
노 은 2 동	13,392	42,303	13.83	7.80
신 성 동	9,392	26,904	31.09	17.50
전 민 동	8,397	27,075	9.01	5.10
구 죽 동	14,527	45,644	34.67	19.60

자료 : 유성구청 평생학습과, 지적과, 구민봉사실

<그림 3-19> 대전시 유성구 인구 및 면적 변화 추이



(5) 대덕구

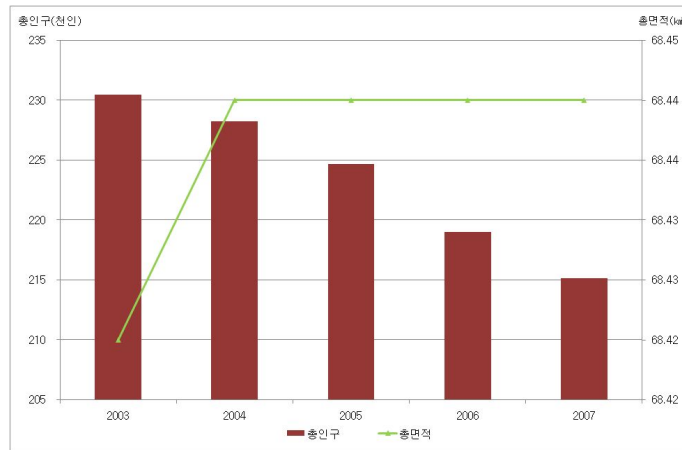
대전시 대덕구의 지난 5년간 인구 및 면적의 변화는 <표 3-39>와 같다. 2003년 대덕구의 면적은 68.42km²에서 2007년 68.44km²로 미미한 증가를 보이고 있다. 인구의 경우 2003년 약 230천명에서 지속적으로 감소하여 2007년 기준 약 215천명으로 나타났다.

<표 3-39> 대덕구 인구 및 면적

연 별 동 별	세대	인구	면적(km ²)	면적 구성비(%)
2003	74,197	230,421	68.42	100.00
2004	74,493	228,208	68.44	100.00
2005	74,366	224,659	68.44	100.00
2006	74,111	219,014	68.44	100.00
2007	73,956	215,148	68.44	100.00
오 정 동	8,032	20,832	3.08	4.50
대 화 동	4,026	11,279	3.15	4.60
회 덕 동	6,883	19,842	16.79	24.53
비 래 동	6,786	20,349	3.35	4.89
송 촌 동	10,106	33,267	1.92	2.81
중 리 동	9,678	24,912	1.49	2.18
법 1 동	5,580	15,887	0.78	1.14
법 2 동	7,003	22,304	1.87	2.73
신 탄 진 동	5,061	14,502	22.96	33.55
석 봉 동	2,484	7,375	1.22	1.78
덕 암 동	5,803	17,119	6.22	9.09
목 상 동	2,514	7,480	5.61	8.20

자료 : 대덕구청 자치행정팀, 민원지적팀, 기획감사팀

<그림 3-20> 대전시 대덕구 인구 및 면적 변화 추이



2. 상수 공급량

대전시 상수도 시설용량은 1997년 1일 약 79만톤에서, 2000년 105만톤 그리고 2005년에는 135만톤으로 증가하였다. 1인 1일 급수량은 1997년 약 430ℓ에서, 2003년 약 374ℓ 그리고 2008년에는 약 342ℓ로 감소추세에 있다.

<표 3-40> 대전시 상수도 시설용량 및 1인 1일당 급수량 변화

구분 년도별	총인구 (A)	급수구역내 인구 (B)	급수인구 (C)	보급율		시설용량 (공업용수)	1일 평균생산량 (공업,계룡포함)	1인 1일급수량
				행정구역 (C/A)	급수구역 (C/B)			
단 위	명	명	명	%	%	천톤/일	톤/일	ℓ/일/인
1997	1,323,000	1,278,000	1,241,000	93.80	97.10	789	533,951	430.26
1998	1,346,000	1,304,000	1,263,000	93.83	96.86	989	516,477	408.93
1999	1,368,000	1,323,000	1,285,000	93.93	97.13	960	534,416	415.89
2000	1,389,932	1,361,525	1,340,088	96.41	98.43	1,050(90)	541,869	404.35
2001	1,408,809	1,378,634	1,355,523	96.22	98.32	1,050(90)	541,591	399.54
2002	1,424,844	1,402,590	1,377,002	96.64	98.18	1,050(90)	539,032	391.45
2003	1,438,778	1,425,800	1,407,745	97.84	98.73	1,050(90)	526,298	373.86
2004	1,450,750	1,439,714	1,426,919	98.36	99.11	1,050(90)	529,291	370.93
2005	1,462,535	1,458,460	1,444,289	98.75	99.03	1,350(90)	530,793	367.51
2006	1,475,961	1,472,176	1,461,400	99.01	99.27	1,350(90)	514,689	352.19
2007	1,487,836	1,484,705	1,475,974	99.20	99.41	1,350(90)	512,006	346.89
2008	1,495,048	1,494,063	1,485,648	99.37	99.44	1,350(90)	507,390	341.53

자료 : 대전광역시 상수도사업본부

<그림 3-21> 대전시 상수도 시설용량 및 1일 급수량 변화 추이



3. 하수 처리량

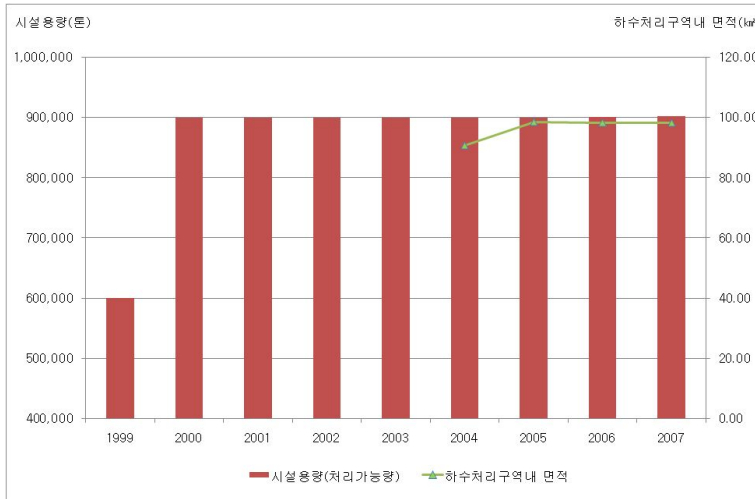
대전시 하수처리 시설용량은 1999년 60만톤에서 2000년 이후 약 90만톤의 용량을 유지하고 있다. 하수처리면적은 2004년 90.74km²에서 2007년에는 98.19km²로 증가하였다.

<표 3-41> 대전시 하수도 시설용량 및 하수처리면적 변화

구 분	총인구 (명)	면적 (km ²)	하수도 보급률 (%)	하수처리구역 내 (처리인구)		하수처리구역 외 (미처리 인구)		시설용량 (톤)
				인구(인)	면적(km ²)	인구(인)	면적(km ²)	
1999	1,368,287	539.73	90.20	1,233,554	-	134,733	-	600,000
2000	1,390,510	539.83	93.00	1,292,729	-	97,781	-	900,000
2001	1,408,809	539.84	93.47	1,316,802	-	92,007	-	900,000
2002	1,424,844	539.71	93.50	1,332,262	-	92,582	-	900,000
2003	1,438,778	539.64	93.80	1,349,514	-	89,264	-	900,000
2004	1,450,750	539.59	94.40	1,370,070	90.74	80,680	448.9	900,000
2005	1,462,535	539.78	95.90	1,402,377	98.5	60,158	441.14	900,000
2006	1,475,961	539.79	96.12	1,418,737	98.19	57,224	440.58	901,000
2007	1,475,961	539.64	96.10	1,418,737	98.19	57,224	440.58	901,426

자료 : 환경부 상하수도정책관실 생활하수과

<그림 3-22> 대전시 하수도 시설용량 및 하수처리면적 변화 추이



4. 도로현황

1) 대전시 도로현황

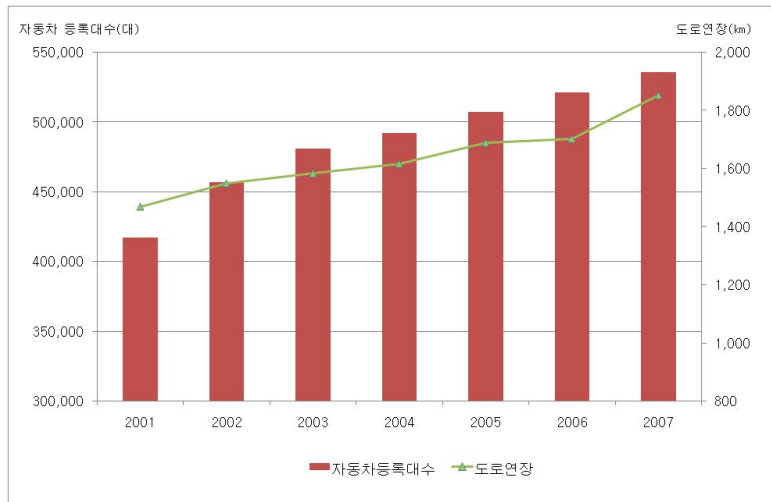
대전시 도로연장은 2001년 1,469km에서 2007년의 1,852km로 지속적으로 증가하였다. 자동차 등록대수의 경우도 지속적 증가추세를 보여, 2001년 417,382대에서 2007년 535,697대로 증가하였다.

<표 3-42> 대전시 도로연장 및 자동차등록대수 변화

구분	포장률 (%)	연장 (km)	1인당 도로연장 (m)	자동차 등록대수(대)	1인당 자동차 등록대수(대)
2001	99.4	1,469	1.0427	417,382	0.2963
2002	99.6	1,550	1.0878	456,941	0.3207
2003	99.6	1,583	1.1002	481,078	0.3344
2004	99.6	1,616	1.1139	491,817	0.3390
2005	99.6	1,688	1.1542	506,961	0.3466
2006	100.0	1,703	1.1538	521,234	0.3531
2007	99.7	1,852	1.2548	535,697	0.3629

자료 : 국토해양부 교통정책실/도로정책관 도로운영과(포장률, 연장)
 국토해양부 교통정책실/교통정책관 자동차관리과(자동차등록대수)

<그림 3-23> 대전시 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이



2) 구별 도로현황

(1) 동구

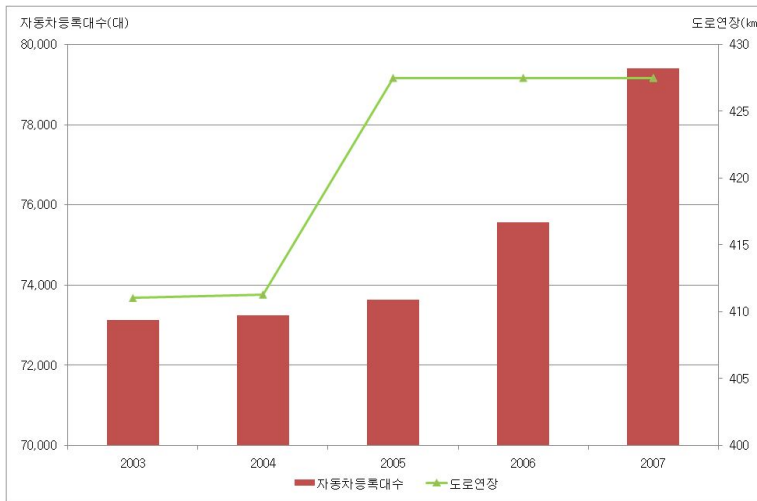
대전시 동구의 도로연장을 살펴보면, 2003년 411km에서 2005년 427km로 증가한 이후 동일한 수준을 유지하고 있으며, 1인당 도로연장은 2007년 기준 약 1.73m이다. 자동차 등록대수의 경우, 2003년 73,141대에서 2007년 79,390대로 증가하였으며, 1인당 자동차 등록대수는 2007년 기준 약 0.32대이다.

<표 3-43> 대전시 동구 도로연장 및 자동차등록대수 변화

구분	포장률(%)	연장(km)	1인당 도로연장(m)	자동차 등록대수(대)	1인당 자동차 등록대수(대)
2003	100	411	1.7054	73,141	0.3035
2004	100	411	1.7175	73,243	0.3058
2005	100	427	1.8109	73,633	0.3119
2006	100	427	1.7934	75,561	0.3170
2007	100	427	1.7313	79,390	0.3215

자료 : 동구청 건설과, 교통관리과

<그림 3-24> 대전시 동구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이



(2) 중구

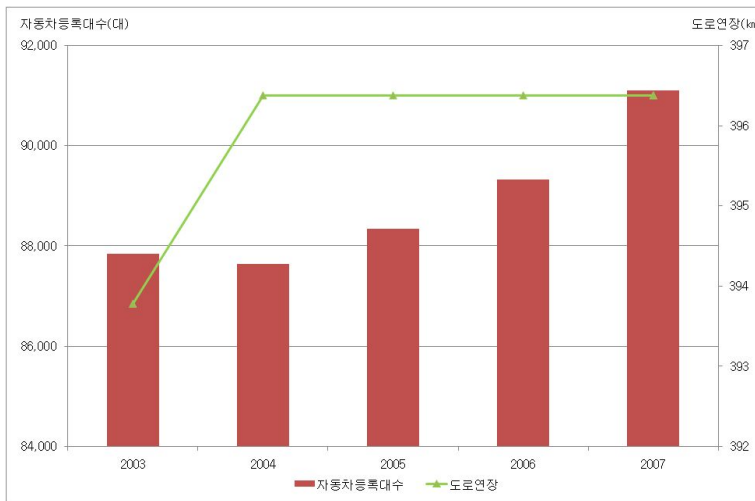
대전시 중구의 도로연장을 살펴보면, 2003년 394km에서 2004년 396km로 증가한 이후 동일한 수준을 유지하고 있으며, 1인당 도로연장은 2007년 기준 약 1.49m이다. 자동차 등록대수의 경우, 2003년 87,847대에서 2007년 91,095대로 증가하였으며, 1인당 자동차 등록대수는 2007년 기준 약 0.34대이다.

<표 3-44> 대전시 중구 도로연장 및 자동차등록대수 변화

구분	포장률(%)	연장(km)	1인당 도로연장(m)	자동차 등록대수(대)	1인당 자동차 등록대수(대)
2003	100	394	1.4626	87,847	0.3263
2004	100	396	1.4848	87,646	0.3283
2005	100	396	1.4807	88,350	0.3300
2006	100	396	1.4967	89,329	0.3373
2007	100	396	1.4858	91,095	0.3415

자료: 중구청 건설교통부 『도로현황조사』, 교통과

<그림 3-25> 대전시 중구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이



(3) 서구

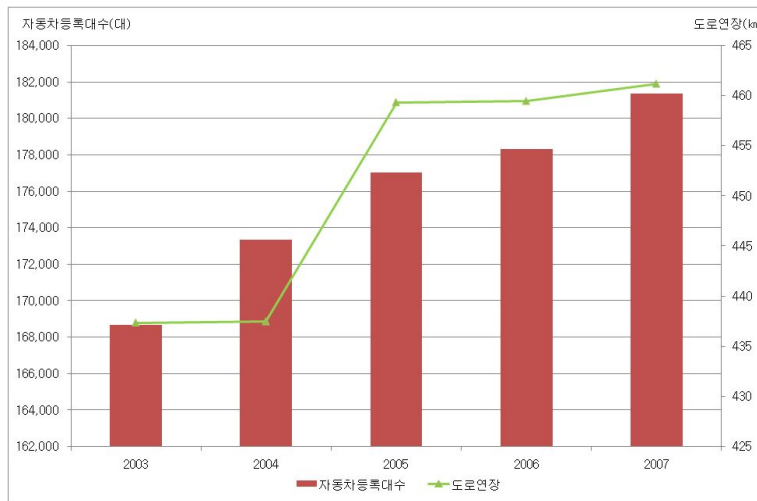
대전시 서구의 도로연장을 살펴보면, 2003년 437km에서 2005년 459km 그리고 2007년에는 461km로 증가하였으며, 1인당 도로연장은 2007년 기준 약 0.91m이다. 자동차 등록대수의 경우, 2003년 168,691대에서 2007년 181,363대로 증가하였으며, 1인당 자동차 등록대수는 2007년 기준 약 0.36대이다.

<표 3-45> 대전시 서구 도로연장 및 자동차등록대수 변화

구분	포장률(%)	연장(km)	1인당 도로연장(m)	자동차 등록대수(대)	1인당 자동차 등록대수(대)
2003	100	437	0.8712	168,691	0.3360
2004	100	437	0.8573	173,350	0.3397
2005	100	459	0.8987	177,033	0.3464
2006	100	459	0.9044	178,292	0.3510
2007	100	461	0.9129	181,363	0.3590

자료 : 서구청 건설관리과, 교통관리과

<그림 3-26> 대전시 서구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이



(4) 유성구

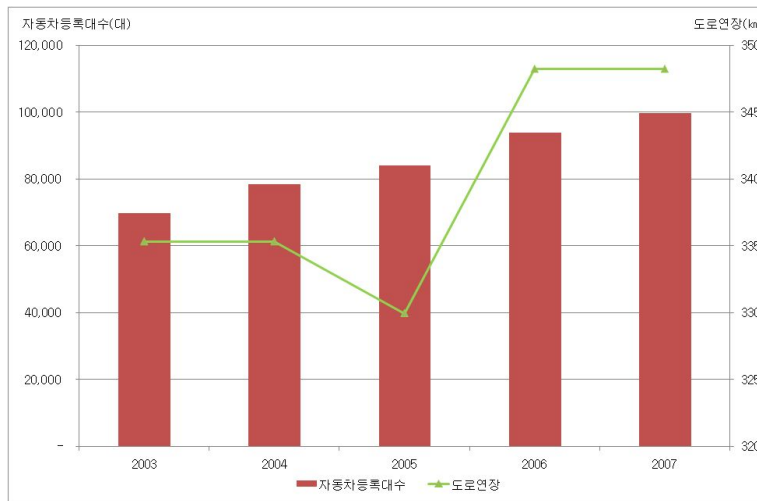
대전시 유성구의 도로연장을 살펴보면, 2003년 약 335km에서 2007년에는 약 348 km로 증가하였으며, 1인당 도로연장은 2007년 기준 약 1.37m이다. 자동차 등록대수의 경우, 2003년 69,702대에서 2007년 99,710대로 증가하였으며, 1인당 자동차 등록대수는 2007년 기준 약 0.39대이다.

<표 3-46> 유성구 도로연장 및 자동차등록대수 변화

구분	포장률(%)	연장(km)	1인당 도로연장(m)	자동차 등록대수(대)	1인당 자동차 등록대수(대)
2003	99.8	335.340	1.7103	69,702	0.3555
2004	100.0	335.340	1.6295	78,553	0.3817
2005	100.0	329.959	1.4795	84,053	0.3769
2006	100.0	348.254	1.4171	93,802	0.3817
2007	100.0	348.254	1.3721	99,710	0.3928

자료 : 유성구청 건설과, 교통과

<그림 3-27> 대전시 유성구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이



(5) 대덕구

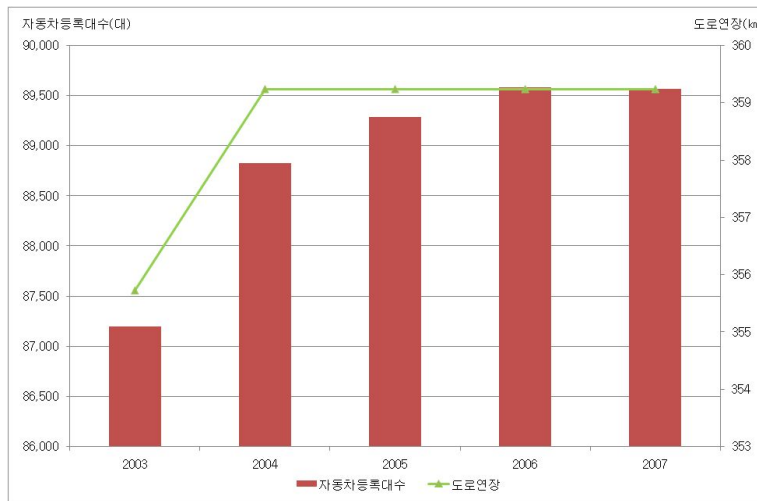
대전시 대덕구의 도로연장을 살펴보면, 2003년 약 356km에서 2007년에는 약 359 km로 증가하였으며, 1인당 도로연장은 2007년 기준 약 1.67m이다. 자동차 등록대수의 경우, 2003년 87,201대에서 2007년 89,564대로 증가하였으며, 1인당 자동차 등록대수는 2007년 기준 약 0.42대이다.

<표 3-47> 대덕구 도로연장 및 자동차등록대수 변화

구분	포장률(%)	연장(km)	1인당 도로연장(m)	자동차 등록대수(대)	1인당 자동차 등록대수(대)
2003	100	355.726	1.5438	87,201	0.3784
2004	100	359.234	1.5742	88,826	0.3892
2005	100	359.234	1.5990	89,281	0.3974
2006	100	359.234	1.6402	89,582	0.4090
2007	100	359.234	1.6697	89,564	0.4163

자료: 대덕구청 건설팀, 교통팀

<그림 3-28> 대전시 대덕구 자동차 등록대수 및 도로연장 변화 추이



5. 도시공원 면적

1) 대전시 도시공원 면적

대전시 도시공원 면적²¹⁾은 2003년 13,817천㎡에서 증가하여 2005년 14,127천㎡ 그리고 2007년 14,425천㎡로 증가추세에 있다. 1인당 공원면적도 2003년 9.6㎡에서 2007년 9.7㎡로 증가하였다.

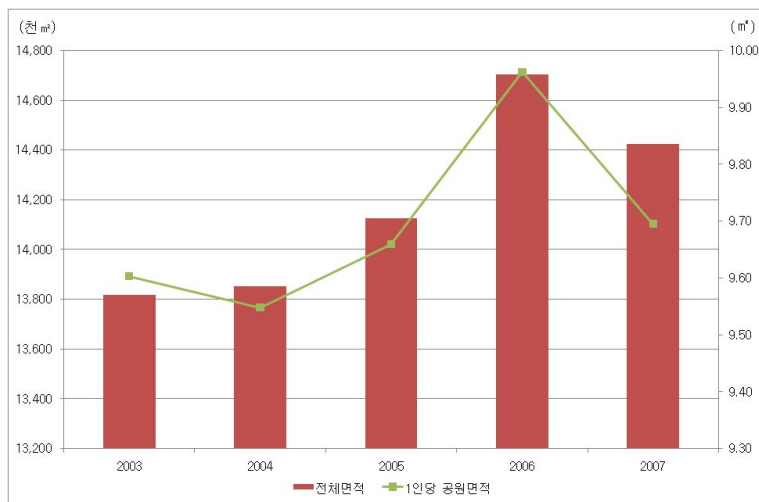
<표 3-48> 대전시 도시공원 면적 변화

(단위 : 천㎡)

연별	전체면적	어린이 공원	소공원	근린공원	묘지공원	체육공원	1인당 공원면적(㎡)
2003	13,817	621	3	9,925	3,227	41	9.60
2004	13,852	625	3	9,956	3,227	41	9.55
2005	14,127	644	3	10,212	3,227	41	9.66
2006	14,704	651	3	10,700	3,227	123	9.96
2007	14,425	652	12	10,411	3,227	123	9.70

자료 : 각 구별 통계연보 공원면적 종합

<그림 3-29> 대전시 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이



21) 공원면적에서 도시자연공원 면적은 제외하였음

2) 구별 도시공원 면적

(1) 동구

대전시 동구의 도시공원 면적은 2003년 686천㎡에서 증가하여 2005년 698천㎡ 그리고 2007년 750천㎡로 증가추세에 있다. 1인당 공원면적도 2003년 2.85㎡에서 2007년 3.04㎡로 증가하였다.

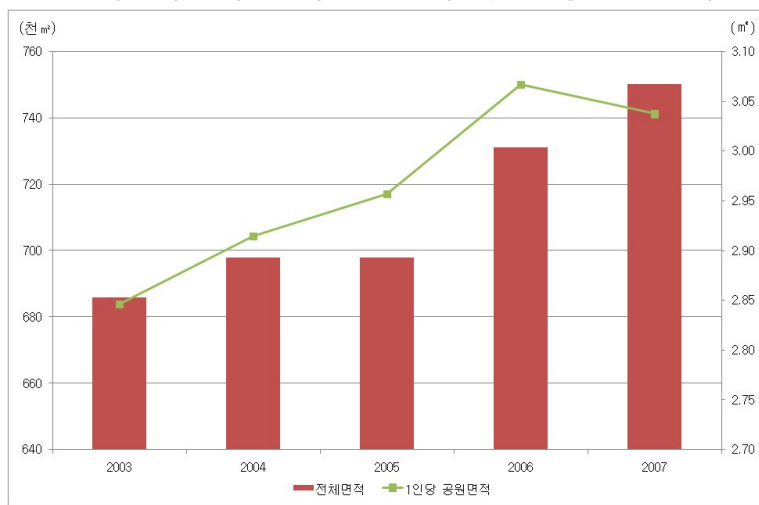
<표 3-49> 대전시 동구 도시공원 면적 변화

(단위 : 천㎡)

연별	전체면적	어린이 공원	소공원	근린공원	묘지공원	체육공원	1인당 공원면적(㎡)
2003	686	50		636			2.85
2004	698	57		641			2.91
2005	698	57		641			2.96
2006	731	57		674			3.07
2007	750	64		686			3.04

자료 : 동구청 공원녹지과

<그림 3-30> 대전시 동구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이



(2) 중구

대전시 중구의 도시공원 면적은 2003년 353천㎡에서 증가하여 2005년 364천㎡ 그리고 2007년 374천㎡로 증가추세에 있다. 1인당 공원면적도 2003년 1.31㎡에서 2007년 1.40㎡로 증가하였다.

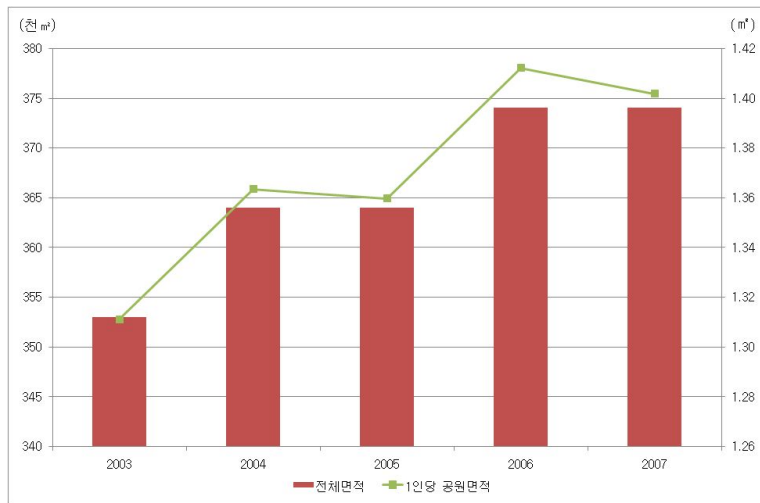
<표 3-50> 대전시 중구 도시공원 면적 변화

(단위 : 천㎡)

연별	전체면적	어린이 공원	소공원	근린공원	묘지공원	체육공원	1인당 공원면적(㎡)
2003	353	74		279			1.31
2004	364	74		290			1.36
2005	364	74		290			1.36
2006	374	84		290			1.41
2007	374	84		290			1.40

자료 : 중구청 공원과

<그림 3-31> 대전시 중구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이



(3) 서구

대전시 서구의 도시공원 면적은 2003년 6,338천㎡에서 2005년 6,336천㎡ 그리고 2007년 6,328천㎡로 미미하나 지속적인 감소를 보이고 있다. 1인당 공원면적도 2003년 12.62㎡에서 2007년 12.53㎡로 감소하였다.

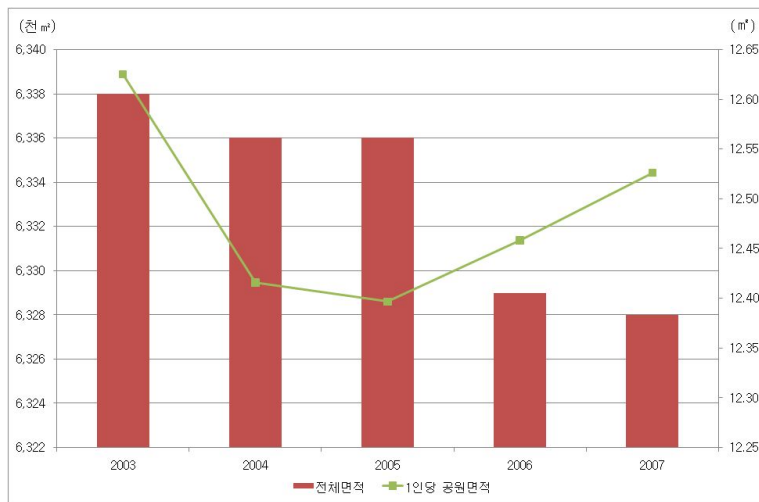
<표 3-51> 대전시 서구 도시공원 면적 변화

(단위 : 천㎡)

연별	전체면적	어린이 공원	소공원	근린공원	묘지공원	체육공원	1인당 공원면적(㎡)
2003	6,338	162		6,176			12.62
2004	6,336	162		6,174			12.42
2005	6,336	162		6,174			12.40
2006	6,329	161		6,168			12.46
2007	6,328	161		6,167			12.53

자료 : 서구청 공원녹지과

<그림 3-32> 대전시 서구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이



(4) 유성구

대전시 유성구의 도시공원 면적은 2003년 5,027천㎡에서 증가하여 2005년 5,312천㎡ 그리고 2007년 5,397천㎡로 증가하였다. 1인당 공원면적의 경우 2003년 25.64㎡에서 2007년 21.26㎡로 오히려 감소하였다. 이와 같은 감소는 인구의 급속한 증가에 기인하는 것으로 예측된다.

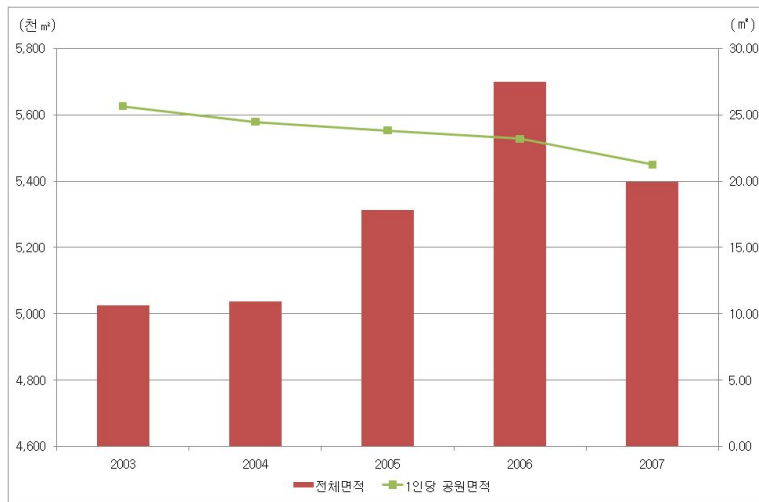
<표 3-52> 대전시 유성구 도시공원 면적 변화

(단위 : 천㎡)

연별	전체면적	어린이 공원	소공원	근린공원	묘지공원	체육공원	1인당 공원면적(㎡)
2003	5,027	224		1,535	3,227	41	25.64
2004	5,037	221		1,548	3,227	41	24.48
2005	5,312	240		1,804	3,227	41	23.82
2006	5,698	238		2,192	3,227	41	23.19
2007	5,397	228	9	1,892	3,227	41	21.26

자료: 유성구청 녹지사업소

<그림 3-33> 대전시 유성구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이



(5) 대덕구

대전시 대덕구의 도시공원 면적은 2003년 1,413천㎡에서 증가하여 2005년 1,417천㎡ 그리고 2007년 1,576천㎡로 증가하였다. 1인당 공원면적의 경우 2003년 6.13㎡에서 2007년 7.33㎡로 증가추세에 있다.

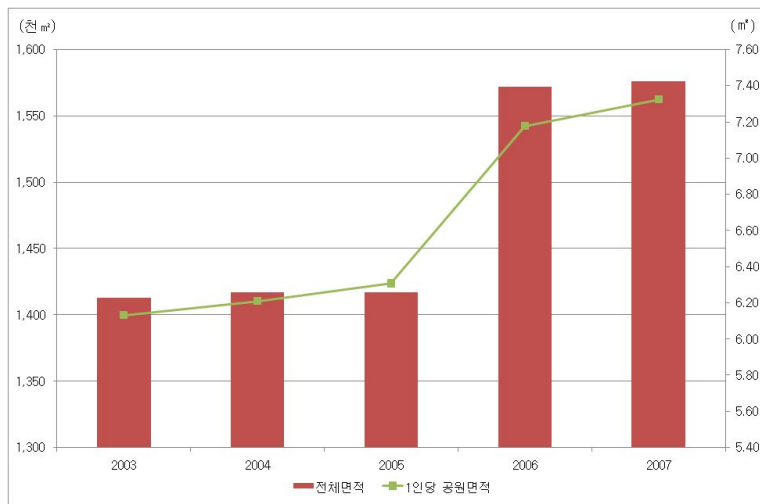
<표 3-53> 대전시 대덕구 도시공원 면적 변화

(단위 : 천㎡)

연별	전체면적	어린이 공원	소공원	근린공원	묘지공원	체육공원	1인당 공원면적(㎡)
2003	1,413	111	3	1,299			6.13
2004	1,417	111	3	1,303			6.21
2005	1,417	111	3	1,303			6.31
2006	1,572	111	3	1,376		82	7.18
2007	1,576	115	3	1,376		82	7.33

자료: 대덕구청 도시녹지팀

<그림 3-34> 대전시 대덕구 도시공원 면적 및 1인당 공원면적 변화 추이



6. 산림면적

1) 대전시 산림면적

대전시 총 산림면적은 2000년 306.02km²에서 2007년 304.11km²로 약간 감소하였으며, 인구 1인당 산림면적을 살펴보면, 2000년 220m²에서 2007년 206m²로 감소추세에 있다.

<표 3-54> 대전시 산림면적 변화

(단위 : km²)

연별	전체면적	국유림	공유림	사유림	1인당 산림면적(m ²)
2000	306.02	39.90	15.58	250.54	220
2001	305.79	39.79	15.56	250.44	217
2002	305.59	39.77	16.31	249.51	214
2003	305.36	39.77	16.31	249.28	212
2004	304.79	39.48	16.31	249.00	210
2005	304.62	39.48	16.31	248.83	208
2006	304.22	39.48	16.31	248.43	206
2007	304.11	40.09	16.57	247.45	206

자료 : 산림기본통계(2008)

<그림 3-35> 대전시 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이



2) 구별 산림면적

(1) 동구

대전시 동구의 산림면적은 2003년 기준 89.24km²에서 2007년 89.17km²로 약간 감소하였으며, 인구 1인당 산림면적을 살펴보면, 2000년 370m²에서 2007년 361m²로 감소하였다.

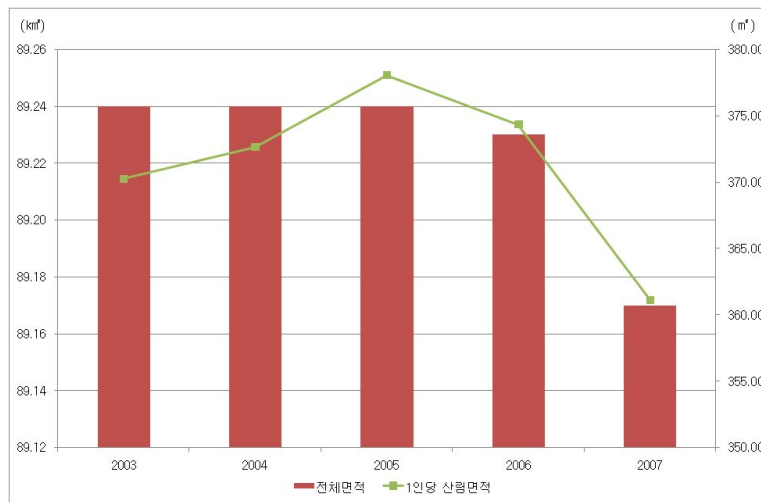
<표 3-55> 대전시 동구 산림면적 변화

(단위 : km²)

연별	전체면적	국유림	공유림	사유림	1인당 산림면적 (m ²)
2003	89.24	14.39	4.59	70.26	370
2004	89.24	14.39	4.59	70.26	373
2005	89.24	14.39	4.59	70.26	378
2006	89.23	14.39	4.59	70.25	374
2007	89.17	14.59	4.59	69.99	361

자료 : 도시공원녹지과

<그림 3-36> 대전시 동구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이



(2) 중구

대전시 중구의 산림면적은 2003년 기준 35.00km²에서 2007년에도 35.00km²로 거의 변화가 없었으며, 인구 1인당 산림면적을 살펴보면, 2000년 130m²에서 2007년 131m²로 미세한 증가가 진행되었다.

<표 3-56> 대전시 중구 산림면적 변화

(단위 : km²)

연별	전체면적	국유림	공유림	사유림	1인당 산림면적(m ²)
2003	35.00	3.74	0.76	30.50	130
2004	34.97	3.72	0.76	30.49	131
2005	34.97	3.72	0.76	30.49	131
2006	34.97	3.72	0.76	30.49	132
2007	35.00	4.12	0.76	30.12	131

자료 : 공원과, 산림청 『임업통계연보』

<그림 3-37> 대전시 중구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이



(3) 서구

대전시 서구의 산림면적은 2003년 기준 52.46km²에서 2007년에도 52.26km²로 약간 감소하였으며, 인구 1인당 산림면적을 살펴보면, 2000년 105m²에서 2007년 103m²로 역시 미세한 감소가 진행되었다.

<표 3-57> 대전시 서구 산림면적 변화

(단위 : km²)

연별	전체면적	국유림	공유림	사유림	1인당 산림면적(m ²)
2003	52.46	3.47	0.84	48.15	105
2004	52.45	3.47	0.84	48.14	103
2005	52.42	3.47	0.84	48.11	103
2006	52.30	3.46	0.84	48.00	103
2007	52.26	3.75	0.84	47.67	103

자료 : 공원녹지과, 산림청 『임업통계연보』

<그림 3-38> 대전시 서구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이



(4) 유성구

대전시 유성구의 산림면적은 2003년 기준 99.46km²에서 2007년에도 98.71km²로 약간 감소하였으며, 인구 1인당 산림면적의 경우 2000년 507m²에서 2007년 389m²로 급속한 감소를 보이고 있다.

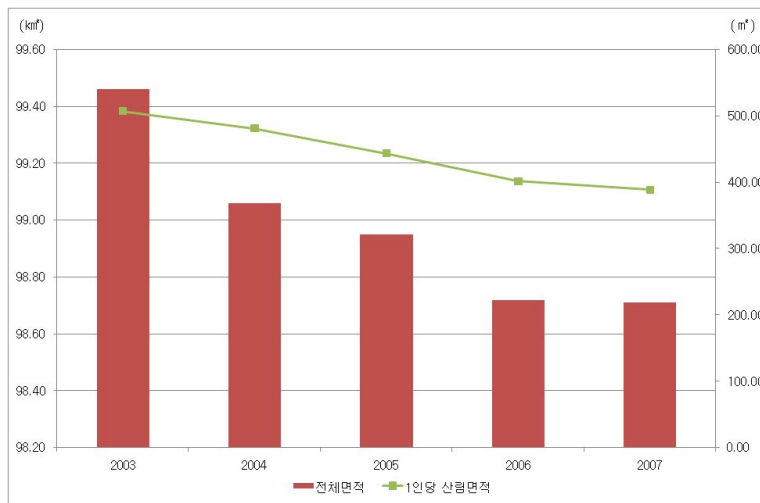
<표 3-58> 대전시 유성구 산림면적 변화

(단위 : km²)

연별	전체면적	국유림	공유림	사유림	1인당 산림면적(m ²)
2003	99.46	11.79	9.45	78.22	507
2004	99.06	11.50	9.45	78.11	481
2005	98.95	11.50	9.45	78.00	444
2006	98.72	11.51	9.45	77.76	402
2007	98.71	11.24	9.71	77.76	389

자료 : 유성구청 도시과

<그림 3-39> 대전시 유성구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이



(5) 대덕구

대전시 대덕구의 산림면적은 2003년 기준 29.20km²에서 2007년에도 28.97km²로 약간 감소하였으며, 인구 1인당 산림면적의 경우 2000년 127m²에서 2007년 135m²로 다른 구와는 달리 오히려 증가추세를 보이고 있다.

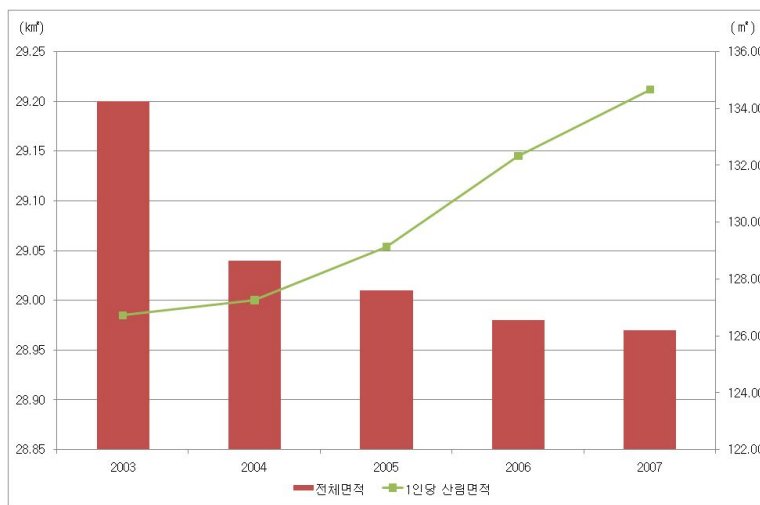
<표 3-59> 대전시 대덕구 산림면적 변화

(단위 : km²)

연별	전체면적	국유림	공유림	사유림	1인당 산림면적(m ²)
2003	29.20	6.38	0.67	22.15	127
2004	29.04	6.38	0.67	21.99	127
2005	29.01	6.38	0.67	21.96	129
2006	28.98	6.39	0.67	21.92	132
2007	28.97	6.39	0.67	21.91	135

자료 : 도시녹지팀

<그림 3-40> 대전시 대덕구 산림면적 및 1인당 산림면적 변화 추이



7. 최종지표 선정

전술한 바와 같이 제2절에서는 제1절의 선행연구 검토에 기초하여 1차적으로 대전시 도시용량 산출 지표를 선정하였으며, 제3절에서는 제2절에서 선정한 1차적 지표의 대전시 현황을 살펴봄으로서 도시용량 산출을 위한 지표의 자료 접근성 등을 검토하였다.

여기서는 앞서 고찰한 6개 1차적 지표의 「지표로서의 요건(제2절 1. 지표선정과 정 참조)」을 종합적으로 살펴보고, 최종적으로 지표선정의 여부를 검토한다.

<표 3-60> 대전시 도시용량 산출 최종지표 검토

지 표	지표검토		지표요건*		최종 지표 선정
	검토자료	공간적 범위	자료구득 여부	수량적 접근/추세 판단여부	
토지이용용량	총인구, 면적 - 대전시 : 1999-2007 - 구·동 : 2003-2007	대전시, 구, 동	○	○	●
상수도 용량	급수구역, 시설용량, 1인 1일 급수량 - 대전시 : 1997-2008	대전시	○	○	●
하수처리량	하수처리면적 - 대전시 : 2004-2007 시설용량 - 대전시 : 1999-2007	대전시	○	○	●
도로용량	연장, 1인당 도로연장, 자 동차등록대수 - 대전시 : 2001-2007 - 구·동 : 2003-2007	대전시, 구, 동	○	○	●
녹지(공원) 면적	공원면적, 1인당 공원면적 - 대전시 : 2003-2007 - 구·동 : 2003-2007	대전시, 구, 동	○	○	●
산림면적	산림면적, 1인당 산림면적 - 대전시 : 2000-2007 - 구·동 : 2003-2007	대전시, 구, 동	○	○	●

* 지표요건 중 1차적으로 용량산정의 의도와 목적에 부합하는지는 여부는 기존 연구에 기초하여 접근하고 있다라는 점에서 모든 지표가 해당되는 것으로 가정함

1차적 지표에 대한 자료검토 결과를 살펴보면 다음과 같다.

토지이용 용량의 경우 총인구와 면적 등의 자료를 공간적으로는 대전시, 구, 동 단위서 그리고 시간적으로는 대전시의 경우 1999-2007년, 구·동의 경우 2003-2007년까지 접근이 가능하다.

상수도 용량의 경우 급수구역, 시설용량, 1인 1일 급수량 등의 자료를 공간적으로는 대전시차원에서 시간적으로는 1997-2008년간의 자료 접근이 가능하다.

하수도 용량의 경우 하수처리면적, 시설용량 등의 자료를 공간적으로는 대전시차원에서 시간적으로는 1997(2004)-2007년간의 자료 접근이 가능하다.

도로 용량의 경우 도로연장, 1인당 도로연장, 자동차등록대수 등의 자료를 공간적으로는 대전시, 구, 동단위에서 그리고 시간적으로는 대전시의 경우 2001-2007년, 구·동의 경우 2003-2007년까지 접근이 가능하다.

녹지(공원) 면적의 경우 공원면적, 1인당 공원면적 등의 자료를 공간적으로는 대전시, 구, 동단위 그리고 시간적으로는 대전시, 구·동 모두 2003-2007년까지 접근이 가능하다.

산림 면적의 경우 산림면적, 1인당 산림면적 등의 자료를 공간적으로는 대전시, 구, 동단위에서 그리고 시간적으로는 대전시의 경우 2000-2007년, 구·동의 경우 2003-2007년까지 접근이 가능하다.

이상과 같은 지표에 대한 검토 결과, 6개 지표는 도시용량산정의 의도와 목적에 부합하고, 수량적 판단과 해석이 가능한 자료를 구득할 수 있다라는 점에서 본 연구에서는 이들 6개 지표를 모두 대전시 도시용량 산출 최종지표로 선정한다.

제 4 장

도시용량 산출방법론 고찰

제1절 선행연구에서 도시용량 산출방법

제2절 도시용량 산출방법론 설정

제4장 도시용량 산출방법론 고찰

제1절 선행연구에서 도시용량 산출방법

선행연구에 대한 검토결과, 도시용량은 몇 가지 방식으로 산출되고 있다. 이러한 도시용량 산정방법 또는 과정은 크게 도시(개발)용량을 산출하는 방법과 환경용량을 산출하는 방법으로 접근되고 있다.

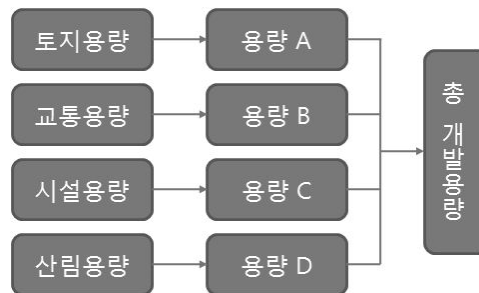
본 연구에서는 도시용량 산출방법에 대한 기존의 연구방법론을 검토토록 한다.

■ 도시(개발)용량 산출 방법의 개요

도시(개발)용량을 구체적으로 산출한 연구로는 경기개발연구원(1999)과 전북발전연구원(2005)의 연구가 있다.

경기개발연구원의 연구에서 보면, 도시용량은 2단계로 접근하고 있는데, 1단계에서는 토지용량, 교통용량, 시설용량, 산림용량 등 부문별로 도시개발용량을 평가하고, 2단계에서는 각 부문별 평가결과를 종합하여 지역별 총 평균용량을 산정하는 방식으로 진행하였다. 또한 이들 용량은 2가지 방법을 적용하여 산출하고 있는데, 원단위법과 회귀분석법을 이용하고 있다.

이들 부문별 도시개발용량의 평가(산정)를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.



1) 토지용량

(1) 원단위 추정법

전통적인 원단위법에 의해 토지를 수용하는 방법을 적용하되, 가용토지를 기준으로 용량을 산정하였다. 구체적으로 1단계에서는 가용토지 총량을 산정하고, 2단계에서는 토지이용 밀도 기준을 설정하며, 3단계에서는 가용토지량에 밀도를 고려하여 적정 인구규모를 산출한다.

<그림 4-1> 단계별 토지용량 산정 방법

1단계	가용토지 총량 산정
2단계	토지이용 밀도 기준 설정(가정)
3단계	가용토지량에 의한 적정인구규모 산출

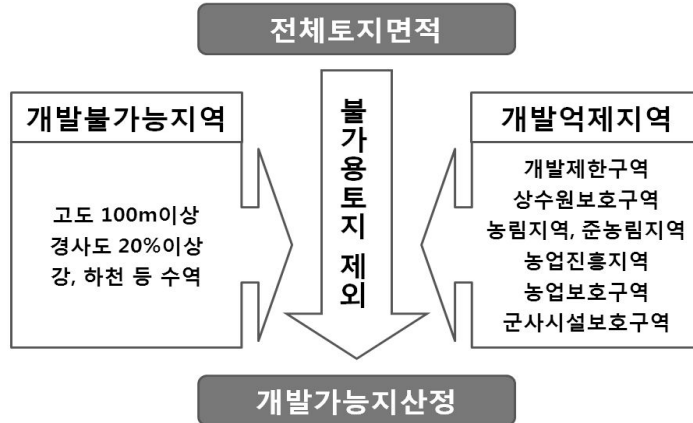
한편 여기서 가용토지는 다음과 같은 방식으로 산출하며, 개발가능한 가용토지는 전체 토지면적에서 개발불가능지역과 개발억제지역을 제외한 나머지 면적을 말한다.²²⁾

$$\text{개발가용토지면적} = \text{전체면적} - (\text{개발불가능지역} + \text{개발억제지역})$$

이 연구에서는 현실적으로 개발계획이 불가능한 고도 100m 이상 지역 및 경사도 20% 이상, 강, 하천 등 개발 불가능지역과 상수원보호구역, 개발제한구역, 국·도립공원 등의 개발억제지역을 전체 토지면적에서 제외하여 개발가용지역을 산정하였다.

22) 대한국토·도시계획학회, 「토지이용계획특론」, 보성각, 1996.

<그림 4-2> 개발가능지 선정 흐름도



(2) 회귀분석법

원단위 산정법이 순수한 가용토지 용량만을 고려하여 정책적으로 설정된 토지이용밀도를 적용하여 가용토지용량을 산정하는데 비해, 회귀분석법은 토지용량에 영향을 미치는 변수들을 선정하여 그 관계식을 적용함으로써 토지용량을 추정하는 방법이다. 이와 같은 회귀분석법은 용량과 연관이 있을 것으로 예상되는 변수를 설정하여 관계식을 추정하므로, 변수변화에 따른 용량의 변화를 확인하는데 보다 유용하다.

아래 식은 선형모형의 예를 보여주고 있으나, 실제 이러한 선형의 관계를 반드시 갖는 것은 아니며, 실제 대상지역의 특성에 따라 비선형모형으로 구성될 수도 있다.

$$\text{토지용량(인구규모)} = a + b_1 \cdot B_1 + b_2 \cdot B_2 + \dots + b_n \cdot B_n$$

2) 교통용량

교통용량 산정을 위한 교통 발생량 산출방법은 그 대상지의 규모에 따라 일정단

위 블록이나 시설물을 대상으로 하고 있는 미시적 접근방법과 행정구역 전체에 해당되는 광범위한 지역을 대상으로 하고 있는 거시적 방법으로 구분할 수 있다.

(1) 원단위 추정법

보통 원단위는 현재시점을 기준으로 산정이 되는데, 이 방법론은 “현재의 교통상태는 수용 가능한 상태이다.”라는 가정을 기반으로 하고 있다. 다양한 도로용량 산정방법을 검토해 본 결과, 이 연구에서 도로용량을 산정하는 기본적인 접근개념은 지역적인 거시차원에서의 전체 도로용량을 산정하는 방식을 선택하였다.

가장 이상적인 접근방법은 실제 대상지역의 발생통행량과 지역 내의 시설별 면적 총합간의 관계를 분석함으로써 전체지역의 시설별 원단위를 산출하여 도로용량을 산출하는 것이며, 이를 위해 다음과 같은 가정을 하고 도출하였다.

$$A\text{용도 통행유발(도로면적)원단위(인/단위면적)} = \frac{\text{도로상태(도로면적 or 도로연장)}}{A\text{용도 연상면적}}$$

이 식에서 우항의 분자에 해당되는 도로상태를 규정하기가 불가능하기 때문에, 현실적으로 원단위를 적용한 거시적 도로용량을 산정하는 방법은 결과적으로 적용이 곤란하다라는 점을 제시하였다.

(2) 회귀분석법

원단위 적용법과는 달리 동일한 조건에서 회귀식에 의한 접근법이 보다 유용할 수 있는데 그 이유는 현재의 도로상태가 용량을 표현하고 있다는 기본가정 하에서 출발하기 때문이다.

$$\text{대상지역 전체 도로상태} = a + b_1*B_1 + b_2*B_2 + \dots + b_n*B_n$$

전체 도로면적이거나 도로연장길이에 따른 인구규모에 관한 회귀식을 구성하여 도로상태(도로면적 또는 도로연장길이)에 따른 인구규모(수용 가능한 인구규모) 산정

식을 추정할 수 있다.

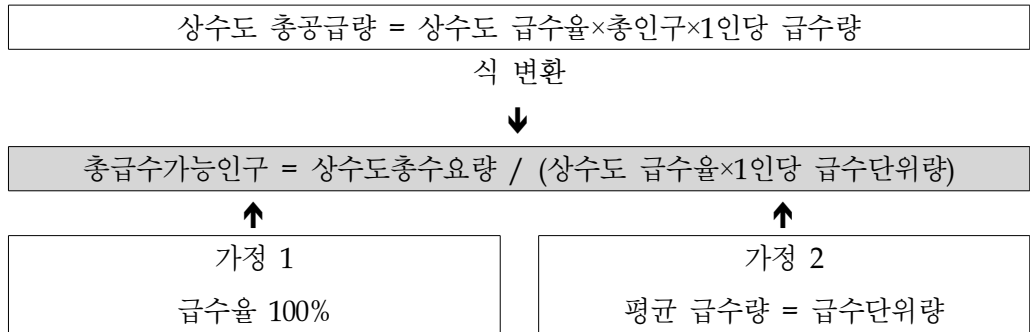
$$\text{대상지역 전체인구 규모} = a+b*[\text{도로상태(도로면적 또는 도로연장)}]$$

3) 상수도용량

이 연구에서 상수도용량을 산정하기 위해서, 평균 사용량 원단위를 적용하였다. 이 방법은 각 지역별 1인당 평균 상수수요량을 기준으로 원단위를 결정하기 때문에 보다 적용이 용이하기 때문이다.

상수도급수율에 총인구와 1인당 급수량을 곱하여 상수도 총 공급량을 산정하는데, 이때 상수도 공급률을 100%라고 가정하고 현재의 평균급수량을 급수원단위량으로 설정하여 상수도용량을 산출하였다.

<그림 4-3> 상수도 개발용량 산정식

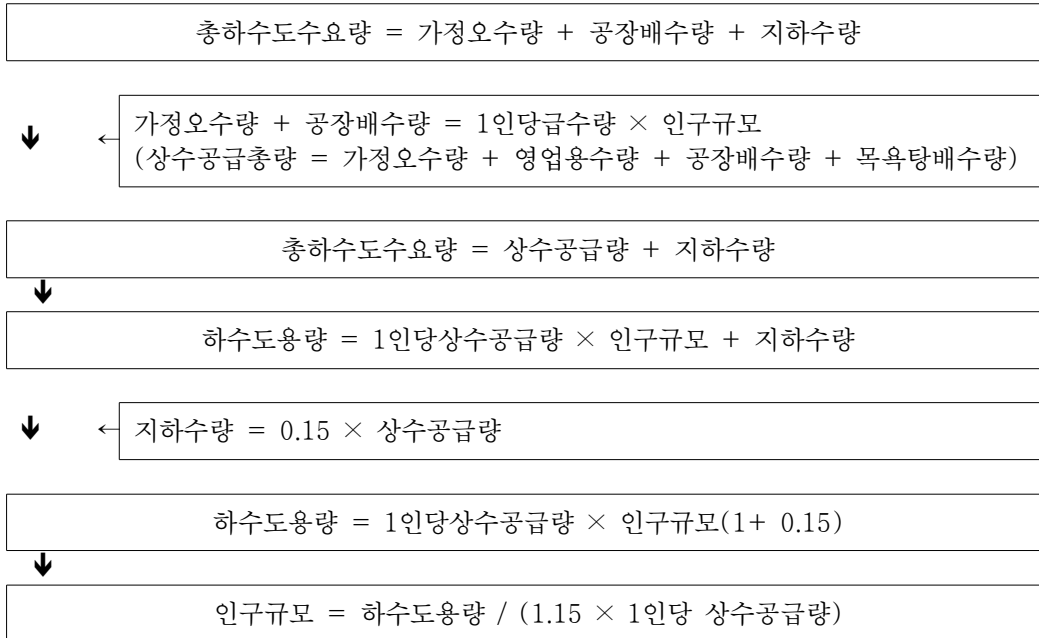


4) 하수도용량

상수공급량의 손실이 없이 하수로 유입이 될 경우, 그 양은 가정오수량과 공장배수량의 합과 거의 같다고 할 수 있으므로, 이 연구에서는 가정오수량과 공장배수량의 합을 상수 총공급량으로 대체하여 산정하였다. 지하수량은 일반적으로 상수공급

량의 15% 정도 수준으로 보고 다음과 같은 방식으로 하수도 용량을 산출하였다.

<그림 4-4> 하수도 용량 산정방식



5) 공원용량

공원용량은 법적 기준으로 접근하고 있다. 도시공원법 시행규칙에서는 하나의 도시계획구역 안에서 도시공원면적은 당해 도시계획구역 안에 거주하는 주민 1인당 6㎡ 이상으로 하고, 개발제한구역·녹지지역을 제외한 도시계획구역 안에서의 기준은 당해 도시계획구역 안에 거주하는 주민 1인당 3㎡ 이상으로 규정하고 있다.

결과적으로 이 연구에서는 대상지 전체를 도시계획구역이라고 할 경우, 전체 면적을 고려한 도시공원의 산정식을 다음과 같이 설정하였다.

$\text{도시공원면적} = \text{전체인구수(인)} \times 6(\text{㎡/인})$
--

위의 식을 인구수에 대하여 정리하면 다음과 같이 수용 가능한 인구수를 산출할 수 있다.

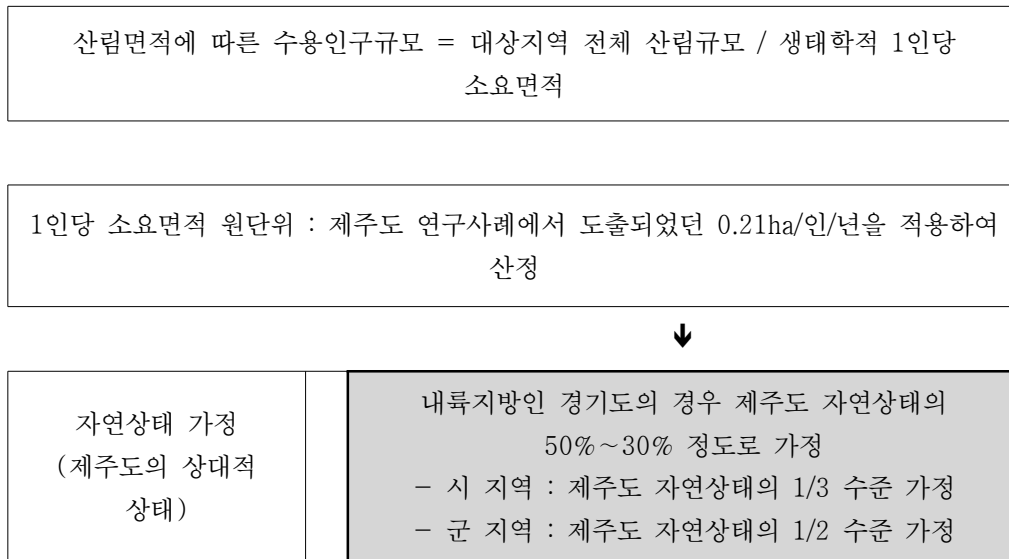
$$\text{수용가능한 전체인구수(인)} = \frac{\text{대상지역내 전체도시공원면적}}{6(\text{m}^2/\text{인})}$$

6) 산림용량

산림의 용량은 1997년 제주도에서 수행한 「제주도 환경용량 평가 연구」에 기초하여 다음과 같은 방식으로 추정하였다.

산정방식의 핵심은 경기도 시군별 전체 산림면적을 인구 1인당 필요로 하는 생태학적 산림면적으로 나누어 수요가능인구수를 산정해 내는 것이다. 여기에서 인구 1인당 산림면적의 원단위 기준은 제주도와 경기도의 자연환경적 차이점을 고려하여 경기도 도시지역을 제주도 수준의 1/3을 적용하고, 군지역은 1/2정도를 적용하기로 하였다.

<그림 4-5> 생태학적 환경(산림)용량 산정방법



제2절 도시용량 산출방법론 설정

본 연구에서는 선행 연구에서 제시된 도시개발용량 산정방법론에 대한 검토를 토대로 '대전시 도시용량 산출방법론'을 설정하였다.

1. 방법론 선정의 전제 및 가정

본 연구에서는 대전시 도시용량을 산출하기 위하여 다음과 같은 3가지 전제 및 가정을 설정하였다.

첫째, 도시용량지표는 앞에서 검토된 것과 같이 총 6개 지표(토지용량, 상수도용량, 하수도용량, 도로용량, 녹지용량, 산림용량)를 기초로 산출한다. 도시용량을 산출하기 위해서 다양한 지표가 있을 수 있으나, 본 연구에서는 가장 대표적인 6개 환경·기반시설을 기초로 용량을 산출한다.

둘째, 도시용량의 결과는 인구규모로 산출토록 한다. 6개의 도시용량 산출지표에 의해 각각 적정한 규모의 인구지표를 제시토록 한다. 즉 '현재 토지용량에서 볼 때, 적정한 인구규모는 얼마이다'와 같은 인구지표를 결과로 산출한다.

셋째, 도시용량을 산출하는 기준 시점은 현재로 설정한다. 즉 현재의 자연환경이나 기반시설 용량 등을 기준으로 현재 시점에 적정한 인구규모를 산출한다. 현재 건설 중에 있는 다양한 시설의 경우도 현 시점에서는 제외하고 용량을 산출한다.

2. 도시용량 산출 방법론 틀

전술한 바와 같은 도시용량 산출 전제조건에 따라, 도시용량 산출은 다음과 같은 틀에서 추정토록 한다.

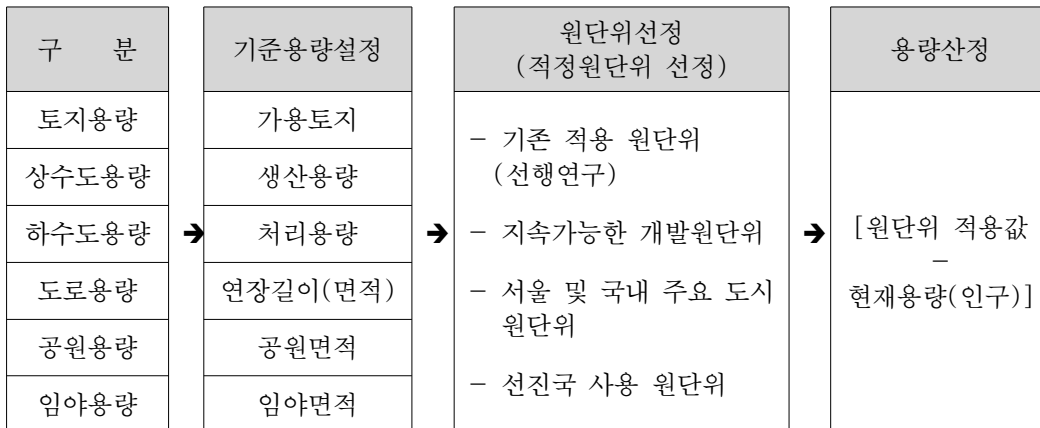
첫째, 6개 지표별 기준용량을 설정한다. 토지용량의 경우 도시면적 또는 가용토지면적, 상수도용량의 경우 생산용량, 하수도용량의 경우 처리용량, 도로용량의 경우 도로연장이나 면적 등을 설정한다. 산림용량의 경우 임야면적 그리고 공원용량

의 경우 공원면적을 설정한다.

둘째, 적정원단위를 선정한다. 여기서 원단위는 각 지표별 가장 적절한 또는 합리적인 용량의 크기(규모)를 의미한다. 예를 들어 토지용량의 경우, 시민 1인이 도시생활함에 있어서 요구되는 적절한 토지의 규모를 의미한다. 이러한 원단위는 선행연구에서 검토된 자료, 지속가능한 개발의 원단위로 고려된 수치, 국내 주요 도시들의 원단위 그리고 선진국 등에서 사용·적용하는 자료 등을 고려하여 선정한다.('부록. 도시용량 선정지표의 원단위 검토' 참조)

셋째, 기준용량과 원단위가 선정되면, 적정 용량을 산정할 수 있으며, 이 원단위 적용값과 현재용량(인구)값을 비교하여 과부족을 도출할 수 있다. 이와 같은 적정용량은 지표별 최소값과 최대값 또는 전체 도시용량의 최소값과 최대값 등으로 도출이 가능하다.

<그림 4-6> 대전시 도시용량 산정방법



제 5 장

결 론

제1절 연구결과 요약

제2절 연구의 한계 및 향후 연구과제

제5장 결론

제1절 연구결과 요약

본 연구는 궁극적으로 대전시의 도시용량 산출을 목적으로 하고 있으며, 본 2009년 연구에서는 도시용량 산출 지표 및 방법론 설정에 초점을 맞추고 있다.

본 연구는 선행연구에 대한 검토, 통계자료 수집 및 분석 그리고 관련전문가의 자문 등의 방법으로 진행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

제1장에서는 본 연구의 배경 및 목적, 연구의 방법론 및 내용 등을 구체적으로 설정하였다.

제2장에서는 도시용량 개념이라는 제목아래, 용량과 관련한 개념, 개발과 관련한 개념 그리고 이러한 기존의 개념 등을 토대로 본 연구에서 도시용량이라는 개념을 설정하였다. 본 연구에서는 도시용량을 ‘일정한 삶의 질을 지속적으로 유지할 수 있는 수준에서 지역이 지탱할 수 있는 활동의 규모(능력)’으로 설정하였다.

제3장에서는 도시용량 산출지표라는 제목 아래, 선행연구 고찰, 지표종합 및 지표선정 그리고 지표별 대전시 현황 등을 살펴보았다. 본 연구에서는 도시 및 환경용량과 관련한 총 30여개 선행연구를 고찰하였으며, 특히 이러한 연구를 도시용량 지표관련 선행연구와 환경용량 지표 관련 선행연구로 구분, 연구내용을 살펴보았다. 이러한 선행연구에 대한 고찰에 기초하여 본 연구에서는 총 6개의 1차적 도시용량 산출 지표(토지이용용량, 상수도용량, 하수처리량, 도로용량, 녹지(공원)면적, 산림면적)를 선정하였으며, 이후 이러한 지표에 대한 대전시 통계자료의 접근 가능성 등을 고려하여 최종적으로 6개의 지표를 선정하였다.

제4장에서는 도시용량 산출방법론을 고찰하였다. 우선적으로 선행연구에서 도시용량을 어떻게 산출하는지를 검토하였으며, 이에 기초하여 대전시 도시용량 산출방

법론을 설정하였다. 대전시 도시용량은 원단위법에 의해 전술한 6개 지표의 기준용량과 원단위를 선정하여 최종적인 용량을 산정토록 하였으며, 그 결과는 인구규모로 산출하는 것이 적정함을 제시하였다.

제5장에서는 이상의 연구내용을 정리하고, 연구의 한계 및 향후 연구과제 등을 제시하였다.

제2절 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구에서는 대전시 도시용량을 산출하기 위한 방법론, 즉 산출지표와 산출방법론 설정을 주목적으로 하고 있다. 이러한 연구는 도시와 관련한 다양한 계획 등에 직간접적으로 적용 가능한 지표를 제시한다라는 의미에서 실질적이나 매우 학술적인 접근이 필요한 연구라고 판단된다.

본 연구의 진행 및 결과 등을 토대로 볼 때, 다음과 같은 연구적 한계를 인지하였으며, 이를 해결하기 위한 향후 연구과제를 함께 정리하면 다음과 같다.

첫째는 도시용량 지표를 산출함에 있어서 기존의 연구, 즉 선행연구에서 검토된 지표만을 대상으로 하기 때문에 새로운 지표를 발굴하지 못한 한계가 있다. 이러한 한계는 도시용량 산출을 위해 보다 적절하지만 그동안 연구적 접근이 되지 못한 지표가 있을 경우, 이를 접근하지 못한 한계이다. 따라서 향후 이러한 한계를 극복할 수 있는 보완연구가 필요한 것으로 보인다.

둘째, 전술한 바와 같이 도시용량 산출과 같은 이러한 연구는 다양한 방법론과 연구자 그리고 장기간에 걸쳐 접근되어야 한다고 본다. 그동안 많은 연구가 진행되었으며, 이를 검토한 결과 1회성 연구보다는 연속성 있는 연구의 진행이 많았으며, 특히나 지표와 관련해서는 지속적인 연구가 필요한 것으로 판단된다. 이와 관련해 향후 예정된 「대전시 도시용량에 관한 연구(Ⅱ)」는 반드시 진행될 필요가 있으며, 특히 이 연구에서는 본 연구에서 미처 다루지 못한 내용들을 가다듬어서 연구적 완성도를 높일 필요가 있다.

본 「대전시 도시용량에 관한 연구(Ⅰ)」에서는 도시용량을 구체적으로 산출하는 범위까지는 연구가 진행되지 않았으나, 기존 선행연구들을 통해 도시용량 산출을 위한 다양한 지표와 방법론을 검토하였다는 점에서 미진하나마 연구적 의의가 있다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 경기개발연구원(1999), 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구
- 공범진(2005), 도로용량을 고려한 개발가능밀도 산출에 관한 연구, 국토학회 정기학술대회
- 김경태 외(2006), Ecological Footprint를 활용한 도시의 환경용량 평가, 국토계획 제41권 제3호(통권 149호), 대한국토·도시계획학회
- 김범철 외(2005), 환경친화도시의 구성요소 중요도 분석, 대한국토·도시계획학회 2005 정기학술대회 논문집
- 김소진 외(2008), 환경친화적 도시개발을 위한 계획요소의 설정과 평가, 대한국토도시계획학회 정기학술대회 논문집(2008-11)
- 김재익 외(2007), 도시성장모형의 개발과 활용 : 통합적 접근방법, 국토계획, 통권 155호
- 김정곤(2005), 독일의 지속가능성 지표모델의 국내 적용연구, 국토계획, 통권 143호
- 남기찬 외(2008), 지속가능한 발전을 위한 인구, 산업, 토지이용구조에 관한 연구, 대한국토도시계획학회 정기학술대회 논문집(2008-11)
- 문태훈(1997), 지속가능한 성장을 위한 환경용량의 산정과 환경지표 개발에 관한 연구, 한국정책학회보 제7권 제1호
- 문태훈 외(2001), 지탱 가능한 발전을 위한 서울시 환경용량의 산정과 정책적 함의, 국토계획, 통권 115호
- 손민호 외(2005), 법, 제도적 측면의 환경용량 산정에 관한 연구, 국토계획 제40권 제6호(통권 145호), 대한국토·도시계획학회
- 오규식 외(2002), 지속가능한 도시환경을 달성하기 위한 통합적 도시수용력 평가체계 수립, 국토계획, 통권123호
- 오규식 외(2003), 적정개발밀도 산정을 위한 도시 수용력 평가시스템, 국토계획, 통권131호
- 오규식 외(2006), 도시개발의 환경적 누적영향 평가체계, 국토계획, 통권 151호
- 오덕성 외(2004), 지속가능한 도시형태 모형의 특성에 관한 연구, 국토계획 통권134호
- 유민수 외(2008), 지속가능한 도시개발지표 설정을 위한 환경친화지표의 개발과 적용방안 연구, 국토계획 제43권 제3호, 대한국토·도시계획학회
- 이동근 외(1999), 지속가능한 도시의 평가모형 개발에 관한 이론적 연구, 국토계획, 통권105호
- 이왕기(2005), 수용력을 고려한 도시주거지역 밀도관리방안 연구, 한양대 박사논문
- 이용우 외(2004), 해외 지속가능발전지표의 사례와 시사점, 국토학회
- 이우성 외(2007), 도시 지속성 평가를 위한 통합지표의 가중치 결정, 국토계획 제42권 제3호(통권 156호), 대한국토도시계획학회

- 이재준(2005), 한국형 생태도시 계획지표 개발에 관한 연구, 국토계획 제40권 제4호(통권 143호), 대한국토·도시계획학회
- 이창우(1999), 서울시 환경용량평가에 관한 연구, 서울시정개발연구원
- 이창우(2000), 서울시 환경용량평가에 관한 연구Ⅱ, 서울시정개발연구원
- 전북발전연구원(2005), 전라북도 환경용량 및 도시개발용량 평가
- 전유신(2003), 도시성장관리를 위한 개발밀도관리 방안 연구, 중앙대학교
- 정연우(2004), 수용력 개념에 기초한 도시의 개발가능밀도 평가, 한양대 박사논문
- 정연우 외(2004), 시나리오 분석을 통한 도시의 개발가능밀도 평가, 국토계획 제39권 제5호, 대한국토·도시계획학회
- 정현근 외(2007), 청주시 지속가능성 평가 지수 산정, 대한국토도시계획 2007 추계정기학술대회
- 조덕호·배민기(2004), 환경지표의 중요도와 성취도 평가를 통한 환경정책집행의 우선순위 설정, 국토계획 제39권 제4호, 대한국토·도시계획학회
- 제주도(1997), 제주도 친환경 개발을 위한 환경지표 설정
- 진원형(1998), “대도시의 지속가능한 개발을 위한 도시형태와 지표설정에 관한 연구”, 국토계획 33(2) : 205-221
- 최막중 외(1999), 기반시설 제약조건하에서의 도시개발용량과 토지이용밀도, 국토계획, 통권 102호
- 홍성표 외(2008), 도로용량 및 통행수요를 고려한 통행시간 접근성 산정에 관한 연구, 대한국토도시계획학회 정기학술대회 논문집 2008-11
- Takashi Onishi(1994), A Capacity Approach for Sustainable Urban Development : An Empirical Study, Journal of the Regional Studies Association, Vol.28.1

부 록

부록. 도시용량 선정지표의 원단위 검토

부록. 도시용량 선정지표의 원단위 검토

#1

구분	제주도	경기도																				
연구보고서 관련지표	제주도, 1997, 제주도 친환경개발을 위한 환경지표설정	경기개발연구원, 1999, 경기지역 도시개발용량 평가항목과 평가기준 개발연구																				
토지용량		59p, 85p - 시지역의 경우 중밀도 수준인 200인/ha, 군지역 의 경우 저밀도 수준인 100인/ha로 가정하여 토 지용량을 산정하기로 함 * 시지역 : 중밀도 수준 200인/ha(20천인/km ²) * 군지역 : 저밀도 수준 100인/ha(10천인/km ²)																				
상수도용량		67p, 100p - 상수도 보급률을 100%로 가정 * 시지역 : 시 전체의 평균 1일 1인당 급수량 * 군지역 : 군 전체의 평균 1일 1인당 급수량																				
하수도용량		69p, 103p - 하수도 보급률을 100%로 가정 - 오수전환률 고려 배제 * 시지역 : 시 전체의 평균 1일 1인당 급수량 * 군지역 : 군 전체의 평균 1일 1인당 급수량																				
도로용량		63p, 93p - 현재의 도로연장(면적) 상태가 현재의 인구수준 을 적절히 지원하고 있다고 가정 * 현재의 인구밀도																				
공원용량		72p, 106p - 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 제 4조(도시공원의 면적기준)에서는 법 제14조제1 항의 규정 * 현재의 인구밀도 * 1인당 6m ²																				
산림용량	421p	75p - 제주도(1997)에서 도출되었던 0.21(ha/인/년)을 내륙지방인 경기도의 경우 제주도 자연상태의 50~30%로 가정 * 시지역 : 제주도 수준의 1/3 (0.07) * 군지역 : 제주도 수준의 1/2 (0.10)																				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>비율</th> <th>계산방법</th> <th>면적</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>인간 활동에 필 요한 에너지량 을 기초로 산정 한 1인당 토지 (임야)면적</td> <td></td> <td>인간활동에 의 한 최종 점용 토 지량 - 비에너 지 관련 점용 토 지량</td> <td>0.7 ha/인/y (A)</td> </tr> <tr> <td>총 에너지 사용 량 중 비화석연 료 비율</td> <td>11.4%</td> <td>A × 총에너지 사용량 중 비화 석 연료비율</td> <td>0.62 ha/인/y (B)</td> </tr> <tr> <td>자연계 이산화 탄소 고정중 해 양이 차지하는 비율</td> <td>전체 배출량 의 2/3</td> <td>B × 해양에 의 한 이산화탄소 고정 비율</td> <td>0.21 ha/인/y (C)</td> </tr> <tr> <td>제주도 인구 (52만)를 고려 한 총 소요 면 적</td> <td></td> <td>C × 제주도 인 구</td> <td>109,20 0 ha/y</td> </tr> </tbody> </table>		구분	비율	계산방법	면적	인간 활동에 필 요한 에너지량 을 기초로 산정 한 1인당 토지 (임야)면적		인간활동에 의 한 최종 점용 토 지량 - 비에너 지 관련 점용 토 지량	0.7 ha/인/y (A)	총 에너지 사용 량 중 비화석연 료 비율	11.4%	A × 총에너지 사용량 중 비화 석 연료비율	0.62 ha/인/y (B)	자연계 이산화 탄소 고정중 해 양이 차지하는 비율	전체 배출량 의 2/3	B × 해양에 의 한 이산화탄소 고정 비율	0.21 ha/인/y (C)	제주도 인구 (52만)를 고려 한 총 소요 면 적		C × 제주도 인 구	109,20 0 ha/y
	구분		비율	계산방법	면적																	
	인간 활동에 필 요한 에너지량 을 기초로 산정 한 1인당 토지 (임야)면적			인간활동에 의 한 최종 점용 토 지량 - 비에너 지 관련 점용 토 지량	0.7 ha/인/y (A)																	
	총 에너지 사용 량 중 비화석연 료 비율		11.4%	A × 총에너지 사용량 중 비화 석 연료비율	0.62 ha/인/y (B)																	
자연계 이산화 탄소 고정중 해 양이 차지하는 비율	전체 배출량 의 2/3	B × 해양에 의 한 이산화탄소 고정 비율	0.21 ha/인/y (C)																			
제주도 인구 (52만)를 고려 한 총 소요 면 적		C × 제주도 인 구	109,20 0 ha/y																			

#2

구분	전라북도	안양시										
연구보고서 관련지표	전북발전연구원, 2005, 전라북도 환경용량 및 도시개발용량 평가	전유신, 2004, 도시성장관리를 위한 개발밀도관리 방안 연구, 중앙대학교										
토지용량	157p, 173~174pp - 특별시, 광역시 및 제주도를 제외한 전국 8개도 156개 시·군의 자료를 활용. - 인구 50만 이상, 30~50만, 10만~30만, 10만 미만에 해당하는 각 시군 인구밀도의 평균값을 적용 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>구분</td> <td>50만이상</td> <td>30만~50만</td> <td>10만~30만</td> <td>10만</td> </tr> <tr> <td>평균인구밀도</td> <td>5441.4명</td> <td>1951.4명</td> <td>797.8명</td> <td>137.3명</td> </tr> </table>	구분	50만이상	30만~50만	10만~30만	10만	평균인구밀도	5441.4명	1951.4명	797.8명	137.3명	
구분	50만이상	30만~50만	10만~30만	10만								
평균인구밀도	5441.4명	1951.4명	797.8명	137.3명								
상수도용량	162p, 182p - 상수도 보급률을 100%로 가정 * 시지역 : 각 시의 1일 1인당 급수량 * 군지역 : 각 군의 1일 1인당 급수량	110p - 상수도 보급률 70% * 시의 평균 1일 1인당 급수량										
하수도용량	69p, 103p - 하수도 보급률을 100%로 가정 - 오수전환률 고려 적용 * 시지역 : 각 시의 1일 1인당 급수량 * 군지역 : 각 군의 1일 1인당 급수량	113p - 하수도 보급률 70% * 시의 평균 1일 1인당 하수처리 요구량										
도로용량		116~117pp 자동차 1대당 필요한 최소면적은 '주차장법시행규칙 제3조(주차장의 주차구획)'에 의거 30㎡로 규정, 도심 내에서 시속 40km를 유지하기 위해서는 차량 1대당 차지하는 면적의 최소 20배(600㎡) 이상은 확보되어야 한다고 가정 * 자동차 1대당 필요한 최소면적(600㎡) '도시계획시설의결정·구조및설치기준에관한규칙 제11조(용도지역별 도로율)'과 비교하여 20%이상 미달되는 지역은 개발밀도관리구역으로 지정, 주거지역의 최소도로면적비율은 약 16%이상이어야 한다고 가정(2009.5.15개정 현재 주거지역 도로율 기준은 20~30%) * 도로시설설치기준에 따른 적정 도로율(16%)										
공원용량	160p, 176p - 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 제 4조(도시공원의 면적기준)에서는 법 제14조제1항의 규정 * 현재의 인구밀도 * 1인당 6㎡											
산림용량	161p, 179p - 경기지역 연구사례 값을 적용 * 시지역 : 제주도 수준의 1/3 (0.07) * 군지역 : 제주도 수준의 1/2 (0.10)											

#3

구분	서울시	제주도
연구보고서 관련지표	서울시정개발연구원, 1999, 서울시 환경용량평가에 관한 연구	김선희, 1999, 국토 환경용량에 관한 연구, 국토연구원
토지용량		29p - 계획토지면적 : 395.145 km ² * 미국주거밀도 : 20 인/ha * 과천주거밀도 : 200 인/ha * 신도시주거밀도 : 400 인/ha
상수도용량	85p, 141p - 서울시 수도물의 수요량 및 공급량을 다음과 같은 방법으로 계산됨 * 1일 평균 물 수요량 = 1일 1인당 물 수요량 × 급수인구 1일 평균 물 공급량 = 1일 평균 물 수요량 / 유수율 1일 최대 물 공급량 = 1일 평균 물 공급량 × 첨두 부하율 1) 유수율 : 물 생산량에 대한 사용료 징수비율 2) 첨두 부하율 : 일 최대 급수량 / 일 평균 급수 량 × 100	29p - 시설용량(지하수, 용천수) * 1인당 물 소비량
하수도용량	87p, 141p - 서울시의 하수처리시설에 대한 용량평가는 서 울시의 1일 최대 하수 발생량과 1일 하수시설 용량을 비교함으로써 파악될 수 있다 * 서울시 1일 최대 하수 발생량(유입량) * 서울시 1일 하수처리 시설용량	
도로용량		
공원용량		
산림용량		(전국) 38p - 1ha(0.01km ²)의 녹지가 1년간 약 50명이 숨쉴 수 있는 산소 생산(일본 녹화센터)지표를 이용 하여 전국토 면적의 65.8%를 차지하는 산지의 산소생산능력 등을 고려 * 수용용량 = 산림면적(ha) × 50(인)

#4

구분	Milton Keynes (2007)	Sydney (2006)	대전시 (2007)	기타
연구보고서 관련지표	대한주택공사, 2007	http://100.naver.com/100.nhn?docid=100329		
토지용량	- 면적 : 88.63 (km ²) - 인구 : 200,000 (인) - 인구밀도 : 2,256.57 (인/km ²)	- 면적 : 12,144.6 (km ²) - 인구 : 4,119,190 (인) - 인구밀도 : 339 (인/km ²)	- 면적 : 539.64 (km ²) - 인구 : 1,487,836 (인) - 인구밀도 : 2,757 (인/km ²)	
상수도용량			- 상수도 시설용량 : 1,350,000 (톤/일)	- 우리나라 물 소비량 : 06년 : 26,020 (백만톤/년) 07년 : 29,163 (백만톤/년) - OECD 평균 물 소비량 : 05년 : 33,590 (백만톤/년)
하수도용량			- 하수도 시설용량 : 900,000 (톤/일)	
도로용량			- 1인당 도로연장 : 1.2548 (m/인) (2007) - 1인당 도로면적 : 23.1773 (m ² /인) (2005)	
공원용량			- 1인당 공원면적 : 38.68 (m ²) (도시자연공원 포함) - 제외시 : 14.56 (m ²)	- 창원시 1인당 도시공원면적 32.3 (m ²) - OECD 주요국의 1인당 도시공원 평균면적 : 19.79 (m ²) <인터넷자료>
산림용량			- 1인당 산림면적 : 2000 (m ²)	

기본연구보고서 2009-○○

대전시 도시용량에 관한 연구(Ⅰ)

-지표선정 및 방법론 설정을 중심으로-

발행인 유 병 로

발행일 2009년 ○월

발행처 대전발전연구원

302-280 대전광역시 서구 월평본 1길39(월평동160-20)

전화: 042-530-3500 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

인쇄: ○○○○○○ TEL 042-○-○ FAX 042-○-○

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.