용적률 규제의 미시경제학과 규제 준수비용의 측정*

A Microeconomics of Land Use Regulations and the Measurement of Regulatory Compliance Cost

이혁주**
Rhee, Hyok-Joo

Abstract

We examine the basic working mechanism of floor area ratio regulations using the elementary producer theory of microeconomics. In addition, we provide a numerical methodology by which to measure the efficiency gain or loss associated with the regulations in Anas-type spatial models. The theory and methodology is applicable to the nonmonocentric city embedded in general equilibrium spatial models.

키 워 드 ▪ 용적률 규제, 용도규제, 규제 준수비용, 일반균형
Keywords ▪ Floor area ratio regulation, usage regulation of land, regulatory compliance cost, general equilibrium

Ⅰ. 서 론

토지이용규제(zoning)에 대한 경제학적 연구는 대체로 두 가지 부류로 분류할 수 있다. 첫 번째 부류는 Tiebout류의 맥락에서 이해되는 토지이용규제이다. 재산세를 지방공공재에 대한 조세가격으로 이해하는 학자들에 따르면, 토지이용 규제는 재산세와 더불어 지방공공재의 효율적 공급을 위해 없어서는 안될 정책수단이다(Hamilton, 1975; Fischel, 2004).

Tiebout류의 연구전통에서는 도시의 내부공간구조가 생략된 채 연구가 진행된다. 이와 달리 도시의 내부공간구조를 명시적으로 고려한 일련의 연구전통이 존재한다. 이들 연구는 대체로 단핵도시를 전제로 토지이용규제를 분석하는데, 이 경우 토지이용규제는 용적률 규제(Joshi and Kono, 2009; Kono et al. 2012) 아니면 용도규제이다(White, 1978, Pines and Sadka, 1985; Brueckner, 2007; Anas and Pines, 2008; Rhee, Yu and Hirte, 2014). 이들 연구에서 토지이용규제는 교통혼잡, 과밀혼잡(population externalities)과 같은 혼잡의 통제수단으로서 그 효율성과 작동원리가 주요 분석목적이다.

그런데 혼잡의 통제수단으로서 이론문헌에서 논의되는 수단은 대표적으로 혼잡세로서의 재산세, 교통혼잡세 그리고 토지이용규제 등을 들 수 있다. 그러나 동일한 정책문제를 대상으로 동원되는 이들 정책수단에 대한 통합적 분석은 아직 수행된 바 없다. 본 연구는 이러한 통합적 분석을 위한 선행연구로서, 일차적으로 용도규제와 용적률의 통합연구

* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.
** 서울과학기술대학교 행정학과 교수. Department of Public Administration, Seoultech.(rheehj@seoultech.ac.kr)

를 위한 이론연구를 수행한다. 이들 수단의 효율성에 대한 적실성 있는 연구는 이들 수단의 도시계획적 위상에 비해 턱없이 부족한 것이 우리의 현실이다.

좀 더 구체적으로 본 연구는 용적률 규제의 미시경제학적 원리를 기존 연속공간모형과 달리 離散空間模型을 통해 규명한다. 연속공간모형에서 토지이용규제에 대한 작동원리가 분석되기도 하지만 (Joshi and Kono, 2009; Kono et al. 2012) 가독성이 떨어지고, 좀 더 유연한 모형을 구축하자면 이산모형에서 다시 분석될 필요가 있다. 일단 이 작업이 성공적으로 이루어지면 본 연구모형과 방법론을 Rhee, Yu and Hirte(2014)의 용도규제 모형과 결합할 수 있고, 일반균형 공간모형을 통해 도시공간 속에서 토지이용규제가 어떻게 작동하는지 분석할 수 있는 이론적, 방법론적 기반이 마련된다.

본연구가 제시할 이론과 방법론은 기존 용적률 연구와 달리 다핵심 공간모형과 결합가능하고 또한 기존의 부분균형과 달리 Yu and Rhee(2011)류의 일반균형모형과 결합될 수 있다. 이러한 연구방향은 토지이용규제를 둘러싼 도시경제학적 논란을 해소하는데 일정 부분 도움을 줄 것으로 예상된다.

이 논란 중 하나는 토지이용규제의 효율성에 대한 이견으로서 그 내용은 다음과 같다. 도시계획가에게 토지이용규제는 도시계획 행위를 위해 반드시 동원되어야 하는 제도적 수단으로서 규제의 효율성에 대한 질문은 논외이거나 혹은 부차적이기까지 하다(예컨대 Ewing et al.(2007) 참고). 또한 연구자에 따라 토지이용규제는 최선(first-best; Pines and Sadka (1985); Wheaton(1998))이거나 최선에 근접한 효율성을 지닌 정책수단으로 이해되기도 한다(Kono et al., 2012; Rhee, Yu and Hirte, 2014). 반면 토지이용규제에 따라서는 절대적으로 후생감소적이거나(Anas ans Rhee, 2006), 후생손실이 매우 크며(Lee, 1999; Cheshire and Sheppard, 2002; Bertaud and Brueckner, 2005), 후생증진적이라 하더라도 그 크기는 아주 작다고(Brueckner, 2007) 주장되기도 한다.

이상 문헌검토에서 보듯이 이러한 논란을 해소하자면 논쟁에 이용된 모형들의 주요 특성과 요소를 고루 반영할 수 있을 만큼 모형이 유연해야 하고, 또한 다양한 정책수단을 하나의 일관된 틀로 분석할 수 있는 방법론이 제시되어야 한다. 본 연구에서 제시할 방법론은 바로 그러한 방법론의 요소를 고루 내포할 뿐만 아니라 기존 논의를 더 진전시킬 수 있는 방법론이 될 것이다.

Ⅱ 용적률의 상한 규제

1. 문제의 설정

분석대상이 되는 구조물은 주택이나 업무용 건물 등을 지칭한다. 이들 구조물은 공통적으로 크게 개념화해 토지 및 자본재를 주요 투입요소로 한다. 본 연구에서 이 구조물산업을 편의상 주택산업이라고 부른다. 다핵심 도시에서 등장하게 되는 업무용 건물의 '생산'도 주택생산함수와 특성을 공유하기 때문에 아래에서 개발되는 이론을 그대로 활용할 수 있다.

토지 및 자본재 투입량을 각각 Q, X라고 하고, 주택생산량을 상면적 H(단위는 평방미터)로 표기하자. 용적률을 f라고 할 때, 용적률은 H/Q로 표현되고 용적률 상한을 $\bar{f}$라고 하면 각 획지에 건설되는 주택의 개발밀도는 $\bar{f} \geq H/Q$, 즉 $\bar{f}Q \geq H$로 표현된다. 기존연구는 연속공간모형으로서 자본재의 투입량은 투입밀도(즉 단위 면적당 자본재 투입량)로 측정된다.

주택 생산함수를 $H = H(Q, X)$라고 하고 이 함수는 투입요소에 대해 일차 동형, 즉 규모에 대해

수확불변이라고 가정하자. 오일러 정리로부터

$$\frac{\partial H}{\partial Q}Q+\frac{\partial H}{\partial X}X=H \tag{1}$$

를 유도할 수 있다. 또한 주택시장은 완전경쟁적이라고 가정하자.

주택사업자는 다음 두 단계를 거쳐 이윤을 극대화한다.

1단계 용적률 상한(Q,X)과 주택생산량이 각각 f,H로 주어졌을 때, 주택 H평방미터를 생산하는 최소비용 조합 의 선택

2단계 주택판매수입과 주택생산비간 차이, 즉 이윤을 극대화하는 주택생산량 H의 선택

위 1단계 문제의 결과 도출되는 비용함수는 다음과 같이 정의된다.

$$C(H,f)=\min_{Q,X}\{rQ+X \mid H=H(Q,X),\ Qf\geq H\} \tag{2}$$

편의상 자본재의 가격은 1로 표준화했다. 이 비용함수를 이용해 2단계의 이윤극대화 문제를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\max_H pH-C(H,f) \tag{3}$$

이 식에서 p는 床面積의 평방미터당 임대가격을 말한다.

2단계 문제부터 풀면 아래 논의 과정에서 더 편리하다. 식(3)을 변수 H로 미분하자.

$$p=\frac{\partial C(.)}{\partial H} \tag{4}$$

즉 한계비용이 한계수입 p와 같아질 때까지 생산량 H를 늘릴 때 H는 최적화 된다.

1단계 문제를 풀기 위해 다음과 같이 라그랑지안을 구성하자.

$$L=rQ+X+\lambda_1(H-H(Q,X))+\lambda_2(H-fQ) \tag{5}$$

$$\lambda_1,\lambda_2\geq 0$$

포락선 정리를 이용해 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$\frac{\partial C(.)}{\partial H}=\frac{\partial L}{\partial H}=\lambda_1+\lambda_2 \tag{6}$$

$$\frac{\partial C(.)}{\partial f}=\frac{\partial L}{\partial f}=-\lambda_2 Q\leq 0 \tag{7}$$

용적률 상한이 구속적이지 않을 때, $\lambda_2=0$이고 이때 한계비용 $\partial C/\partial H=\lambda_1>0$이 된다. 따라서 식(6)에서 $\lambda_1+\lambda_2\geq 0$이 된다. 식(7)은 용적률 상한 f가 구속적일 때, 이 상한이 증가하면 이에 비례해 규제 준수비용은 줄어든다는 의미이다.

이제 식(8)을 이용해 쿤-터커의 조건을 구하자.

$$\frac{\partial L}{\partial Q}=r-\lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q}-\lambda_2 f=0 \tag{8}$$

$$\frac{\partial L}{\partial X}=1-\lambda_1\frac{\partial H}{\partial X}=0 \tag{9}$$

$$\lambda_2\geq 0,\lambda_2(H-fQ)=0 \tag{10}$$

위 조건의 풀이는 용적률 상한이 구속적인 경우(즉 $H-fQ=0$)와 구속적이지 않은 경우(즉 $\lambda_2=0$)인 경우로 나누어 구할 수 있다.

2. 용적률 상한규제가 구속적이지 않을 때

먼저 용적률 상한이 구속적이지 않은 경우부터 분석을 하자. 비구속적인 경우는 $H\leq fQ$로서 주택사업자는 용적률 규제의 제한을 받지 않게 되는 경우이다. 이 경우 $\lambda_2=0$이므로, 식(8)로부터

$$r=\lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q} \tag{11}$$

를 유도할 수 있다. 그런데 식(6)에서 $\lambda_2=0$일 때 한계비용이 λ_1으로 주어지고, 한계비용은 식(4)로부터 상면적 1평방미터당 가격 p와 동일하므로 식(11)를 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$r=\lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q}=\frac{\partial C}{\partial H}\frac{\partial H}{\partial Q} \quad \langle\text{-식(6)}$$

$$=p\frac{\partial H}{\partial Q} \quad \langle\text{-식(4)}$$

$$=MRP_Q$$

MRP_Q는 토지의 한계수입생산(marginal revenue product)으로서 토지의 한 단위 추가 투입으로 인

해 발생하는 수입증가분을 말한다. 생산요소의 고용이 최적이라면 이 한계수입이 요소의 한계비용, 즉 한계요소비용(marginal factor cost, MFC)인 지대 r과 일치하게 될 때까지 생산요소의 투입을 늘려야 할 것이다.

한편 식(9)에서

$$1=\lambda_1\frac{\partial H}{\partial X}=\frac{\partial C}{\partial H}\frac{\partial H}{\partial X} \quad \langle\text{-식(6)}$$

$$=p\frac{\partial H}{\partial X} \quad \langle\text{-식(4)}$$

$$=MRP_X$$

이 식에서 MRP_X는 자본재의 한계수입생산을 말한다. 이 식 역시 최적 요소고용량을 보여주는 수식이다(자본재 한 단위의 가격은 좌변의 1).

이상에서 본 바와 같이 용적률 규제가 구속적이지 않은 경우 주택생산자의 비용극소화 문제와 이윤극대화 문제는 통상의 최적화문제와 하등 차이가 없다.

3. 용적률 상한규제가 구속적일 때

규제가 구속적인 경우, $\lambda_2 \geq 0$이고 $H=fQ$가 성립한다. 식(8)을 다음과 같이 다시 쓰자.

$$r=\lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q}+\lambda_2 f$$

$$=(p-\lambda_2)\frac{\partial H}{\partial Q}+\lambda_2 f \quad \langle\text{-식(4),(6)}$$

따라서

$$p\frac{\partial H}{\partial Q}+\lambda_2 f=r+\lambda_2\frac{\partial H}{\partial Q} \tag{12}$$

식(12)의 좌변은 토지의 추가 투입에 따른 한계편익을 보여준다. 이 한계편익은 다시 두 가지로 구성된다. 첫째, 토지의 추가 투입으로 생산이 늘면 이로 인해 수입이 증가한다(즉 한계수입생산 MRP_Q로서 좌변 첫 번째 항). 둘째, 토지의 투입만큼 용적률이 낮아져 규제준수비용이 줄어든다(좌변 두 번째 항). 토지의 투입량으로 최적으로 선택되었을 때, 이 한계편익은 식(12) 우변의 한계비용과 일치한다. 첫째, 토지 투입량 증가분만큼 추가 임대료라는 비용이 발생한다(우변 첫 번째 항). 둘째, 토지 투입량 증가로 인해 산출량이 증가하면 이로 인해 용적률이 증가하고 이에 수반하여 규제 준수비용이 증가한다(우변 두 번째 항).

4. 논의

식(12)의 두 번째 항에 대해 자세히 알아보기 위해 $H=Q^{0.5}X^{0.5}$라고 해보자. $H \leq fQ$에 $H=Q^{0.5}X^{0.5}$를 대입하고 정리하면 $X \leq f^2Q$라는 식을 얻을 수 있다. 그림 2에서 회색 영역이 선택 가능한 투입요소 조합들이다. 어떤 주어진 산출량 수준 H에서 생산비를 최소화하는 투입요소의 조합이 이 영역에 속하리라는 보장이 없다. f가 클수록 그림에서 직선은 원점을 중심으로 반시계 방향으로 회전하고, 이때 선택 가능한 회색 영역은 점점 커진다. 즉, f가 클수록 상한 규제의 의미는 점차 사라지게 된다.

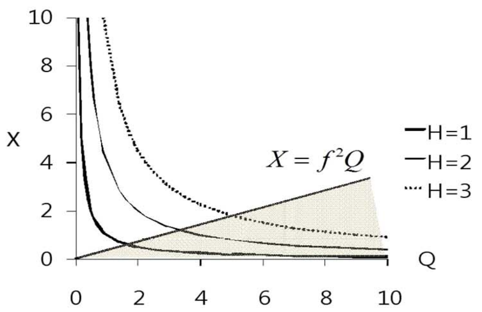

그림 1 용적률의 上限 규제와 선택 가능한 요소 투입량의 조합

Fig. 1. Maximum FAR regulation and feasible input choices

규제가 구속적이라는 말은 최적 조합이 직선 $X=f^2Q$과 등량선간 교차점에서 선택된다는 의미이다. 그런데 Q가 한 단위 증가하면 이에 따라 주어진 H수준에서 용적률이 함께 줄어든다(즉 선택가능 영역의 경계선에서 선택가능 영역 내부로 투입요소의 조합이 이동). 이때 용적률 상한의 규제를 준수해야 하는 비용은 줄게 된다. 이 비용절감분이 식(12) 우변의 두 번째 항이다.

이상의 논의를 종합하여 식(12)의 좌변을 한계요소비용으로, 우변을 생산요소의 투입량 변화에 따른 한계수입으로 해석할 수 있고, 이를 토대로 그림 2를 그릴 수 있다. 만약 상한 규제가 구속적이지 않았다면 토지의 최적 투입량은 Q_0로 주어졌을 것이다. 그러나 상한 규제가 구속적일 때 최적 투입량은 그림 2의 Q_1으로 주어진다. 다른 조건이 같다면 구속적인 경우가 그렇지 않은 경우보다 토지 투입량이 상대적으로 더 많다(즉 그림에서 $Q_0 < Q_1$).

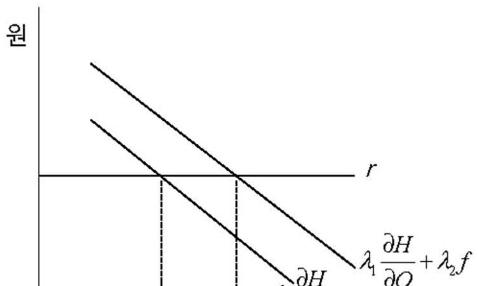

그림 2 용적률 上限 규제의 토지 투입량 증대효과
Fig. 2. Maximum FAR regulation and the increased land input

4. 토지이용규제 하에서 가격변수의 미분방정식

지금까지 개발한 이론을 공간모형과 결합함으로써 토지이용 규제를 공간경제학적으로 더 연구할 수 있게 된다. 본 논문의 이론을 유상균・이혁주(2011)가 개발한 토지이용-교통 모형의 분석방법론과 결합하자면, 일반균형하에서 내생적으로 취급되는 가격변수간 일반균형적 관계, 즉 미분방정식을 유도해야 한다. 이 수식은 유상균・이혁주(2011)가 제안한 방법론을 이용해 토지이용 규제를 분석하는데 있어 반드시 필요한 수식이다. 이제 지금까지 이뤄진 이론적 논의를 토대로 이 미분방정식을 유도하고, 이 미분방정식의 공간경제학적 시사에 대해 알아보자.

먼저 영이윤 조건의 성립여부를 확인하고자 한다. 생산함수가 콥-더글라스형인 경우는 그림 1을 통해 대체적인 성립여부를 확인할 수 있다. 용적률에 제한이 있는 경우, 최소비용 투입요소의 조합은 '직선' $X=f^2Q$ 위 어떤 점에서 결정된다. 이 직선 위에서도 생산량은 규모에 대해 여전히 수확불변이고 따라서 영이윤 조건이 성립할 것이다.

이제 이를 정식으로 입증하자. 오일러 정리를 이용해 유도한 식(1)의 양변에 λ_1을 곱한 후 식(8)을 이용하면 다음과 같다.

$$\underbrace{\lambda_1 \frac{\partial H}{\partial Q}}_{=r-\lambda_2 f} Q + \underbrace{\lambda_1 \frac{\partial H}{\partial X}}_{=1\leftarrow \text{식}(9)} X = \lambda_1 H$$

$$\rightarrow (r-\lambda_2 f)Q + X = \lambda_1 H$$

따라서 이항 후 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$rQ + X = (\lambda_1 + \lambda_2)H$$
$$= pH \ \langle\text{-식}(4),(6) \qquad (13)$$

즉 주택 생산비용 = 주택 판매수입으로 영이윤이 달성된다.

이제 가격변수간 성립할 미분방정식에 대해 알아

보자. 지금까지 부분균형 환경에서 용적률 규제가 어떻게 주택시장을 왜곡시킬 수 있는지에 대해 알아보았다. 그러나 일반균형 환경 하에서는 규제의 비효율이 왜곡된 가격을 통해 반영되기 때문에, 가격변수들간 관계에 용적률 규제의 비용이 반영되는 수식을 유도해야 한다.

앞서 유도한 식(13)의 영이윤 조건을 전미분하자.

$$Qdr+rdQ+dX=Hdp+pdH \tag{14}$$

생산함수 $H=H(Q,X)$ 역시 전미분하고 그 결과식의 양변에 λ_1을 곱하자.

$$\begin{aligned}\lambda_1 dH &= \underbrace{\lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q}}_{=r-\lambda_2 f}dQ+\underbrace{\lambda_1\frac{\partial H}{\partial X}}_{=1}dX \\ &=(r-\lambda_2 f)dQ+dX\end{aligned}$$

이 식을 다시 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}rdQ+dX &= \lambda_1 dH+\lambda_2 f dQ \\ &= \lambda_1 dH+\lambda_2(d(fQ)-Qdf) \\ &= \lambda_1 dH+\lambda_2 dH-\lambda_2 Qdf) \\ &= (\lambda_1+\lambda_2)dH-\lambda_2 Qdf \\ &= pdH-\lambda_2 Qdf\end{aligned}$$

즉

$$pdH=rdQ+dX+\lambda_2 Qdf$$

이다.

결국 방금 유도한 식을 식(14)에 대입하고 정리하면 다음과 같은 수식을 유도할 수 있다.

$$Hdp=Qdr-\lambda_2 Qdf \tag{15}$$

이 식은 가격변수간 관계식이지만, 이 식에 한계규제준수비용 λ_2과 정책변수인 용적률 f이 포함되어 있고 따라서 유상균·이혁주(2011)에서 사용하는 후생함수의 정책변수 f에 대한 변화율 수식은 식(15)를 이용해 조성될 것이고, 이때 이 변화율 수식은 용적률 부과가 야기하는 규제비용과 용적률의 함수로 표현된다. 일반균형 환경에서 우리가 원하는 바로 그 수식이다.

용적률 상한 규제가 없거나 구속적이지 않을 때 $\lambda_2=0$이므로 식(15)에서

$$Hdp=Qdr \tag{16}$$

로서 이혁주(2013)의 식(1)과 같이 가격변수만 포함한 미분방정식을 유도할 수 있다. 한편 규제가 구속적인 경우 $\lambda_2 \geq 0$로서 식(16)과 달리 규제 준수의 한계비용을 측정하는 λ_2가 포함된 항 $\lambda_2 Qdf$을 포함한다.

이 λ_2는 두 가지 서로 다른 이름으로 불릴 수 있다. 용적률이 상향조정되면 주택공급이 늘어 주택가격이 하락하게 될 것이다. 따라서 $dp/df<0$라고 가정해보자. 규제 상한 f가 상향조정되면, 식(15)에서 $df>0$의 승수인 $\lambda_2 Q$만큼 f 상향조정의 효과가 나타난다. 즉 $\lambda_2 Q$의 크기가 클수록 식(16) 좌변의 가격 하락효과 Hdp는 크게 나타난다.

반면 규제 상한을 더 낮추어 규제를 강화하는 경우 이로 인한 주택가격 상승효과는 승수 $\lambda_2 Q$가 클수록 더욱 크게 나타난다(즉 $|\lambda_2 Qdf|$가 더 큼).

식(15)의 양변을 df로 나누면

$$H\frac{dp}{df}=Q\frac{dr}{df}-\lambda_2 Q$$

이 된다.

$$\text{좌변}=H\frac{dp}{df}=\frac{pH}{f}\frac{f}{p}\frac{dp}{df}\equiv\frac{pH}{f}\eta_p$$

이 식에서 η_p는 용적률에 대한 주택가격의 탄력성을 말한다.

$$\begin{aligned}\text{우변} &= Q\frac{dr}{df}-\lambda_2 Q \\ &= \frac{rQ}{f}\frac{f}{r}\frac{dr}{df}-\lambda_2\left(\frac{d(fQ)}{df}-f\frac{dQ}{df}\right) \\ &\equiv \frac{rQ}{f}\eta_r-\lambda_2 Q\left(\frac{f}{H}\frac{d(fQ)}{df}-\frac{f}{Q}\frac{dQ}{df}\right) \\ &= \frac{rQ}{f}\eta_r-\lambda_2 Q(\eta_H-\eta_Q)\end{aligned}$$

위 식에서 각종 탄력성의 의미는 명확하다.

따라서 좌우변에 f를 곱한 후 정리하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

$pH\eta_p = rQ\eta_r - \lambda_2 H\eta_H + \lambda_2 H\eta_Q$

이 식에서 pH은 주택판매 매출을, rQ는 토지비용을, $\lambda_2 H$는 총 규제준수 비용을 나타낸다. 따라서 양변을 pH으로 나눈 후 새로운 기호 s_Q, s_{compl}를 이용해 다음과 같이 다시 표현할 수 있다.

$$\eta_p = s_Q\eta_r - s_{compl}(\eta_H - \eta_Q) \quad (17)$$

식(17)에 따르면 토지의 투입비용이 주택생산비 총액 pH(영이윤조건하에서 주택임대 수입=주택 생산비용)에서 차지하는 비중이 클수록(즉 s_Q가 클수록) 용적률 규제의 완화로 인한 주택가격의 하락효과는 크게 나타난다. 그러나 s_{compl}와 주택가격 하락효과간 관계는 $\eta_H - \eta_Q$의 크기와 부호에 의해 좌우된다. 용적률 상향조정으로 주택생산의 증가속도가 토지 투입량의 증가속도보다 더 큰 경우, $\eta_H - \eta_Q$는 陽數가 되고 용적률 상향조정으로 인해 주택가격이 하락하는 효과가 더 크게 발생한다. 그리고 이러한 하락유발 효과는 s_{compl}가 클수록, 즉 규제 준수비용이 비중이 클수록 크게 나타난다.

Ⅲ. 용적률의 하한 규제

1. 규제의 작동방식 분석

용적률의 상한규제 분석에서 밟았던 절차를 똑같이 따라 분석을 한다. 용적률 하한을 f라고 하면 용적률 H/Q는 f이상, 즉 $H \geq fQ$이어야 한다. 1단계 비용극소화 문제는 다음과 같이 기술된다.

$$C(H,f) = \min_{Q,X}\{rQ + X \mid H = H(Q,X),\ Qf \leq H\} \quad (18)$$

2단계 문제는 종전과 동일하게 식(3)으로 주어진다. 식(18)의 목적함수에 (-)를 붙여 극대화 문제를 바꾸면 라그랑지안을 다음과 같이 구성할 수 있다.

$$L = rQ + X + \lambda_1(H - H(Q,X)) + \lambda_2(Qf - H) \quad (19)$$

$\lambda_1, \lambda_2 \geq 0$

포락선 정리를 이용하자.

$$\frac{\partial C(.)}{\partial H} = \lambda_1 - \lambda_2 \quad (20)$$

$$\frac{\partial C(.)}{\partial f} = \lambda_2 Q \geq 0 \quad (21)$$

용적률 하한이 구속적이지 않을 때, $\lambda_2 = 0$이고 이때 한계비용 $\partial C/\partial H = \lambda_1 > 0$이 된다. 그리고 용적률 하한 규제가 구속적인 경우, 이 하한을 상향조정하면 이에 따라 규제준수에 수반된 비용이 식(21)에 따라 용적률 한 단위 증가당 $\lambda_2 Q$만큼 발생한다. 따라서 주택 생산량이 증가하게 되면 그만큼 규제에 구속받기 않기 때문에, 식(20)에 따라 한계비용 $\partial C/\partial H$는 규제 회피를 통해 실현되는 비용절감분 λ_2만큼 줄어들게 된다.

식(19)의 라그랑지안을 이용해 1계 조건을 구하자.

$$\frac{\partial L}{\partial Q} = r - \lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q} + \lambda_2 f = 0 \quad (22)$$

$$\frac{\partial L}{\partial X} = 1 - \lambda_1\frac{\partial H}{\partial X} = 0 \quad (23)$$

토지의 추가 투입은 세 가지 효과를 유발한다. 토지의 추가 투입으로 직접적으로 토지 임대료의 추가비용이 발생하고(식(22) 우변 첫 번째 항), 용적률이 낮아지게 되면서 용적률 하한규제라는 준수비용(마지막 항)이 발생한다. 이들 두 항은 비용과 관련된 항들이다. 반면 토지의 투입증가로 인해 건물용적이 증가하면서 규제준수 비용이 감소하게 된다(식(22) 두 번째 항). 요소의 최적 투입은 생산요소의 한계편익이 생산요소의 한계비용과 일치할 때 이루어진다.

식(22)를 다음과 같이 다시 쓰자.

$$\lambda_1\frac{\partial H}{\partial Q} = r + \lambda_2 f \quad (24)$$

위 해석에 기초해 그림 3을 그릴 수 있다.

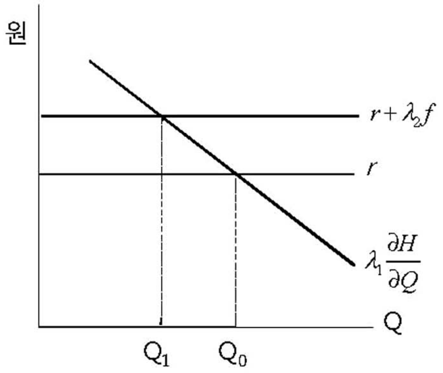

그림 3 용적률 下限 규제의 토지 투입량 감소효과
Fig. 3. Minimum FAR regulation and the decreased land input

규제의 하한이 비구속적인 경우 우하향 곡선은 한계수입생산이 되고 한계요소비용은 토지임대료만으로 구성된 r이 되어, 최적 선택은 Q_0로 주어진다. 그러나 규제가 구속적인 경우, 다른 조건이 동일하다면 규제 준수비용이 더해져 요소 투입량은 Q_1에서 결정된다. 즉 $Q_1 < Q_0$이 되어 하한규제의 정책목표가 달성되었다.

식(20)을 이용해 식(24)를 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$r+\lambda_2 f=\lambda_1 \frac{\partial H}{\partial Q}=(p+\lambda_2)\frac{\partial H}{\partial Q}$$

즉

$$p\frac{\partial H}{\partial Q}+\lambda_2 \frac{\partial H}{\partial Q}=r+\lambda_2 f \qquad (25)$$

이 성립한다.

토지 투입의 양을 한 단위 증가시키면 기업의 수입과 비용 측면에서 네 가지 서로 다른 효과가 발생한다. 우선 산출량의 증가로 인해 주택사업자의 수입이 증가하고(좌변 첫 번째 항), 규제 회피가 가능해면서 규제 회피라는 편익(좌변 두 번째 항)도 발생한다. 그러나 토지 투입량의 증가 그 자체는 요소비용의 추가지출을 의미하고(우변 첫 번째 항), 또한 용적률 하락으로 인해 규제 준수비용이 발생하기도 한다(우변 마지막 항).

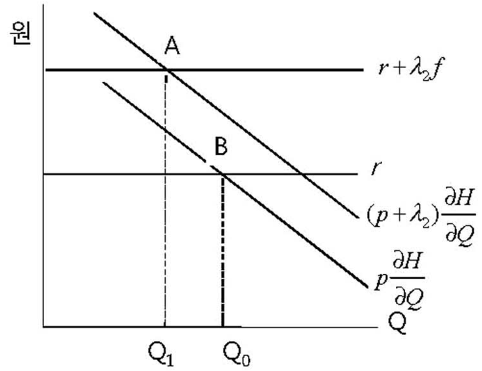

그림 4 용적률 下限 규제와 구속성
Fig. 4. Minimum FAR regulation

그림 4는 식(25)를 그림으로 표현해 보여준다. 하한규제가 비구속적인 경우, $\lambda_2=0$로서 최적 투입량은 점B에서 결정된다. 그러나 용적률 하한규제가 구속적인 경우 그림 3에서 $Q_1 < Q_0$이므로 그림 4와 같이 점A는 점B의 왼쪽 위에 형성될 것이다. 따라서 만약 주택사업자가 최초에 점Q_0에서 이윤극대화를 실현했다고 하고 이 상태에서 하한규제가 구속적이라면, 그림에서 $\lambda_2 f > \lambda_2[\partial H/\partial Q]$, 즉 $f > \partial H/\partial Q$이라는 의미이다. 즉 토지의 추가투입 상면적이 증가($\partial H/\partial Q>0$)하는데 그 크기가 하한 f보다 작다는 의미이다. 이때 하한규제는 규제준수비용을 발생시킨다.

2. 영이윤 조건과 가격변수의 미분방정식

식(1)의 양변에 λ_1을 곱한 후 정리하자.

$$\underbrace{\lambda_1 \frac{\partial H}{\partial Q}}_{=r+\lambda_2 f} Q + \lambda_1 \frac{\partial H}{\partial X} X = \lambda_1 H$$

그런데 식(22)로부터 위 식 좌변 첫 번째 항이 $r+\lambda_2 f$로 주어지므로, 위 식은

$$(r+\lambda_2 f)Q + \lambda_1 \frac{\partial H}{\partial X} X = \lambda_1 H$$

이고, 이를 다시 정리하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$rQ + X = \lambda_1 H - \lambda_2 f Q = (\lambda_1 - \lambda_2) H$$
$$= pH \ \langle\text{-(20),(4)}$$

즉 영이윤 조건은 계속 성립한다.

한편 가격변수간 미분방정식을 유도하기 위해 위의 영이윤 수식을 전미분하자.

$$Qdr + rdQ + dX = Hdp + pdH \qquad (26)$$

생산함수 역시 전미분한 후 양변에 λ_1을 곱하고 식(22)-(23)을 이용해 다음과 같이 정리하자.

$$\lambda_1 dH = (r+\lambda_2 f)dQ + dX$$

이 식을 이항한 후 다음과 같이 다시 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned} rdQ + dX &= \lambda_1 dH - \lambda_2 f dQ \\ &= \lambda_1 dH - \lambda_2 [d(fQ) - Qdf] \\ &= (\lambda_1 - \lambda_2) dH + \lambda_2 Qdf \\ &= pdH + \lambda_2 Qdf \ \langle\text{-식(21)} \end{aligned}$$

이 식을 식(26)에 대입하고 정리하면 다음과 같은 결과를 얻는다.

$$Hdp = Qdr + \lambda_2 Qdf \qquad (27)$$

이 식은 부호만 약간 다를 뿐 식(15)와 기본 구조는 똑같다. 그러나 부호가 다르기 때문에 해석은 다르다.

식(27)을 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$H\frac{dp}{df} = Q\frac{dr}{df} + \lambda_2 Q \qquad (28)$$

= 地代 변화량

+ 높은 f로 인한 추가 규제 준수비용

따라서 하한 규제의 존재로 인해 규제의 강화(즉 f의 상향 조정)은 이와 연관된 사회적 비용의 지출을 수반한다. 일반균형모형을 이용해 토지이용규제의 비용을 측정하는 일은 곧 식(28) 우변 마지막 항의 크기를 측정하는 일이다.

Ⅳ. 규제비용의 측정방법론

도시경제학 분야에서 논의되는 토지이용규제는 대체로 용적률 규제, 용도 규제, 성장억제선, 그린벨트 등이다. 이들 규제는 도시계획 및 건축관련 법규와 실무에서 다뤄지는 규제의 일부에 불과하다. 그럼에도 불구하고 실무에서 이들이 차지하는 중요성은 결코 작지 않고, 또한 이들 규제가 과연 후생증진적이냐 아니면 후생감소적이냐 하는 문제는 해당 규제의 존립근거와 직결되는 문제이기 때문에 규제의 효율성 여부는 중요한 문제가 아닐 수 없다. 본 연구방법론을 이용하면 이들 질문에 대해 일정 부분 답할 수 있다.

이상 개발된 방법론을 공간모형으로 번역해보자. 임의의 구역수를 가진 어떤 도시를 상정하고 각 구역에 식별자 i를 부여해 구별하자. 공공의 개입이 전혀 없이 시장에서 토지이용과 용적률이 전적으로 결정되는 도시를 기준도시, 이와 대조적으로 시장실패를 개선하기 위해 토지이용규제를 실시한 도시를 규제도시라고 하자.

각 구역에 적용되는 용적률을 벡터 $\boldsymbol{\phi}$을 이용해 표현하자. 예컨대 기준도시에서 이 벡터는 기준도시에서 관찰되는 '시장'의 용적률들로 구성된다. 외생변수 $b \in [0,1]$를 이용해 $\boldsymbol{\phi}$를 모수화(母數化)하고, 기준도시에서 관찰되는 용적률 벡터를 $\boldsymbol{\phi}(0)$로, 규제도시에 적용된 용적률 벡터를 $\boldsymbol{\phi}(1)$로 나타내자. 그리고 다음과 같이 정의하자.

$$\boldsymbol{\phi}(b) = \boldsymbol{\phi}(0) + b[\boldsymbol{\phi}(1) - \boldsymbol{\phi}(0)], \ b \in [0,1]$$

후생지표를 W라고 하고 마찬가지로 외생변수

b를 이용해 이를 모수화하여

$$W(b) \equiv W(\phi(b))$$

라고 하자. 구간 [0,1]을 n개의 소구간(똑같은 크기)으로 다시 나누어 각 소구간의 시작점을 b_i라고 하면 $b_1 = 0$, $b_n = 1 - 1/n$이 된다.

기준도시에서 규제도시로 도시가 옮아가면서(遷移) 후생수준은 $W(0)$(즉 $b=0$에 대응하는 후생수준)에서 $W(1)$으로 변한다. 이를 다시 쓰면

$$W(1) - W(0) = \sum_{i=1}^{n} \frac{dW(b_i)}{db} \Delta b_i \qquad (29)$$

으로 주어진다($\Delta b_i = 1/n\ \forall i$). 이 식에서 dW/db를 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$\frac{dW(b_i)}{db} = \sum_{i=1}^{n} \frac{dW(b_i)}{db} \Delta b_i$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \sum_{\forall k} \frac{\partial W}{\partial \phi_k} \frac{d\phi_k(b_i)}{db} \Delta b_i \qquad (30)$$

이 식에서 $\partial W/\partial \phi_k$를 유상균·이혁주(2011)가 토지이용-교통 일반균형 모형에 대해 제안한 '포락선 방법론'을 이용해 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$\frac{\partial W}{\partial \phi_k} = \underset{(+)}{\text{외부효과의 개선효과}} + \underset{(-)}{\text{규제준수 비용}} \qquad (31)$$

이 '규제준수 비용'은 식(15),(27)의 항을 이용해 측정할 수 있다.

이를테면 구역 k에 용적률 상한규제가 적용된다면, 식 (15)에 따라

$$\frac{\partial W}{\partial \phi_k} \equiv \frac{\partial W}{\partial \bar{f}_k} = \bar{\lambda}_k Q_k$$

로 주어지고,

$$\frac{dW(b_i)}{db} \Delta b_i = \sum_{i=1}^{n} \sum_{\forall k} \frac{\partial W}{\partial \phi_k} \frac{d\phi_k(b_i)}{db} \Delta b_i$$

$$= \text{외부효과의 개선효과}$$

$$+ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k \in I_{\max}} (\bar{\lambda}_k Q_k) \frac{d\bar{f}_k(b_i)}{db} \Delta b_i$$

$$+ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k \in I_{\min}} (-\underline{\lambda}_k Q_k) \frac{d\underline{f}_k(b_i)}{db} \Delta b_i$$

$$\simeq \text{외부효과의 개선효과}$$

$$+ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k \in I_{\max}} (\bar{\lambda}_k Q_k) \Delta \bar{f}_k(b_i) \qquad (32)$$

$$+ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k \in I_{\min}} (-\underline{\lambda}_k Q_k) \Delta \underline{f}_k(b_i)$$

로 주어진다. 위 식에서 $I_{\max}$는 용적률 상한규제가 적용되는 구역의 식별자로 구성된 집합을, $I_{\min}$은 용적률 하한규제가 적용되는 구역의 식별자로 구성된 집합을 말한다.

그런데 b가 0에서 1까지 변하므로 식(32)을 b의 각 소구간에 대해 계산한 후 그 결과를 식(29)에 대입해 합산하면, 용적률 규제로 인해 발생하는 후생변화분을 계산해 낼 수 있다. 그런데 식(32)를 자세히 살펴보면 두 항 모두 음수임을 알 수 있고, 따라서 식(31)에서 보는 바와 같이 부호를 부여할 수 있다. 이 식 두 번째 항이 우리가 원하는 숫자로서 그 크기가 용적률 규제의 사회적 비용에 해당된다.

또한 식(32)는 기준도시에서 목표도시인 규제도시로 도시 유형이 바뀌면서 전체 후생변화분 $W(1) - W(0)$ 가운데 외부효과의 개선이 차지하는 비중이 얼마나 되고, 규제준수비용으로 인한 후생악화가 얼마나 되는지 그 구성에 대해서도 알려준다.

V. 결론

최근 정부의 규제완화 추진의지에도 불구하고 용적률규제가 야기하는 규제비용이 실제로 얼마나 되는지에 연구는 그리 많지 않다. 특히 일반균형모형을 이용한 연구는 전무한 것으로 알고 있다. 대한국토·도시계획학회 주관 정책토론회에서도 규제완화에 대해 의견이 다양하게 개진되었음에도 불구하고

실제 규제의 비용과 편익에 대한 기초연구의 부족으로 실질적인 논의가 쉽지 않았다(대한국토·도시계획학회, 2014).

본연구는 용적률 규제의 기초이론을 정립하고 이러한 규제의 효과를 효율성 측면에서 일반균형 공간모형을 이용해 어떻게 수치해석적으로 측정할 수 있는지 그 방법론을 제시한다. 이 방법론은 유상균·이혁주(2011)의 분석방법론과 바로 결합될 수 있고, 이를 통해 기존 논란을 재조명하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 여기서 더 나아가 용도간 상충, 일조권 등 토지이용규제가 노리는 중요한 정책목표를 본 연구모형에 도입하는 노력이 추가적으로 이뤄져야 할 것이다.

인용문헌
References

1. 유상균·이혁주, 2011. "수치해석적 공간균형모형의 후생함수에 대한 연구와 시사", 「국토계획」 46(4): 199-208.
   Yu, Sanggyun and Rhee, Hyok-Joo. 2011. "A Study of the Welfare Function of a Spatial Equilibrium Model and the Implications", *Journal of Korea Planners Association*, 46(4): 199-208.
2. 이혁주, 2013. "집적의 경제가 구현된 공간균형모형의 분석방법론", 「국토계획」 48(1): 181-189.
   Rhee, Hyok-Joo. 2013. "Analytical Methodology of the Spatial Equilibrium Model with Agglomeration Economies", *Journal of Korea Planners Association*, 48(1): 181-189.
3. 대한국토·도시계획학회, 2014. "국토도시규제, 좋은 규제? 나쁜 규제?", 발표자료 모음. 5월 19일 한국과학기술회관 대회의실.
   Korea Planners' Association, 2014, "Land Use Regulations. Are they bad or Are They Good?" Proceedings. Held at the Korea Science and Technology Center, May 19.
4. Anas, Alex and Pines, David. 2008. "Anti-Sprawl Policies in a System of Cities", *Regional Science and Urban Economics*, 38: 408-423.
5. Bertaud, Alain and Brueckner, Jan K. 2005. "Analyzing Building Height Restrictions: Predicted Impacts and Welfare Costs". *Journal of Urban Economics*, 35: 109-125.
6. Brueckner, Jan. 2007. "Urban Growth Boundaries: An Effective Second-Best Remedy for Unpriced Traffic Congestion?", *Journal of Housing Economics*, 16: 263-273.
7. Cheshire, Paul and Sheppard, Stephen. 2002. "The Welfare Economics of Land Use Planning", *Journal of Urban Economics*, 52: 242-269.
8. Ewing, Reid, Keith Bartholomew, Steve Winkelman, Jerry Walters, and Don Chen. 2007. Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change. Washington, D.C. USA: Urban Land Institute.
9. Fischel, William A., 2004. "An Economic History of Zoning and a Cure for Its Exclusionary Effects", *Urban Studies*, 41: 317-340.
10. Hamilton, Bruce W. 1975. "Zoning and Property Taxation in a System of Local Governments", *Urban Studies*, 12: 205-211.
11. Joshi, Kirti Kusum and Kono, Tatsuhito. 2009. "Optimization of Floor Area Ratio Regualtion in a Growing City", *Regional Science and Urban Economics*, 39: 502-511.
12. Kono, Tatsuhito, Joshi, Kirti Kusum, Kato, Takeaki and Yokoi, Takahisa. 2012. "Optimal Regulation on Building Size and City Boundary: An Effective Second-Best Remedy for Traffic Congestion Externality", *Regional Science and Urban Economics*, 42: 619-630.
13. Pines, David and Sadka, Efraim. 1985. "Zoning, First-Best, Second-Best and Third-Best Criteria for Allocating Land to Roads", *Journal of Urban Economics*, 17: 167-183.
14. Pines, David and Kono, Tatsuhito, 2012. "FAR

Regulations and Unpriced Transport Congetion". *Regionalo Science and Urban Economics* 42: 931-937.

15. Rhee, Hyok-Joo, Yu, Sanggyun and Hirte, Georg. "Zoning in Cities with Traffic Congestion and Agglomeration Economies", *Regional Science and Urban Economics*, 44: 82-93.
16. Wheaton, William C. 1998. "Land Use and Density in Cities with Congestion". *Journal of Urban Economics*, 43: 258-272.
17. White, Michelle J., 1978. "Job Suburbanization, Zoning and the Welfare of Urban Minority Groups", *Journal of Urban Economics*, 5: 219-240.

Date Received 2014-08-04
Date Reviewed 2014-09-11
Date Accepted 2014-09-11
Date Revised 2014-12-16
Final Received 2014-12-16