

압축도시와 적정 개발밀도에 관한 실증연구: 74개 광역시 자치구를 중심으로*

조운애**
최무현***

국문요약

이 논문은 압축도시 관점에서, 우리나라 7대 광역시의 74개 자치구의 교통에너지 사용량과 도시개발밀도의 관계 속에서 적정 도시개발밀도를 도출하고, 이를 바탕으로 향후 도시계획에 정책적 함의를 제시하였다. 이원고정효과모형을 사용하여 분석한 결과, 자치구의 적정 개발밀도는 순밀도 기준으로 528명/ha, 총밀도 기준으로 220명/ha로 나타났다. 순밀도 기준으로 2011년 현재 인천 부평구를 비롯한 서울의 8개 자치구, 총밀도 기준으로는 서울의 4개 자치구가 적정 개발밀도를 초과한 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 정책적 함의를 제시하면 다음과 같다. 첫째, 적정 개발밀도를 초과한 자치구가 소수로 나타남에 따라 대다수의 자치구는 압축적 도시개발 방식이 여전히 유용한 것으로 평가되었다. 둘째, 실증적으로 도출된 적정 개발밀도가 앞으로 광역시 자치구의 도시개발에 있어서 중요한 준거로 적극 활용할 필요가 있다. 셋째, 지나친 도시 과밀화로 압축도시의 역효과가 나타나지 않도록 다양한 도시정책 수단들이 함께 고려되어야 한다.

주제어: 압축도시, 적정 개발밀도, 순밀도, 총밀도, 1인당 `교통에너지

1. 서론

1960년대부터 시작한 우리나라의 압축성장은 많은 부작용을 수반하였는데 그 중 하나가 주택문제였다. 이에 따라 역대 정부들은 대도시로의 급속한 인구유입과 그에 따른 주택난 해소를 중요한 국정과제로 삼았다. 예를 들어 1980년 후반의 부동산가격과 전세가격의 폭등은 200만호 주택건설 계획 공약을 만들어냈으며 이때 생겨난 것이 분당, 일산 등의 1기 신도시들이다. 그 이후의 정부들 역시 주택난 해소를 위하여 10곳의 2기 신도시를 건설하였으며, 최근에는 150만호 보금자리주택 정책으로 이어져오고 있다.

이러한 주택공급은 도시외곽에 새로운 택지를 개발하는 방식으로 추진되었는데 이는 시급한 주택난 해소를 위한 고육지책이었다. 그러나 이같은 개발제한구역을 넘어선 개구리 뿔뿔기씩(frog-leaping) 도시개발 과정에서 많은 녹지와 임야는 훼손되었고, 통행거리의 증가와 상습적인 교

* 이 논문은 2011년도 상지대학교 교수 연구년제 지원에 의한 것임.

** 제1저자

*** 교신저자

통체증으로 인해 교통에너지 소비가 증가하고 대기오염도 심화되었다. 또한 도시의 확산과정에서 기존도시의 용적률과 고도는 제한되었고 외곽의 신도시들은 저밀도로 개발되었는데, 최근 이러한 형태의 도시개발이 지속가능한 모형인가에 대해 꾸준히 문제제기가 있다.¹⁾

우리보다 앞선 산업화와 도시로의 인구유입을 겪은 선진외국 역시 도시의 외연적 확산을 경험하였다. 하지만 1970년대의 석유과동은 에너지절약적인 도시개발에 대한 관심을 불러일으켰으며 환경에 대한 관심이 커지기 시작하는 1980년대에 들어서면서는 지속가능한 도시개발에 대한 연구가 본격화되었다. 기존의 저밀도 분산개발을 비판하면서 New Urbanism, Smart Growth, Compact City 등과 같은 논의가 지속가능한 도시개발이라는 명제 하에 등장하였다.

New Urbanism은 1980년대 미국의 건축가와 도시설계자들을 중심으로 정립되어진 도시설계 원리로, 자동차가 중심적인 교통수단이 되기 이전의 도시개발패턴으로 돌아가야 한다는 아이디어에 기반을 둔다. 구체적으로 근린규모는 반경 400m 이내로 하며, 도심에는 상징적 공공건축물을 배치하고, 가로는 보행 친화적으로 설계하며, 대중교통은 각 지역이 원활히 소통되도록 연결되어야 한다는 것이다. Smart Growth는 1980년대 말 등장한 개념으로 토지 이용에 초점을 맞춘 성장관리 전략이다. 고밀도의 도시개발과 이를 통한 오픈 스페이스의 확보 그리고 자연환경 보전을 그 주요 내용으로 하고 있다. Smart Growth 역시 보행친화적 가로설계와 다양한 대중교통수단의 확보 그리고 쇠퇴한 도시를 재생시킴으로서 도시의 경쟁력의 높일 수 있다고 주장한다. Compact City는 1973년 MIT 대학의 산업공학자인 Dantzig & Saaty에 의해 가상적으로 설계된 ‘압축도시’ 모형에서 출발한다. 이들은 25만 명의 인구를 직경 2.4km인 8층의 건물에 모두 수용함으로써 도시는 보다 넓어지고, 편리해지며, 접근가능성이 증가함은 물론, 교통체증, 소음, 대기오염, 도시범죄 등과 같은 대부분의 도시 문제들은 해결가능하다고 주장한다.

본 연구는 압축도시(Compact City)를 위에서 제시한 경향을 아우르는 포괄적인 의미로 사용하고 자 한다. 압축도시 개념은 2000년대 들어서면서 우리나라에 소개되었으며, 2003년에 발표된 2기 신도시 계획에 압축도시 달성이 목표의 하나로 포함되기까지 하였다(강명구, 2013). 그 이후로는 정부의 도시개발 목표에 압축도시 개념이 거의 빠짐없이 포함되고 있다. 하지만 실체는 압축적인 도시개발과는 반대방향으로 진행되고 있다고 평가된다. 한 예로, 압축도시 계획목표가 포함되었던 2기 신도시는 1기 신도시 평균 인구밀도의 40%에도 미치지 못하는 112명/ha로 건설되었다. 이 같은 계획과 실행 상의 불일치는 기본적으로 우리 도시들의 지나친 과밀 개발에 기인하는 것이긴 하

1) 도시의 외곽을 개발제한구역으로 지정하는 그린벨트정책은 도시의 확장을 막고 대도시로의 인구집중을 억제하고자 1971년에 도입되었다. 서울을 포함한 14개 도시권의 외곽을 폭 420km의 벨트모양으로 지정된 그린벨트는 그린벨트라는 용어가 주는 환경 보존적 느낌과는 달리 그린벨트로 인한 도시개발의 폐해가 끊임없이 지적되어왔다. 그린벨트정책을 찬성하는 사람들은 개발제한구역이 무분별한 도시 확산을 막을 뿐만 아니라 도시의 대기환경을 정화시켜주는 허파역할을 하고 있다고 주장한다. 그러나 도시의 경계를 넘어선 개발은 꾸준히 지속되어왔으며 오히려 개발제한구역으로 인한 개구리 뿔뿔기식 개발은 통행거리는 물론 대기오염도 증가시킨 것으로 평가된다. 더구나 친환경적 도시정책이라는 대중적 인식과는 달리 개발제한구역내의 산림은 61%에 불과하며 ‘토막토막 잘려진 생태계’로 구성되어 있다. 즉 개발제한구역을 넘어선 산림은 파헤쳐지고 보존가치가 없는 지역은 개발제한구역으로 보존되고 있다는 평가이다. 이에 따라 그린벨트정책은 2000년 ‘개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별법’ 제정을 계기로 그린벨트 해제작업이 진행되어오고 있다(김경환, 1998; 전병진, 2001; 조운애, 2004).

나, 어느 정도의 수준이 과밀인지에 대한 실증연구가 부족하여 명확한 기준을 제시하고 있지 못함도 일조하고 있다.

본 연구는 이러한 문제의식을 가지고 지속가능한 개발을 위한 압축도시화에 대한 당위론적 주장을 넘어서, 우리나라 도시의 압축수준 현황을 분석하고 이를 바탕으로 향후 도시개발의 적정 개발밀도를 실증분석하여 정책적 함의를 제시하고자 한다. 이를 위해 압축도시 관점에서 우리나라 7대 광역시의 74개 자치구를 대상으로 교통에너지 사용량과 도시개발밀도의 관계를 분석하였다. 이처럼 광역시의 자치구를 대상으로 한 이유는 최근의 도시개발방향에 기인한다. 1, 2기 신도시를 계획한 정부는 2008년 들어서는 도심재생사업의 성격을 지닌 뉴타운사업을 발표하였다. 뉴타운은 서울, 인천, 부산 등 전국에 걸쳐 33곳이 지정되어있다. 또한 ‘국민 주거안정을 위한 도심공급 활성화 및 보금자리 주택 건설방안’에 따라 2009년부터 2018년까지 기존의 신도시와는 달리 도심 가까운 곳에 보금자리주택 150만호가 건설될 예정이다. 따라서 앞으로의 우리나라 대도시 개발은 도시 외곽의 신도시 건설이 아닌 기존 도시의 재생과 도심 내 주택건설에 중점이 두어질 전망이다. 광역시 자치구의 적정 개발밀도 연구는 이러한 맥락에서 중요한 의미를 지닌다.

구체적인 연구내용은 다음과 같다. II에서는 압축도시의 적정 개발밀도에 대한 이론적 논의와 선행연구를 분석하고, III에서는 분석모형이 소개되며, IV에서는 실증분석을 통해 적정 개발밀도를 도출하고자 한다. 그리고 V에서는 연구결과를 정리하고 이를 토대로 향후 광역시 자치구의 도시 개발 방향에 대한 정책적 시사점을 제시한다.

II. 압축도시의 적정도시개발밀도에 대한 이론적 논의

1. 압축도시 개관

1) 개념과 특성

‘압축도시’라는 용어는 1973년 Dantzig & Saaty가 자신들이 설계한 도시모형을 ‘Compact City’라고 명명하면서 시작되었다. 압축도시에 대한 학자들 간에 합의된 정의는 없지만, 일반적으로 압축도시란 기존 중심지의 고밀개발, 직주(職住) 근접의 토지이용으로 도시 확산을 지양하는 도시형태를 말한다(Breheny et al., 1992; Lock, 1995; Williams et al., 2000; 김천권, 2002).

여러 학자들의 견해를 종합해보면 압축都市는 다음과 같은 세 가지 특성을 공유하고 있다(OECD, 2012). 첫째, 개발에 있어 밀도를 높이고, 가능하면 개발이 연접하여 일어나도록 유도하며, 기개발지(brown field)의 활용을 권장하고, 미개발지(green field)는 되도록 보존을 추구한다. 여기서 고밀화는 고층화와 관련이 깊지만 그것만 의미하는 것은 아니다. 둘째, 이동을 대중교통이 최대한 담당할 수 있도록 한다. 셋째, 토지를 혼합적으로 이용함으로써 시민들의 일상생활 접근성을 높이며, 나아가 도보 또는 자전거와 같은 수단으로 접근 가능하게 만드는 것이다.

〈표 1〉 압축도시의 주요 특징

밀집과 근접 개발	공공교통체계로 지역간 연결	지역서비스와 일자리 접근성
<ul style="list-style-type: none"> • 시가지 집중 이용 • 도시간 인접 혹은 근접 • 도시와 시골 토지 이용에 명확한 경계가 존재 • 공공 스페이스의 보장 	<ul style="list-style-type: none"> • 시가지의 효율적인 사용 • 도시간 대중교통시스템이 이동을 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> • 토지의 혼합적 이용 • 거주민의 지역서비스 도보로 활용가능

자료: OECD(2012: 28)

압축도시에 대한 논의는 산업혁명이후 계속 진행되어온 무분별한 도시 확장을 저지하고 녹색 교외지역을 지키기 위한 수단(containment tool)으로 1930년대 유럽에서 시작된 그린벨트 정책에까지 거슬러 올라간다. 2차 세계대전이후 고도성장기인 1960년대는 삶의 질과 거주 적합성, 그리고 다양성이 도시개발의 정책목표가 되면서, 그린벨트는 도시를 위한 오픈 스페이스와 여가활동의 공간이라는 의미를 새롭게 부여받았다. 그러다가 1970년대 지역의 환경 및 에너지문제에 대한 정책적 대응과 맞물리면서 압축도시 논의가 본격적으로 발전하기 시작했다. 1980년대 말 ‘지속가능성’ 개념이 도입되면서 압축도시는 많은 서구의 국가들로부터 광범위한 인기를 얻게 된다. 특히 1990년대 이래로 경제협력개발기구(OECD)는 경제성장과 환경보전을 동시에 추구하는 녹색성장 전략의 일환으로 압축도시 전략을 적극적으로 제시해오고 있다(OECD, 2012).

2) 압축도시의 유용성과 한계

압축都市는 다양한 사회적·경제적·환경적 편익을 가진다. 압축도시를 지지하는 근거는 다음과 같다(Newman & Kenworthy, 1989; Elkin et al., 1991; Breheny et al., 1992; Norman et al, 2006; OECD, 2012; 김리영·서원석, 2011; 김유진·변병설, 2012).

첫째, 공간 절약 및 토지이용의 효율성을 높인다. 압축都市는 도시외곽의 새로운 토지가 아닌, 기존 시가지 내에서 이루어지는 고밀 개발이기 때문에 토지소비를 줄일 수 있다. 이에 따라 교외 지역의 자연환경과 생태계를 보호할 수 있다. 둘째, 압축都市는 주거, 상업, 업무 등 용도의 혼합으로 직주 근접 및 이동거리 단축이 가능하게 되어, 승용차에 의한 이동은 줄어들고 보행 및 대중교통 이용은 증진될 수 있다. 이는 교통에너지 사용을 감소시키고 대기오염물질 배출을 줄일 수 있다. 셋째, 높은 사회적 결속력과 도시 활력 증대 등 사회적으로 긍정적인 영향을 미친다. 압축都市에서는 서비스와 기반시설 제공이 가까운 거리 내에서 제공되기 때문에 사람들 간의 접촉 기회가 증대되고, 또한, 상호감시와 경계가 용이하기 때문에 저밀都市에 비해 안전하다. 넷째, 지나친 시외곽 개발을 막고 기존 시가지 중심으로 재개발을 중시하여 도시 고유의 역사와 문화적 가치를 지킬 수 있게 한다.

반면 압축都市에 대한 한계에 대한 논의도 많다(김유진·변병설2012). 첫째, 고밀복합개발은 도심의 혼잡문제를 심화시켜 압축都市의 편익들을 상쇄하는 수준의 혼잡비용을 발생시킬 수 있다(Newman, 2005). 둘째, 도시의 압축적 개발이 압축都市를 지지하는 연구들의 주장처럼 교통에너지

절감으로 이어지지 않을 수도 있다(Williams et al, 2000). 즉, 고밀개발로 통행거리가 감소되더라도 이로 절약되어진 통행비용이 다시 통행수요를 새로이 유발하면 종극적인 통행량 감소로 이어지지 않을 수도 있다(Breheny et al, 1992; Gordon & Richardson, 1997). 셋째, 개발도상국의 경우 대도시 혼잡과 과밀은 환경오염, 오픈스페이스의 상실, 프라이버시 문제 등 전반적인 도시 질의 하락으로 이어질 수 있다(김천권, 2002).

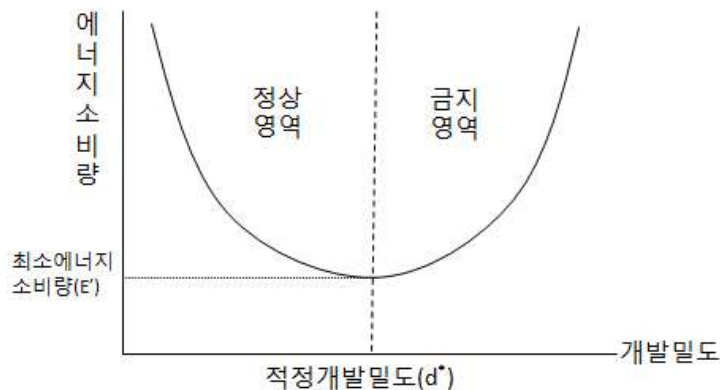
2. 적정 개발밀도에 관한 선행연구

1) 적정 개발밀도의 개념

Laffer Curve는 1970년대 후반 미국의 경제학자 Arther B. Laffer가 제안한 이론으로 세율과 세수의 관계를 곡선으로 나타내고 설명한 이론이다. 일반적인 조세이론에서는 세율을 높일수록 세수가 많아진다. 그러나 Laffer는 세율이 낮은 상태에서는 세율의 인상이 세수의 증가를 가져오지만, 적정세율인 t^* 를 넘어 그 이상까지 세율이 증가하게 되면 오히려 조세수입은 줄어든다고 주장하였다. 그에 따르면 세율이 t^* 를 넘어서는 경우 경제주체들의 근로나 소비의욕이 감소될 수 있으며 자원배분 또한 왜곡됨으로써 세수는 오히려 줄어들기 시작한다는 것이다. 그는 이 과정을 곡선으로 나타냈으며 이를 Laffer Curve라 정의하였고 적정세율인 t^* 보다 큰 영역을 금지영역(prohibited range)이라 칭하였다(Laffer, 2004).

이러한 Laffer Curve의 논리가 압축도시 논의에도 적용될 수 있다. 여기에서 세율은 개발밀도(density)로, 세수는 교통에너지소비량으로 대입하면, 개발밀도의 증가는 도시의 개발수준이 낮은 상태에서는 교통에너지효율을 증가시키지만, 적정개발밀도(d^*)를 초과하게 되면 오히려 교통에너지효율을 감소시킬 수 있다. 그런 점에서 적정 개발밀도보다 큰 영역은 집적인 도시개발의 금지영역이라 할 수 있을 것이다.

〈그림 1〉 개발밀도와 교통에너지소비량의 관계



도시개발에서 적정개발밀도 d^* 가 어느 수준에서 결정되느냐는 중요한 정책적 함의를 제공한다. 적정밀도보다 낮은 수준이라면 보다 압축적인 도시계획이 가능하겠고(압축도시의 정상영역), 적정밀도를 넘어선 수준이라면 밀도를 낮추거나 혹은 도시기반시설을 확충함으로써 도시의 인구수용 능력을 높여야할 것이다(압축도시의 금지영역).

2) 적정 개발밀도에 관한 국내외 선행연구 분석

압축도시와 관련해서는 경제적·사회적·문화적·환경적 영향 등 다양한 측면에서 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 적정 개발밀도에 대한 연구는 상대적으로 드물다. 왜냐하면 적정 개발밀도란 한 도시가 가지고 있는 대중교통체계나 산업구조, 도시기반시설 등에 따라 달라지기 때문에 모든 나라 모든 도시에 적용될 수 있는 절대적인 값이란 존재할 수 없기 때문이다(조운애, 2011). 적정 개발밀도를 명시적으로 언급하고 있는 선행연구를 정리하면 <표 3>과 같다.

Frank and Pivo(1994)는 미국 워싱턴 주 북서부에 위치한 Puget Sound를 대상으로 토지이용혼합, 인구밀도, 고용밀도가 통행수단 선택에 미치는 영향을 연구한 결과 총밀도가 32명/ha를 넘어설 때 자가용이용으로부터 대중교통이나 도보로의 전환이 발생함을 발견하였다. 미국의 대도시를 대상으로 한 Levinson and Kumar(1997)는 threshold density(변곡점)로서 7500~10000명/mile²을 제시하면서, 이 밀도수준을 넘어서면 교통혼잡으로 인하여 통행시간이나 속도가 다시 증가하게 된다고 주장하였다.

영국의 National과 local travel data를 사용하여 토지이용과 사회경제적 변수가 통행패턴에 미치는 영향을 연구한 Stead(2001)는 ward(區)의 밀도가 40~50명/ha일 때 통행거리가 가장 짧았음을 발견하였다. 특히 그는 여러 행정구역 단위 중에서도 영국 지방의회의 단위인 ward, 즉 자치구를 기준으로 하는 인구밀도만이 통행패턴과 유의미한 관계가 있다고 주장하였다.

그리스 아테네지역을 대상으로 Milakis et al.(2005)는 200명/ha일 때 교통에너지소비가 최소가 됨을 보여주었으며, 중국의 대도시를 대상으로 한 Chen et al.(2008)은 critical density level이 168명/ha임을 발견하였다. 밀도가 이 수준에 도달했을 때 병원밀도, 도로밀도, 1만명당 버스 수, 1명당 도시가스 사용량, SO₂ 방출량 등으로 구성된 도시환경 합성변수가 최저수준에 도달하였다.

우리나라를 대상으로 한 연구를 보면, 안건혁(2000)과 남창우·권오서(2005)는 밀도변수에 대한 단순회귀분석과 산포도를 기초로 적정개발밀도를 추정하였으며, 조운애(2011)은 이원고정효과모형에서 추정된 계수로부터 적정개발밀도를 계산해내었다. 안건혁(2000)과 조운애(2011)는 순밀도와 총밀도를 분리하여 분석하였는데 둘 모두 대지면적을 기준으로 한 순밀도를 사용하였다. 중소도시를 대상으로 한 안건혁(2000)의 연구에서 추정된 적정개발밀도가 광역시를 대상으로 한 조운애(2011)의 연구보다 더 높게 나타난 것은 의외로 보인다. 그러나 이는 두 연구의 연구방법이나 표본이 서로 간에 너무나 상이한데에 기인한 것으로 보인다.

선행연구 결과로부터도 모든 국가, 모든 도시에 공통적으로 적용될 수 있는 적정개발밀도 기준은 존재하지 않는다는 점을 발견할 수 있었다. 따라서 이 분야에 대한 다양한 표본과 분석틀을 이용한 추가적인 연구를 필요로 한다. 그리고 적정개발밀도에 관한 국내 선행연구들은 중소도시 혹

은 7개 광역시 수준에서 이루어졌다. 하지만 현재 우리나라의 도시개발 방향이 신도시개발 보다는 기존 도시의 재생사업으로 전환되고, 이러한 도시 재생사업들이 자치구 단위로 정책결정이 이루어지고 있다. 본 연구는 이러한 상황을 감안하여 7대 광역시의 74개 자치구를 분석의 대상으로 삼았다. 그리고 기존 선행연구가 제시한 적정개발밀도와의 비교를 통해 보다 정교하면서도 신뢰성 높은 적정개발밀도 수준을 제시하고자 한다.

<표 2> 적정개발밀도에 관한 선행연구

연구자	대상지역	기준지표	적정개발밀도
Frank & Pivo(1994)	미국, Puget Sound	population density (총밀도)	32명/ha
Levinson & Kumar(1997)	미국, 38개 대도시	urbanized area density (순밀도)	29~39명/ha
Stead(2001)	영국, Kent, Leicestershire	ward population density (총밀도)	40~50명/ha
Milakis et al.(2005)	그리스, 아테네	net residential density (순밀도)	200명/ha
Chen et al. (2008)	중국, 45개 대도시	net population density (순밀도)	168명/ha
안건혁 (2000)	한국, 22개 중소도시	순밀도	500~600명/ha
		총밀도	100~130명/ha
남창우·권오서 (2005)	한국, 54개 중소도시	총밀도	지속적 감소
조윤애 (2011)	한국, 7대광역시	순밀도	400~450명/ha
		총밀도	86~120명/ha 이후 지속적 감소

III. 연구 설계

1. 분석모형에 사용되는 변수

대표적인 압축도시 연구는 1989년 Newman & Kenworthy의 Gasoline Consumption and Cities이다. 그들은 전 세계 32개 도시를 대상으로 1인당 휘발유소비량과 인구밀도 사이에는 음의 관계가 존재함을 보여주었다. 이후 거의 대부분의 압축도시 연구들도 이들의 연구와 같이 교통에너지소비와 밀도 사이의 관계를 밝히는데 중점이 두어졌다. 교통에너지소비 변수로는 1인당 휘발유소비량이 대표적이긴 하지만 주행거리 자료가 사용되기도 하며 설문조사를 통한 통행시간 혹은 통행거리 자료 등이 사용되기도 한다. 그러나 우리나라의 경우에는 주행거리 자료가 제공되고 있지 않기 때문에 본 연구에서는 국내선행연구들에서와 마찬가지로 1인당휘발유소비량을 종속변수로 사용한다.2)

OECD(2012)는 압축도시의 주요 지표로 1) 밀도(density), 2) 근접성(proximity), 3) 공공 교통체계

(public transport system), 4) 지역서비스와 일자리에 접근성(accessibility to local services and jobs), 5) 기타 혼합지표 등을 들고 있다. 그러나 대부분의 압축도시 연구에서 밀도변수를 가장 많이 사용하는 이유는 압축도시의 가장 대표적인 특성이 고밀도이기 때문이다. Cervero & Kockelman (1997)에 따르면 인구밀도가 높으면 압축도시의 또 다른 특성인 토지이용혼합도 증가하며 가로설계도 보행친화적으로 되는 경향이 있다. 또한 인구밀도는 도시계획의 중심지표이며 용적률이나 건폐율 등의 규제도 결국은 인구밀도에 대한 규제이기 때문이다(신상영, 2004).

이러한 이유들에 덧붙여 본 연구에서는 국내 선행연구들과의 비교를 위하여 1인당 휘발유소비량과 인구밀도의 관계 속에서 적정개발밀도를 추정하였으며, 인구밀도 역시 순밀도와 총밀도 모두를 사용하였다. 그러나 실제 도시생활은 주로 회사, 상가, 주택 등이 위치한 개발된 면적에서 이루어지기 때문에 교통에너지소비와 보다 밀접한 관계를 지니는 것은 총면적이 아니라 개발면적이다. 따라서 밀도변수 역시 총밀도 보다는 순밀도가 보다 정확한 도시상황을 반영하는 것으로 평가된다(Burton, 2002).

여기서 한 가지 주목할 점은 순밀도의 산출방식이다. 총밀도는 인구수를 행정구역으로 나눈 것인데 반해, 순밀도를 계산하는 방식에는 크게 3가지가 있다. 첫째, 인구수를 대지면적으로 나누거나, 둘째, 시가지면적(대지+학교+공장면적)으로 나누거나, 셋째, 도시면적(대지+학교+공장+도로+철도면적)으로 나눌 수가 있다. 앞서 <표 3>에서 중국의 적정개발밀도가 168명/ha인 반면 안건혁(2000)이나 조운애(2011)의 연구에서는 400명/ha 수준이 넘는 이유는 이들의 경우 첫 번째 방식, 즉 순밀도=인구수/대지면적 공식을 사용하였기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 이들 연구와 같이 대지면적을 기준으로 하는 순밀도를 사용하기로 한다.

2. 분석모형과 자료수집

적정 도시개발밀도를 추정하기 위한 실증분석에 사용된 표본은 7대 광역시의 자치구로서 총 74개 자치구이며, 기간은 1998년부터 2011년까지이다. 따라서 총 표본 수는 1036개이며, 74개 자치구에 대해 14개 년도로 구성된 패널자료이다. 패널자료를 분석하기 위해서는 개체특성과 시간특성 모두를 고려한 이원고정효과모형(two-way fixed effect model)이 적합하다. 본 연구에서도 이원고정효과모형을 사용한다. 그러나 안건혁(2000)과 남창우·권오서(2005)는 1개 년도의 자료에 대하여 단 순회귀분석을 사용하였기 때문에 본 연구에서는 합동OLS도 수행한다. 합동OLS는 동일한 개체가 반복적으로 관찰된 것이 아니라 서로 다른 개체가 한 시점에서 조사된 것으로 취급한다. 그리고 적정개발밀도를 추정하기 위하여 밀도에 대한 이차함수식을 사용한다.

종속변수로 사용되는 1인당휘발유사용량은 한국석유공사의 석유정보센터 국내조사팀에서 도로수

2) 압축도시를 지지하는 근거로는 통행거리 감소로 인한 교통에너지절약 뿐 아니라 도시외곽의 환경보호, 사회계층간 융화, 도시기반시설의 비용 감소, 도시 활력의 증가 등 다양한 이득이 주장되고 있다. 그러나 이러한 이득을 수치화시키는 것이 어렵다는 이유뿐 아니라, 압축도시의 가장 큰 정당성은 압축적 도시구조가 지구 온난화 문제의 해결에 도움이 된다는 것이기 때문에 압축도시 연구의 대부분은 교통에너지 소비감소에 주목한다(Holden and Norland, 2005).

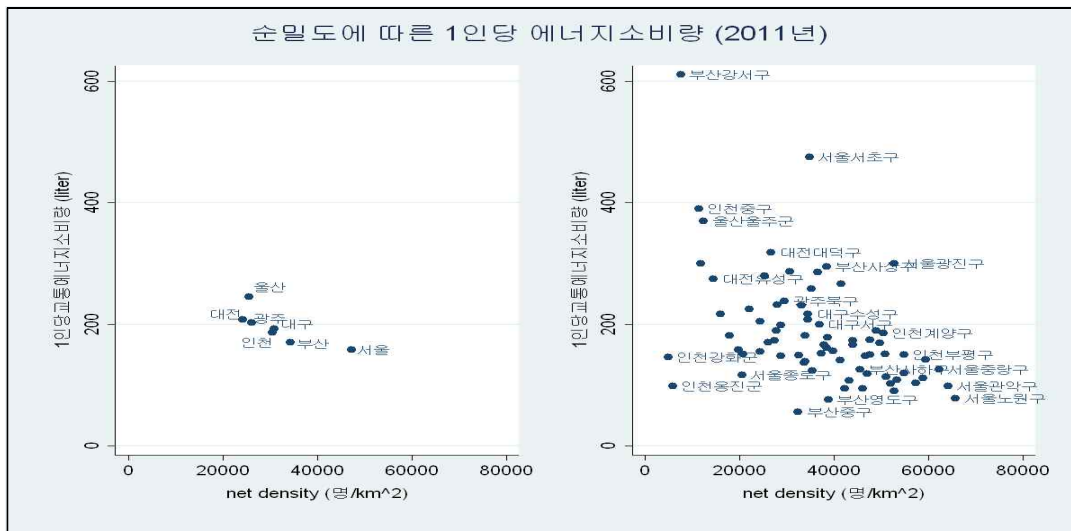
송용 휘발유 소비량을 시군구별로 매년 수집한 자료이며, 설명변수인 밀도변수를 구성하는 데에는 국토해양부의 토지이용자료를 사용하였다. 분석에는 Stata 11.1을 사용하였다.

IV. 분석 결과

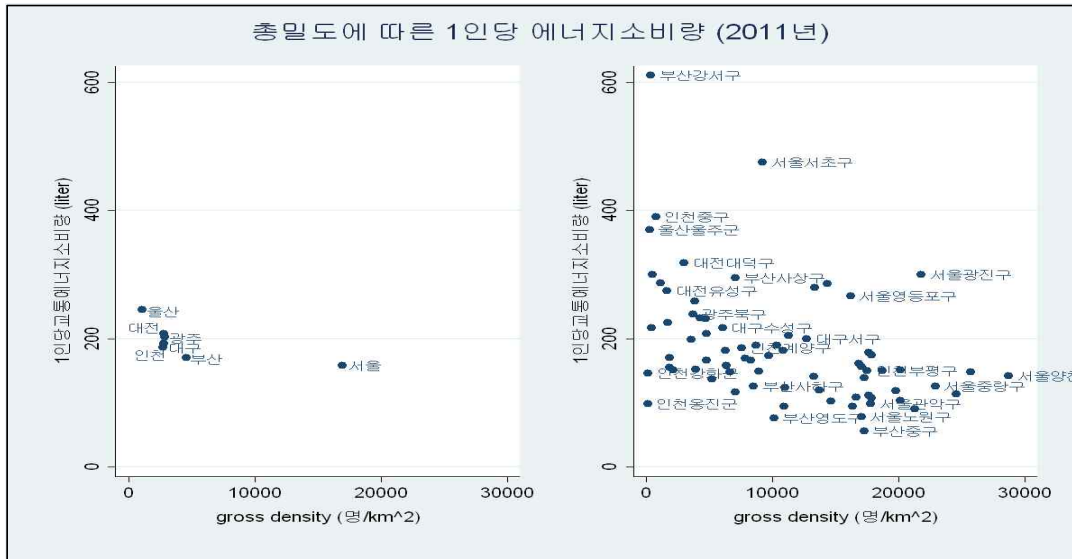
1. 에너지 소비현황

실증분석에 앞서 74개 자치구의 교통에너지소비현황을 7대 광역시와 비교하여 살펴보고자 한다. <그림 2>와 <그림 3>은 각각 순밀도와 총밀도에 따른 1인당교통에너지 소비량을 보여준다. 좌측은 7개 광역시를 기준으로, 우측은 본 연구의 표본이 되고 있는 74개 자치구 단위로 그려진 그림이다. 순밀도와 총밀도는 서로 간에 조금은 다른 분포를 보여주고 있지만 두 밀도변수 모두 교통에너지 소비와 음의 관계가 있음을 알 수 있다. 한편 우측의 74개 자치구 단위에서는 자치구에 따라 교통에너지소비량이 큰 편차를 보여주지만, 7대 광역시를 단위로 하는 좌측의 그림은 광역시들 간에 상대적으로 매우 낮은 편차를 보인다. 따라서 자치구를 표본 단위를 하는 경우 훨씬 많은 정보(관측치)를 가지기 때문에 보다 정확한 적정밀도, 그리고 정책적 함의를 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 앞서 선행연구에서 보면 Stead(2001)도 자치구(ward)를 분석단위로 사용하였다.

<그림 2> 순밀도와 교통에너지소비



〈그림 3〉 총밀도와 교통에너지소비



한편 두 그림 모두에서 부산강서구는 가장 높은 에너지소비량을 보여준다. 강서구는 원래 김해시 지역이었으나 1989년 부산시에 편입되면서 구로 승격되었다. 강서구는 김해공항이 소재하여 다른 자치구에 비해 인구밀도가 현격히 낮다. 반면 항공관련 유통사용이 일정 반영되고, 부산 가거도 산업단지로의 출퇴근 주민이 다수 거주하는 등으로 인해 교통에너지 소비가 다른 지역에 비해 크게 높은 것으로 판단된다.

2. 분석 결과

〈표 3〉은 분석에 사용된 변수들의 기초통계량이다. 연간 1인당교통에너지소비량의 평균은 181.6 리터이며, 최소는 인천 옹진군(2000년), 최대는 부산 강서구(2007년)이다. 인구가 가장 적은 자치구는 인천 옹진군(1998년) 13,920명, 인구가 가장 많은 자치구는 서울 송파구(2010년)로서 685,279명이다.

〈표 3〉 기초통계량

	평균	표준편차	최소	최대	단위	표본수
에너지소비량	181.6	101.7	26.0	813.5	리터/명	1,036
인구수	310,129.5	151,958.2	13,920.0	685,279 .0	명	1,036
총면적	72.3	112.2	2.8	757.0	km ²	1,036
대지면적	8.3	3.3	1.5	20.29	km ²	1,036
순밀도	37,978.3	14,550.5	4,931.4	72,981.8	명/km ²	1,036
총밀도	10,817.0	7,418.1	85.0	28,938.5	명/km ²	1,036

총면적이 가장 넓은 자치구는 울산 울주군(2011년)이며 가장 작은 곳은 부산 중구(1998년)이다. 대지면적이 가장 넓은 자치구 역시 대전 유성구(2011년)이며 가장 작은 곳은 부산 중구(2007년)이다. 평균 총면적 72.3km², 평균 대지면적 8.33km²으로 볼 때 자치구들은 자체면적의 약 11.5%를 대지용도로 개발하고 있음을 알 수 있다. 참고로 이들 자치구들은 시가지면적으로는 15.1%, 도시면적으로는 21.4%를 개발하고 있다.

순밀도가 가장 높은 자치구는 서울 노원구(2001년)로서 km²당 72,982명이며, 인천 강화군(2011년)은 4,931명으로 가장 낮다. 총밀도가 가장 높은 곳은 서울 양천구(2007년)이며, 가장 낮은 곳은 인천 옹진군(1998년)이다.

<표 4>는 주요 변수간의 상관계수를 보여준다. 총밀도와 개발밀도 모두 연간 1인당교통에너지 소비와 유의미한 음의 관계가 있음을 알 수 있다. 두 밀도 변수 간에도 강한 양의 관계가 존재한다. 총밀도가 높으면 대지면적을 기준으로 하는 순밀도도 높음을 알 수 있다.

<표 4> 상관계수

	에너지소비량	순밀도	총밀도
에너지소비량	1.000		
순밀도	-0.4504***	1.000	
총밀도	-0.3521***	0.7416***	1.000

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

<표 5>는 적정밀도를 추정한 실증분석의 결과이다. 식(1)과 식(2)는 이원고정효과를 사용한 결과이며, 식(3)과 식(4)는 합동 OLS의 분석결과이다.

이원고정효과를 사용한 식(1)과 식(2)는 각각 순밀도와 총밀도를 기준으로 추정한 것이다. 두 밀도변수 모두 교통에너지소비와 유의미한 U자형 관계를 가지는 것으로 나타났다. 즉 밀도에 대한 일차항은 음의 계수를, 이차항은 양의 계수를 가진다. 도시의 인구밀도가 높아짐에 따라 교통에너지 소비는 지속적인 감소를 보이다가, 일정 수준의 밀도를 넘어서게 되면 과밀로 인한 교통에너지 소비가 증가한다. 그 변곡점이 되는 적정밀도가 식(1)에서는 순밀도 기준으로 528명/ha인 것으로 추정되었으며 이 기준을 넘어서는 자치구는 <그림 2>에서 볼 수 있듯이 2011년 현재 서울의 노원구, 관악구, 중랑구, 양천구, 도봉구, 강동구, 강서구, 인천 부평구, 은평구 순으로 나타났다. 총밀도를 기준으로 하는 식(2)에서는 적정밀도가 220명/ha으로 나타났으며 이 기준을 넘어서는 자치구는 <그림 3>와 같이 2011년 현재 서울의 양천구, 동대문구, 동작구, 중랑구이다. 과밀자치구에 속하는 자치구가 식(1)과 식(2)에서 서로 다른 이유는 순밀도와 총밀도의 순위가 서로 다르기 때문이다. 예를 들어 전국적으로 순밀도가 가장 높은 서울 노원구는 총밀도 기준으로는 전국 20위, 서울 15위에 그친다. 이는 총면적 대비 대지면적의 비율이 낮기 때문이다. 서울 관악구 역시 순밀도는 전국 2위이지만 총밀도는 13위이다. 변수 $_Iyear_{1999}$ 에서 $_Iyear_{2011}$ 은 이원고정효과모형을 추정할 때 생성되는 시간더미들이며 기준년도는 1998년이다.

식(3)과 식(4)는 합동OLS로 추정되었으며 각각 순밀도와 총밀도를 기준으로 한 것이다. 합동

OLS모형 역시 두 밀도변수가 모두 교통에너지소비와 유의미한 U자형 관계가 있음을 보여준다. 순밀도를 기준으로 하는 식(3)에서의 변곡점은 997명/ha이며 이 기준을 넘어선 자치구는 없다. 식(4)에 의하면 최저 수준의 교통에너지소비를 담보하는 총밀도는 214명/ha이며 서울의 양천구, 동대문구, 동작구, 중랑구, 광진구가 이 기준을 넘어서고 있다.

총밀도를 기준으로 하는 적정밀도는 추정모형에 상관없이 220명/ha 수준이었다. 그러나 순밀도를 기준으로 할 때는 합동OLS모형에서 적정밀도가 매우 높게 추정되었는데 이는 개체와 시간특성을 어떻게 취급하느냐의 차이에 기인한다. <그림 2>를 보면 <그림 3>과는 달리 완만한 하락이 지속되는 것으로 보여지며 패널자료의 특성을 고려하지 않는 합동OLS는 이러한 지속적 하락의 경향성을 단면적으로 담아냈기 때문인 것으로 사료된다.

<표 6>은 7대 광역시의 총밀도와 순밀도, 그리고 지난 14년간의 인구 및 면적의 변화율을 보여준다. 2011년 현재 서울만이 적정개발밀도 수준에 다가가 있으며 다른 6개 광역시 모두는 적정밀도 수준에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이들 6개 광역시의 두드러진 특징은 대지면적의 증가율이 인구 증가율의 두 배가 넘는다는 것이다. 서울은 인구나 면적의 변화가 거의 없는 반면 부산은 인구 감소에도 불구하고 대지면적은 12.42% 증가하였으며 대구 역시 대지면적이 12.86% 증가하였다. 다른 도시와는 달리 인천만이 유일하게 총면적이 증가하였는데 이는 영종도 등 신 간척지 개발이 반영된 것으로 보인다. 그리고, 인천, 광주, 대전, 울산 모두 약 10%대의 인구증가를 보였지만 대지면적은 대략 25% 안팎의 증가를 보였다. 즉 새로이 유입된 인구를 기존의 택지가 아닌 새로운 택지개발을 통하여 수용해왔다는 것이다. 이는 도시 내 자연환경이 그만큼 파손되었다는 것이며 생활반경의 확대에 따라 통행거리가 증가하였다는 것이다. 압축도시 관점에서 본다면 서울을 제외한 6개 도시의 개발밀도는 적정 수준에 미치지 못하고 있으며 향후 도시개발의 방향은 기존 택지, 기존 도심의 재생을 통한 발전방안이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

<표 5> 적정개발밀도 추정결과 (종속변수: 연간 1인당 교통에너지소비량)

	two-way fixed effect		pooled OLS	
	(1)	(2)	(3)	(4)
순밀도	-20.780 ***		-4.958 ***	
순밀도2	196.629 ***		24.872 **	
총밀도		-23.246 ***		-10.790 ***
총밀도2		528.094 ***		252.110 ***
_Iyear_1999	0.010 **	0.011 *		
_Iyear_2000	0.005	0.009		
_Iyear_2001	0.003	0.009		
_Iyear_2002	0.004	0.011 *		
_Iyear_2003	-0.007	0.001		
_Iyear_2004	-0.021 ***	-0.012 **		
_Iyear_2005	-0.021 ***	-0.012 **		
_Iyear_2006	-0.023 ***	-0.012 **		

_Iyear_2007	-0.016 ***	-0.004		
_Iyear_2008	-0.020 ***	-0.006		
_Iyear_2009	-0.019 ***	-0.003		
_Iyear_2010	-0.012 **	0.003		
_Iyear_2011	-0.012 **	0.003		
_cons	0.655 ***	0.342 ***	0.326 ***	0.255 ***
적정밀도 (명/km ²) (표준오차)	52,841*** (2,120)	22,009*** (3,450)	99,670*** (27,607)	21,399*** (2,170)
적정밀도의 95% 신뢰구간	[48,687~56,996]	[12,248~28,771]	[45,562~153,780]	[17,146~25,652]
과밀 자치구	노원구 관악구 중랑구 양천구 도봉구 강동구 강서구 인천부평구 은평구	양천구 동대문구 동작구 중랑구		양천구 동대문구 동작구 중랑구 광진구

* p<.1; ** p<.05; *** p<.01

〈표 6〉 7대 광역시의 밀도 및 밀도 변화율 (1998년~2011년)

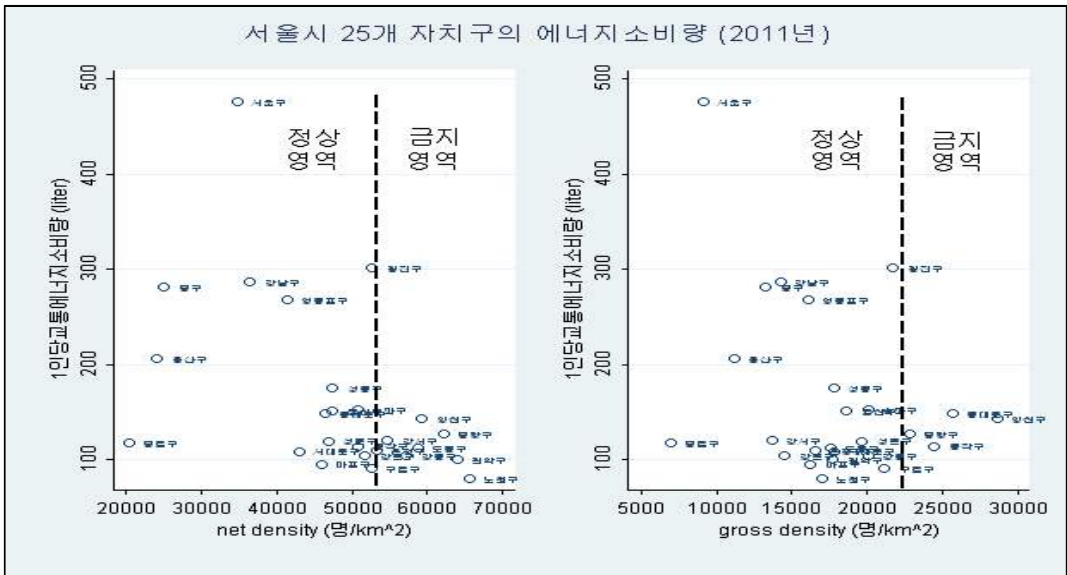
	총밀도 (2011년)	순밀도 (2011년)	인구수	총면적	대지면적	총밀도	순밀도
서울	169명/ha	473명/ha	-0.20%	-0.05%	0.85%	-0.15%	-1.04%
부산	46명/ha	344명/ha	-7.26%	2.02%	12.42%	-9.10%	-17.51%
대구	28명/ha	309명/ha	0.55%	-0.21%	12.86%	0.77%	-10.90%
인천	27명/ha	305명/ha	12.72%	7.77%	40.40%	4.59%	-19.72%
광주	29명/ha	262명/ha	9.26%	0.01%	26.21%	9.25%	-13.43%
대전	28명/ha	242명/ha	12.99%	0.03%	18.36%	12.95%	-4.54%
울산	11명/ha	256명/ha	11.84%	0.40%	25.64%	11.39%	-10.98%

한편 <표 5>에서 적정밀도 수준을 넘어선 것으로 나타난 자치구는 인천 부평구를 제외하곤 모두 서울시 소속이었다.³⁾ 따라서 서울의 25개 자치구만을 대상으로 2011년을 기준으로 에너지소비량과 순밀도 그리고 총밀도의 분포를 분석하였다. <그림 4>를 보면, 서울의 많은 자치구들이 추정된 적정밀도 부근에 밀집해 있음을 알 수 있다. 정상영역과 금지영역은 이원고정효과모형에서 추

3) 참고로, 인천 부평구는 20세기 초부터 인천의 중심지역으로, 인천이 광역시로 승격할 때 북구로 되었다가 서구와 계양구가 연이어 분구되면서 지금의 부평구가 되었다. 현재 부평구에는 인천광역시 전체 인구의 20%가 넘는 56만 명이 거주하고 있다. 송도, 청라, 영종 등 신도시 개발에 집중해왔던 인천시는 최근 도심재생사업에 대한 요구에 직면하고 있다. 도심개발은 신도시 개발보다 더 많은 협상과 노력, 시간, 비용이 요구된다. 그러나 부평, 동인천 등 역사와 전통이 첨단 도시와 함께 공존할 수 있는 도심개발 방안이 장기적인 관점에서 추진될 필요가 있다.

정된 적정개발밀도를 기준으로 나누어진 것으로서 그 의미는 앞서 2절에서 소개한 Laffer curve에 기초를 둔다. 비록 적정밀도를 넘어선 자치구일지라도 이들은 서울시 내에서는 물론 전국적으로도 교통에너지소비가 낮은 그룹에 속한다.⁴⁾ 추정된 적정밀도의 표준오차를 고려하면 서울의 대다수 자치구들은 U곡선의 최저 수준에 도달해 있다고도 할 수 있다. 서울의 자치구들이 이렇게 교통에너지 효율적인 데에는 차량운행 요일제, 버스전용차로, 대중교통 환승체계의 개선과 요금할인 등 꾸준한 교통수요관리 정책이 일정부분 기여했을 것이다.

〈그림 4〉 서울시 자치구의 에너지소비현황



그러나 추가적인 정책개발 없이 현재의 상황이 지속된다면 서울의 거의 모든 자치구에서 과밀로 인한 비효율이 발생할 것으로 보인다. 따라서 장기적인 관점에서 도시구조에 대한 청사진이 필요하다. 서구의 대도시들이 압축도시 등 도시공간구조에 대한 관심이 증대해온 이유도 교통체증이나 대기오염 등의 도시문제가 교통수요관리정책으로는 한계에 도달했음을 인지했기 때문이다(신상영, 2004). 압축도시 관점에서 고밀도를 추구한다는 것이 지금 있는 건물들의 높이를 모두 다 똑같이 높게 만든다는 것은 아니다. 대중교통과의 연계를 고려하면서 상업의 중심지 그리고 지하철 역 주변으로는 최고밀도를 유도하고 주변으로 멀어지면서는 고도가 낮아지는 형태가 되어야 할 것이다. 그러나 Bertaud(2004)의 보고에 의하면 세계의 여러 대도시들과는 달리 서울의 공간구조는 도시 중

4) <표 4>에 의하면 지난 14년간의 74개 자치구의 평균 1인당 휘발유소비량은 181.6리터이다. 한편 2011년 현재의 평균은 186.4리터이다. 2011년 기준으로 그려진 <그림 2>, <그림 3>, <그림 4>를 보면 적정밀도를 넘어선 자치구들은 우측 하단에 위치하고 있으며 이들의 1인당 휘발유소비량은 평균에 못 미치고 있다. 예를 들어 2011년 현재 노원구의 1인당휘발유소비량은 79, 관악구 99, 중랑구 126, 양천구 143, 은평구 109리터 등이다.

심에서 외곽에 이르기까지 거의 일정수준의 인구밀도를 유지하고 있다. <그림 4>에서도 오히려 지가가 높은 서울 도심과 상업의 중심지는 상대적으로 인구밀도가 낮음을 확인할 수 있다. 이는 서울 도심의 용적률은 낮으면서 건폐율은 높고 층고에는 제한이 있기 때문이다. 이러한 규제 때문에 서울시 도시구조는 지가가 높은 도심의 자치구들은 저층의 노후 건물이 산재해 있는 등 과소이용(underuse)되고 있는 반면, 상대적으로 지가가 낮은 자치구에는 고층 아파트가 들어서고 있는 등 과다이용(overuse)되는 비효율적인 토지이용 행태를 나타내고 있으며 이에 대한 개선이 시급하다(최막중, 2006).

<그림 4>에서 보면 용산구, 종로구, 중구 등은 추가적인 고밀 개발이 가능한 것으로 보여진다. 특히 세계 최대의 도심재개발사업으로 관심을 모았던 용산국제업무지구 사업의 중단은 이런 점에서 매우 아쉽다 하겠다. 층고제한이나 용적률 등에 대한 불만으로 재건축이 이루어지고 있지 못한 강남의 많은 아파트들도 긍정적인 재검토가 가능할 것이다. 압축도시의 특징을 극단적으로 표현한다면, 세 개의 건물로 나뉘어 있던 것을 하나도 높이 쌓아 만들고 나머지 두 건물이 있던 자리를 공원이나 자전거 전용도로 등으로 환원해 간다는 것이다. 이러한 변화는 도시의 수용능력도 증가시키게 된다. 과밀의 경계선 상에 위치한 서울시로서는 압축도시 모형을 적극적으로 고려하면서 보다 생동감 있고 경쟁력 있는 도시로 거듭나야 할 시점이다.

V. 결론

본 연구는 압축도시 관점에서, 우리나라 7대 광역시의 자치구들의 교통에너지 사용량과 도시 개발밀도의 관계를 분석하여 변곡점을 구하고, 이를 바탕으로 적정 도시개발밀도 수준을 도출하였다. 압축도시는 도시의 지속가능한 개발의 명제 하에 고밀도 개발을 특징으로 하는 모형이다. 그런 점에서 적정 개발밀도 수준에 대한 사회적 합의가 필요한데, 이를 위해서는 적정 개발밀도에 대한 실증연구가 선행될 필요가 있다. 본 연구의 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 국내외의 선행연구를 통해 적정 도시개발밀도는 국가 혹은 도시에 따라 크게 달라짐을 알 수 있었다. 둘째, 본 연구는 도시개발 밀도와 교통에너지 소비량의 관계는 적정개발밀도(d^*)의 이하에서는 부(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 여기에서 나타나는 변곡점(threshold point)을 적정 개발밀도라 할 수 있는데, 순밀도 기준으로 528명/ha, 총밀도를 기준으로 220명/ha으로 나타났다. 이렇게 도출된 적정 개발밀도는 앞으로 광역시 자치구의 도시개발 방식의 중요한 준거로 사용될 수 있다. 셋째, 순밀도 기준으로 2011년 현재 서울의 노원구, 관악구, 중랑구, 양천구, 도봉구, 강동구, 강서구, 인천 부평구, 은평구 순으로 적정 개발밀도를 초과하여 과밀 상태로 나타났고, 총밀도 기준으로는 2011년 현재 서울의 양천구, 동대문구, 동작구, 중랑구가 적정 개발밀도를 초과한 것으로 나타났다. 이 같은 결과를 통해 7대 광역시의 74개 자치구 중에서 적정 개발밀도를 초과한 자치구는 서울시에 국한되고 있으며 다른 모든 6개의 광역시 자치구들은 적정밀도에 미치지 못해 압축적 도시개발의 여지가 큰 것으로 나타났다. 넷째, 서울의 25개 자치구의 대부분이 변곡점 주위에 몰려 있는 과밀

초기단계인 것으로 분석되었다. 특히 서울 도심은 상대적으로 인구밀도가 낮아 과소이용되고 있는 반면, 시외의 경우는 오히려 인구밀도가 높아 과다이용되고 있는 것으로 나타났다.

이상과 같은 분석결과를 바탕으로 다음과 같은 우리나라 대도시 자치구의 도시개발에 정책적 함의를 제시할 수 있었다.

첫째, 적정 개발밀도를 초과한 자치구가 소수로 나타남에 따라 대다수의 자치구는 압축도시적 도시개발 방식의 적용이 가능할 것으로 판단된다. 현재 서울을 비롯한 대도시를 중심으로 전월세 부족현상이 심각하다. 이 문제를 해결하기 위해 시외의 택지개발이 아니라 구도심 내의 노후주거지역을 재개발하는 도시재생 방식의 도시개발이 적극 추진될 필요가 있다. 이를 위해 이를 위해 용적율을 향상시키고 층고 제한을 완화시킬 수 있도록 <토지의 계획 및 이용에 관한 법률> 등과 같은 제반 법률규정의 수정이 필요하다. 또한 과밀초기상태에 놓여 있는 서울시의 자치구들의 경우는 도심의 과소이용과 시외의 과다이용이라는 문제를 반영하여 다양한 해결방안들이 동시에 추진될 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 광역시 자치구의 적정 개발밀도를 순밀도 기준으로 528명/ha, 총밀도 기준으로 220명/ha으로 추정하였다. 이렇게 도출된 적정 개발밀도는 앞으로 광역시 자치구의 도시개발 방식의 중요한 준거로 적극적으로 활용할 필요가 있다. 특히 압축도시 개발의 금지영역에 속한 도시들의 개발계획에는 국토해양부 등의 적극적인 개입과 관리 기제가 모색될 필요가 있다.

셋째, 지나친 도시 과밀화로 인해 혼잡비용이 지나치게 커져 압축도시의 역효과가 나타나지 않는 방식의 압축도시화가 추진될 필요가 있다. 구체적으로 기존 택지의 재활용과 고밀도 활용을 통해 확보된 토지를 공원 등과 같은 오픈 스페이스를 확보하고, 자전거 전용도로와 같은 보행친화적 가로 설계로 바꾸어 통행거리 감소, 대기오염 감소 등을 도모할 필요가 있다. 그리고 공공 대중교통체계의 정비하여 이의 경제성과 활용성을 높일 필요가 있다.

본 연구는 고밀도 개발의 압축도시화의 필요성을 교통에너지⁵⁾ 효율성의 관점에서 실증적으로 분석하였다. 하지만 압축도시화의 필요성은 경제, 사회 및 문화, 환경 등 다양한 차원에서 논의될 필요가 있다. 그런 점에서 앞으로 우리나라 압축도시 연구는 다양한 차원의 효과를 분석하는 종합적인 연구를 지향할 필요가 있다. 그리고 우리나라 중소도시의 경우도 대도시와 유사하게 도시 외곽지역의 택지를 개발하는 방식을 적용하고 있는데 이에 대한 비판적 실증연구가 앞으로 중요한 연구과제라 판단된다.

참고문헌

강명구. (2013). “콤팩트시티(압축도시)형 도시재생을 둘러싼 사회적 후생과 개별적 이해 간의 근원적 갈등에 대한 이론적 탐색”. 『한국지역개발학회지』. 24(4): 27-40.

5) 본 연구의 종속변수는 1인당취발유사용량으로, 매년 한국석유공사에서 발표하는 공시자료를 바탕으로 측정하였다. 이 자료는 지자체 단위 거주인구를 기반으로 취합된 자료이기 때문에 시설이용인구를 반영하지 못하는 한계를 가지고 있다.

- 김경환. (1998). “개발제한구역제도의 평가와 제도개선 쟁점”. 『주택연구』. 6(2): 71-84.
- 김리영·서원석. (2011). “압축도시특성이 지역별 교통에너지 소비에 미치는 영향분석: 수도권·비수도권간의 차이를 중심으로”. 『한국지역개발학회지』. 23(1): 33-54.
- 김승남·이경환·안건혁. (2009). “압축도시 공간구조 특성이 교통에너지 소비와 대기오염 농도에 미치는 영향”. 『국토계획』. 4(2): 231-246.
- 김병석·문태훈. (2011). “압축도시의 토지이용 특성이 이산화탄소 배출에 미치는 영향”. 『환경정책』. 19(2): 101-115.
- 김유진·변병설. (2012). “압축도시의 토지이용특성이 도로부문 온실가스 배출량에 미치는 영향-교통수단 분담률의 매개효과 검증을 중심으로-”. 『한국지역개발학회지』. 24(1): 121-156.
- 김찬호 외. (2007). “지속가능한 신도시 개발을 위한 한국형 압축도시모형 정립에 관한 연구”. 『국토계획』. 42(2): 49-68.
- 김친권. (2002). “압축도시(Compact City) 지속가능한 도시개발을 위한 대안”. 『토지연구』. 13(3): 95-107.
- 남기찬·김홍석·손민수. (2008). “인구압축도시와 교통에너지와의 관계 연구: 압축지표를 활용하여”. 『국토계획』. 3(2): 155-168.
- 남창우·권오서. (2005). “우리나라 중소도시의 교통에너지 소비특성에 관한 연구”. 『한국지방자치연구』. 7(2): 169-187.
- 서원석·김리영. (2010). “토지이용 특성과 도시압축성의 관계분석 연구”. 『한국지역개발학회지』. 22(3): 81-96.
- 송기욱·남진. (2009). “압축형 도시 특성요소가 교통에너지 소비에 미치는 영향에 관한 실증분석”. 『국토계획』. 44(5): 193-206.
- 신상영. (2004). “토지이용과 자동차 의존성간의 관계 - 서울시를 사례로-”. 『서울도시연구』. 5(1): 71-93.
- 안건혁. (1998). “에너지 절감을 위한 적정도시밀도 개발에 관한 연구”. 『국토연구』. 7: 19-30.
- 이왕진. (2006). “스마트성장을 위한 도시개발방향”. 『국토』. 299: 6-14.
- 이종용. (2007). “새로운 도시개발 패러다임이 도시개발정책에 주는 시사점”. 『지리학연구』. 41(3): 265-274.
- 전명진. (2001). “수도권 개발제한구역이 도시 교통 및 자동차대기오염에 미친 영향분석”. 『국토계획』. 36(3): 241-253.
- 조윤애. (2004). “개발제한구역정책이 대기오염에 미치는 영향: 대기오염 패널데이터를 이용한 실증분석”. 『지역연구』. 20(2): 77-95.
- 조윤애. (2011). “에너지 절감을 위한 적정도시개발밀도”. 『한국행정논집』. 23(4): 1263-1279.
- 최막중. (2006). “도시계획 차원의 초고층 건축물의 의미”. 『건축』. 50(4): 29-31
- Bertaud. A. (2004). “Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome or Unforeseen Consequence”, Working Paper, Institute of Urban and Regional Development, UC Berkeley
- Breheny. M., et al.. (1992). *Sustainable Development and Urban Form*. London: Pion.
- Burton. E. (2002). "Measuring urban compactness in UK towns and cities". *Environment and Planning B. Planning and Design*. 29: 219-250.

- Cervero, Robert. and Kockelman, Kara. (1997). "Travel Demand and the 3Ds: Density Diversity and Design". *Transportation Research D*. 2(3): 199-219.
- Chen. H., Jia. B., & Lau. S. (2008). "Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy". *Habitat International*. 32: 28-40.
- Dantzig. G. & Saaty. T. (1973). *Compact City: Plan for a Liveable Urban Environment*. New York: Freeman & Co.
- Elkin. T., McLaren. D. & Hillman. M.. (1991). *Reviving the City: Towards Sustainable Urban Development*. London: Friends of the Earth.
- Frank. L. & Pivo. G. (1994). "Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking". *Transportation Research Record*. 1466: 44-52.
- Gaigne. C., Riou. S., & Thisse. J. (2012). "Are compact cities environmentally friendly?". *Journal of Urban Economics*. 72: 123-136.
- Gordon. P & Richardson. H. (1997). "Are Compact Cities a Desirable planning Goal?". *Journal of the American Planning Association*. 63(1): 95-106.
- Jacobs. J. (1962). *The Death and Life of Great American Cities*. London: Cape.
- Holden, Erling & Norland, Ingrid T. (2005), "Three Challenges for the Compact City as a Sustainable Urban Form: Household Consumption of Energy and Transport in Eight Residential Areas in the Greater Oslo Region". *Urban Studies*. 42(12):2145-2166.
- Laffer. Arther B. (2004). *The Laffer Curve: Past, Present, and Future*. The Heritage Foundation. Issue Paper No. 1765.
- Levinson. David M & Kumar. Ahay. (1997). "Density and the Journey to Work". *Growth and Change*. 28: 147-172.
- Lock. D.. (1995). "Room for more within city limits?". *Town and Country Planning*. 64(7): 173-176.
- Milakis. D., Barbopoulos. N., & Vlastos. Th. (2005). "The optimum density for the sustainable city: the case of Athens". *Sustainable Development and Planning II*. 1: 25-34.
- Newman. P. & Kenworthy. J. (1989). "Gasoline Consumption and Cities: A Comparison of U.S. Cities with a Global Survey". *Journal of the American Planning Association*. 55(1): 24-37.
- Neuman. M. (2005). "The compact city fallacy". *Journal of Planning Education and Research*. 25(1): 11-26.
- Norman. J., MacLean. H. J., Kennedy. C. A.. (2006). "Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions". *Journal of Urban Planning and Development*. 132(1): 10-21.
- OECD (2012). *Compact City Policies: A Comparative Assessment*. Paris: OECD.
- O'Toole. Randal. (2009). "The myth of the compact city: why compact development is not the way to reduce carbon dioxide emission". *Policy Analysis*(CATO Institute). 653.
- Stead. Dominic. (2001). "Relationships between land use, socioeconomic factors, and travel patterns in

Britain”. *Environment and Planning B. Planning and Design*. 28: 499-528.

Williams, K., et al. (ed). (2000). *Achieving sustainable urban form*. London. Spon.

조윤애(曹尹愛): 미국 University of Chicago에서 정책학 박사학위를 취득했다(Tow essays of education, political freedom, and the environment, 1999). 현재 상지대학교 인문사회과학대학 행정학부 부교수로 재직하고 있다. 주요 관심분야는 환경정책, 도시정책 등이고, 주요 논문으로는 “개발제한구역정책이 대기오염에 미치는 영향”(2004), “the comparison of NLSY97 and CPS data”(2006), “압축도시와 교통에너지소비의 관계에 대한 실증연구”(2009), “에너지 절감을 위한 적정도시개발밀도”(2011) 등이 있다(yoonaejo@sangji.ac.kr).

최무현(崔武玄): 연세대학교에서 행정학 박사학위를 취득하고(논문: 「한국의 적극평등인사정책과정에 관한 연구: 장애인 고용정책을 중심으로」), 현재 상지대학교 인문사회과학대학 행정학부 부교수로 재직하고 있다. 주요 관심분야는 인사행정, 복지정책, 정부규제 등이고, 주요 논문으로는 “다문화시대의 소수정책 수단에 관한 연구”(2008), “한국 공무원의 주관적 경력성공 요인에 대한 실증분석”(2009), “한국 준정부조직의 학습조직화가 공공서비스동기(PSM)에 미치는 영향에 관한 실증연구”(2010), “현행 규제등록제도하의 규제분류체계의 문제점과 개선방안에 관한 연구”(2012), “공무원의 공공봉사동기와 직무태도에 대한 실증적 연구: 직무만족과 조직몰입을 중심으로”(2013) 등 다수가 있다(mhchoi@sangji.ac.kr).

Abstract

Empirical Study on the Optimum Urban Density for 74 Autonomous Districts of the Metropolitan Cities

Jo, Yoonae
Choi, Moo Hyun

From a Compact city perspective, this paper analyzes the relationship between urban density and gasoline consumption using the data of 74 autonomous districts of the 7 metropolitan cities. Also the paper draws the optimum urban density levels and urban development policy implications. As of 2011, 8 districts of Seoul and Incheon Bupyeong-gu exceed the optimum net density level, and 4 districts of Seoul exceed the optimum gross density level. Based on this, policy implications are as follows. First, a compact urban development approach is still useful for most of districts because only a few districts exceed the threshold density level. Second, the optimum urban density empirically derived in this paper should be used actively as important criteria for urban development policy in the future. Third, various urban policy measures should be considered together in order to avoid adverse effects of compact city.

Key Words: compact city, optimal development density, net density, gross density, transportation energy per a person