

인구감소형 도시의 주택정책 개선방안 연구

A Study on Measures to Improve Housing Policy for Population Declining Cities

문태훈*

Moon, Tae-Hoon*

Abstract

The purpose of this study is to examine measures to improve government's supply oriented housing policy in population declining cities. For this purpose, system dynamics simulation method was used to build urban-housing model and different sets of housing policies were tested to see their impact on local housing problems. Simulation result shows that there is no best set of housing policies that can solve all housing problems in population declining cities. It also indicates that housing policy that solve one type of problems can worsen other type of problems. Housing policy that increases population size has negative effect of housing oversupply. It also increases proportion of old houses in population declining cities. However, housing policy that makes city younger with newer houses tends to increase housing shortage and housing price. So, policy choice needs to be made with clear understanding of trade off between different policies. The result also shows it is difficult to expect a full scale effect of housing policy on local housing problems unless it is executed with regional economic development policy because local housing problems are so closely related with local economic problem in population declining local cities.

Keywords: 지방주택정책, 시스템다이내믹스, 인구감소 도시, 정책상쇄효과
(Local Housing Policy, System Dynamics, Population declining city, Policy Trade-off)

* 중앙대학교 도시계획 부동산 학과 교수 (sapphire@cau.ac.kr)

I. 서론

인구감소 지역과 인구증가 지역에 대한 주택정책은 공급의 규모나 관리 측면에서 다른 정책이 시행되어야 하며, 도시지역과 농촌지역의 주택정책은 질적으로 달라야 한다. 그럼에도 불구하고 수도권 지역의 주택부족 문제를 해소하기 위한 공급위주의 주택정책이 지방의 인구정체 혹은 인구감소 지역과 농촌지역에 대해서도 동일하게 시행됨으로써 적지 않은 문제를 발생시키고 있다. 예를 들면 인구감소 지역에 수도권과 동일한 물량위주의 주택공급은 공급과잉을 유발하여 미분양 주택을 증가시키고, 빈집을 양산할 뿐 아니라, 주택을 노후화시키고, 주택가격을 하락시켜 수도권과 주택 자산가치의 상대적 격차를 더욱 크게하는 문제 등을 발생시킨다. 뿐만 아니라 어느 지역에 거주하느냐의 차이가 자산가치의 차이를 유발하고, 거주지역에 따른 신분상의 격차를 심화시키는 원인이 되기도 한다.

이 연구는 이러한 문제의식에서 출발하였다. 연구질문은 수도권에서의 물량위주의 주택공급 정책이 비수도권의 인구감소 도시에서 시행될 때 지방은 어떤 문제에 직면할 것인가? 이러한 문제를 해소하기 위해서 인구정체형, 또는 감소형 도시의 주택정책은 어떻게 변해야 할 것인가? 등이다. 이를 위하여 이 논문은 기존연구에 대한 문헌분석과 시스템다이내믹스 방법¹⁾을 이용한 모의실험 방법을 사용하였다. 그리고 모의실험 결과를 바탕으로 공급위주의 주택정책이 가져올 것으로 예상되는 지방의 주택문제를 검토하고, 이를 극복하기 위한 차별화된 지방 주택정책을 모색하고 정책적 함의를 살펴보았다.

II. 주택정책에 대한 기존연구

주택정책의 지방화 필요성에 대한 연구는 많지 않다. 그러나 이 연구와 밀접한 관련이 있는 기존의 연구로는 지역별 주택사정을 평가하여 차이점을 파악하고 이에 대한 대처방안을 제시한 연구(김정호, 1991; 윤주현, 2006; 심상욱, 1997), 주택정책의 지방화의 원칙과 방향을 제시한 연구(천현숙외, 2005; 김정호, 2007), 인구·사회적 변화와 주택부족 완화현상을 지역별로 분석하고 이에 대응한 주택공급체계 개편방안을 제시한 연구(배순석 외, 2007), 수도권위주의 주택정책의 문제점을 분석하고 독자적인 지방주택정책의 필요성을 주장한 연구(이만형·안재설, 2005) 등이 있다. 이외에도 관련 연구로는 주택평가모형 개발에 관한 연구(이수욱 외, 2008), 주택가격의 동태성을 분석한 연구(권혁일, 2005), 신행정수도

1) 시스템다이내믹스 방법에 대해서는 김도훈·문태훈·김동환, 1999; 문태훈, 2007; Sterman, 2000; Morecroft, 2007; Richardson, 1981, 1991, 1999 참조.

의 건설이 주택시장에 미치는 파급효과를 진단한 연구(권혁일·이만형, 2003) 등이 있다.

선행연구 중에서 특히 배순석 외(2007)의 연구는 주택보급, 저출산 고령화에 따른 주택수급 여건변화를 분석하고 전망하여 이에 대응하는 주택공급체계의 발전방향을 제시하고 있는데, 일부이기는 하지만 수도권 위주의 주택공급 확대정책이 인구정체형 내지 인구쇠퇴형 지방도시의 주택문제에 미치는 영향에 대해서도 검토하고 있어 본 연구와도 관련이 크다.

한편, 시스템다이내믹스를 활용한 연구로 본 연구와 관련이 되는 연구는 이수욱 외(2008), 이만형(2005) 등이 있다. 이수욱은 주택문제를 해소하기 위하여 2002년 이후 도입한 여러 주택정책들이 과연 주택시장의 안정에 기여했는지를 분석하기 위한 평가모형을 개발하여 다양한 주택정책의 효과를 시스템다이내믹스 모델을 이용하여 분석하고 있다(이수욱 외, 2008). 이만형(2005)은 지방주택정책 독자성을 향상하기 위한 동태적 분석으로 도시동태모형을 이용하여 인구, 일자리, 주택공급 및 주택수요와 주택가격, 주택건설경기, 부동산투기, 물가, 정부세입과 주택정책간의 동태적관계를 모델링하여 청주에 적용하였다.

이상 기존연구는 주택정책의 지방화 원칙과 방향(천현숙 외, 2005; 김정호, 2007), 주택세제정책, 주택금융정책의 거시적 정책효과 파악(이수욱 외, 2008), 주택보급률의 충족을 기준으로 볼 때 지방의 주택정책이 재개발 재건축 리모델링으로의 변화가 요구된다는 연구 결과를 도출하고 있다(이만형, 2005). 본 연구는 수도권위주의 주택공급정책이 지방에서 일률적으로 시행될 경우 발생할 수 있는 지방의 주택문제를 모의실험을 통해 구체적으로 검토하고, 예상되는 문제를 피하기 위한 정책들을 대안별로 검토한 후 종합적인 정책패키지를 모색하려는 것이 목적이라는 점에서 기존연구와 차별성을 가진다고 볼 수 있다.

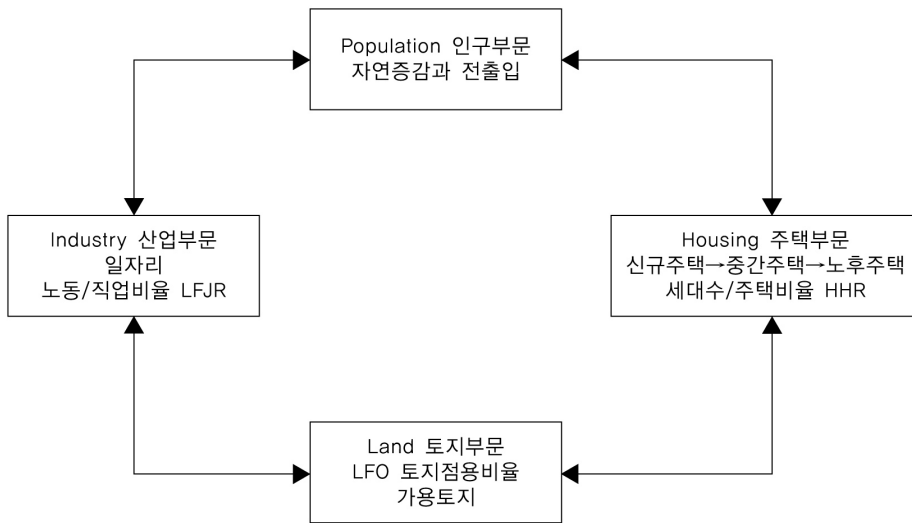
Ⅲ. 도시주택모형

본 연구에서 사용한 도시주택모형은 도시동태모델을 기본모델로 하고 필요한 수정을 통하여 수도권 위주의 주택공급 확대 정책이 지방의 주택문제에 미칠 영향을 시뮬레이션 하였다. 연구의 시간적 범위는 2000-2030년으로 하고, 연구의 지역적 범위는 수도권위주의 정책이 가져오는 지방주택문제를 가장 대표적으로 나타내는 도시를 선정하여 정책실험을 수행하였다. 모델의 개요를 살펴보면 다음과 같다.

1. 도시동태모델 개요

도시동태모델은 기본적으로 도시 인구의 성장과 쇠퇴가 어떤 원인에 의하여 진행되는지

를 규명하고 인구정체를 완화하기 위한 정책을 탐색하기 위하여 개발되었다. 도시동태모형(Urban Model)에는 Forrester의 도시동태모형(Foresster, 1969), 이를 단순하게 변형한 Alfeld의 Urban1 모델과 이를 세분화하여 발전시킨 Urban2 모델 등이 있다(Alfeld, 1972). Forrester의 도시동태모형은 도시 시스템을 산업, 인구, 주택부분과 세금, 도시개발부분으로 구성되어 있어 각 부분의 상호관계가 도시의 인구성장과 쇠퇴를 야기시키는 근본구조로 표현되었다. 이에 반하여 Alfeld의 도시동태모형은 도시 시스템을 산업, 인구, 주택부분으로 단순화하여 Forrester의 도시동태모형과 같은 인구성장과 쇠퇴의 모습을 재현시키고 있다. 각 부분을 세분화한 Urban2 모델도 기본적으로 같은 인구성장과 쇠퇴의 모습을 재현하고 있는데 본 연구에서 사용한 도시주택모델은 Urban1 모델을 기반으로 하고 주택부분은 변형하여 주택의 건축연한별로 신규, 중간, 노후주택으로 세분화하여 사용하였다. 논문에서 사용할 도시-주택모델의 전체적인 구조를 보면 [그림 1]과 같다.



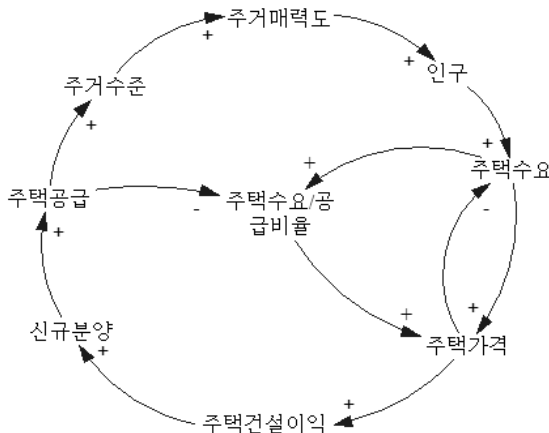
[그림 1] 도시-주택모형의 구조 개관

도시-주택모델은 도시의 인구증감은 산업체가 제공하는 일자리의 크기에 따라 증감한다고 가정하고 있다. 주택의 구득가능성도 인구의 유출입에 영향을 미치는데 일자리에 비교하여 그 영향력이 작다고 가정하였다. 노동인구에 비교하여 일자리가 부족한 경우, 구직가능성이 작아서 도시로의 인구유입이 억제되거나 외부로의 인구유출이 촉진된다. 인구가 정체되거나 감소하면 주택수요가 감소하게 되는데 기존의 주택스톡이 있는 상태에서 인구감소는 주택가격 하락, 빈집증가, 주택 노후화 촉진 등으로 이어질 수 있다. 주택부분은 신규

주택, 중간주택, 노후주택으로 세분하여 모델링하였다. 여기서 토지부문은 산업체의 건설과 주택의 건설이 가용토지의 양에 따라 조정되는 제약요인이 된다. 예를 들어 일자리가 증가하여 구직매력도가 높아지면 인구가 유입되는데 이는 한편으로는 풍부한 노동력으로 산업체유입과 산업체 건설을 촉진시키고 다른 한편으로는 주택수요를 증가시켜 주택건설을 촉진시킨다. 그러나 산업체와 주택건설이 무한하게 증가할 수는 없다. 주어진 가용토지량이 한정되어 있기 때문이다. 인구가 정체되거나 감소하는 경우 산업체와 주택건설은 인구가 증가하는 도시에서처럼 토지로 인하여 제약을 심하게 받지 않는다. 그러나 도시에 오래된 산업체나 노후한 주택이 들어서 있는 경우 가용토지의 양은 여전히 제약요인으로 작용할 수 있다.

2. 인과구조

지방도시의 주택문제는 그림과 같은 구조를 가지고 있다. 지방도시의 인구정체는 주택수요를 감소시키고 이에 따라 다른 조건이 동일한 경우 주택가격도 하락한다. 주택가격 하락에 따라 주택건설 이익이 감소하면 주택공급이 축소되고 주거수준도 하락하게 된다. 주거매력도 하락은 인구유입을 억제하고 이는 주택수요 감소로 이어져 신규분양이 감소하여 주거수준과 주거매력도를 추가적으로 저하시키는 악순환을 되풀이 하게 된다. 그러나 주택공급의 감소는 다른 한편으로는 주택수요/주택공급의 비율을 높여 주택부족을 유발하여 주택가격을 상승시키고 주택시장은 주택공급을 증가시키는 균형이동이 시작하게 된다. 그러나 이러한 사정을 감안치 않은 수도권 위주의 주택 공급물량 확대정책은 공급과잉을 유발하여 주택가격을 다시 하락시키는 악순환의 고리를 만들어내는 구조를 가지게 된다.



[그림 2] 인구정체형 도시의 주택공급확대 정책의 인과구조

이 같은 구조 하에서 수도권위주의 공급물량 확대 주거정책은 주택의 과잉공급, 빈집의 양산, 주택의 노후화, 저품질 주택 문제로 이어지게 되고, 주택가격의 상승을 통한 수익은 더욱 기대하기 어려워 자생적인 주택공급은 더욱 어려워지게 된다. 신규분양, 재개발, 재건축의 사업성이 낮게 되어 정부의 지원정책이 약해지는 경우 지방의 주택사업이 붕괴될 우려가 증가하게 되는 것이다. 그러나 정부가 지방경제의 부양을 위해 다시 지원정책을 시행하게 되면 또다시 악순환이 되풀이 되는 구조를 가지게 된다(모델의 Flow Diagram은 부록 참조).

IV. 모델의 구축과 Base Run

1. 연구대상지의 선정과 모형파라미터의 설정

연구대상지는 인구감소형 중소도시 중에서 모형구축에 필요한 데이터가 구득가능한 도시를 선정하였다. 주택유형은 주택의 노후연수에 따라 신규주택(20년 미만 주택), 중간주택(20-30년 주택), 노후주택(30년 이상 주택)으로 세분하여 적용하였다. 시뮬레이션 대상지역인 인구정체형 도시는 인구감소율이 -2%에서 0%인 비수도권 지방도시 중에서 중위값을 가지는 여수시를 선정하였다.

〈표 1〉 중소도시의 인구전망(2007~2030 중 연간증가율, 단위: %)

연간증가율<-2%		-2%<연간증가율<0%		0%<연간증가율<2%		연간증가율>2%	
밀양시	-2.0	성남시	-0.0	남양주시	1.9	오산시	2.8
남원시	-2.0	광양시	-0.1	양주시	1.7	파주시	2.8
보령시	-2.0	순천시	-0.2	김해시	1.7	용인시	2.1
영천시	-2.1	전주시	-0.2	동두천시	1.6	천안시	2.0
과천시	-2.4	춘천시	-0.2	화성시	1.5		
김제시	-2.5	목포시	-0.4	평택시	1.5		
상주시	-2.6	창원시	-0.4	광주시	1.4		
삼척시	-2.6	마산시	-0.4	안산시	1.1		
정읍시	-2.9	의왕시	-0.5	구미시	1.1		
문경시	-3.0	진주시	-0.5	아산시	1.1		
		포항시	-0.6	진해시	1.0		
		계룡시	-0.7	양산시	1.0		
		서산시	-0.9	시흥시	0.9		

(계속)

	통영시	-1.0	수원시	0.8		
	익산시	-1.0	포천시	0.7		
	광명시	-1.0	경산시	0.7		
	강릉시	-1.1	거제시	0.7		
	속초시	-1.1	청주시	0.7		
	서귀포시	-1.1	하남시	0.7		
	여주시	-1.1	고양시	0.7		
	군산시	-1.2	의정부시	0.6		
	경주시	-1.2	이천시	0.6		
	동해시	-1.3	원주시	0.6		
	논산시	-1.3	안성시	0.4		
	충주시	-1.3	부천시	0.4		
	김천시	-1.3	안양시	0.3		
	공주시	-1.3	구리시	0.2		
	안동시	-1.5	제주시	0.2		
	제천시	-1.7	군포시	0.2		
	사천시	-1.7	김포시	0.2		
	태백시	-1.9				
	나주시	-1.9				
	영주시	-1.9				

주: 연간증가율은 기하증가로 계산.

자료: 배순석 외. (2007). 「주택수급여건변화에 대응한 주택공급체계 개편방안」, 국토연구원.

2. 모델의 계수와 데이터

모델에서 사용한 파라미터의 값과 데이터의 출처는 아래 표와 같다.

〈표 2〉 도시주택모형 데이터와 계수값(Parameter)

변 수	정의, 데이터출처	계수값
population 인구	2000년도 인구. 여주시통계연보	324,219
birth normal 출생률	2000-2009 연평균변화율. 여주시통계연보	0.009483
death normal 사망률		0.006052
inmigration normal 전입률		0.161495
outmigration normal 전출률		0.177107
business sturcture 산업체수	2000년 제조업체+기타업체. 여주시통계연보	21,284

(계속)

business construction normal 산업체건설률	2000-2009 사업체 연평균증가율	-0.006986
job per business structure 산업체당 일자리수	사업체당 일자리 2000-2008 연평균 (2008년)	4.164(모델값) 4.369
land per business structure 산업체당 면적	2000-2009 연평균사업체당 토지면적 (도시계획상 상업지역+공업지역)/사업체수 (m2/사업체). 여수시통계연보	2,680m ² /사업체
house less 20 yrs old 20년미만 주택수	20년미만 주택수 (2000년) 여수시통계연보	58,497
house 30 yrs less old 30년미만 주택수	20-30년 주택수 (2000년)	21,719
house 30 yrs more old 30년이상 주택수	30년 이상 주택수 (2000년)	16,314
housing construction normal 주택증가율	2006-2008 주택증가율 중위값*	0.028
land per houses 주택면적	주거지역면적/주택수 2000-2009평균 여수시통계연보	265.93m ²
new house obsolescence normal	신규주택노후율	20년
medium house obs normal	중간주택노후율	30년
area 행정면적	여수시행정면적 2000-2009년 평균 여수시통계연보	499km ²

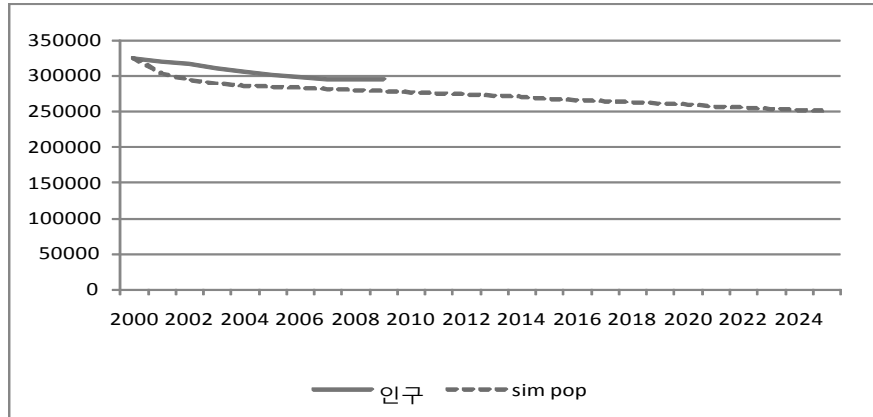
주: 2000-2008 주택연평균증가율은 0.0138, 최근 3년 평균 0.032, 최근 3년 중위값 0.028. 이중 0.028을 모델값으로 사용함(여수시통계연보). 여수시통계연보, 2010. 8. 3. http://old.yeosu.go.kr/gallery/stat/sub_01.html
2000-2009, 통계청 사회통계국 인구동향과, 제9회 여수통계연보 2006 (2000-2005).

산업과 인구부분은 Alfeld의 Urban1 Model을 이용하였고, 주택부분은 주택을 세 부류로 분류하였는데 주택의 연령구조에 따라 20년 이하의 주택, 30년 이하의 주택, 30년 이상 경과된 주택을 각각 신규주택, 중간주택, 노후주택으로 분류하였다.²⁾

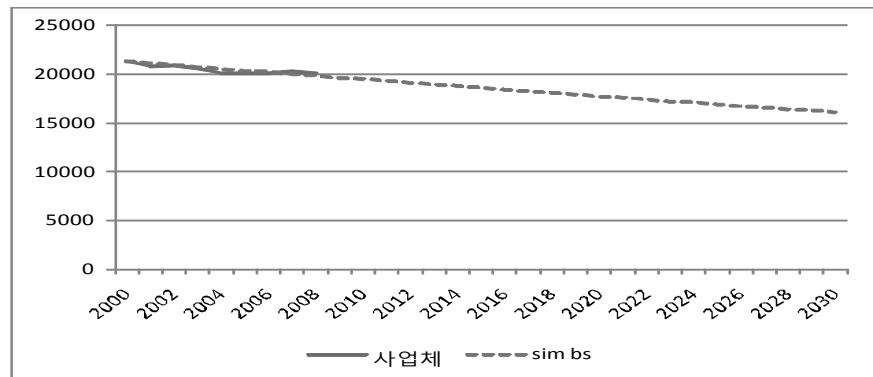
3. 모델의 행태

아래 그림은 모의실험 결과와 실제 데이터를 비교한 것이다. 인구는 다소 과소 추정되고 있으나 유사한 추세를 보이고 있으며, 사업체수와 주택수는 실측치와 거의 유사한 패턴을 보이고 있다.

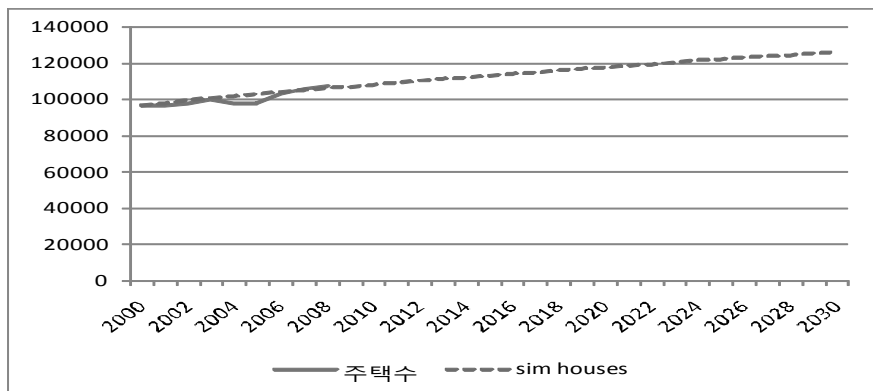
2) 모델의 세부구조를 나타내는 Flow Diagram은 부록 참조.



[그림 3] 인구 실측치와 모의실험결과치 비교



[그림 4] 사업체 실측치와 모의실험결과치 비교



[그림 5] 주택수 실측치와 모의실험결과치 비교

4. Base Run에서 보여지는 여수시의 문제

모델의 Base Run 결과, 여수시는 사업체 감소, 일자리부족, 주택의 지속적인 증가, 노후 주택 비중의 증가 등, 인구감소형 도시가 보여주는 전형적인 문제들을 보여주고 있다(표 3, 표 4). 사업체 감소와 일자리 부족으로 구직매력도가 저하되어 도시전체의 매력도는 감소하고 이로 인하여 도시의 인구는 지속적으로 감소되고 있다(그림 6). 30년 이상 된 노후주택의 비중은 점차 증가하여 현 상태의 주택증가 추세가 유지된다면 2020년경에는 노후주택의 비중이 20년 이하의 주택보다 비중이 커지게 될 것임을 보여준다(표 4). 그리고 빈집과 노후된 주택이 많아 도시로 유입되는 인구가 있다면 이는 주로 저소득계층으로 저렴한 주택에 머물며 일자리를 찾으려는 사람들이 유입될 가능성이 크다. 중산층 이상 소득계층에서의 인구유출이 저소득계층의 인구유입보다 더 큰 구조로, 인구는 감소하며 인구구조는 중산층보다 저소득층이 다수를 차지하는 구조로 변화할 가능성이 큰 모습을 보여주고 있다.

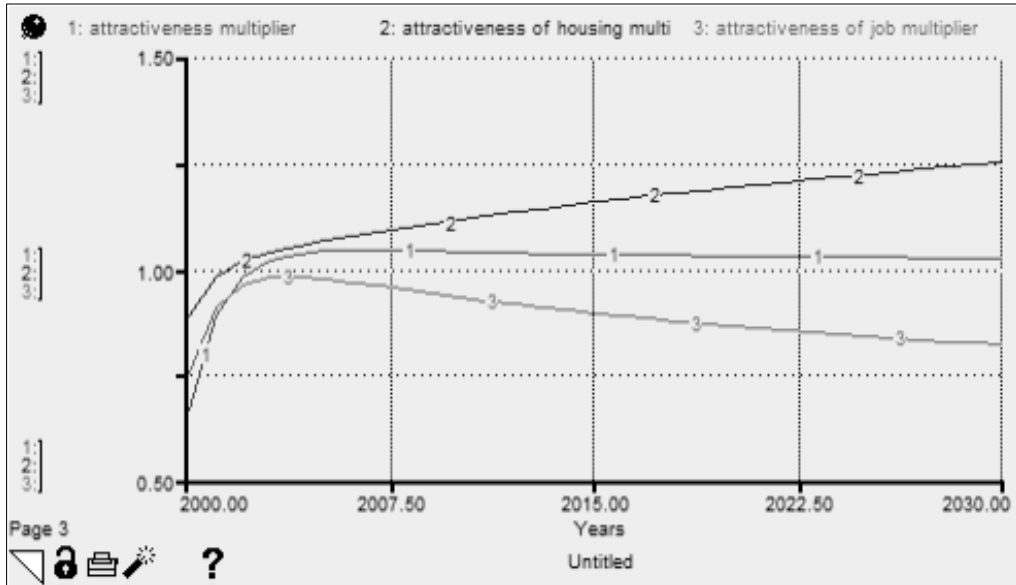
〈표 3〉 여수시의 인구, 사업체, 주택수, 세대수/주택비율, 노동인구/일자리 비율

구 분	인 구	사업체	주택수	HHR	LFJR
2000	324,219	21,284	96,530	1.12	1.15
2005	273,166	20,278	103,336	0.88	1.02
2010	264,849	19,372	108,017	0.81	1.04
2015	256,100	18,487	111,553	0.76	1.05
2020	246,764	17,629	114,288	0.72	1.06
2025	237,181	16,801	116,403	0.68	1.07
2030	227,560	16,005	118,031	0.64	1.08

주 : HHR = 세대수/주택수 비율, LFJR = 노동인구/일자리 비율

〈표 4〉 신규, 중간, 노후주택 수의 추이와 비중

구 분	총 주택수(호)	20년 이하(%)	30년 이하(%)	30년 이상(%)
2000	96,530	60.6	22.5	16.9
2005	103,336	49.7	30.3	20
2010	108,017	40.7	35	24.4
2015	111,553	33.3	37.2	29.5
2020	114,288	27.3	37.7	34.9
2025	116,403	22.4	37.1	40.5
2030	118,031	18.3	35.7	46



[그림 6] 도시매력도, 구직매력도, 주거매력도 변화

[그림 6]은 구직매력도가 지속적으로 감소하는 반면 주택매력도는 증가하고 있는 모습을 나타내고 있다. 구직매력도의 저하로 도시전체의 매력도는 감소하고 있으며 이로 인하여 도시의 인구는 지속적으로 감소된다. 모델에서 도시매력도는 그래프함수로 정의된 주거매력도와 구직매력도에 의하여 결정되는데, 구직매력도는 노동력/일자리의 비율(LFJR: labor force to job ratio), 주거매력도는 세대수/주택 비율(HHR: household to houses ratio)에 의하여 결정된다. 노동력/일자리의 비율(LFJR)이 낮을수록 노동력에 비해 일자리가 많다는 의미이므로 구직매력도는 높아지며, 세대수/주택 비율(HHR)이 낮을수록 세대수에 비해 주택이 풍부하므로 주거매력도는 높아진다. 도시의 전체매력도는 이 양자의 값이 곱해져서 결정되며 이 값이 인구유입에 영향을 주는 것으로 계산되었다. 도시매력도를 구성하는 변수들은 일자리나 주택사정 이외에도 환경, 교통 등과 다른 변수들도 있을 수 있으나 가장 큰 영향력을 가지는 것이 일자리와 주택사정이어서 두 가지만을 도시매력도의 결정요인으로 사용하였다. 이부분의 모델수식은 아래와 같다(전체 모델수식은 부록 참조).

구직매력도(attractiveness of job multiplier):

- attractiveness_of_job_multiplier = GRAPH(labor_force_to_job_ratio)
 (0.00, 2.00), (0.2, 1.95), (0.4, 1.80), (0.6, 1.60), (0.8, 1.35), (1.00, 1.00), (1.20, 0.5),
 (1.40, 0.3), (1.60, 0.2), (1.80, 0.15), (2.00, 0.1)

- $labor_force_to_job_ratio = labor_force/jobs$

주거매력도(attractiveness of housing multiplier):

- $attractiveness_of_housing_multi = GRAPH(household_to_houses_ratio)$
 $(0.00, 1.40), (0.2, 1.40), (0.4, 1.35), (0.6, 1.30), (0.8, 1.15), (1.00, 1.00), (1.20, 0.8),$
 $(1.40, 0.65), (1.60, 0.5), (1.80, 0.45), (2.00, 0.4)$
- $household_to_houses_ratio =$
 $population/((house_less_20_yrs_old+house_less_30_yrs_old+house_30_yrs_more_old) \times ho$
 $usehold_size)$

도시매력도(attractiveness multiplier)와 인구유입(inmigration):

- $attractiveness_multiplier =$
 $attractiveness_of_housing_multi \times attractiveness_of_job_multiplier$
- $inmigration = population \times in_migration_normal \times attractiveness_multiplier$

빈집과 노후된 주택이 많아 도시로 유입되는 인구가 있다면 이는 주로 저소득계층으로 저렴한 주택에 머물며 일자리를 찾으려는 사람들이 많은 비중을 차지할 가능성이 크다. 인구가 전체적으로 감소하지만 중상층 이상 소득계층에서의 인구유출이 저소득계층의 인구유입보다 더 큰 구조로, 인구구조가 중산층보다 저소득층이 다수를 차지하는 구조로 변화할 가능성이 크다.

V. 정책실험

정책실험은 앞에서 검토한 Base Run의 결과를 기준으로 다양한 종류의 주택정책 조합으로 모의실험을 수행하고, 양자를 비교하였다. 실험에 사용된 정책들은 ① 주택공급을 증가시키는 정책, ② 산업체 활동을 촉진하여 일자리를 증가시키는 정책, ③ 주택관리 개선정책으로 신규주택의 노후화를 지연시키는 정책, ④ 신규주택의 건설을 감소시키면서 기존 신규주택과 중간주택의 노후화를 지연시키는 정책, ⑤ 노후주택의 철거를 촉진하는 정책들이었다. 정책실험 결과를 요약하면 다음 <표 5>와 <표 6>과 같다. <표 5>는 각 정책이 여수시의 인구, 사업체수, 주택수의 변화와 세대수/주택수 비율, 노동인구/일자리 비율에 미치는 영향을, <표 6>은 각 정책이 여수시 주택연령분포에 미치는 영향을 나타낸다.

〈표 5〉 정책변화와 인구, 사업체, 주택수의 변화

정책실험	년도	인구	사업체	주택	HHR	LFJR
Starting	2000	324,219	21,284	96,529	1.115	1.155
Base Run	2030	227,560	16,005	118,031	0.640	1.078
1. hcn 0.028->0.0308	2030	227,825	15,988	120,425	0.628	1.080
2. bcn -0.0069->0	2030	288,516	21,284	121,494	0.789	1.027
3. bcn -0.0069->0.01	2030	376,244	30,602	127,937	0.977	0.932
4. bcn 0.01 nhon 20->30	2030	382,595	30,690	135,218	0.940	0.945
5. bcn 0.01 nhon 20->30 mhon 30->40 hcn 10%감소: 0.028 ->0.0152	2030	361,203	30,304	115,962	1.034	0.903
6. bcn 0.01 ohdn 0.1	2030	324,710	29,707	93,021	1.159	0.828

주: hcn: housing construction normal(주택건설률), bcn: business construction normal(산업체건설률),
nhon: new house obsolescence normal(신규주택노후율), mhon: middle house obsolescence normal
(중간주택노후율), ohdn: old house demolition normal(노후주택철거율)

〈표 6〉 정책변화와 주택연령분포의 변화

정책실험	년도	주택수	20년 미만 주택 (%)	30년 미만 주택 (%)	30년 이상 주택 (%)
Starting	2000	96,529	60.6	22.5	17
Base Run	2030	118,031	18.3	35.7	46
1. hcn 0.028->0.0308	2030	120,425	19	36	45
2. bcn -0.006->0	2030	121,494	19.5	35.6	44.9
3. bcn -0.06->0.01	2030	127,937	21.8	35.2	43.1
4. bcn 0.01, nhon 20->30	2030	135,218	33.7	29.6	36.7
5. bcn 0.01 nhon 20->30 mhon 30->40 hcn 10%감소: 0.028 ->0.0152	2030	115,962	28.6	35.1	36.2
6. bcn 0.01 ohdn 0.1	2030	93,021	33.9	50.3	15.9

주: hcn: housing construction normal(주택건설률), bcn: business construction normal(산업체건설률), nhon:
new house obsolescence normal(신규주택노후율), mhon: middle house obsolescence normal(중간주택노후
율), ohdn: old house demolition normal(노후주택철거율)

정책실험의 결과를 설명하면 다음과 같다.

1. 현 상태에서 신규주택 공급을 증가시키는 정책 (표 5, 1번 정책실험)

현 상태가 지속되는 상황에서 신규주택 공급만 증가시키는 정책실험이다. 이는 현재의 공급위주의 주택정책이 인구감소 도시에 일률적으로 적용되는 경우의 결과를 나타내고 있다. 산업체건설률(bcn:business construction normal)이 -0.0069로 산업체의 수가 지금처럼 지속적으로 감소하는 상태에서 주택공급의 증가는 base run의 경우와 비교할 때, 인구가 미세하나마 덜 감소하지만 주택의 증가로 세대수/주택 비율(HHR)이 더 작아져 주택의 초과공급 상태가 심화된다. 그리고 인구는 base run의 경우보다 다소 증가하나 사업체 수는 줄어들고 있어 고용사정(LFJR)이 base run에서보다 더 나빠지는 결과를 가져오고 있다.

2. 산업촉진정책 (표 5, 2번과 3번 정책실험)

산업체 건설과 산업유치를 촉진하여 기업활동을 활성화시키는 정책은 도시의 인구증가를 유발함으로써 인구감소형 도시가 겪는 주택과다, 일자리부족의 문제를 동시에 해결할 수 있다. 이러한 정책실험이 2번과 3번 정책실험인데 이는 산업체건설률(bcn)을 현재의 산업체건설률 -0.0069에서 0인 균형상태로(2번), 그리고 다시 0.01로 증가시키는 경우(3번)이다. 이 경우 인구는 Base run의 결과인 22.7만 명에서 bcn이 0인 경우 28.8만, bcn이 0.01인 경우 37.6만 명으로 각각 증가하고 있어 산업체의 유치와 산업체 건설률 증가 등 산업촉진 정책을 통한 일자리 확대가 인구감소의 추세를 인구증가의 추세로 역전시킬수 있음을 보여주고 있다. 세대수/주택비율(HHR)은 각각 0.79, 0.98로 주택과잉공급이 현저히 개선되고 있으며, 노동인구/일자리비율(LFJR)은 1.03, 0.93로 일자리 부족현상도 1번의 경우보다 현저히 개선될 수 있음을 보여고 있다. 그러나 <표 6>에서, 주택연령분포의 비율은 여전히 30년 이상 노후주택의 비율이 가장 크고 20년 미만 주택의 비율이 가장 낮아 노후된 주택이 많은 도시의 모습은 개선되지 않고 있음을 알 수 있다.

3. 산업촉진과 신규주택 관리개선 정책(표5, 4번 정책실험)

이 정책실험은 산업촉진정책(표 5 2, 3번 정책실험)에 신규주택에 대한 관리개선 정책을 추가한 경우이다. 20년 미만 주택에 대한 관리개선 정책을 통하여, 신규주택의 노후율(nhon: new house obsolescence normal)을 현재 20년에서 30년으로 지연시킴으로써 주택공급

을 우회적으로 증가시키는 정책의 영향에 대한 모의실험이다. 주택공급만 증가시키는 1번 정책에 비교하여 산업활동을 촉진하고 주택관리개선을 통하여 주택의 노후연한을 증가시키는 4번 정책은 인구를 가장 큰 폭으로 증가시키고, 과잉주택공급 및 일자리도 현저히 개선시키는 모습을 보인다. 그러나 산업체활동만을 촉진시키는 3번 정책과 비교할 때 과잉주택공급이 심화되고 일자리 개선 효과는 감소되는 결과를 가져오고 있다. 반면에, 신규주택의 비중이 33.7%로 큰 폭으로 상승하여, 3번 정책 결과와 비교할 때, 주택의 연령분포의 구성비를 젊게 개선하는 효과가 큰 것으로 나타나고 있다.

4. 산업촉진, 신규 중간 노후주택의 관리개선, 신규주택건설감소(표 5, 5번 정책실험)

이 정책은 산업촉진 정책과 더불어 주택관리개선을 신규주택, 중간주택, 노후주택에 모두 적용하여 주택의 내구연한을 높이고, 그리고 신규주택 건설은 억제하는 경우의 정책실험이다. 단순히 주택공급을 증가시키는 1번 정책에 비교하여 인구증가, 주택과잉공급의 개선, 일자리부족 해소의 효과가 크게 나타나고 있다. 산업촉진과 신규주택관리개선을 병행한 4번 정책과 비교할 때 인구증가의 폭은 38.2만에서 36.1만으로 감소하며, 세대수/주택비율(HHR)은 증가하여 주택과잉 현상이 역전되어 미세한 주택부족 현상이 나타나고 있다. 그러나 일자리사정은 4번 정책에 비교할 때 노동/직장수 비율(LFJR)이 0.94에서 0.9로 낮아져 일자리 사정이 나아지고 있음을 알 수 있다. 그러나 주택연령의 분포비율에서 4번 정책과 비교할 때, 신규주택의 비율이 다시 낮아지는 모습을 보인다. 주목할 점은 이러한 정책 실험 결과는 가용토지가 부족한 도시의 경우, 신규주택건설을 억제할 때 가용토지에 산업체의 입지가 촉진되어 일자리가 증가하고 이에 따른 인구 증가효과가 크게 나타나는 일반적인 결과와는 상이한 것이다. 이유는 여수시 같이 가용토지가 많은 경우 주거용토지의 사용으로 기업체 입지가 제약받는 것은 아니기 때문에 주택철거의 촉진이 여유토지가 없는 경우와 같은 정도의 크기로 기업입지와 인구유입을 촉진하지는 않기 때문으로 보인다. 즉, 토지점유비율(LFO: Land Fraction Occupied)이 여수시의 경우 낮아 신규주택건설 억제로 인한 여분토지의 증가가 산업체의 입지를 크게 추가적으로 촉진시키지 못하기 때문이다.

5. 산업촉진과 노후주택 철거 촉진(표5, 6번 정책실험)

이 정책은 산업촉진과 더불어 노후주택의 멸실을 촉진하는 정책이다. 인구증가는 신규주택공급증가정책(1번 정책)의 경우에 비교하면 개선되지만 다른 정책의 경우와 비교할 때³⁾

3) 3번(37.6만), 4번(38.2만), 5번정책(36.1만)

인구규모가 32.4만 명으로 인구 증가폭이 가장 작다. 주택사정은 HHR 1.159로 주택부족현상이 다른 정책에서보다 가장 크게 나타나고 대신 일자리사정은 LFJR이 0.828로 가장 크게 호전되고 있다. 그리고 주택의 연령분포는 20년 미만의 주택비중이 33.9%로 다른 정책 실험의 결과보다 신규주택의 비중이 가장 크게 되며, 30년 이상 노후주택의 비중도 15.9%로 가장 적은 분포를 보여주고 있다.

인구감소형 도시의 기본적인 문제가 산업활동이 취약하기 때문이므로 산업활동을 촉진한다는 정책이 비현실적이라는 비판이 있을 수 있다. 이러한 점을 감안하여 산업활동을 촉진하지 않는 상태에서 주택공급, 주택관리 개선정책을 통한 내구연한의 증가, 노후주택의 멸실 촉진 등의 정책실험을 수행하였다. 이 논문에서 그 결과가 제시되지는 않았으나 정책 실험 결과는 경제활성화가 동반되지 않는 주택공급의 증가는 주택의 초과공급을 초래하여 빈집과 주택연령 분포를 노후화시켜 낡고 침체된 도시의 모습을 가속화시키는 결과를 보여주었다. 이 경우 주택관리를 개선하여 주거사정을 호전시키고 주택 수명주기를 연장하는 정책은 주택공급을 증가시키는 것과 같은 효과가 있어 주택 연령분포의 노후화를 더욱 촉진하는 문제를 보여주었다. 오히려 노후주택의 멸실을 촉진하는 것이 과다한 노후주택의 문제와 빈집문제를 해소하고, 일자리사정을 미세하지만 개선시키는 효과가 있었다. 그러나 이러한 개선 효과는 앞서 살펴본 산업촉진정책이 병행된 정책실험 결과와 비교할 때 인구 증가, 빈집과 폐가 문제의 해소, 일자리 사정의 개선 등의 측면에서 훨씬 뒤떨어지는 결과를 보였다.

VI. 토론과 소결

이상 실험결과를 놓고 볼 때 모든 면에서 가장 나은 정책조합은 없다는 것을 알 수 있다. 산업촉진과 노후주택의 멸실을 촉진시키는 정책(6번 정책)은 다른 정책에 비교하여 일자리사정은 가장 크게 개선시키지만 주택부족 현상은 가장 크게 나타났다. 또, 이 정책은 여수시의 주택 연령분포를 가장 젊게 변화시켜 젊은 도시의 모습으로 변화시킬 수 있겠으나 인구증가 효과는 산업촉진과 신규주택 관리개선으로 신규주택 내구연한을 증가시키는 정책(4번 정책)보다 약하다.

산업촉진과 신규주택 관리개선 정책(4번 정책)은 인구증가 효과는 가장 크겠으나 일자리 사정의 개선정도는 산업촉진과 노후주택의 멸실을 촉진하는 정책(6번 정책)에 비교하여 약하고, 주택공급 과잉현상을 보이며 노후주택의 비중이 가장 크다.

이러한 정책간의 상쇄현상(Trade off)은 산업촉진, 주택관리 개선, 신규주택 건설을 감소

하는 정책(5번 정책)의 경우도 마찬가지이다. 이 경우 인구증가, 일자리사정의 개선효과는 있으나 주택 부족현상, 노후주택의 비중이 커지는 문제점을 나타낸다.

이상 다양한 정책실험의 결과는 모든 경우에 최선인 정책조합은 없으며 각 정책들은 서로 상쇄효과를 가진다는 점을 알려준다. 지금까지의 정책실험 결과에 의하면 주택의 연령 분포를 보다 젊은 분포로 개선하기 위해서는 주택 부족현상을 감내해야 하고, 인구유입을 최대한 촉진시키기 위해서는 주택 과잉공급 현상과 노후주택 비중이 큰 현상을 감내해야 함을 보여주고 있다. 주거사정이 젊은 분포로 개선되면서 주택부족 현상이 심화되는 것은 주택가격의 상승을 감내할 수 있는 중산층 이상의 인구가 도시로 더 많이 유입되는 것을 의미한다. 반면, 다소의 주택공급 과잉현상으로 인구유입이 최대한 촉진되는 경우는 저렴한 주거비가 더 큰 매력이 되는 저소득층의 인구유입이 상대적으로 더 많아지는 것을 의미한다.

종합하면, 지금까지의 정책실험은 산업활동을 같은 정도로 촉진하는 상태에서, 주택공급을 증가시키는 정책보다 주택공급을 감소시켜 산업체가 이용할 수 있는 가용토지량을 증가시키는 정책이 인구감소형 도시의 주택 노후현상과 일자리 부족현상을 개선시키는데 더 도움이 될 수 있음을 보여준다. 인구감소형 도시가 노후된 주택구조를 개선하고 중산층 이상의 새로운 인구유입을 원한다면 산업활동 촉진과 노후주택의 멸실을 촉진시키는 정책을 시행하여야 할 것이고, 인구규모의 확대를 가장 우선적으로 원한다면 기업활동의 촉진과 주택관리의 개선을 통하여 주택스톡을 증가시키는 정책을 시행하여야 할 것이다. 어느 정책을 택할 것인지는 어떤 도시를 지향하는가에 따라 달라질 것이다. 따라서 정책선택의 문제는 분석의 문제가 아니라 정치적 선택과 주민선택의 문제로 귀결된다. 그러나 인구가 많은 도시 vs. 젊은 도시 중 한 가지를 선택함에 따라 시민들이 지불해야 할 비용은 노후하고 저소득층 도시 vs. 주택부족 도시라는 전혀 다른 형태로 나타난다는 점을 아는 상태에서 선택을 가능하도록 하는 것은 분석의 몫이다. 또, 이상 정책실험의 결과는 인구감소형 도시가 겪고 있는 주택과잉과 노후화 현상의 근인은 지역경제의 침체와 일자리의 부족에서 비롯된 것임을 알려준다. 결국 주택문제는 주택정책의 문제로서만이 아니라 지역경제, 일자리창출 정책과 연계하여 풀어나가야 할 과제임을 알 수 있다.

마지막으로, 이 연구에서 사용한 모델은 주택가격이나 부동산세가 주택의 수급에 미치는 영향을 직접적으로는 파악하지 않았다는 한계를 지닌다. 본 연구의 모델에서 주택가격이나 부동산세는 주거매력도를 나타내는 세대수/주택수의 비율로 간접적으로 반영되고 있다. 부동산세는 부동산가격에 영향을 미치고 이는 결국 주거매력도의 변화로 반영되기 때문이다. 주택가격의 변화에 따라 주택 수요와 공급이 변화할 것이고 이것이 세대수, 주택수에 반영된다. 이러한 이유로 본 연구의 모델에서는 부동산가격지수가 포함되기는 하였으나 가

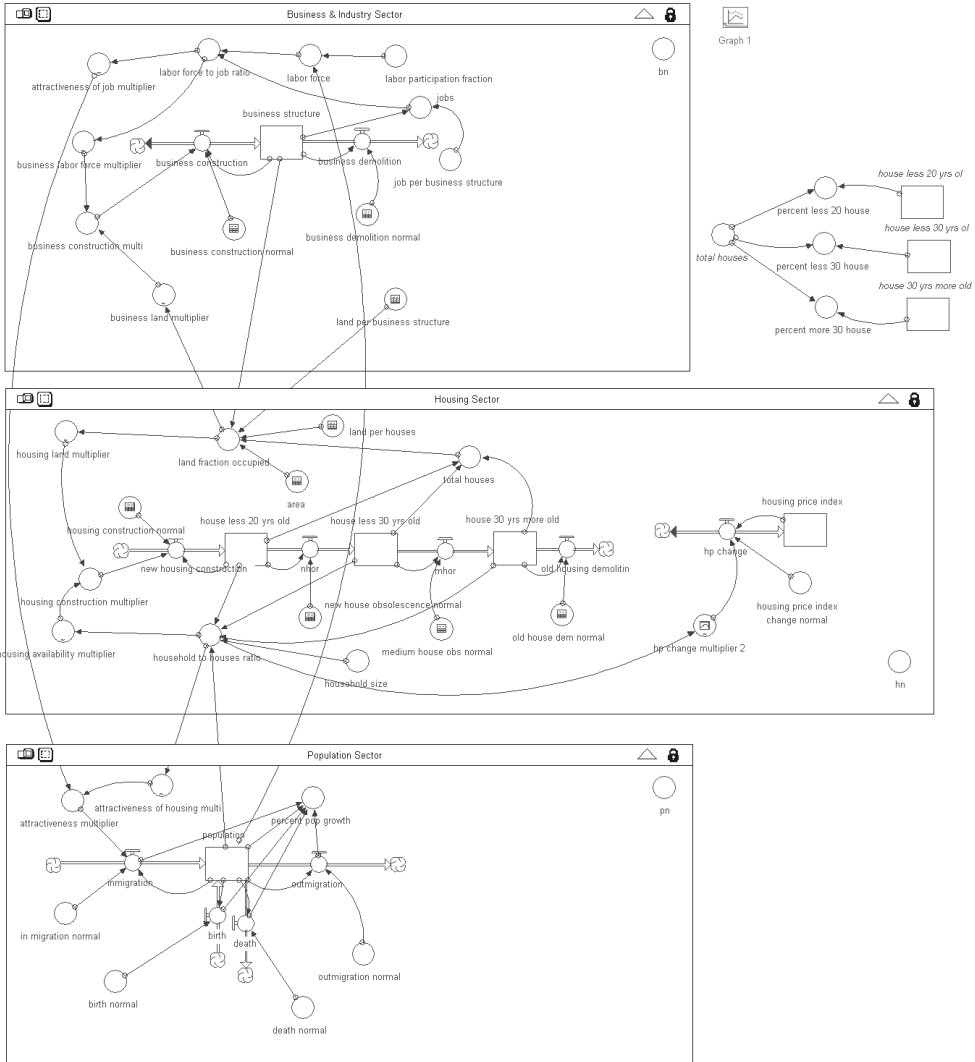
격지수가 부동산의 수요와 공급에 영향을 미치는 구조는 모델에 포함하지 않았다. 중복계산의 문제가 발생하기 때문이다. 이 두 가지를 분리하여 명시적으로 모델구조에 표현할 때는 부동산세와 부동산가격이 수요와 공급에 미치는 영향을 세대수/주택수 비율과 분리하여 따로 추정해야 하므로 별도의 모델링 작업과 계수추정이 필요하다. 해서 이 부분은 추후연구과제로 남겨두었다. 또, 본 논문에서는 소득계층을 분류하여 소득수준에 따른 주택의 수요와 공급의 변화는 파악하지 않았다. 소득계층을 저소득층, 중간소득층, 고소득층으로 구분하여 소득수준에 따른 주택의 수요와 공급을 검토하면 소득계층별 지방주택정책의 함의를 더 풍부하게 이끌어 낼 수 있을 것으로 생각된다. 여기에 추가하여 산업체도 신규산업, 성숙산업, 노후산업으로 분류하면 더 많은 정책적 함의를 발견할 수 있는 정교한 모델로 발전할 수 있을 것으로 생각된다.

【참고문헌】

- 권혁일. (2005). “주택가격의 동태성분석을 위한 SD모델링”. 충북대학교 대학원 박사학위논문.
- 권혁일 · 이만형. (2003). “행정수도 이전에 따른 주택시장의 영향분석: Urban Dynamics를 이용한 접근”. 신행정수도 건설과 주택시장에 관한 국제 심포지엄 한국주택학회논문집. 197-214.
- 김도훈 · 문태훈 · 김동환. (1999). 『시스템다이내믹스』. 대영문화사.
- 김정호. (2007). “주택정책의 민간화와 지방화를 앞당기자”. 『주택연구』 제15권 3호.: 5-15.
- 문태훈. (2007). 『시스템사고로 본 지속가능한 도시』. 집문당.
- 배순석 · 김근용 · 전성제 외. (2007). 『주택수급 여건 변화에 대응한 주택공급체계 개편방안: 주택보급률 110%, 고령화 및 저출산에 대한 대응』. 국토연구원
- 심상욱. (1997). “주거수준에 의한 시·군유형과 그 분포구조에 관한 연구”. 『한국지역개발학회지』 제9권 3호: 73-78.
- 윤주현 외. (2006). 『지역간, 계층간 주거서비스 격차 완화방안 연구(Ⅱ)』. 국토연구원.
- 이만형 · 안재철. (2005). “지방주택정책 독자성을 향상하기 위한 동태적 분석”. 『주택연구』. 제13권 2호: 5-33.
- 천현숙 외. (2005). 『지방분권시대의 주택거버넌스체계 정립방안 연구』. 국토연구원.
- 하성규. (2002). “공급지상주의 성찰과 새로운 정책 패러다임의 모색”. 『주택도시』 제73호: 7-18.
- Alfeld, Louis Edward & Alan K. Graham. (1976). *Introduction to Urban Dynamics*. MA: Wright-Allen Press, Inc.
- Forrester, Jay W. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge, The MIT Press.
- _____. (1969). *Urban Dynamics*. Cambridge, The MIT Press.
- _____. (1980) “System Dynamics: Future Opportunities”. *TIMS Studies in the Management Science* Vol. 14, North-Holland Publishing Company.
- _____. (1987). “Lessons from System Dynamics Modeling”. *System Dynamics Review*, Vol. 3, No. 2. Summer.
- Hamilton, H. R. et. al. (1969). *System Simulation for Regional Analysis*. Cambridge, The MIT Press.
- High Performance. (1994). *Stella, An Introduction to System Thinking*. High Performance Systems Inc.: NH, USA.

- Johnson, Curtis B. (2000). "Some Effects of Data Errors on Econometric Models". *TIMS Studies in the Management Science*, Vol. 14, North-Holland Publishing Company.
- Legasto, Jr. Augusto A. and Joseph Maciariello. (1980). "System Dynamics: A Critical Review". *TIMS Studies in the Management Science*, Vol. 14, North-Holland Publishing Company.
- Mass, Nathaniel J. and Peter M. Senge. (1980). "Alternative Tests for Selecting Model Variables". In Jorgen Randers. (ed.) 1980. *Elements of the System Dynamics Method*. Massachusetts, The MIT Press.
- Meadows, Donella H. (1980). "The Unavoidable A Priori". In Jorgen Randers. (ed.) 1980. *Elements of the System Dynamics Method*. Massachusetts, The MIT Press.
- Morecroft, John. (2007). *Strategic Modelling and Business Dynamics*. England, West Sussex: John Wiley&Sons, Ltd.
- Richardson, George P. (1991). *Feedback Thought in Social Science and System Theory*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Richardson, George P. & A.L. Pugh. (1981). *Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Richardson, George P. (1999). "Reflections for the future of system dynamics". *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 50: 440-449.
- Sterman, John D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. US, McGraw-Hill.
- Tank-Nielsen, Carsten. (1980). "Sensitivity Analysis in System Dynamics", In Jorgen Randers. (ed.) 1980. *Elements of the System Dynamics Method*.

【부록 1】 도시주택모형의 플로우다이어그램(Flow Diagram)



【부록 2】 도시주택모형(Urban Housing Model 2-2)의 수식

Business & Industry Sector

$$\text{business_structure}(t) = \text{business_structure}(t - dt) + (\text{business_construction} - \text{business_demolition}) * dt$$

$$\text{INIT business_structure} = \text{bn}$$

INFLOWS:

$$\text{business_construction} =$$

$$\text{business_structure} * \text{business_construction_multi} * \text{business_construction_normal}$$

OUTFLOWS:

$$\text{business_demolition} = \text{business_structure} * \text{business_demolition_normal}$$

$$\text{bn} = 21284$$

$$\text{business_construction_multi} =$$

$$\text{business_labor_force_multiplier} * \text{business_land_multiplier}$$

$$\text{business_construction_normal} = -0.0069868$$

$$\text{business_demolition_normal} = 0$$

$$\text{jobs} = \text{business_structure} * \text{job_per_business_structure}$$

$$\text{job_per_business_structure} = 4.164$$

$$\text{labor_force} = \text{population} * \text{labor_participation_fraction}$$

$$\text{labor_force_to_job_ratio} = \text{labor_force} / \text{jobs}$$

$$\text{labor_participation_fraction} = 0.3156$$

$$\text{land_per_business_structure} = 2680 \text{ \{m}^2/\text{business structure}\}$$

$$\text{attractiveness_of_job_multiplier} = \text{GRAPH}(\text{labor_force_to_job_ratio})$$

$$(0.00, 2.00), (0.2, 1.95), (0.4, 1.80), (0.6, 1.60), (0.8, 1.35), (1.00, 1.00), (1.20, 0.5), (1.40, 0.3), (1.60, 0.2), (1.80, 0.15), (2.00, 0.1)$$

$$\text{business_labor_force_multiplier} = \text{GRAPH}(\text{labor_force_to_job_ratio})$$

$$(0.00, 0.2), (0.2, 0.25), (0.4, 0.35), (0.6, 0.5), (0.8, 0.7), (1.00, 1.00), (1.20, 1.35), (1.40, 1.60), (1.60, 1.80), (1.80, 1.95), (2.00, 2.00)$$

$$\text{business_land_multiplier} = \text{GRAPH}(\text{land_fraction_occupied})$$

$$(0.00, 1.00), (0.1, 1.15), (0.2, 1.30), (0.3, 1.40), (0.4, 1.45), (0.5, 1.40), (0.6, 1.30), (0.7, 0.9), (0.8, 0.5), (0.9, 0.25), (1, 0.00)$$

Housing Sector

$$\text{house_30_yrs_more_old}(t) = \text{house_30_yrs_more_old}(t-dt) + (\text{mhor} - \text{old_housing_demolitin}) * dt$$

$$\text{INIT house_30_yrs_more_old} = 16314$$

INFLOWS:

$$\text{mhor} = \text{house_less_30_yrs_old}/\text{medium_house_obs_normal}$$

OUTFLOWS:

$$\text{old_housing_demolitin} = \text{house_30_yrs_more_old} * \text{old_house_dem_normal}$$

$$\text{house_less_20_yrs_old}(t) = \text{house_less_20_yrs_old}(t-dt) + (\text{new_housing_construction} - \text{nhor}) * dt$$

$$\text{INIT house_less_20_yrs_old} = \text{hn}$$

INFLOWS:

$$\text{new_housing_construction} =$$

$$\text{house_less_20_yrs_old} * \text{housing_construction_normal} * \text{housing_construction_multiplier}$$

OUTFLOWS:

$$\text{nhor} = \text{house_less_20_yrs_old}/\text{new_house_obsolescence_normal}$$

$$\text{house_less_30_yrs_old}(t) = \text{house_less_30_yrs_old}(t-dt) + (\text{nhor} - \text{mhor}) * dt$$

$$\text{INIT house_less_30_yrs_old} = 21719$$

INFLOWS:

$$\text{nhor} = \text{house_less_20_yrs_old}/\text{new_house_obsolescence_normal}$$

OUTFLOWS:

$$\text{mhor} = \text{house_less_30_yrs_old}/\text{medium_house_obs_normal}$$

$$\text{housing_price_index}(t) = \text{housing_price_index}(t-dt) + (\text{hp_change}) * dt$$

$$\text{INIT housing_price_index} = 115.6$$

INFLOWS:

$$\text{hp_change} =$$

$$\text{housing_price_index} * \text{housing_price_index_change_normal} * \text{hp_change_multiplier_2}$$

$$\text{area} = 499 * 1000000$$

$$\text{hn} = 58497$$

$$\text{household_size} = 3.011$$

$$\text{household_to_houses_ratio} =$$

$$\text{population}/((\text{house_less_20_yrs_old} + \text{house_less_30_yrs_old} + \text{house_30_yrs_more_old}) * \text{household_size})$$

```

household_size)
housing_construction_multiplier =
housing_availability_multiplier*housing_land_multiplier
housing_construction_normal = 0.028
housing_price_index_change_normal = -0.01258
land_fraction_occupied =
(land_per_business_structure*business_structure+land_per_houses*total_houses)/area
land_per_houses = 265.93
medium_house_obs_normal = 30
new_house_obsolescence_normal = 20
old_house_dem_normal = 0
total_houses =
house_less_30_yrs_old+house_less_20_yrs_old+house_30_yrs_more_old
housing_availability_multiplier = GRAPH(household_to_houses_ratio)
(0.00, 0.1), (0.2, 0.2), (0.4, 0.35), (0.6, 0.5), (0.8, 0.7), (1.00, 1.00), (1.20, 1.35), (1.40,
1.60), (1.60, 1.80), (1.80, 1.95), (2.00, 2.00)
housing_land_multiplier = GRAPH(land_fraction_occupied)
(0.00, 0.4), (0.1, 0.7), (0.2, 1.00), (0.3, 1.25), (0.4, 1.45), (0.5, 1.50), (0.6, 1.50), (0.7, 1.40),
(0.8, 1.00), (0.9, 0.5), (1, 0.00)
hp_change_multiplier_2 = GRAPH(household_to_houses_ratio)
(0.9, 0.94), (0.95, 0.95), (1.00, 1.00), (1.05, 1.02), (1.10, 1.02), (1.15, 1.02), (1.20, 1.02)

```

Population Sector

population(t) = population(t - dt) + (inmigration + birth - outmigration - death) * dt

INIT population = pn

INFLOWS:

inmigration = population * in_migration_normal * attractiveness_multiplier

birth = population * birth_normal

OUTFLOWS:

outmigration = population * outmigration_normal

death = population * death_normal

attractiveness_multiplier =

attractiveness_of_housing_multi * attractiveness_of_job_multiplier
 birth_normal = 0.009483455
 death_normal = 0.006052419
 in_migration_normal = 0.161495224
 outmigration_normal = 0.177106947
 percent_pop_growth =
 PCT((birth+inmigration-death-outmigration)/population)
 pn = 324219
 attractiveness_of_housing_multi = GRAPH(household_to_houses_ratio)
 (0.00, 1.40), (0.2, 1.40), (0.4, 1.35), (0.6, 1.30), (0.8, 1.15), (1.00, 1.00), (1.20, 0.8), (1.40,
 0.65), (1.60, 0.5), (1.80, 0.45), (2.00, 0.4)

Not in a sector

percent_less_20_house = PCT(house_less_20_yrs_old/total_houses)
 percent_less_30_house = PCT(house_less_30_yrs_old/total_houses)
 percent_more_30_house = PCT(house_30_yrs_more_old/total_houses)