

국토정책이 지역 간 인구이동에 미치는 영향에 대한 프로토타입 모형 개발

Prototype Model Building Reflecting Impact of National Territorial Policies towards the Interregional Migration

최남희** · 안유정*** · 이진희**** · 김경미***** · 송미경***** · 이만형*****
Choi, Nam Hee** · Ahn, Yoo Jeong*** · Lee, Jin Hee**** · Kim, Kyeong Mi***** ·
Song, Mi Kyoung***** · Lee, Man Hyung*****

Abstract

National territorial policies require a series of dynamic simulations, which would facilitate effectiveness measuring and forecasting works geared towards territorial policies under consideration or implementation. This paper aims at designing an integrated prototype for the proposed territorial policies. After the simulation exercises for the Ochang Industrial Complex(OIC) in Chungbuk Province, this study firstly finds meaningful mismatch phenomena between housing and population increases as the in-migration time lag seems inevitable even after the housing construction is in a mature state. Secondly, the OIC development exerts more significant impact on the number of employees than that of business units. Thirdly, in- and out-migration orders are different during the first and second stages of OIC development. That is, Chungbuk Province records the largest in terms of in-migration volume, followed by the Capital and Non-Capital Regions. Even though Chungbuk Province ranks the top position in the out-migration volume, the rank of

- * 국토연구원의 “국토정책 시행에 따른 지역 간 인구이동 동태모형의 프로토타입 개발”의 일부를 수정 · 보완하여 이 논문을 만들었다.
- ** 충주대학교 행정정보학과 교수 (제1저자, drnhchoi@cjnu.ac.kr)
- *** 충북대학교 환경 · 도시공학과 박사과정 (공동저자, anyuting@naver.com)
- **** 충북대학교 환경 · 도시공학과 석사과정 (공동저자, jinia06@nate.com)
- ***** 충북대학교 환경 · 도시공학과 석사과정 (공동저자, lamon44@naver.com)
- ***** 충북대학교 환경 · 도시공학과 석사과정 (공동저자, lpainldeathl@nate.com)
- ***** 충북대학교 도시공학과 교수 (교신저자, manlee@cbu.ac.kr)

the Capital and Non-Capital Regions is reversed: the our-migration volume towards the Non-Capital Region outruns that of the Capital Region.

Keywords: 국토정책, 인구이동, 프로토타입 모형

(National Territorial Policy, Migration, Prototype Model)

I. 서론

국토정책은 본질적으로 비가역적이고 외부효과를 유발한다는 점에서 신중한 정책수립이 요구된다. 또한 국토정책은 다양한 경로를 통하여 국민생활에 영향을 미치기 때문에 종합적인 사전검토가 필요하다. 따라서 국토정책의 수립에 앞서 정책효과에 대한 측정과 예측은 필수적인 과정이며, 합리적인 정책결정을 위한 구체적이고 정확한 판단근거로서 흔히 사전적이고 모의적인 동태분석(simulation)을 요구한다. 한편 급변하는 국내외 환경변화로 신속한 정책대응이 요구됨에 따라 이를 뒷받침할 수 있는 수시적, 즉시적 사전평가체계의 필요성이 대두된다.

이 연구는 국토정책이 국민생활의 다양한 분야에 미치는 효과를 종합적으로 분석할 수 있는 통합적 시뮬레이션 모형의 개발과 적용을 위한 1차적인 시도라고 할 수 있다. 구체적으로, 이 연구는 다양한 정책시행에 따른 지역간 인구이동을 시뮬레이션 할 수 있는 동태 모형의 프로토타입을 개발하는 데에 초점을 둔다. 국토정책을 반영한 인구이동변화를 시뮬레이션 하는 데 있어, 시스템 다이내믹스적인 방법론을 도입하는 대안이 적합한지를 검토하기 위해 충청북도를 사례지역으로 선정하여 정책실험을 실시한다. 기본적인 정책 시나리오와 관련하여, 충청북도에 산업단지를 입지시켜 고용이 창출될 경우, 타지역으로부터의 인구이동 여부와 규모를 시뮬레이션하는 과정에 중점을 둔다.

II. 이론적 고찰

1. SD 기법을 이용한 인구이동 모형개발 연구사례

도시 내 인구이동을 모델화한 기본적인 모형으로서 Alfeld & Graham의 도시동태모형(1976)을 살펴본다(〈표 1〉 참조). Alfeld & Graham은 인구를 주변지역으로부터 끌어들이고 유입된 인구를 지탱할 수 있는 사회 및 경제적인 힘으로서 매력도라는 개념을 통해 도시동태모형을 구성하였다. 이는 인구, 주택, 산업, 토지 분야들 간의 상호 역동성을 바탕으로 도시 공간 내의 변화가 발생한다고 보았다. 이에 산업구조의 급속한 성장에 따라 도시 내로의 인구유입이 급격히 증가하는데, 이로 인한 토지점유율이 점차 커지면서 새로운 산업구조의 건설과 주택 건설이 압박을 받아 산업구조가 쇠퇴한다. 이로 인해, 인구규모가 감소하고 주택도 증가를 멈추며 균형 상태에 들어간다.

이 가운데 인구에 중요한 영향관계가 있는 요소의 하나로 산업과의 관계는 도시 인구유

입의 중요요인을 지역의 경제사정으로 보고, 노동-직업비율과 그에 따른 직업매력도에 의한 인구유입을 모형으로 구성하였다. 노동-직업비율이 1보다 높을 경우 직업 수에 비해 노동인구가 많으므로 지역으로의 인구 전입을 억제한다. 그러나 한편으로 노동인구가 직업인구에 비해 풍부한 것은 썩 임금을 의미하므로 산업건설을 촉진하고, 직업 수가 증가됨에 따라 인구 전입을 또 다시 유발하는 동태적 역학관계가 성립된다.

다음으로 산업 못지않게 중요한 요인은 도시 내 주택공급의 원활성으로, 주택구입의 용이성이 도시 내로 이주하려는 사람들의 의사결정에 중대한 영향을 미친다고 보았다. 인구가 많아지면 세대-주택비율이 높아지는데, 주택공급보다 주택수요자가 많아지면 도시 내로의 인구전입이 억제된다. 그러나 다른 한편으로는 주택수요자가 공급보다 많기 때문에 주택가격의 상승이 발생하고, 주택건설을 촉진하게 되어 인구전입을 촉발하는 관계가 성립한다.

이와 더불어 Shakiba, Mohammad, Tabatabaei(2009)는 이란(Iran)을 대상으로 이주, 이민의 원인이 되는 중요한 요인들의 영향관계를 시스템 다이내믹스 모형을 통해 분석하였다. 이란인의 이주, 이민에는 종교적 박해, 정치적 박해, 사회적 자유의 부족, 해외 교육기회 추구의 문제 등 다양한 요인이 영향을 미친다. 그 가운데 엘리트층은 교육기회, 취업기회, 높은 소득, 정치적 안정 등의 이유로 인한 이주, 이민이 증가하고 있다. 이 연구에서는 경제적 측면, 사회적 측면, 교육적 측면과 이란 엘리트층의 이주, 이민간의 관계를 모델화하여, 각각의 영향요인을 살펴보고 이러한 요소들이 이란에 지속적으로 미치게 될 영향에 대해 분석하였다.

한편 Eskinasi, Rouwette, & Vennix(2009)는 네덜란드의 서부 홀란드 지역에 대해 도시 변화 과정을 모델화하여 시뮬레이션 하였다. 이 연구는 공급되는 주택, 사람이 거주하는 주택, 주택에 대한 수요를 주요 변수로 두고, 새로운 주택건설에 대한 내용을 시뮬레이션 하였다. 이 과정에서 직접적으로 인구이동에 대한 시뮬레이션은 하지 않았지만, 주택과 인구와의 관계성 측면에서 시뮬레이션에 인구변화를 함께 고려하였다.

더불어, Pfaffenbichler, Emberger, & Shepherd(2010)는 오스트리아를 사례로 토지이용과 교통시스템 사이의 상호작용 메커니즘을 모델화하여 이에 따른 거주민의 이주에 대해 연구하였다. 도시 내 토지이용과 교통시스템, 경제 간의 상호작용은 매우 복잡하여, 거주지의 거리, 이주의 실제비용, 기존의 사회적 관계 손실, 도시 내 직장의 수, 근무시간, 주택개발 등의 요인이 거주민의 이주에 영향을 미치게 되는 점을 모델화하여 오스트리아의 도시를 대상으로 적용하였다.

〈표 1〉 SD 기법을 이용한 인구이동 모형개발 사례 종합

연구자	내 용
Alfeld & Graham (1976)	인구, 주택, 산업, 토지 분야들 간의 상호 역동성을 바탕으로 도시 공간 내의 변화를 모델화하였다. 그 가운데 산업구조로 인한 노동-직업비율, 주택건설로 인한 세대-주택비율이 인구유입에 중요한 영향을 미친다고 보았다.
Shakiba, Mohammad, Tabatabaei (2009)	이란의 종교적, 정치적, 사회적, 교육적인 문제로 인한 엘리트층의 다른 나라로 이주, 이민 증가 현상에 대해 경제적, 사회적, 교육적 측면의 모델화를 통해 영향요인과 영향관계를 분석하였다.
Eskinasi, Rouwette, & Vennix (2009)	서부 홀란드 지역의 도시변화과정에 있어 실거주 주택, 판매하는 주택, 주택수요를 주요요인으로 신규주택 건설을 인구와의 관계성을 고려하여 시뮬레이션 하였다.
Pfaffenbichler, Emberger, & Shepherd (2010)	토지이용과 교통시스템 사이의 상호작용 메커니즘을 통해 오스트리아를 대상으로 거주민의 이주를 모델화 하여 적용해 보았다.

〈표 1〉에 요약된 바와 같이, SD 기법을 이용한 인구이동모형을 적용한 해외사례들은 도시 내 다양한 요소들의 영향을 고려하여 인구이동의 변화를 중점적으로 살펴보았다. 먼저, Alfeld & Graham의 도시동태모형은 산업구조와 주택건설을 인구이동의 중요한 요인으로 고려하였고, 이란 사례의 경우, 경제적, 사회적, 교육적 측면의 영향을 중요한 요소로 보았다. 또한 네덜란드 사례는 주택수요와 주택시장 등을 고려한 신규주택 건설과 인구변화를 분석하였고, 오스트리아의 사례는 토지이용과 교통시스템을 거주민 이주의 중요요인으로 보고 분석하였다.

이들 사례들을 통해서 살펴본 인구이동은 도시 내 주택, 산업구조, 교통체계, 교육환경, 토지이용, 지역경제 등의 다양한 요인들 간의 영향관계가 인구이동과 변화를 유발한다고 본다. 이는 도시 내의 사회, 경제, 환경적 요소가 인구이동에 중요한 영향을 미친다는 사실을 의미하며, 결국 국토정책으로 인한 도시시스템의 변화가 인구이동에 직·간접적으로 미치는 영향이 유의미하다는 점을 시사한다.

2. 국토정책과 인구이동의 관계

1) 국토정책시행과 인구이동의 상호작용

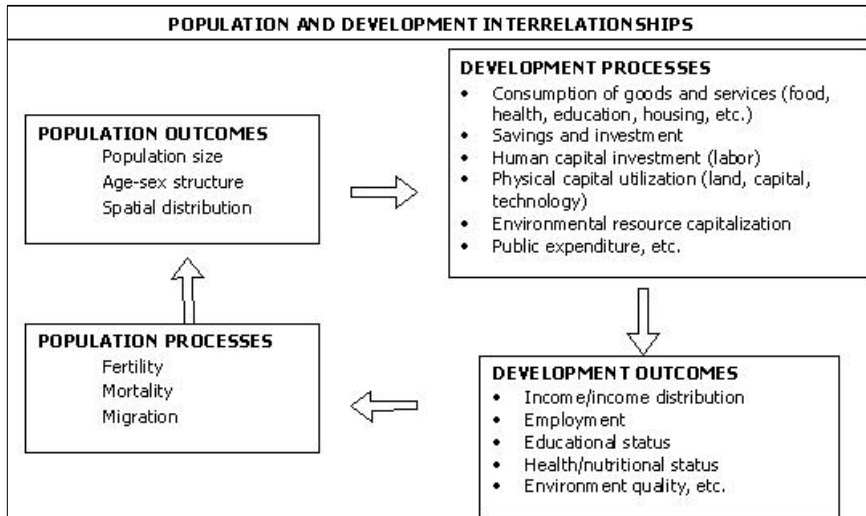
국가균형발전을 위해 수립한 국책사업들은 인구분산 및 지역경제 발전에 상당한 파급효과를 기대하면서 추진되고 있다. 국가균형발전과 지역개발을 위해 투자되는 재정사업의 파급효과는 사회, 경제적 부문에 직접적인 영향을 가져오지만, 궁극적으로는 인구변화에 큰

영향을 준다. 실제로 국토정책의 사업으로 인해 가장 가시적으로 나타나는 인구변화 가운데 가장 중요한 핵심은 인구이동이다. 따라서 국토정책을 수립·집행할 때에 인구이동 현상을 보다 잘 파악하고, 나아가 시뮬레이션하기 위해서는 인구이동 자체에 대한 이해가 관건이다.

지역의 인구성장은 크게 자연 성장과 사회 성장으로 구분할 수 있다. 자연 성장은 출생과 사망으로 이루어지는 반면, 사회 성장은 다양한 요인에 의해 발생하는 인구이동으로 이루어진다. 이러한 인구이동은 기초자치단체의 산업구조와 재정 및 도시기반시설 투자에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 지역 간 인구이동의 방향 및 이동량, 이동요인 등에 대한 이해는 지역정책 수립 및 국토정책 시행에 반드시 선행되어 연구해야 할 것이다.

또한, 국토정책을 수립·집행할 때에 인구이동의 변인을 적절하게 감안하지 않는다면 특정 지역에 인구집중이 일어나고, 나아가서는 국토발전의 불균형과 같은 문제가 심화될 수 있다. 따라서 지역 인구이동의 원인과 특정지역에 집중하는 구체적인 이해와 분석 없이 지역 정책이 수립되면, 정책의 유효성은 낮아지며, 효과적이고 균형적인 지역발전 정책의 수립을 위해서 인구이동의 원인을 규명하는 작업이 필수적이다.

인구이동과 개발간의 상호작용을 살펴보면 [그림 1]과 같다. 인구는 지역사회에서의 출생의 수, 지역사회에서의 사망의 수, 지역사회 내·외로 옮겨가는 사람의 수 등 여러 프로세스들의 합에 의해 결정된다. 또한, 인구는 개인의 다양한 특성의 집합으로 볼 수 있지만, 주로 연령과 성별 두 가지로 크게 분류할 수 있다.



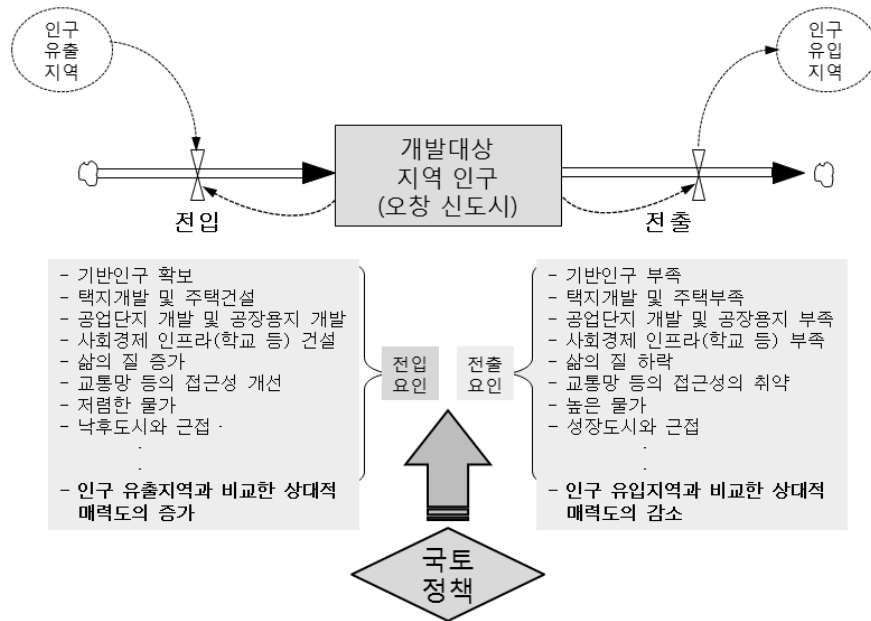
[그림 1] 인구(인구이동)와 개발 간의 상호작용 관계

자료 : <http://www.mulatpinoy.ph/population-and-development-prime/>

또한 [그림 1]에서 보는 바와 같이 인구이동은 사회, 경제 발전 등 지역사회의 모든 측면에 영향을 미친다. 또한, 상품의 서비스와 소비, 환경자원 활용과 지역사회를 이루는데 필요한 다른 프로세스에도 영향을 미친다.

국토정책이 지역 간 인구이동에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 특정한 국토정책이 지역 간 인구이동의 상호작용 구조에 어떠한 영향을 미치는가를 파악하여야 한다. 이를 파악하기 위해서는 이론적으로는 개별 지역의 인구, 주택, 사업체수, 고용자수, 사회경제 인프라와 삶의 질 등은 물론이고 지역 간 매력도의 차이, 지역 간의 거리, 지역 간 네트워크 관계(사업체간의 관계 등)도 파악하여야 한다. 국토정책은 이러한 지역의 내적 요인은 물론이고 지역 간 매력도의 차이에 영향을 미침으로써 지역 간 인구이동을 초래한다.

일반적으로 국토정책은 [그림 2]에서 보는 바와 같은 피드백구조를 통해 지역간 인구이동에 영향을 미친다.



[그림 2] 국토정책과 인구이동의 Stock/Flow 관계

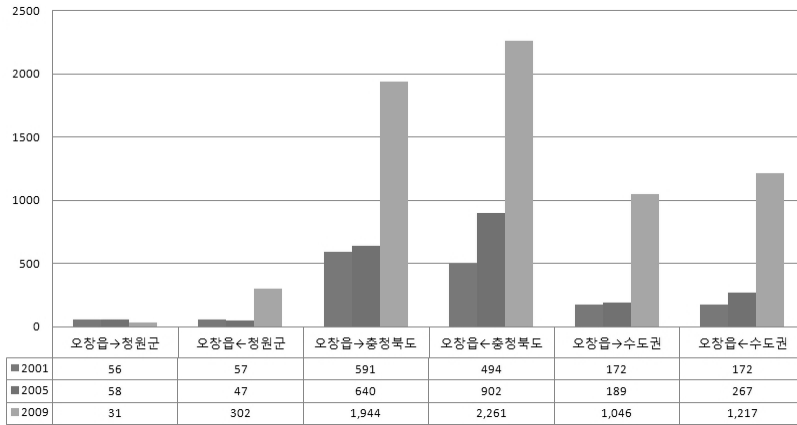
지역의 인구이동 전입요인은 기반인구 확보, 택지개발 및 주택건설 등의 사회경제인프라 구축, 저렴한 물가, 낙후도시와 같은 기피지역과의 근접성을 예로 들 수 있다. 이와 마찬가지로 전출요인은 기반인구가 부족하고, 사회경제인프라의 구축이 미비하여, 체계적이지 못한 교통망, 높은 물가, 성장도시의 근접성을 들 수 있다. 이러한 전입요인과 전출요인은 국

토 정책에 영향을 받게 된다.

앞에서 말한 바와 같이 국토정책은 인구이동의 전입·전출에 영향을 주며, 해당 지역의 매력도와 높은 상관관계를 갖는다. 또한, 지역의 인구이동과 상대적 매력도가 국토정책에 반영될 수 있는 순환적 피드백 구조를 가지고 있다.

2) 국토정책 시행에 따른 인구이동 사례: 오창신도시의 인구이동 특성

충북은 1980년대 중반 이후 급격한 산업화를 경험하면서 산업구조의 고도화를 위한 첨단산업단지의 필요성을 인식하고, 1991년에 청원군 오창면과 옥산면 일대를 첨단산업단지로 개발한다는 기본계획을 발표하였다. 중부고속도로, 경부고속도로, 청주국제공항 등과 인접하고 있을 뿐만 아니라 수도권 첨단기업과 대덕연구단지를 연결하는(서울-오창-대전) 첨단 기술벨트를 형성하고, 청주-증평-충주를 잇는 첨단산업축을 선도할 것이라는 기대를 모았다. 이러한 오창읍의 인구이동을 살펴보면 다음과 같다.

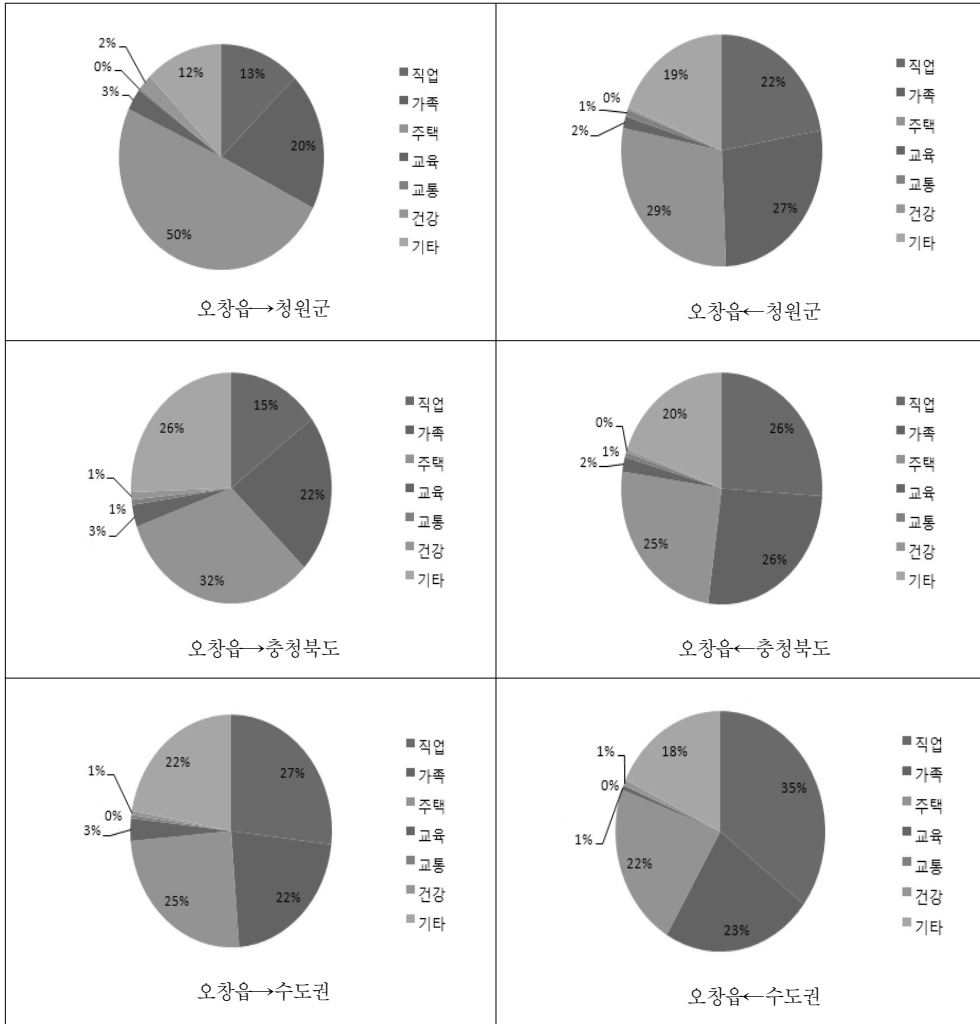


[그림 3] 오창읍의 인구이동 건수(2001, 2005, 2009)

오창읍의 주변지역인 청원군, 오창읍을 소재하고 있는 충청북도, 수도권과의 인구이동을 살펴보았다. 오창읍에서 청원군으로 이동한 건수는 2001년 56건, 2005년 58건, 2009년 31건에 달하며, 비교적 적은수의 이동이 있었다. 반대로 청원군에서 오창읍으로 이동한 건수는 2001년 57건, 2005년 47건, 2009년 302건으로 나타났다. 특히, 2009년에 상대적으로 많은 수의 인구이동이 있었는데, 오창 제2산업단지의 조성 예정으로 인해 인구이동이 증가하였을 것으로 추정된다. 또한, 충청북도와 오창읍의 인구이동이 활발히 나타났다. 특히 충청북도에서 오창읍으로 인구이동을 살펴보면 2001년 494건, 2005년 902건, 2009년 2,261건

으로 나타났다. 각 년도 대비 2배 이상씩의 인구가 충청북도에서 오창읍으로 이동하였다. 수도권에서 오창읍으로 인구이동은 2009년에 집중적으로 이동하였음을 알 수 있다. 이러한 오창읍의 인구유출과 유입의 사유를 살펴보면 다음과 같다¹⁾.

〈표 2〉 오창읍의 인구이동 사유(2009)

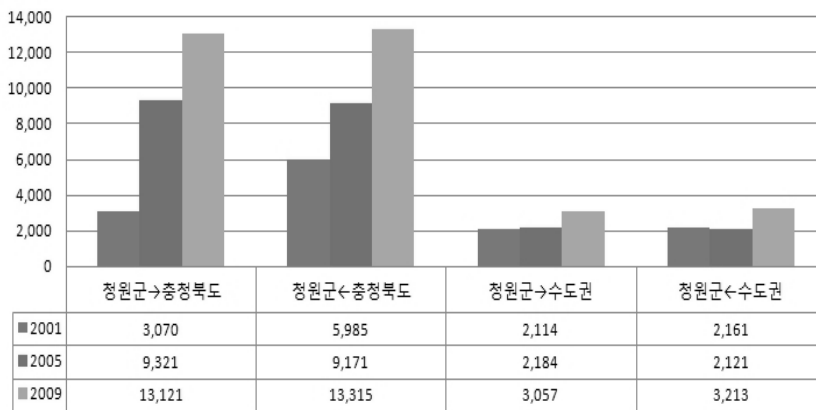


오창읍에서 청원군으로 인구이동시 주택이 50%를 차지하며 가장 많은 인구이동의 동인

1) 통계청 인구이동 자료 서비스(MDSS, Micro-data service system)의 자료 중 2001년의 인구이동 사유는 미 기재 되어 있으며, 2009년의 인구이동 사유만 살펴보고자 한다.

으로 나타났으며, 이어서 20%를 차지한 가족이 인구이동의 사유로 나타났다. 청원군에서 오창읍으로 이동한 사유 또한, 주택이 29%로 가장 많이 나타났다. 충청북도와 오창읍의 인구이동의 사유도 청원군과 마찬가지로 주택이 가장 많았다. 특히 오창읍과 수도권인 인구이동 사유를 살펴보면, 청원군과 충청북도와는 다르게 직업이 인구이동의 가장 중요한 사유로 나타났고, 이어서 주택, 가족 순으로 나타났다.

다음으로 오창읍이 속해있는 청원군의 인구이동 특성을 살펴보고자 한다.

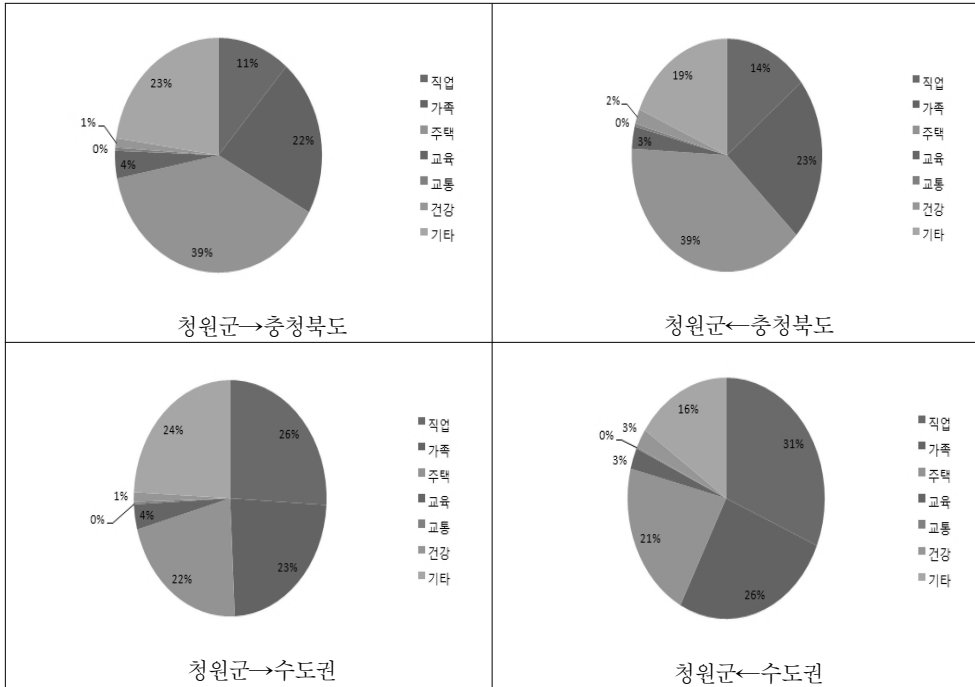


[그림 4] 청원군의 인구이동 건수(2001, 2005, 2009)

[그림 4]에서 보는 바와 같이 청원군의 소재지에 해당하는 충청북도의 인구이동과 청원군과 수도권의 인구이동을 살펴보고자 한다. 먼저 충청북도와 청원군의 인구이동을 살펴보면 청원군에서 충청북도로 이동하는 경우와 충청북도에서 청원군으로 이동하는 경우 모두, 증가추세로 나타났다. 이동건수를 살펴보면 청원군에서 충청북도로 이동은 2001년 3,070건, 2005년 9,321건, 2009년 13,121건이며, 충청북도에서 청원군으로 이동은 2001년 5,985건, 2005년 9,171건, 2009년 13,315건 이었다. 청원군 지역측면에서 보면 충청북도로 유출인구보다 유입인구가 높게 나타났다.

청원군에서 수도권으로 인구이동은 2001년 2,114건, 2005년 2,184건, 2009년 3,057건으로 증가하였으며, 청원군에서 수도권으로 인구이동 또한 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 인구이동의 사유를 살펴보면 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 청원군의 인구이동 사유(2009)



Ⅲ. 프로토타입 모형 개발을 위한 모의실험

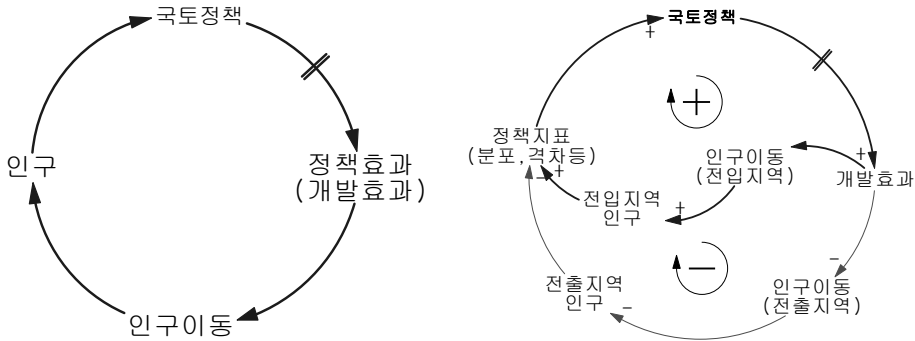
1. 인구이동 동태성 분석을 위한 인과순환적 피드백 구조 구성

인구이동의 변화는 국토정책을 바꾼다. 전입과 전출에 따른 인구이동의 변화는 지역의 산업 구조와 인구구조에 영향을 미치며, 신규 사업의 발생에 따른 사회경제 기반시설의 확보 여부와 지역간 사회경제 매력도의 격차는 인구의 유입·유출의 변화를 초래한다. 여기서는 특정 지역으로의 인구이동에 영향을 미치는 사회경제적 변수들과 인구이동 사이에 존재하는 인과순환적 상호작용을 분석하고, 지역간 인구이동 시뮬레이션을 수행하기 위한 인과지도를 작성한다.

1) 기본 구조

인구 변화에 따른 국토정책은 시간이 경과함에 따라 정책개발 효과를 창출함으로써 인

구이동을 유발한다. [그림 5]는 인구이동과 국토정책의 일반적인 관계를 보여준다. 인구이동을 유발시키는 개발효과는 인구가 다른 지역으로 전출하거나 다른 지역으로부터 지역 내로 전입할 경우 발생하는 인구분포 및 격차에 영향을 미치게 됨으로써 지역 정책 지표의 결정적인 요인으로 작용한다. 기반인구를 확보한 지역은 사회경제 기반시설을 공급함으로써 지역 내 매력도의 증가에 따른 인구를 유입하고, 상대적으로 인구유출을 방지한다.

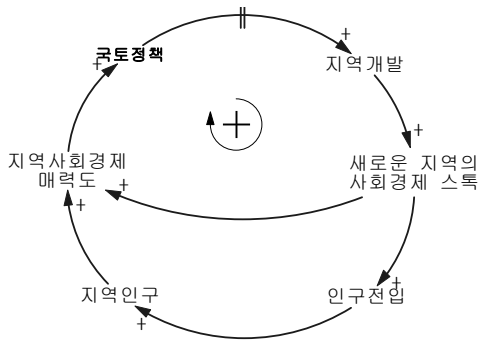


[그림 5] 인구이동과 국토정책의 기본적인 인과구조

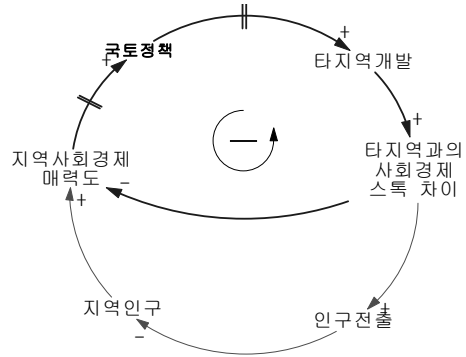
2) 국토정책과 지역별 인구이동의 피드백 구조

인구이동의 변화는 충북권으로부터 유입되는 인구와 수도권, 기타권으로부터 유입되는 인구가 구성된다. 여러 권역으로부터 이동한 인구는 새로운 지역의 사회경제 스톡에 따른 주거와 고용의 변화, 사회문화 기반시설 공급수준 요인으로부터 영향을 받는다. [그림 6]은 전입 지역에 해당하는 새로운 사회문화 기반시설 요인에 따른 변화 구조를 보여준다. 오창의 경우에는 1·2차 산단 개발계획에 따른 기업 유치계획을 통해 신규 사업체가 입주하며, 신규 사업체가 증가함에 따라 기반산업의 고용이 유발된다. 고용유발은 인구를 유입하며, 인구유입을 통한 지역인구 증가가 발생한다. 이러한 지역인구의 증가는 지역의 사회경제 매력도를 상승시킴으로써 새로운 국토정책에 영향을 미친다.

[그림 7]은 전출 지역에 해당하는 구조이다. 인구가 유출되는 지역은 타지역과의 사회경제 스톡의 차이로 인하여 지역 사회경제의 매력도가 감소하는 경향을 보인다. 이러한 현상은 국토정책 추진의 지연을 가져온다.



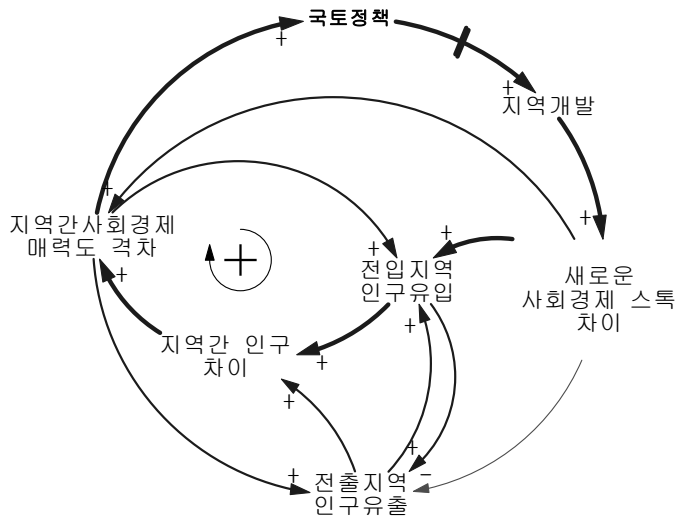
[그림 6] 전입 지역 인과구조



[그림 7] 전출 지역 인과구조

3) 국토정책과 지역 간 인구이동의 피드백 구조 종합

오창의 1·2차 산단 개발계획은 계획인구에 따른 신규 주택건설을 유발한다. 신규 주택 건설로 인하여 산단의 지역 주택수가 증가하며, 주택부문 인구가 유발된다. 또한, 인구 증가에 따른 사회문화 기반시설 공급은 인구를 이동시키며, 이러한 인구이동의 변화는 지역 간 인구 차이를 발생시킴으로써 지역 간 사회경제 매력도에 영향을 미친다. 지역 간 사회경제 매력도의 격차는 인구이동에 따른 인구의 변화를 가져옴으로써 국토정책과 밀접한 관계가 있다.



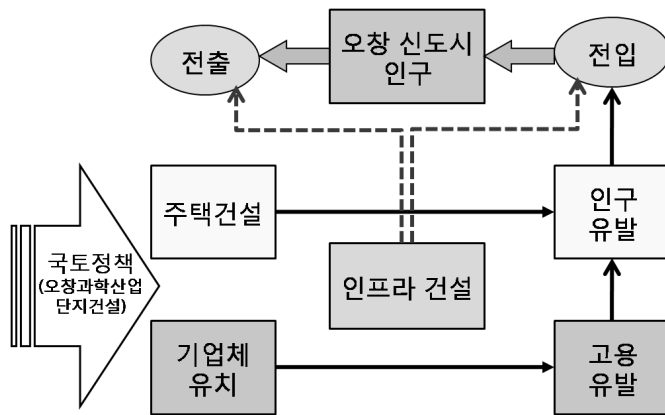
[그림 8] 인구이동과 국토정책 인과지도 종합

2. 인구이동 동태모형의 시스템 흐름도(Flow Diagram) 작성 및 시뮬레이션 분석

1) 지역 간 인구이동 Stock/ Flow Diagram의 기본구도

Stock/Flow Diagram은 시스템다이나믹스 시뮬레이션 모형의 구조로서 저장변수(Stock)와 저장변수의 증감을 가져오는 유량변수(Flow)로 구성된다. 저장변수는 시스템의 행태를 나타내는 변수로서 스스로 변화할 수 없고 유량변수의 변화에 따라 변화가 일어난다. 국토정책으로 인해 특정지역의 인구가 증가 하거나 또는 다른 지역의 인구가 감소한다는 것은 인구라는 Stock이 변한 것이 아니라 바로 유량변수인 전입(inflow)과 전출(outflow)이 변한 결과이다.

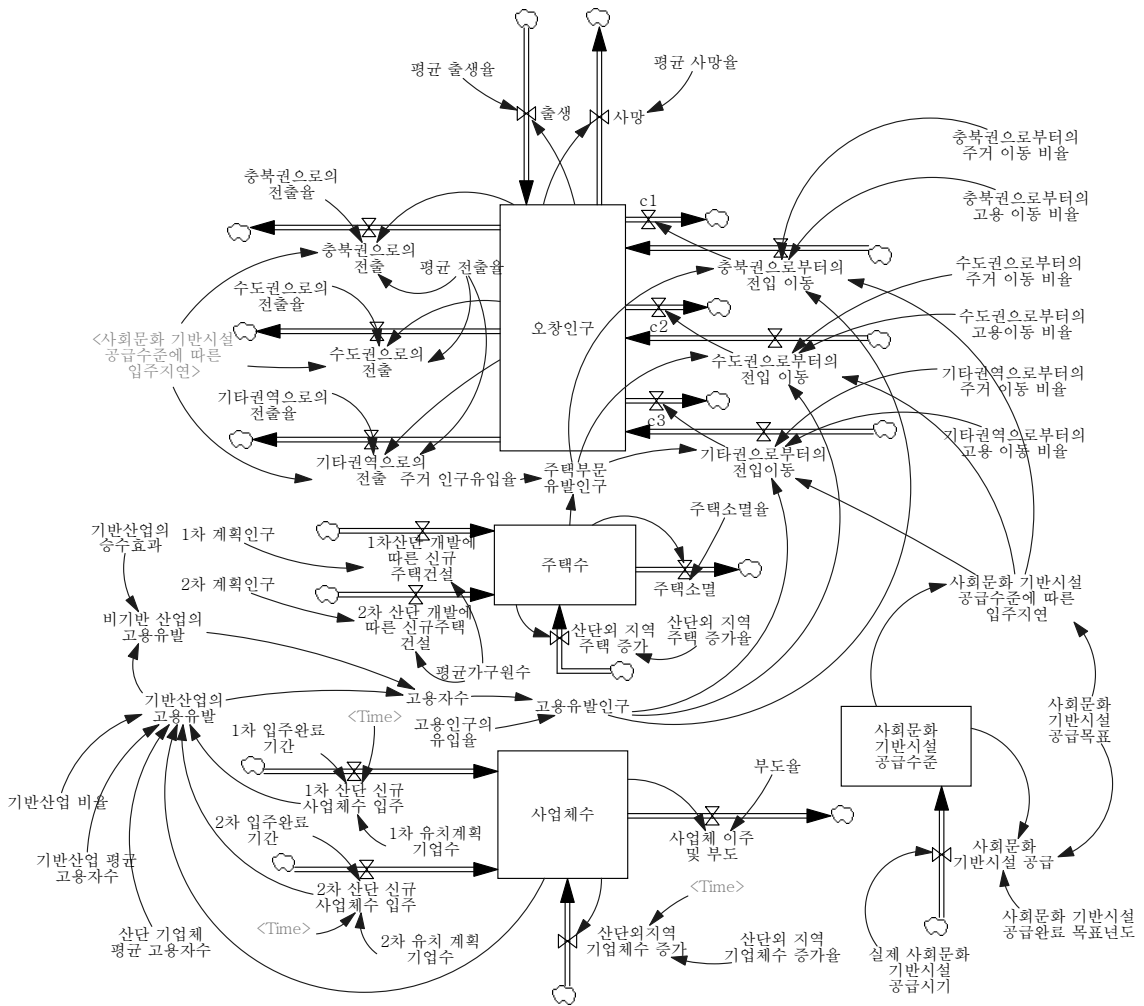
본 연구의 사례지역인 오창과학산업단지 건설을 예로 설명하면 [그림 9]에서 보는 바와 같다. 오창과학산업단지 건설은 주거단지 건설과 산업단지의 분양 및 기업체 유치를 가져오고 이는 고용 및 인구유발을 초래하여 인구전입으로 나타날 것이다. 그러나 주택건설과 산업용지 분양에도 불구하고 사회경제인프라의 공급이 지연될 경우에는 인구전입을 지연시키는 것은 물론이고 지역 외로의 인구전출을 촉진하는 결과를 초래하게 될 것이다.



[그림 9] 지역간 인구이동 시뮬레이션의 기본구도

[그림 10]은 오창신도시 개발에 따른 지역간 인구이동 시뮬레이션을 위한 Stock/Flow Diagram으로서 이 모형에는 네 개의 저장변수(오창인구, 주택수, 사업체수, 사회문화 기반 시설의 공급수준)와 16개의 변화율변수(3개의 편의적인 수치 조절변수 C1, C2, C3), 그리고 50여 개의 보조변수들로 구성되었다.²⁾

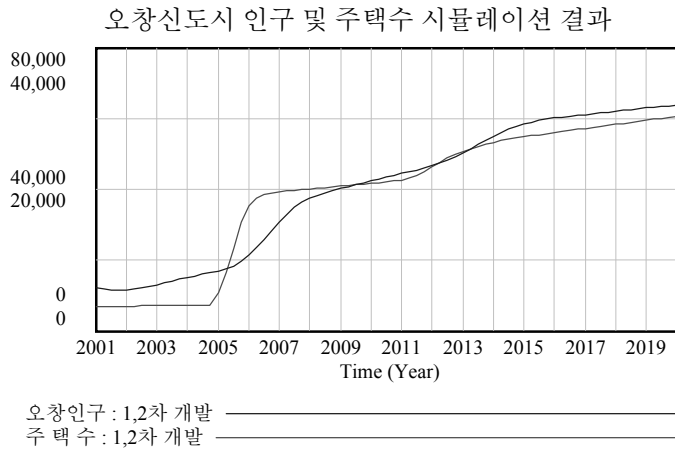
2) 이 모형은 관련 통계자료의 지역단위 등의 문제로 인해 오창과학산업단지를 포함한 오창읍 전체를 지역의 단위로 설정하였다.



[그림 10] 오창신도시 개발에 따른 지역간 인구이동 시뮬레이션을 위한 Stock/ Flow Diagram

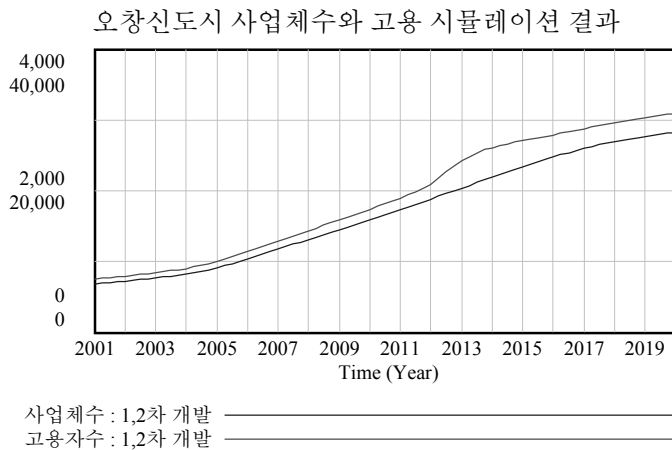
2) 정책시행에 따른 인구이동 동태모형의 행태(model behavior)

앞에서 구축한 오창과학산업단지의 개발에 따른 지역간 인구이동 시뮬레이션을 위한 Stock/Flow 다이어그램 및 그 모형방정식을 실행한 결과는 다음의 그림에서 보는 바와 같다. 본 연구에서 개발한 시뮬레이션 모형은 실제로 오창과학산업단지 개발의 계획내용과 현재까지의 발전과정이나 장래의 계획까지 반영하였다. 즉, 개발과정에서 나타난 사회경제 기반시설의 공급 지연과 이로 인한 입주지연 등의 발전과정을 모형에 반영하였고, 1차과학 산업단지 개발과 2차산업단지 개발을 모두 포함한 2020년까지를 포괄하였다. 이러한 결과는 기본적으로 오창과학산업단지 건설이라는 국토정책이 지역간 인구이동에 미친 기본적인 행태의 일단을 보여주고 있다.



[그림 11] 인구 및 주택수 시뮬레이션 결과

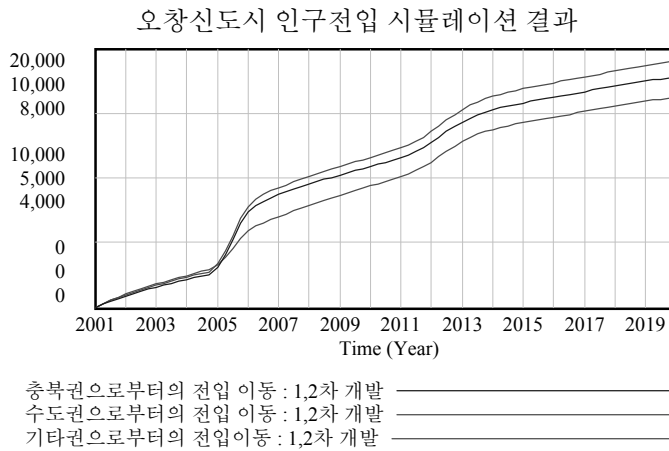
[그림 11]의 시뮬레이션 결과에 따르면 1, 2차 오창과학산업단지 건설로 인해 오창신도시(오창읍)의 인구는 2009년 기준 현재의 4만여 명에서 2020년에는 6만5천여 명으로 증가하리라고 기대되며, 주택수는 3만여 호수로 증가하리라고 예측되었다. 인구증가와 주택수의 변화에는 1차 및 2차 개발에 의한 일시적 증가행태(Step)가 나타나고 있음을 볼 수 있다. 인구이동의 시스템 행태 측면에서는 1차 개발에서 주택건설이 먼저 이루어졌으나 인구전입에 지연이 발생하여 주택수의 증가와 인구증가가 일치하지 않는 결과를 보여주고 있다. 이는 사회경제인프라 공급수준의 지연에 영향을 받은 결과임을 알 수 있다.



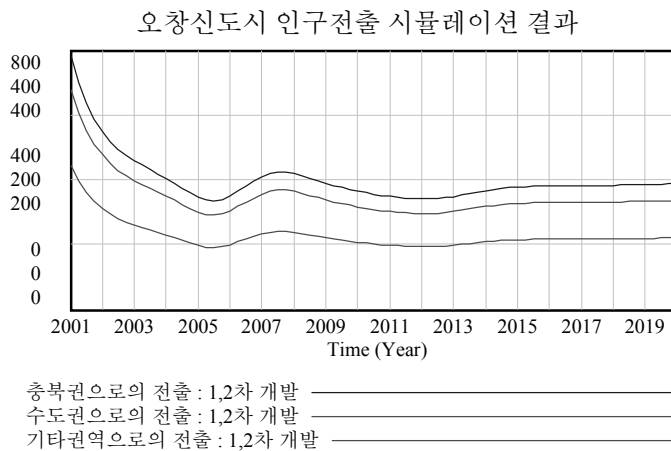
[그림 12] 사업체수와 고용 시뮬레이션 결과

사업체수와 고용의 시뮬레이션 결과에서는 오창신도시의 기업체수는 2020년에 2,800여 개로 증가하고 고용은 3만여 명 이상으로 증가하는 것으로 예측되었다. 오창과학산업단지의 개발은 산업단지 개발의 특성상 기업체수보다는 고용자수의 증가에 더 큰 영향을 미친 것으로 나타났다.

한편 인구이동을 의미하는 인구전입과 전출은 [그림 13]과 [그림 14]에서 보는 바와 같이 오창과학산업단지의 1, 2차 단계 개발과정에 따라 그 변화가 반영되어 나타나는 행태를 보여주고 있다. 전입 규모는 충북권, 수도권, 비수도권의 순으로 나타난 반면, 전출 규모는 충북권, 비수도권, 수도권의 차례이다.

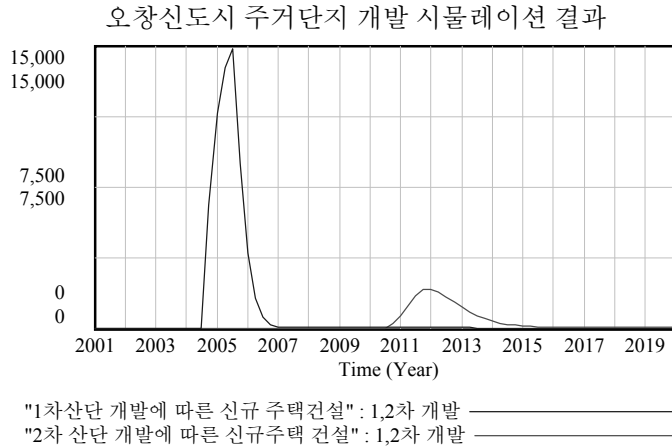


[그림 13] 지역별 전입인구의 시뮬레이션 결과

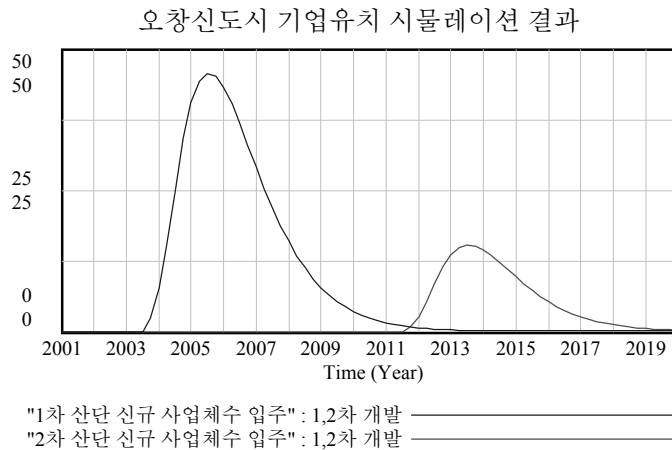


[그림 14] 지역별 인구전출의 시뮬레이션 결과

한편, 오창과학산업단지의 1, 2차 개발에 따른 주거단지의 주택수와 기업체수 입주의 변화 행태는 아래의 그림에서 보는 바와 같다.



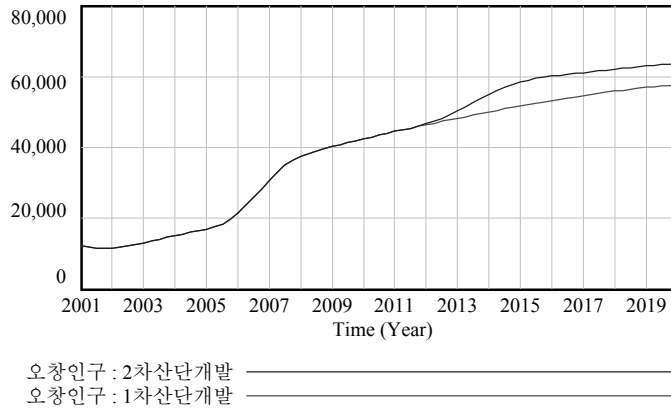
[그림 15] 1, 2차 주거단지 개발에 따른 주택수 시뮬레이션 결과



[그림 16] 1, 2차 산업단지 개발에 따른 기업체수 시뮬레이션 결과

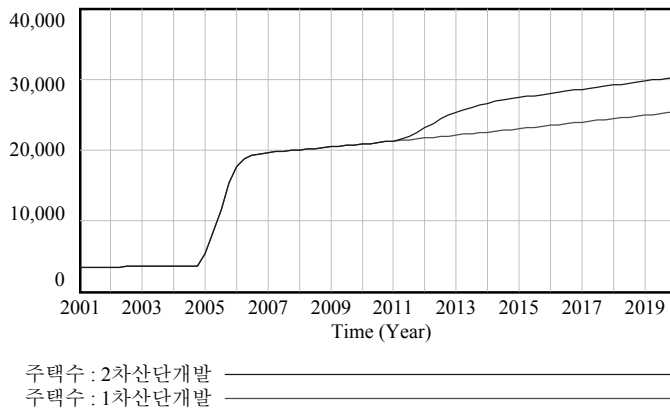
3) 개발 시나리오 분석(sensitivity analysis)

본 연구에서 개발한 지역간 인구이동 시뮬레이션 모형에 대한 시나리오 분석은 오창과학산업단지의 1차 개발과 2차 개발에 따른 시스템의 행태를 살펴보는 데 유용하며, 모형의 타당성을 평가하는데도 유용한 근거가 된다.



[그림 17] 1, 2차 개발에 따른 인구변화의 시나리오 분석 결과

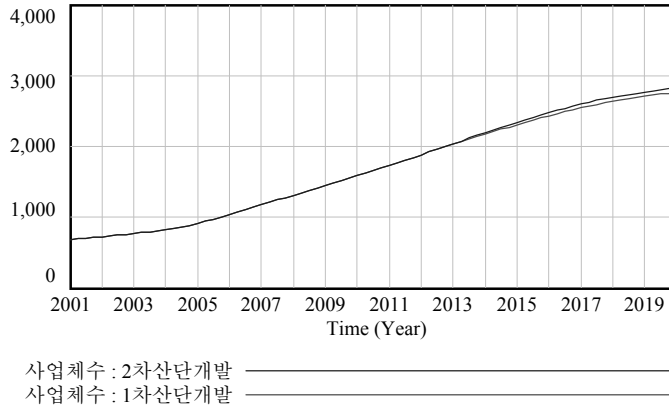
시나리오 분석결과 1, 2차 개발에 따른 인구변화의 범위는 과대나 과소치가 나타나지 않고 타당성이 있는 범위 내에 있는 것으로 판단되며, 2차 개발을 하는 경우의 인구증가는 1만여 명 가까이 되는 것으로 판단된다. 이러한 시나리오 분석결과는 1, 2차 개발에 따른 주택수의 변화에서도 유사하게 나타나 모형의 시뮬레이션 결과가 타당성이 있는 것으로 판단되며, 2차 개발을 하는 경우의 주택수 증가는 5,000여 호에 이르는 것으로 나타났다.



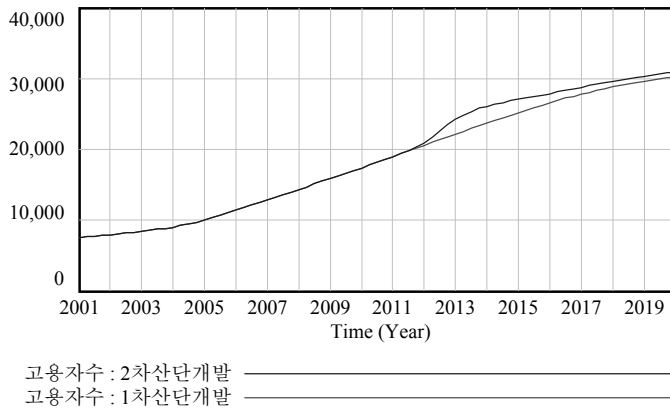
[그림 18] 1, 2차 개발에 따른 주택수변화의 시나리오 분석 결과

[그림 19]와 [그림 20]에서 보는 바와 같이 사업체수와 고용자수 변화에 대한 시나리오 분석의 결과도 타당한 범위에 있는 것으로 판단되며, 2차 개발의 경우는 1차 개발의 경우 보다 그 영향이 크지 않은 것으로 분석되었다. 전반적으로 본 연구에서 개발한 시뮬레이션

모형은 시나리오 분석결과를 볼 때 타당성이 있는 것으로 평가된다.



[그림 19] 1, 2차 개발에 따른 사업체수 변화의 시나리오 분석 결과



[그림 20] 1, 2차 개발에 따른 고용자수 변화의 시나리오 분석 결과

IV. 결론 : 프로토타입 모형 개발과 시사점

이 연구에서는 시스템다이내믹스 기법을 활용하여 국토정책이 지역 간 인구이동에 어떠한 영향을 미치는가를 시뮬레이션하기 위하여 이론적 검토를 바탕으로 프로토타입 모형을 개발하였다. 이에 따르면, 국토정책은 지역 간 인구이동에 직접적인 영향을 미치며, 지역 간 인구이동을 초래하는 시스템의 피드백 구조로 인해 특정지역 간의 인구이동과 특정지역

의 인구변화에는 역동적인 변화가 나타날 수 있음을 보여주었다. 이는 국토정책이 지역간 인구이동에 미치는 영향이 지역에 따라 긍정적일 수도 있고, 부정적일 수도 있는 매우 상반된 결과를 초래할 수 있다는 점을 보여준다. 즉, 지역에 따라서는 전입, 전출이 교차해서 나타날 수도 있다. 한편 이 연구에서 개발한 모형의 시뮬레이션 결과는 기존 통계 자료의 실제 값과 비교해 보았을 때 모형의 타당성이 있다고 볼 수 있으며, 모형을 통해 국토정책이 시행된 사례 지역인 오창신도시를 중심으로 한 지역 간 인구이동의 결과를 예측하여 그 행태를 검토할 수 있었다. 한편 본 모형은 청원군 내의 오창국가산업단지 개발을 국토정책으로 보았으며, 청원군 전체를 중심으로 시뮬레이션을 할 경우에는 오송 생명과학단지 등의 개발효과가 혼재될 수 있기 때문에 인구이동의 경우에는 오창지역(청원군 오창읍)을 중심으로 관찰·모델링하였다.

이 연구의 인구이동 프로토타입 모형 개발 결과는 SD기법을 이용한 인구이동 모형의 사례 조사, 인구이동 동태모형 개념설계, 인구이동 동태모형의 인과지도 작성, 인구동태 모형의 Stock/Flow Diagram 작성, 시뮬레이션 모형의 행태분석 및 시사점에서 유용한 결과를 도출할 수 있었다. 그러나 이 연구에서 개발한 국토정책과 지역간 인구이동의 시뮬레이션 모형은 프로토타입에 불과하며, 보다 정교한 모형의 개발과 전국 단위를 포괄하는 모형 확장을 위해서는 추후 심도 있는 연구가 요구된다. 이와 관련하여, 첫째, 국토정책이 지역 간 인구이동에 미치는 정교한 시뮬레이션 모형을 구축하기 위해서는 무엇보다 먼저 다양한 측면에서 지역간 상호작용의 세부적인 특성을 규명해야 한다. 둘째, 다양한 통계자료의 수집과 분석이 필요하며, 모형에 사용할 변수의 내역을 확대시켜야 한다. 셋째, 전국 단위의 인구이동 모형으로 확장하기 위해서는 관련 데이터베이스와 연동될 수 있는 시뮬레이션 모형의 구축이 급선무이다.

* 이 연구와 관련한 아이디어를 제공하여 주신 국토연구원의 김영표 박사님과 임은선 박사님 및 팀원들께 감사드린다.

【참고문헌】

- 구동희. (2007). “부산권 인구이동의 공간적 패턴에 관한 연구”. 『대한지리학회지』 제42권 6호: 930-939.
- 김시백. (2008). “주택 공급과 제조업 이전이 인구이동에 미치는 영향: 연산일반균형모형을 이용하여”. 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사학위논문.
- 문태훈. (2002). “도시동태모형을 이용한 도시성장관리정책의 평가”. 『한국시스템다이내믹스 연구』 제3권 1호: 62-77.
- 이은진. (2008). “지역효용과 지역 내 인구이동에 관한 연구: 경기도를 중심으로”. 한양대학교 도시대학원 석사학위논문.
- 이희연. (2003). 『인구학: 인구의 지리학적 이해』. 서울: 범문사.
- 이희연. (2008). 『인구이동 확장모형 개발 및 실증분석』. 국토연구원.
- 임범중 · 한상민 · 윤병국. (2004). “충북 시군별 경제기반모형과 관광산업 특화도 분석”. 『관광연구저널』 제18권 2호: 265-282.
- 임정빈 · 장우영. (2009). 『도농통합의 정치경제: 청주시, 청원군 통합 실패 사례를 중심으로』. 인류사회재건연구원.
- 정성호. (2008). “강원도의 인구이동 유형과 특성”. 『한국인구학』 제31호 2권: 133-155.
- 진동호. (2007). “첨단기술산업 집적지역의 형성과 지역혁신체계에 관한 연구: 충북 오창과학 단지를 사례로”. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 최남희 외. (2000). “지역환경 시스템과 지역경제 시스템 간의 동태적 상호작용과 정책실험에 관한 연구”. 『국토계획』 제35권 6호: 215-233.
- 최은영. (2005). “경상권과 수도권 의 도시 간 인구이동 특성”. 『지리교육논집』 제49권: 355-367.
- 최진호. (2008). “한국 지역 간 인구이동의 선별성과 이동이유: 수도권을 중심으로”. 『한국인구학』 제31권 3호: 159-178.
- 청원군. (2001-2009). 『청원군 통계연보』. 청원군청.
- 청원군. (2008). 『2025 청원군 기본계획』. 청원군청.
- 홍성호 · 이명범 · 이만형. (2009). “충청권 시군구 지역 간 네트워크의 동태성 분석”. 『한국비교정부학보』. 제13권 1호: 157-176.
- 홍성호. (2010). “사회 네트워크 분석(SNA) 기법에 근거한 지식 네트워크 구조와 창발형태 분석: 충청권 지역전략산업을 대상으로”. 충북대학교 도시공학과 박사학위논문.

- Alfeld, L. E., Graham, A. K. (1976). *Introduction to Urban Dynamics*. Cambridge: Productivity.
- Castells, Manuel. (2000). *The Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell.
- Cyram. (2008). *NetMiner Help*. Seoul: Cyram.
- Martkijn Eskinasi, Etienne Rouwette, & Jac Vennix. (2009). "Simulating urban transformation in Haaglanden, the Netherlands". *System Dynamics Review*, Vol. 25, No. 1: 182-206.
- Kamada, T., & Kawai, S. (1989). "An Algorithm for Drawing General Undirected Graphs". *Information Processing Letters*, Vol. 31, No. 1: 7-15.
- Kilduff, M., & Tsai, W. (2003). *Social Networks and Organizations*. London: Sage.
- Mayerthaler, Anna, Reinhard Haller, & Günter Emberger. (2009). A Land-Use/Transport Interaction Model for Austria, A Paper Presented at the 27th International Conference of System Dynamics Society, Albuquerque, USA, July 26-July 30, 2009.
- Pfaffenbichler, Paul, Günter Emberger, & Simon Shepherd. (2010). "A System Dynamics Approach to Land Use Transport Interaction Modelling: The Strategic Model MARS and Its Application". *System Dynamics Review*, Vol. 26, No. 3: 262-282.
- Shakiba, Jamshid Parvizian, Khademolqorani Mohammad, & H. Askari Tabatabaei. (2009). System Dynamics Modeling of Emigration and Brain Drain: The Case of Iran. A Paper Presented at the 27th International Conference of System Dynamics Society, Albuquerque, USA, July 26-July 30, 2009.

【부록】 지역 간 인구이동 시뮬레이션 모형의 방정식

- (01) 고용유발인구 = 고용자수 × 고용인구의 유입율
- (02) 고용인구의 유입율 = 0.5
- (03) 고용자수 = 기반산업의 고용유발 + 비기반 산업의 고용유발
- (04) 기반산업 비율 = 0.25
- (05) 기반산업 평균 고용자수 = 25
- (06) 기반산업의 고용유발 = (사업체수 × 기반산업 비율 × 기반산업 평균 고용자수) + (“1차 산단 신규 사업체수 입주” + “2차 산단 신규 사업체수 입주” × 산단 기업체 평균 고용자수)
- (07) 기반산업의 승수효과 = 0.75
- (08) 기타권역으로부터의 고용 이동 비율 = 0.2
- (09) 기타권역으로부터의 주거 이동 비율 = 0.25
- (10) 기타권역으로의 전출 = (오창인구 × 평균 전출률) × (기타권역으로의 전출률) × (0.1 + 사회문화 기반시설 공급 수준에 따른 입주지연)
- (11) 기타권역으로의 전출율 = 0.26
- (12) 기타권역으로부터의 전입이동 = ((고용유발인구 × 기타권역으로부터의 고용 이동 비율) + (주택부문 유발인구 × 기타권역으로부터의 주거 이동 비율)) × (1 - 사회문화 기반시설 공급 수준에 따른 입주지연)
- (13) 부도율 = 0.01
- (14) 비기반 산업의 고용유발 = 기반산업의 고용유발 × 기반산업의 승수효과
- (15) 사망 = 오창인구 × 평균 사망률
- (16) 사업체 이주 및 부도 = 사업체수 × 부도율
- (17) 사업체수 = INTEG (+ “1차 산단 신규 사업체수 입주” + “2차 산단 신규 사업체수 입주” + 산단외지역 기업체수 증가 - 사업체 이주 및 부도, 678)
- (18) 사회문화 기반시설 공급 = (사회문화 기반시설 공급목표 - 사회문화 기반시설 공급수준) / (실제 사회문화 기반시설 공급시기 - 사회문화 기반시설 공급완료 목표연도)
- (19) 사회문화 기반시설 공급목표 = 100
- (20) 사회문화 기반시설 공급수준 = INTEG (사회문화 기반시설 공급, 0)
- (21) 사회문화 기반시설 공급수준에 따른 입주지연 = (사회문화 기반시설 공급목표 - 사회문화 기반시설 공급수준) / 사회문화 기반시설 공급목표
- (22) 사회문화 기반시설 공급완료 목표연도 = 2005
- (23) 산단 기업체 평균 고용자수 = 85

- (24) 산단의 지역 기업체수 증가율 $([(2001,0)-(2020,0.2)],(2000.4,0.0552632),(2001.87,0.0649123),$
 $(2002.8,0.0763158),(2003.93,0.0850877),(2004.53,0.0885965),(2004.93,0.0929825),(2005.73,0.$
 $0991228),(2006.13,0.100877),(2007.13,0.104386),(2008.27,0.103509),(2009.47,0.100877),(2011$
 $.13,0.0938597),(2012.87,0.0824561),(2014.27,0.072807),(2015.73,0.0605263),(2017.33,0.04736$
 $84),(2019,0.0315789),(2020,0.0210526),(2020.07,0.0236842))$
- (25) 산단의 지역 주택 증가 = 주택수 \times 산단의 지역 주택 증가율
- (26) 산단의 지역 주택 증가율 = 0.02
- (27) 산단외지역 기업체수 증가 = (사업체수) \times 산단외 지역 기업체수 증가율(Time)
- (28) 수도권으로부터의 고용이동 비율 = 0.35
- (29) 수도권으로부터의 주거 이동 비율 = 0.15
- (30) 수도권으로부터의 전입 이동 = ((고용유발인구 \times 수도권으로부터의 고용이동 비율) + (주택
 부분 유발인구 \times 수도권으로부터의 주거 이동 비율)) \times (1 - 사회문화 기반시설 공급수준
 에 따른 입주지연)
- (31) 수도권으로의 전출 = (오창인구 \times 평균 전출률) \times (수도권으로의 전출률) \times (0.1 + 사회문화
 기반시설 공급수준에 따른 입주지연)
- (32) 수도권으로의 전출률 = 0.17
- (33) 실제 사회문화 기반시설 공급시기 = 2008
- (34) 오창인구 = INTEG ((+ 기타권으로부터의 전입이동 + 수도권으로부터의 전입 이동 + 충북
 권으로부터의 전입이동 + 출생 - 기타권역으로의 전출 - 사망 - 수도권으로의 전출 - 충북
 권으로의 전출) - (c1 + c2 + c3), 11849)
- (35) “1차 계획인구” = 54000
- (36) “1차 산단 신규 사업체수 입주” = DELAY3(IF THEN ELSE(Time <= 2009, “1차 유치계
 획 기업수” \times PULSE(2003, 1), 0), “1차 입주완료 기간”)
- (37) “1차 유치계획 기업수” = 150
- (38) “1차 입주완료 기간” = 3
- (39) “1차 산단 개발에 따른 신규 주택건설” = DELAY3((“1차 계획인구” / 평균가구원수) \times
 PULSE(2004, 1), 1)
- (40) “2차 계획인구” = 15000
- (41) “2차 산단 개발에 따른 신규주택 건설” = DELAY3((“2차 계획인구” / 평균가구원수) \times
 PULSE(2010, 1), 2)
- (42) “2차 산단 신규 사업체수 입주” = DELAY3(IF THEN ELSE(Time >= 2010, “2차 유치 계
 획 기업수” \times PULSE(2011, 1), 0), “2차 입주완료 기간”)
- (43) “2차 유치 계획 기업수” = 50

- (44) “2차 입주완료 기간” = 3
- (45) 중복권으로부터의 고용 이동 비율 = 0.45
- (46) 중복권으로부터의 주거 이동 비율 = 0.6
- (47) 중복권으로부터의 전입 이동 = ((고용유발인구 × 중복권으로부터의 고용 이동 비율) + (주택부문 유발인구 × 중복권으로부터의 주거 이동 비율)) × (1 - 사회문화 기반시설 공급수준에 따른 입주지연)
- (48) 중복권으로의 전출 = (오창인구 × 평균 전출률) × (중복권으로의 전출률) × (0.1 + 사회문화 기반시설 공급수준에 따른 입주지연)
- (49) 중복권으로의 전출률 = 0.6
- (50) 출생 = 오창인구 × 평균 출생률
- (51) 주거 인구유입률 = 0.6
- (52) 평균 사망률 = 0.01
- (53) 평균 출생률 = 0.009
- (54) 평균 전출률 = 0.1
- (55) 평균가구원수 = 3.5
- (56) 주택부문 유발인구 = 주택수 × 주거 인구유입률
- (57) 주택수 = INTEG (+ 산단의 지역 주택 증가 + “1차 산단 개발에 따른 신규 주택건설” + “2차 산단 개발에 따른 신규주택 건설” - 주택소멸, 3300)
- (58) 주택소멸 = 주택수 × 주택소멸률
- (59) 주택소멸률 = 0.0001
- (60) c1 = DELAY FIXED(중복권으로부터의 전입 이동, 2, 1)
- (61) c2 = DELAY FIXED(수도권으로부터의 전입 이동, 2, 1)
- (62) c3 = DELAY FIXED(기타권으로부터의 전입이동, 2, 1)
- (63) FINAL TIME = 2020
- (64) INITIAL TIME = 2001
- (65) SAVEPER = TIME STEP
- (66) TIME STEP = 0.25