



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

2010年 8月
碩士學位論文

인구지표의 영향요인과 편차검증에
관한 연구

朝鮮大學校 大學院

土 木 工 學 科

尹 峻 鉉

인구지표의 영향요인과 편차검증에
관한 연구

A Study on the Influence Factor of Population Index
and Deviation Verification

2010年 8月 25日

朝鮮大學校 大學院

土 木 工 學 科

尹 峻 鉉

인구지표의 영향요인과 편차검증에
관한 연구

指導教授 朴 吉 鉉

이 論文을 工學碩士學位 論文으로 提出함.

2010年 4月 日

朝鮮大學校 大學院

土 木 工 學 科

尹 峻 鉉

尹峻鉉의 碩士學位 論文을 認准함.

委員長 朝鮮大學校 教授 _____ (印)

委 員 朝鮮大學校 教授 _____ (印)

委 員 朝鮮大學校 教授 _____ (印)

2010年 5月 日

朝鮮大學校 大學院

목 차

TABLE LIST	iii
ABSTRACT	vi
제1장 서론	1
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 범위 및 방법	3
제2장 인가지표 설정 이론	5
2.1 인가지표의 개념과 추계방법	5
2.1.1 인가지표의 개념	5
2.1.2 인구 예측 방법	8
2.2 인구추정의 적합도와 정확도	20
2.2.1 산포도방법	21
2.2.2 투입평가기준	22
2.2.3 결과평가기준	22
2.3 다변량 분석	24
2.3.1 상관분석	24
2.3.2 다중회귀분석	24
제3장 도시특성과 장래인구	26
3.1 도시특성 변수	26
3.1.1 행정구역	26

3.1.2 도시인구	26
3.1.3 토지이용	28
3.2 장래인구 추계	30
3.2.1 면적 및 인구	30
3.2.2 계획인구 결정	32
3.3 도시특성 변수간의 상관관계	33
3.3.1 광주광역시의 상관관계	34
3.3.2 동구의 상관관계	35
3.3.3 서구의 상관관계	35
3.3.4 남구의 상관관계	36
3.3.5 북구의 상관관계	37
3.3.6 광산구의 상관관계	38
제4장 인구지표 분석 및 고찰	39
4.1 다중회귀분석	39
4.1.1 광주광역시의 다중회귀분석	39
4.1.2 동구의 다중회귀분석	41
4.1.3 서구의 다중회귀분석	42
4.1.4 남구의 다중회귀분석	44
4.1.5 북구의 다중회귀분석	46
4.1.6 광산구의 다중회귀분석	48
4.2 추정인구와 실제인구의 편차 검증	49
4.2.1 광주광역시의 인구지표 검증	49
4.2.2 동구의 인구지표 검증	51
4.2.3 서구의 인구지표 검증	53

4.2.4 남구의 인구지표 검증	55
4.2.5 북구의 인구지표 검증	57
4.2.6 광산구의 인구지표 검증	59
V. 결 론	62
참 고 문 헌	64

표 목 차

표 3.1 광주광역시 각 구의 행정구역	26
표 3.2 광주광역시 행정구역 년도별 인구추이	27
표 3.3 지목별 토지이용 현황	28
표 3.4 용도별 토지이용계획 현황	29
표 3.5 도시기본계획상 계획구역	30
표 3.6 광주광역시 인구변화 추이	31
표 3.7 광주광역시 인구변화 추이	31
표 3.8 구별 인구추이	32
표 3.9 과거추계연장에 의한 계획인구	33
표 3.10 광주광역시 상관분석	34
표 3.11 동구 상관분석	35
표 3.12 서구 상관분석	36
표 3.13 남구 상관분석	37
표 3.14 북구 상관분석	37
표 3.15 광산구 상관분석	38
표 4.1 광주광역시 회귀분석 모형	39
표 4.2 광주광역시 회귀식 계수	40
표 4.3 동구 회귀분석 모형	41
표 4.4 동구 회귀식 계수	41
표 4.5 서구 회귀분석 모형	42
표 4.6 서구 회귀식 계수	43
표 4.7 남구 회귀분석 모형	44
표 4.8 남구 회귀식 계수	45

표 4.9 북구 회귀분석 모형	46
표 4.10 북구 회귀식 계수	47
표 4.11 광산구 회귀분석 모형	48
표 4.12 북구 회귀식 계수	48
표 4.13 광주광역시 현재인구와 추정인구 비교	50
표 4.14 광주광역시 인구의 표준편차 변동계수	51
표 4.15 동구 현재인구와 추정인구 비교	52
표 4.16 동구 인구의 표준편차 변동계수	53
표 4.17 서구 현재인구와 추정인구 비교	54
표 4.18 서구 인구의 표준편차 변동계수	55
표 4.19 남구 현재인구와 추정인구 비교	56
표 4.20 남구 인구의 표준편차 변동계수	57
표 4.21 북구 현재인구와 추정인구 비교	58
표 4.22 북구 인구의 표준편차 변동계수	59
표 4.23 광산구 현재인구와 추정인구 비교	60
표 4.24 광산구 인구의 표준편차 변동계수	61

ABSTRACT

A Study on the Influence Factor of Population Index and Deviation Verification

By, Yoon, Jun-Hyun

Advisor : Prof. Park, Kil-Hyun, Ph.D.

Department of Civil Engineering,

Graduate School of Chosun University

The problem of over population in large cities and over outflow population in cities, and the difference of growth and unbalanced development between them occurred as a big social issue. Accordingly, the interests are concentrating on the basic reinforcement and functional activation of local cities.

I can assert that it is the optimum time to smooth out difference between regions, to activate local small and medium cities at this time. Because the recognition against polarization reversal on the dispersal policies then the first stage of the powerful trend of concentrative development.

The basic goal of this treatise puts on emphasize to issue the problems through looking into realities and functional roles of cities in the urban system for the past few years in korea, to find out alternative method in order to activate the strengthening of foundation and functional activity of local cities by analyzing the relevancy between functional character and growth potentiality of individual cities.

제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

계획은 미래에 대한 준비과정으로써 예상되는 미래의 문제를 제거하여 바람직한 최종적인 목표를 달성하기 위하여 다양한 전략을 필요로 하고, 미래를 예측하고 대비하는 것을 목표로 한다.

우리나라는 1962년 “도시계획법”이 제정되었고, 1981년 “도시계획법” 개정을 통하여 도시기본계획 수립 의무화가 제도화된 이후 도시별 도시기본계획이 본격적으로 수립되어 모든 물적 계획의 기본 방향을 제시해 왔다. 하지만 그간의 수립된 도시기본계획의 계획인구지표 예측과정을 살펴보면 도시성장에 따른 책임과 의무가 수반되어야 하는 정치, 경제적 지표임에도 불구하고 단순히 도시기반시설과 토지의 공급량을 결정하는 기준으로써의 역할을 수행해 왔음을 알 수 있다(지은용, 1999).

현실적으로 인구규모가 큰 도시가 행정적, 재정적으로 유리하게 되는 상황에서 각 도시들은 경쟁적으로 인구지표를 높게 설정해 왔다. 이는 과도한 주거용지 공급과 상업 및 공업용지의 과도한 확보로까지 이어지게 되어 보전해야 할 녹지공간의 잠식과 토지의 효율적인 활용이 어려워지게 되었다. 그로인하여 2003년부터 시행된 “국토의계획및이용에관한법률”에 의하여 도시기본계획의 형식과 내용을 규정하는 내용을 담은 최근의 도시기본계획수립지침에서 기존 지침과 비교하여 인구지표 설정의 큰 변화로써 “모형에 의한 추정 방식”과 자연증가분과 사회증가분의 구분에 의한 방식“을 제시하고, 적용방법 역시 구체적으로 명시하는 등 인구지표에 대한 높은 관심을 반영하고 있다.

도시기본계획은 각각의 도시들이 지향하여야 할 바람직한 미래상을 제시하고 장기적 발전방안을 제시하는 정책계획인 동시에 물리적, 공간적, 사회적, 경제적 측면에서 주민들의 생활환경의 변화를 예측, 분석하고 이에 대비하는 종합 계획이자 행정상 중요한 바탕이 되는 지표 및 도시관리방안을 제시하는 계획이

기도 하다.

도시계획에 있어서 장래 인구의 예측은 각종 계획지표의 예측 및 설정의 선행인자로서 매우 중요한 의미를 갖는다. 인구지표는 미래에 필요한 토지이용과 공공시설의 수요규모, 도시가 환경에 미치는 영향, 많은 도시개발의 속도를 결정하는 중요한 기초 자료가 된다. 타당성 있는 인구지표는 도시기본계획이 계획으로써 갖는 합리성 확보를 위한 필요조건이라 할 수 있다. 따라서 향후의 도시계획은 무엇보다도 미래 인구예측에 있어서 매우 신중을 기해야 할 것이다. 인구예측의 정확도는 그러한 계획이나 정책의 성공여부도 좌우할 수 있을 만큼 중요한 의미를 가진다고 볼 수 있다.

인구예측을 산출하는 오차 때문에 때때로 정책이나 도시계획 결정 과정에서 역할이 의문시되어 온 것도 사실이다. 특히 각 도시에 있어서 도시계획 목표 년도에 계획지표를 위한 기초 자료가 되는 과거의 도시계획에 의해 설정된 목표 년도 인구를 점검해 보면 지나치게 높은 인구를 설정하여 과다·과밀개발을 초래한 사례가 발견되기도 하는데, 이를 정성적·정량적 측면에서 풀이한다면 과다·과밀개발을 초래한 도시계획이 존재함에도 불구하고 양적으로 만이라도 지금까지 어떻게 주민이 불편하지 않는 실직적 조성이 뒤따르지 못했는가하는 역설적 비판도 가능하다.

도시지표 중에서 인구예측은 사회현상과 복잡하게 관계됨으로 인해 정확한 예측은 본질적으로 불가능하다고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 인구예측이 정책이나 계획결정과정에서 차지하는 중요성 때문에 많은 학자들은 보다 정확한 인구를 예측하기 위해서 많은 노력을 기울여 왔다. 이러한 노력은 크게 다음의 세 가지 측면으로 나누어 정리해 볼 수 있는데, 첫째, 인과관계에 근거를 두고 보다 복잡하고 세련된 모형을 개발하는 것, 둘째, 다양한 인구예측 상황에 따라 적합한 모형을 선택하는 것, 셋째, 다양한 인구 예측상황에 따라 여러 가지 방법들을 조합시키는 것이다.

현대의 도시들은 대부분 인구가동이 매우 빈번한 개방도시이고, 다양한 정책 변수에 따라 인구변화가 심해 미래인구에 대해 정확히 예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 하지만 계획과정에 있어 추정·예측하는 과정이 필요하다면 보다

과학적이고 체계적인 방법을 통하여 치밀하고 합리적인 분석결과를 도출해 실제값에 가까운 추계치를 산출하는 것이 당연하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 도시계획 사후평가 작업의 일환으로서 우리나라 도시들의 도시기본계획에서 예측기법으로 활용되고 있는 인구추정모형에 의해 예측된 예측인구가 실제인구와 과다 또는 과소 추정의 편차가 어느 정도 있는지를 살펴보고 인구추계방법측면에서 편차를 저감시킬 수 있는 방안과 한계에 대한 검증 과정을 수행하여 향후 도시기본계획 수립시 인구추계 및 예측과 관련한 개선방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 광주광역시의 동구, 서구, 남구, 북구, 광산구 5개구를 연구 대상 범위로 설정하였다.

연구에 사용된 자료는 기본적으로 인구관련 통계자료와 해당 지역의 통계연보를 참조하였고, 한국도시연감에서 부족한 자료를 보완하여 1996년부터 2007년까지의 자료를 분석에 이용하였다. 이때 통계분석에 투입될 변수는 자료구득이 가능하면서 도시 인구와 밀접한 관련이 있을 것으로 판단되는 11개의 도시성장 지표(도시인구, 주거지역면적(km²), 상업지역면적(km²), 공업지역면적(km²), 녹지지역면적, 자동차등록수, 교육서비스인원 의료기관수, 상수도보급율(%), 도로포장율(%), 시군공무원수)를 조사하여 분석에 반영하였다.

연구의 방법으로는 실제 통계연보상에 조사된 실제인구와 인구지표 추정에 의해 예측된 장래 인구지표 사이에 발생한 편차분석을 조사하였는데, 연구의 방법을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 제1장에서는 연구의 목적과 범위 및 방법을 설정하였다.

둘째, 제2장에서는 국내외 문헌고찰을 통해 인구 추정방법과 다변성분석 방법에 대한 이론을 고찰하였다.

셋째, 제3장에서는 사례지역의 인구 현황과 주요 도시지표 및 광주광역시 도시기본계획에서 제시된 장래 인구지표를 살펴보고, 인구지표와 도시특성 변수

들간의 상관성을 살펴보았다.

넷째, 제4장에서는 도시기본계획에서 일반적으로 이용되는 인구추정방법을 이용하여 각 도시의 실제 인구와의 편차를 살펴보았는데, 이 과정에서는 Basic Program을 이용하였다. 또한 앞서 살펴본 인구 추정모형을 대신할 수 있는 회귀식을 도출하기 위하여 SPSS 10.1k 을 이용한 다중회귀분석을 실시하고 인구 추정모형을 Basic Program과 비교하여 인구 예측 값에 대한 검증을 실시하였다.

다섯째, 제5장에서는 Basic Program과 다중회귀분석에 의한 인구추정 모형들의 검증을 통해 도출된 결과를 이용해 향후 도시계획에서 인구 추정 시에 활용성이 기대되는 모형을 제시하고, 향후 인구추계 및 예측작업을 수행할 때 편차를 저감시킬 수 있는 개선방안을 모색하였다.

제2장 인구지표 설정 이론

본 연구는 광주시의 과거 통계 자료를 활용하여 각 인구추정방법을 적용해 추정하고 추정방법이 가장 적합한 모델을 판단하기 위해 연구를 진행하였다.

따라서 과거로부터 현재까지 전통적으로 이용되고 있는 과거추세에 의한 인구지표 추정방법과 다변량 분석방법, 그리고 인구추정과 예측과정에서 발생된 편차를 인구추정방법 측면에서 줄일 수 있는지를 검증하는 적합도 검증(Goodness of fit)과 선정된 추정모형을 이용해 미래인구를 추정한 결과 값이 얼마나 정확한지를 판단해 보는 추계정확도검증(Forecast accuracy)에 대한 이론에 대해 살펴보았다.

2.1 인구지표의 개념과 추계방법

2.1.1 인구지표의 개념

광주시의 주어진 상황에 따라 다양한 개발유형을 적용하는데 있어 도시공간 구조와 도시성장 측면과 함께 우선적으로 고려해야 할 것은 각종 개발사업의 계획과정에서 다루어야 할 기본 인자임과 동시에 각종 분석에 매번 이용되는 중요한 변수로서 도시계획의 초기단계에서 이루어지는 도시인구지표와 함께 인구를 기준으로 하는 각종 도시지표의 설정 단계이다.

이때 장래 도시인구의 추정은 인간의 수적표현인 동시에 집단적 표현으로서 이의 분석에 있어서는 통계적 방법을 빌리지 않을 수 없으며, 분석의 편의를 위해서 여러 가지 인구에 관한 개념의 조작적 설정과 이에 따른 통계의 유도가 불가피하므로, 정성적이고 단편적인 계획 지표의 결정보다는 도시성장을 위한 정책수립 과정에서 장기적이고 전국적인 시야를 가지고 도시개발을 추진하는 과정에서 계획입안과정의 계량적으로 구체화된 도시인구의 성장요인을 분석하는 것이 중요한 관건이 될 수 있다.

향후 도시계획에 있어 흥미로운 연구분야임과 동시에 중요한 접근방법이 될

것으로 사료되는 인구의 개념은 크게 이론상의 인구, 결합상의 인구, 통계상의 인구 등으로 나누어 살펴 볼 수 있다.

1) 이론상 인구의 종류

인구표현을 연구하기 위하여 여러 가지 가정위에 설정된 이론상의 인구를 이념인구(Ideal Population)라고 하며, 이는 인구표현 연구의 모형(Model) 내지 이념적 역할을 하게 되며, 많은 경우 통계적 방법에 의해서 계량적으로 표현되는데, 봉쇄인구, 안정인구, 준안정인구, 정지인구로 나누어 살펴 볼 수 있다.

첫째, 이론상 가장 기본적 이념인구인 봉쇄인구는 이입과 이출이 전혀 일어나지 않고 다만 자기 생산요인인 출생과 사망에 의해서 변동되는 인구로서 지구 전체인구를 고려할 경우를 제외하고는 현실적으로 어느 지역에서나 실제인구로서 존재할 수 없다. 봉쇄인구에 대해서 이입 및 이출이라는 이동요인이 작용하는 인구를 개방인구라고 한다.

둘째, 봉쇄인구에 있어서 남녀의 연령별 사망율 및 연령별 출생률이 일정하다고 가정하면, 이러한 특수한 사망 및 출생 질서에 의해서 이론적으로 규정된 인구의 연령구조는 일정하게 되며 따라서 粗사망율(Crude Death Rate) 및 粗출생률(Crude Birth Rate)이 일정하여 인구의 자연증가율이 일정해지는데, 봉쇄인구의 이런 특수한 경우를 안정인구라 한다.

셋째, 안정인구 중 연령별 출생율만이 일정불변한 인구를 준안정인구(Quasi-Stable Population)라 하며,

넷째, 안정인구에 있어서 출생과 사망이 동일하며 따라서 자연증가가 전혀 일어나지 않는다고 가정한 개념적 측면의 인구를 정지인구라 한다.

2) 결합상 인구의 의미

인구집단을 일정한 지역 또는 기준과 결부시켜서 관찰한 인구를 인구결합이라고 하는데, 이 개념은 인구조사상의 기술론적 입장에서 가정한 것으로 현재

인구, 상주인구, 출생지인구, 법적인구, 국적인구 등을 분류하여 규정하고 있다.

첫째, 특정한 관찰시각에 특이한 지역에 존재하고 있는 인구집단을 그 지역의 인구로 간주하였을 경우 이를 현재인구라 한다.

둘째, 특정한 관찰 시각에 특정한 지역에 상주하고 있는 인구집단을 그 지역의 인구로 간주하였을 경우 이를 상주인구 또는 현재인구라 한다. 현재인구와 상주인구의 구별은 인구조사의 기술상 중요한 것이며 상주인구는 현재인구에(일시부재인구 - 일시현재인구)를 더한 인구이다.

셋째, 특정한 관찰시각에 있어서 어떠한 법적관계에 입각하여 특정한 인간집단을 특정지역에 귀속시킨 인구를 법적인구라고 하는데, 우리 나라의 경우 호적법과 관계된 본적인구, 선거법과 관련된 유권자인구, 조세법과 관계된 납세인구, 병역법에 의한 병역인구 등이 그 예이다.

넷째, 도시의 노동력과 농촌인력과의 이동과정을 설명한 것으로 경제발전과정을 단계별로 설명한 미국의 Rostow 교수는 경제성장이 가속화하는 “이륙단계” 등에서 농촌인력이 도시의 성장력에 의하여 흡인(Pull)되고 반대로 경제성장이 정체되는 현상에서 인구성장이 계속할 경우 농촌인력이 압출(Push)되는 현상이라고 설명하였는데, 도시의 인구 압출과 흡인작용에 의해 이동된 종업자를 그들이 종업하고 있는 장소에 귀속시켰을 경우의 인구를 종업지인구라고 한다.

종업지인구의 파악은 ① 특정지역의 종업지인구의 산업별구조와 현재인구 또는 상주인구와의 비교를 통해서 지역사회의 경제적 특성을 파악하는 것과, ② 종업지인구를 현재인구 또는 상주인구와 비교함으로써 야간인구를 간접적으로 추정하거나 통근이동을 정태적으로 파악할 수 있는 인구유동 등의 의미를 가지고 있다.

다섯째, 인구집단을 이들의 출생지에 귀속시킨 인구를 출생지인구라고 하는데, 이는 상주인구 또는 현재인구와 비교됨으로써 출생지-상주지간 또는 출생지-현재지간에 있었던 생존기간 동안의 인구이동을 정태적으로 파악할 수 있으며 특정지역의 출생지별 인구구조는 인구이동을 통해서 본 그 지역인구의 형성과 성격을 나타낸다.

3) 통계상 인구의 유형

통계상의 인구는 인구현상을 순수하게 통계학적으로 표현하기 위하여 설정한 인구개념으로, 평균인구, 중앙인구, 인구증가경향의 종류별인구, 주간인구, 야간인구 등으로 나누어 살펴 볼 수 있다.

첫째, 평균인구는 특정기간 동안의 인구를 평균값으로 구한 인구로서, 평균의 성질상 일정한 평균인구가 지속되었다는 것과 같음으로 粗동태율의 분모인구로 사용된다. 즉, 특정기간의 인구증가가 보통 방안지상에서 직선인 경우 다시 말해서 인구증가가 산술급수인 경우 평균인구는 초기인구와 말기인구의 합계를 반으로 나눈 인구이다.

둘째, 중앙인구는 특정기간의 중앙시점에 있는 인구를 의미하는 것으로, 특정기간의 인구증가가 산술급수인 경우 중앙인구와 평균인구는 일치하며 동태율 산출시 분모인구로 널리 사용된다.

셋째, 인구증가경향별 인구는 인구증가의 경험적 경향에 따라 인구를 유형별로 구분한 것으로 ① 증가경향을 가진 증가인구, ② 감태경향을 가진 감태인구, ③ 경향으로서 증가도 감태도 하지 않은 정체인구 등으로 분류된다.

넷째, 주간인구와 야간인구는 한 지역인구에 대한 관찰시점에 따라 주간인구와 야간인구로 구분하는데, 인구조사는 야간인구의 입장에서 집계되고 있다.

2.1.2 인구예측방법

인구자료는 시간적 선후관계인 시계열(Time series)형태와 자연적 변화인 출생과 사망, 사회적 변화인 인구이동 등 인구변화의 각 구성요소 형태를 갖는다. 그러므로 대부분 인구추계 및 예측에 대한 분석은 총량적인 인구규모의 변화만을 이용하거나, 성별·연령별 인구변화의 구조적 메카니즘을 고려해 추계한다.

인구추계를 위한 방법은 추정의 접근방법 따라 다음과 같이 정리할 수 있다.

① 과거 및 현재의 인구수를 기준으로 하여 장래인구를 예측하는 직접적인

방법과 인구 이외의 지표를 사용, 즉 사회·경제적 변수를 사용하여 인구예측을 실시하는 간접적인 방법

② 인구의 이동현상이 거의 발생하지 않는 지역에서 인구의 자연증가를 중심으로 예측하는 방법, 즉, 조사지역을 폐쇄지역으로 간주하는 경우와 인구이동이 직접적인 통제를 받지 않는 지역에 대하여 인구이동을 고려하는 방법(조사지역을 개방지역으로 간주하는 경우)

③ 조사지역의 인구가 모두 같은 특성을 가진 것으로 취급하는 총량적 접근 방법과, 인구를 동일특성을 지닌 집단별로 구분하여 각 집단별로 인구추계를 실시하는 개별적 접근방법

④ 장래인구가 직선형으로 변화된다는 가정하에 어느 지역의 장래인구를 그 지역인구의 최근 시간당 변화량에 의하여 예측하고자 할 경우 사용되는 직선형 방법(Linear Growth Model)

⑤ 과거인구변화추세에 나타나 경향은 장래에도 지속되며, 하위지역의 인구성장은 그 지역을 포함한 상위지역의 인구성장과 밀접한 상관관계를 갖는다는 가정하에 상위지역의 인구추계공식에 준하여 하위지역의 인구를 예측하고자 할 경우 사용하는 비율적용법(Ratio Method)

⑥ 추정하려는 도시와 인구·면적·도시성격·과거발전경향 등이 유사하고 규모가 약간 큰 선진도시를 선정하여 그것과 비교하여 장래인구를 추정하는 비교유추법(Comparative Forecasting)

⑦ 장래의 토지이용계획을 세우고 공공용지를 제외한 택지부분에 대해 토지이용비율·용적율·인구밀도 등을 설정하여 토지의 물리적인 수용능력으로 계획인구를 산정하는 토지이용계획에 의한 방법(Land Use Based Projection)

⑧ 도시인구를 시간함수로 표시하고 과거의 인구추이가 미래에도 계속될 것이라는 가정아래 과거의 추세를 연장하여 장래인구를 추이하는 과거추세(trend) 연장법

⑨ 장래에 산업계획에 준하여 산업별 취업인구를 예측하고, 그 부양인구를 상정, 총인구를 산정하는 취업인구에 의한 예측방법

⑩ 인간이 도시의 어디에 정주하고 어떻게 이동하는가 하는 이동패턴모델

(activity pattern model)을 만들고, 이에 따라 장래의 도시인구와 시가지 패턴을 예측하는 정주모델방법

⑪ 기준년도의 인구와 출생률과 사망률 및 인구이동(전출·입) 등의 인구변화요인을 고려하여 장래인구를 추정하는 집단생잔법 등으로 구분할 수 있다.

이들 방법들도 결국은 하나 혹은 다른 형태의 추세연장에 기초하고 있다는 공통점을 지닌다. 또한 이러한 인구 현상을 파악하는 과정에서 나타나는 결과치는 선택된 방법에 따라 각기 결과치가 달리 나타나므로 반드시 일치하지는 않는다.

그 이유는 추정방법의 차이에서 비롯되는 결과와 더불어 인구변동의 본질적인 전제 조건인 도시의 지역적 변화(합병, 통합등)가 없는 상태와 도시내에 있어서 자연적·사회적 특수환경(천재지변, 전쟁등) 등 도시구역내의 변화에 영향을 고려하지 않는다는 가정이 만족될 수 없기 때문이다.

바꿔 말하면 도시는 국가단위와 같이 폐쇄적이 아닌 개방체제이기 때문에 인구의 이동이 자유로운 국가에서는 도시인구의 정확한 이동예측이 사실상 불가능하다는 것이다. 과거 20년간 우리 나라 도시화율을 보더라도 인구성장면에서 세계에서 그 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 빠른 현상을 보이는데, 이와 같이 인구의 성장율이 높은 경우의 도시계획은 그 계획 자체가 불안정하기 마련이다.

또한 불안정한 인구성장의 도시에 기술개발이 또한 급속할 경우, 그 도시의 장기계획이란 사실상 세울 수 없는 것이다. 이러한 불안정과 함께 부정확한 자료 및 인구통계, 그리고 불확실한 사회현상으로 인하여 장래에 있어서의 완전한 인구추계는 사실 불가능한 일인지도 모르며, 다만 계획 자체의 내실로 변화에 대처할 수 있도록 계획의 융통성을 부여하는 수밖에 없을 것이다.

그러나 이들 각 방법들도 결국은 하나 혹은 다른 형태의 추세연장에 기초하고 있다. 이들 추세연장의 함수형태는 종종 이들 함수에 대한 단순추계방법과 유사하다. 예를 들면, 인구의 순이동 자료를 이용한 조성법에 의해 추계되는 결과는 지수성장률 추세연장과 유사하다(Smith, 1987:1000). 이들 추계방법 중에서 일반적으로 추세연장법과 조성법이 주로 사용되는데, 기존 연구에 의하면

인구예측의 정확성 측면에서도 복잡한 인과모형들에 비해 뒤지지 않는 것으로 밝혀졌다.

1) 추세연장법(trend extrapolation method)

인구추계분석은 과거인구의 시계열자료의 변동내용과 변동의 유형을 활용해 미래를 추계하는 일종의 시계열분석이다. 시계열 분석방법은 크게 전통적인 분석방법인 추세연장법과 평활법, 최근의 ARIMA모형(Autoregressive Integrated Moving Average Model), 벡터자기회귀모형까지 다양한데, 본 절에서는 과거로부터 일반적으로 도시기본계획에서 사용되어오고 있는 추세연장법에 대해 서술한다.

추세연장법은 미래 변화의 흐름이 과거의 추세와 유사할 것이라는 가정 하에 과거의 특정 지역의 인구, 인구배분비율, 인구밀도 자료 등 과거 관측치 추세를 미래로 연장하는 방법이다. 이 방법을 통한 인구추계는 과거 시계열자료로부터 인구의 평균변화율 등을 대수적(Algebraic)으로 직접 계산하는 방법과 시계열자료가 비교적 풍부할 경우 통계적으로 추세곡선을 추정하는 회귀분석방법이 있다.

회귀분석에 의한 추세연장법은 과거의 시계열자료를 가장 잘 설명해 주는 함수식을 찾아내는 인구추정을 전제로 한다. 그러나 대수적인 방법은 사용하기는 용이한 반면 인구추정과정에서 생략되어 있어 과거시계열이 어떤 패턴을 가지고 있었는지에 대한 분석은 할 수 없다.

회귀분석에 의한 추세연장법은 일반적인 시계열분석방법과 같이 크게 두 단계에 기초한다.

첫째, 과거자료의 성장추세를 가장 잘 설명할 수 있는 추정식을 결정(Curve fitting)하는 추정단계(Estimation stage)이다. 일반적으로 인구분석에는 과거자료의 변동모양에 따라 주어진 아래의 다섯 개 함수형태 모형들 중 실제 인구자료의 특징을 가장 잘 대변해 주는 모형식을 결정하게 된다. 둘째, 과거의 추세를 미래까지 연장하는 추계단계(Projection stage)이다(klosterman, 1991:6).

추세연장법은 인구 추계를 위해 사용되는 대상에 따라 ①인구추세연장 ②비율추세연장 ③차이추세연장 ④밀도추세연장으로 나뉠 수 있는데(Isserman, 1977:249), 이들 방법은 해당 도시의 인구, 상위 행정구역에서 해당 도시의 인구배분비율, 상위행정구역의 인구 증가율과 해당 도시의 인구증가율의 차이, 사전에 결정된 최대 인구밀도를 기초로 해당도시의 인구밀도자료를 추계함으로써 인구를 추계한다.

이 중 총인구수를 이용한 인구추세연장법이 자료확보의 용이성과 사용의 편리성 때문에 주로 이용되며, 기존 연구 결과 차이추세연장법, 비율추세연장법보다 더 정확한 것으로 나타났다(Isserman, 1977:251).

인구 추세연장법은 과거시계열자료에 기초해 시간(t)을 독립변수로 인구를 추계하는 단순추계모형의 형식을 취한다. 이때 시간(t) 함수의 설정방법에 따라 크게 선형모형, 비선형모형인 지수·기하곡선모형, 수정지수곡선모형, 고펜르츠곡선모형, 로지스틱곡선모형 등으로 나뉠 수 있다.

이처럼 추세연장법은 대부분 인구예측에 사용하는 인구변화의 3개의 구성요소인 출생, 사망, 이동 등을 독립적으로 예측하지 않는 비구성요소에 의한 추세연장법이다. 그러므로 성별·연령별·인종별 특성에 따라 구분하지 않고 사람, 가구, 고용자 등 총수에 초점을 맞춘다. 그리고 인구의 성장요인에 대한 고려 없이 총인구의 추세만을 예측하는 등 다른 모형에 비해 이론적으로도 취약함에도 불구하고 널리 사용되고 있다.

그 이유는 첫째, 추세연장법은 조성법의 중심을 형성하고 있다. 둘째, 다양한 자료를 수집하지 않아도 되는 등 자료취득의 용이성과 계산과정의 단순성으로 짧은 시간에 유용한 결과를 도출할 수 있다(Sawicki, Drummond, 1993:133). 또한 다른 추계방법에 의한 인구예측의 합리성을 확인하기 위한 기초적인 예측으로서도 유용하다.

그리고 인구의 증감을 결정하는 요인들이 전혀 고려되지 않기 때문에 완만한 성장지역과 과거인구자료 이외에는 확신할 수 있는 자료가 없는 지역의 단기에 측에 한해 사용한다(kaiser, 1995:124). 이와 같은 복합적인 이유로 인해 그동안 도시계획의 실무분야에서 많이 이용되어져 왔다.

가. 선형모형(Linear model)

수리적 방법에 의한 인구예측방법 중 등차급수(산술급수방정식)에 의한 예측은 기존도시에 있어서 이미 인구증가율이 안정된 상태에서 급격한 변동이 없을 때 사용하는 방법으로 기존도시가 완만한 인구증가율을 기본으로 하여 급격한 변동이 없는 경우 혹은 단기간의 인구추정에 적합한 모델이다.

등비급수에 의한 예측(기하급수방정식)은 복리율계산공식(Compound Rate)을 인구예측 모델로 원용한 것으로서 일정 기간동안 동일한 증가율을 유지해온 중소도시에 적합하다.

그러나 등차급수와 등비급수에 의한 예측은 초기 년도와 최종 년도의 인구만을 고려하여 그 증가율을 산정하기 때문에 연도에 따라 인구의 증감이 교차되는 도시에서는 적용이 어렵게 된다. 이러한 결점을 보완하는 하나의 방법이 선형모형에 의한 예측방법이다.

선형모형은 가장 단순해 널리 사용되는 모형으로 인구가 매년 동일한 수($dt \approx P_t - P_{t-1}$)만큼 증감해 변화하는 경향이 있을 때 적합한 모형이다. 인구가 장래에 무한정 성장하는 모형으로 주로 저개발국가의 고성장시기에 많이 이용하지만 체증·체감성장이 표현 안돼 새롭게 성장하는 지역에 적용이 곤란하다. 그러므로 단기예측에 적합하다.

$$P_t = a + bt$$

P_t 는 t 시기의 인구, a 는 t 가 0일 때 초기인구(P_0), b 는 이 식의 기울기로 매 시기의 인구변화량, t 는 시간이다. 위의 식으로부터 계수 a , b 는 다음과 같이 결정된다.

$$a = \bar{P} - b\bar{t}$$

$$b = \frac{\sum_{t=1}^n tP_t - n\bar{t}\bar{P}}{\sum_{t=1}^n t^2 - n\bar{t}^2}$$

여기서 n 은 인구자료의 수이며, \bar{P} , \bar{t} 는 변수의 평균값을 의미한다.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{t=1}^n P_t}{n}, \quad \bar{t} = \frac{\sum_{t=1}^n tP_t}{n}$$

위의 공식에서 t는 시간단위인 연도이므로 절대값이 큰 의미를 갖지 않으므로 식을 단순화시키기 위해 지수변수(index value)를 이용해 $\bar{t}=0$ 이 되게 하면, 아래 식과 같이 단순화된다.

$$a = \bar{P}, \quad b = \frac{\sum_{t=1}^n tP_t}{\sum_{t=1}^n t^2}$$

대수적 방법의 경우 a를 초기인구인 P₀로 대체하고, 과거 인구자료로부터 연평균 인구증가치(b)와 연평균 증가율 (r)을 다음과 같이 직접 산출할 수 있다.

$$P_t = P_0 + bt$$

$$b = \sum_{t=1}^n \frac{(P_t - P_{t-1})}{n} = \frac{(P_n - P_0)}{n}$$

$$r = \frac{b}{P_0}$$

나. 지수기하곡선모형(Exponential-Geometric curve model)

인구가 매년 동일한 비율($r \approx (P_t - P_{t-1})/P_{t-1}$ 혹은 $dt \log \approx \log P_t - \log P_{t-1}$)만큼 증감해 변화하는 경향이 있을 때 적합한 모형이다. 즉, 초기의 수확 체증적인 고성장시기에 적절한 모형이다.

특히 급격하게 성장하는 지역의 단기적인 예측에 적합하며, 인구가 장래에 한계 없이 무한정 성장하는 모형이므로 장기예측에는 부적절하다.

지수곡선모형은 다음과 같이 표현된다.($e \approx 2.718$ 로 자연지수임)

$$P_t = ae^{bt}$$

기하곡선모형은 다음과 같이 표현된다.

$$P_t = ab^t$$

양변에 자연로그 ln을 취함으로써 선형전환 할 수 있으며, 계수 ln a, ln b도 산출할 수 있다.

$$\ln P_t = \ln a + (\ln b)t$$

$$\alpha + \beta t$$

$$\ln a = \overline{\ln P}, \quad \ln b = \frac{\sum_t t \ln P_t}{\sum_t t^2}$$

대수적 방법의 경우 a를 초기인구인 P0로 대체하고, 과거 인구자료로부터 연평균 증가율(r)을 다음과 같이 직접 산출할 수 있다.

$$P_t = P_0 b^t$$

$$r = \sum_{t=1}^n \frac{(P_t - P_{t-1})/P_{t-1}}{n} = \sum_{t=1}^n \frac{(P_t/P_{t-1} - 1)}{n}$$

다. 수정지수곡선모형(Modified Exponential curve model)

수정지수모형은 인구의 변화량의 비가 일정해($q_t \approx dt/dt-1$)인구의 체증·체감 속도가 일정하게 진행되는 경향이 있을 때 적합한 모형으로 인구성장의 임계치(population ceiling;K)를 가정한다.

$$P_t = c + ab^t$$

Pt는 t시기의 인구, c는 인구성장의 임계치(K), 시간 t가 지남에 따라 인구는 c에 가까워져 가며, 인구가 증가함에 따라 매년 인구성장 가능영역이 일정비율로 감소함을 상정하고 있다.

일반적으로 인구성장에 있어서는 곡선모형이 아래로 오목한(concave)한 형태로 다음과 같은 모형으로 표현된다.

$$P_t = c - ab^t (a < 0, 0 < b < 1)$$

위의 식을 양변에 자연로그를 취함으로써 다음과 같이 선형전환 할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln(c - P_t) &= \ln a + (\ln b)t \\ &= \alpha + \beta t \end{aligned}$$

$$\ln a = \overline{\ln(c - P_t)}, \quad \ln b = \frac{\sum_t t \ln(c - P_t)}{\sum_t t^2}$$

인구성장과 쇠퇴의 속도가 체증·체감으로 진행되므로 현실을 잘 반영하는 특성이 있으나, 인구성장의 임계치(K)를 설정하는 것이 어렵다. 임계치(K)를 설정하는 방법은 크게 두가지로 인구추정식의 외부로부터 혹은 과거 인구자료를 이용한 내부로부터 도출될 수 있다.

첫 번째 방법은 해당 도시의 수용능력분석을 이용하거나, 계획가의 계획의도에 따라 결정된다.

두 번째는 삼점활용법(three point method), 즉 과거자료를 3등분으로 나누어 3개의 추정식을 산출한 이후 2차연립방정식으로 K값을 산출하는 방법이다.

수용능력접근법(holding capacity approach)은 장래 도시의 수용인구 및 한계인구를 예측하는 방법으로 도시의 적정인구 및 한계인구 설정에 주로 사용된다. 여기에서 수용능력(holding capacity)은 개발가능한 토지 및 개발법규, 기반시설의 용량, 주거 밀도 등의 추정치에 대한 함수로서 생성된다.

주로 근린주거계획, 중심도시계획, 도서지역계획, 당위론적인 인구추계에 이용될 수 있지만 현실적으로 정확한 개발가능 토지 파악과 수용능력의 설정, 그리고 적정인구에 대한 개념정립의 어려움이 있다(chapin, 199:140).

대수적 방법의 경우 c는 인구성장의 임계치 K, a는 임계치에서 초기인구를 감한 부분인 K-P₀로 대체하고, 인구성장가능영역의 비율(b)을 다음과 같이 직접 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned} P_t &= K - (K - P_0)b^t \\ b &= \sum_{t=1}^n \frac{(K - P_t)/(K - P_{t-1})}{n} < 1 \end{aligned}$$

라. 고펜르츠곡선모형(Gompertz curve model)

고뎜르츠모형은 자연로그인구 변화량의 비가 일정해 ($qtln \approx dtln/dt - lln$)인구의 체증·체감속도가 수정지수곡선모형에 비해 느리게 진행되는 경향이 있을 때 적합한 모형으로 수정지수곡선모형과 마찬가지로 인구성장의 임계치(K)가 있다.

여기에서 자연로그인구 변화량($dtln = lnPt - lnPt-1$)의 비($qtln$)가 1일때는 지수곡선모형 형태를 취한다.

$$P_t = ca^{bt}$$

P_t 는 t 시기의 인구, c 는 인구성장의 임계치(K), 시간 t 가 지남에 따라 인구는 c 에 가까워져 가며, 인구가 증가함에 따라 매년 인구성장가능영역이 수정지수곡선모형에 비해 보다 큰 비율로 감소함을 상정하고 있다.

양변에 자연로그를 취하면 다음과 같이 수정지수곡선모형 형태가 된다.

$$lnP_t = lnc + (lna)bt$$

일반적으로 인구성장에 있어서는 곡선모형이 아래로 오목한 형태로 다음과 같은 모형으로 표현된다.

$$lnP_t = lnc - (lna)bt \quad (lna < 0, 0 < b < 1)$$

위의 식을 양변에 다시 자연로그를 취함으로써 다음과 같이 선형전환 할 수 있다.

$$\begin{aligned} ln(lnc - lnP_t) &= ln(-lna) + (lnb)t \\ &= \alpha + \beta t \end{aligned}$$

$$ln(-lna) = \overline{ln(lnc - lnP_t)}$$

$$logb = \frac{\sum_{t=1}^n t ln(lnc - lnP_t)}{\sum_{t=1}^n t^2}$$

대수적 방법의 경우 c 는 인구성장의 임계치(K), 임계치로 초기인구를 나눈 부분인 P_0/K 로 대체하고, 인구성장가능영역의 비율(b)을 다음과 같이 직접 산출할 수 있다.

$$P_t = K(P_0/K)^{b^t}$$

$$b = \sum_{t=1}^n \frac{\ln(P_t/K)/\ln(P_{t-1}/K)}{n} < 1$$

마. 로지스틱곡선모형(Logistic curve model)

인구는 초기에 시간에 따라 체증하고, 나중에는 체감하여 마침내는 일정한 임계치에 수렴하게 될 것이라는 가정 하에 인구증가법칙을 이론적 경향 선으로 정형화한 S자형 인구성장곡선모형이다. 자연현상 및 경제현상의 연구에 자주 이용될 수 있는 모형으로 상당히 장기간에 걸친 계획대상지역의 인구역사를 묘사하는 것으로 볼 수 있다.

인구 역수의 차($dt-1 = P_t - P_{t-1}$)의 비가 일정한($qt-1 \approx dt-1/dt-1-1$) 경향이 있을 때 적합한 모형으로 수정지수곡선모형, 고펜르츠곡선모형과 같이 인구성장의 임계치(K)가 있다.

$$\frac{1}{P_t} = c + ab^t \text{ 또는 } P_t = (c + ab^t)^{-1}$$

P_t 는 t시기의 인구, c는 인구성장의 임계치(K)의 역수, 시간 t가 지남에 따라 인구는 $1/c$ 에 가까워져 간다.

일반적으로 인구성장에 있어서는 b값이 0과 1사이에 있을 때 곡선이 S자형 형태로 다음과 같은 모형으로 표현된다.

$$\frac{1}{P_t} = c + ab^t \text{ 또는 } P_t = (c + ab^t)^{-1}, \quad (0 < b < 1)$$

위의 식을 양변에 다시 자연로그를 취함으로써 다음과 같이 선형전환 할 수 있다.

$$\ln(P_t^{-1} - c) = \ln a + (\ln b)t$$

$$= \alpha + \beta t$$

$$\ln a = \frac{\sum_{t=1}^n \ln(P_t^{-1} - c)}{n}, \quad \ln b = \frac{\sum_{t=1}^n t \ln(P_t^{-1} - c)}{\sum_{t=1}^n t^2}$$

이들 3개의 곡선모형은 인구성장 임계치(K)가 있어 인구가 무한히 증가하게 되는 오류를 피할 수 있어 장기예측에 유리하다. 그러나 임계치(K)를 선형적으로 가정해야 하고, 대부분이 임계치가 자의적일 수 있다는 단점이 있다.

2) 비교유추법(Ratio-share method)

계획대상지역의 행정구역 단위가 너무 작거나 혹은 신도시와 같이 새로이 도시개발이 이루어진 지역의 경우에는 과거 계획대상지역의 인구변화에 대한 충분한 시계열 자료를 확보할 수 없을 때가 있다. 또한 과거 인구자료가 축적되어 있다 할지라도 공업단지 건설과 같이 향후 계획대상지역의 사회적 인구변동 요인이 급격히 변화할 것으로 예상되어 계획대상지역의 과거 인구변화추세만을 갖고 미래 인구를 예측하기 곤란할 때가 있다.

이러한 경우 지역간 비교유추법은 타 지역의 인구성장패턴에 비추어 계획대상지역의 인구변화를 유추하여 예측하는 방법이다(대한국토도시계획학회, p218).

이 방법에 의한 인구예측에 있어 문제가 될 수 있는 점은 비교대상지역의 선정이 자의적일 수 있다는 것으로, 특히 비교법의 경우 비교대상지역에 따라 인구예측의 결과가 민감하게 변할 수 있다는 점을 유의해야 한다.

가. 비교법(ratio method)

자료가 불충분한 어느 한 예측대상지역의 인구(P_t^A)가 일정한 시간차($t-1$)를 두고 기준지역의 성장패턴을 답습한다는 가정하에 기준지역의 과거 인구변화추세를 통해 예측대상지역의 인구변화를 예측하는 방법이다. 즉, 성격이 유사한 두 지역의 비교를 통해서 인구를 유추한다.

$$P_t^A = P_{t-1}^C$$

나. 비율법(share method)

자료가 불충분한 어느 한 지역의 인구증가율이 그 주변지역의 인구증가율과

같은 관계를 보이는 경우에 적용한다. 즉, 알고자 하는 지역을 포함하는 넓은 지역의 자료를 이용해야 하는 경우에 적용한다. 즉, 기준년도에서 A지역 인구가 B지역인구에서 차지하였던 비율(K)이 예측년도에서도 동일할 것이라는 가정하에 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\frac{P_t^A}{P_t^B} = \frac{P_0^A}{P_0^B} = k$$

P_t^A : 하위지역의 t시점의 인구

P_t^B : 상위지역의 t시점의 인구

P_0^A : 하위지역의 기준시점의 인구

P_0^B : 상위지역의 기준시점의 인구

k : 하위지역인구가 상위지역인구에서 차지하는 비율

2.2 인구추정의 적합도 및 정확도

인구 시계열분석의 핵심은 과거의 인구자료를 가장 잘 나타내주는 함수식을 찾아내고, 이 함수를 이용해 미래인구를 추계함으로써 인구 추계의 정확도를 높이는데 있다.

인구추계 및 예측과 관련된 검증은 크게 과거 인구추정에서 최적 함수식을 찾는 적합도 검증과 추계인구가 실제인구에 얼마나 근접하는지를 판단하는 추계의 정확도검증으로 나뉠 수 있다.

적합도 검증은 주로 사용되는 5개의 함수형태가 있으므로 과거자료를 가장 잘 대변하는 함수형태를 결정하면 된다.

적합도 검증방법은 산포도방법(Scatterplots Inspection), 투입평가기준(Input Evaluation Criteria), 결과평가기준(Output Evaluation Criteria)이 있다.

추계정확도 검증방법은 추계인구와 실제인구간의 편차분석을 통한 방법으로 일반적으로 적합도 검증에서 사용되는 결과평가기준인 ME, MPE, MAPE, MALPE 등이 주로 사용된다.

2.2.1 산포도방법(Scatterplots Inspection)

산포도방법은 그래프를 통해 가장 쉽고 빠르게 과거 관측자료의 추세와 불규칙적 형태를 파악할 수 있는 매우 중요하고, 단순한 분석방법이다. 산포도는 수정, 삭제되어야 하는 불규칙한 자료인 이상점(outlier)을 확인하는데 매우 유용하다. 또한 과거추세에서 불연속적인 자료를 들춰내고, 미래 추세를 위해 가장 적합한 과거 관측기간을 확인하는데 도움을 준다.

관측자료와 추세자료를 함께 보여주는 산포도는 주어진 자료들에 가장 부적합한 추정 곡선식을 사전에 제거하는데 매우 도움이 된다. 또한 곡선이 과거추세를 합리적으로 미래에 연장했는지를 결정하는데도 도움을 준다. 단순히 그래프에 의존해 추세연장곡선을 평가하는 다소 주관적인 방법인 산포도방법은 보다 정밀한 평가방법인 투입평가기준과 결과평가기준에 의해 보완될 수 있다 (Klosterman, 1991:34-5).

2.2.2 투입평가기준(Input Evaluation Criteria)

투입평가기준은 각 추세연장법의 인구추정식이 가지고 있는 특성과 과거 지역인구의 성장특성을 비교함으로써 지역에 적합한 추정식을 선정하는 방법으로 주로 상대분산계수(CRV: Coefficient of Relative Variation)를 사용한다. CRV은 표준편차와는 달리 자료의 종류가 다른 집단들의 산포도를 비교하기 위해 표준편차의 정도를 상대적으로 측정하여 사용한다.

$$CRV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_t - \bar{X})^2}{M-1}} = \sqrt{\frac{\sum X_t^2 - \frac{(\sum X_t)^2}{M}}{M-1}}$$

X_t : 각 추정식의 투입값 (선형식은 일정변화량, 기하방정식은 일정변화율 등)

M : 투입값의 갯수

\bar{X} : 투입값의 산술평균 ($\bar{X} = \frac{\sum X_t}{M}$)

이 기준에 의하면 CRV값이 크면 클수록 평균값으로부터분산이 더 크다고 볼 수 있기 때문에 각 추정식중에서 가장 작은 CRV값을 가진 추정식이 최적 추정식으로 결정된다.

2.2.3 결과평가기준(Output Evaluation Criteria)

결과평가기준(Output Evaluation Criteria)은 과거 인구자료를 통해 사후적으로 추정된 추정결과값과 실제 과거시계열자료를 비교해 편차를 최소화하는 추정식을 결정하는 방법이다. 일반적으로 시계열분석에 있어 추정된 함수에 의해 생성되는 추정시계열이 실제 관측시계열인 과거 인구와 얼마나 가까운지를 판정한다.

결과평가기준은 과거성장추세를 가장 잘 반영한 추정식이 미래값을 가장 정확하게 예측할 것이라고 가정한다. 추세결과평가기준에 의한 검정통계량으로 오차백분율, 평균오차, 평균백분율오차, 절대평균백분율오차, 표준편차의 합, 결정계수, 평균평방근백분율의 오차 등이 있다.

1) 평균평방근백분율의태오차(RMSPE)

RMSPE는 실제값과 추정값의 오차제곱의 평균을 구한 후 그 평방근(root)를 구하는 RMSE(Root Mean Square Simulation Error)와 기본적인 발상은 같다.

$$SE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_t (P_t - P_t^e)^2}$$

P_t : 과거인구

P_t^e : 추정된 과거인구

n : 분석대상기간

그러나 RMSE의 측정단위에 따라 값이 달라지는 문제점을 시정하기 위해 상

호비교가 가능한 백분율 단위로 전환한 것이 RMSPE이다.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_t \left(\frac{P_t - P_t^e}{P_t} \right)^2}$$

RMSPE가 상대적으로 작은 값을 갖는 모형이 실제자료에 대한 적합도가 높은 것임을 의미하며, RMSPE가 작을수록 추계오차 또한 작아지는 경향이 있다 (이종원, 1974:825-6).

2) 절대평균편차율(MAPE)

MAPE는 절대오차를 백분율의 합으로 구하고, 이를 분석대상기간으로 나누어 산술평균을 구한 뒤 %값으로 환산한 것이다. RMSPE에 비해 단순한 평가 장치로서 개념이 이해하기 쉬워 인구추정 및 편차율 분석에 많이 사용되는 기준이다(이종원, 1994:825)

$$MAPE = \frac{\sum_t \left| \frac{P_t - P_t^e}{P_t} \right|}{n} \times 100$$

이처럼 적합도 검증은 하나의 도시를 대상으로 과거시계열자료를 이용해 RMSPE, MAPE, CRV값을 산출하고 각각의 값이 최소가 되는 추정식을 최적 추정식으로 선정한다.

추계정확도 검증은 한 개 도시의 한 개 목표연도를 대상으로 하기 때문에, MAPE의 식에서 n이 1이므로 다음과 같이 절대편차율(APE : Absolute Percent Error), 상대편차율(PE : Percent Error)로 단순화되어 개별 추계의 정확성을 측정할 수 있다.

$$APE = \left| \frac{P_t - P_t^e}{P_t} \right| \times 100, \quad PE = \frac{P_t^e - P_t}{P_t} \times 100$$

여러 도시들을 대상으로 절대편차율의 평균값을 구할 경우 절대편차율의 평균은 아래식과 같이 MAPE값으로 측정될 수 있다.

$$MAPE = \frac{\sum^n \frac{|P_t - P_t^e|}{P_t}}{n} \times 100$$

2.3 다변량 분석

2.3.1 상관분석

상관분석(Correlation Analysis)이란 서열척도, 등간척도, 비율척도로 측정된 두 변수간의 상관관계가 존재하는지 알아보고, 상관관계의 정도를 측정하는 것이다. 상관관계는 원인과 결과의 관계를 나타내는 인과관계와는 다르다. 상관분석은 두 변수간의 선형적인 상관관계를 알아보는 것으로 정적상관과 부적상관 두 종류가 있다. 한 변수의 측정값이 증가할 때 다른 변수의 값도 증가하면 두 변수 사이에는 정적상관이 있다고 하고 반대로 한 변수의 측정값이 증가할 때 다른 변수의 값은 감소하면 두 변수 사이에는 부적상관이 있다고 한다.

이 상관 계수를 통하여 상관성의 존재 유무와 상관 관계의 방향을 파악할 수 있다. 상관계수 분석에서는 t값을 이용하여 가설 검증을 할 수도 있고, 보통 관계가 강하다는 것과 관계가 존재한다는 것은 다르다. 우선 누구나 납득할 수 있을 정도로 상관성의 존재가 확인된 후에야 비로소 관계의 강약을 말할 수 있다. 이 관계의 존재 유무는 t값을 기초로 가설 검증을 하면 확인할 수 있다.

상관관계는 두 변수간의 상관관계를 나타내는 단순상관관계(simple correlation)와, 하나의 변수와 두 변수 이상의 변수간의 상관관계를 나타내는 다중상관관계(multiple correlation), 그리고 다른 변수들의 상관관계를 통제하고, 두 변수간의 상관관계만을 알아보는 편상관관계(partial correlation)가 있다.

2.3.2 다중회귀분석

회귀분석(Regression Analysis)은 독립변수(independent variable)와 종속변

수(dependent variable)간의 관계를 검증하여 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 알아보거나 독립변수의 변화에 따라 종속변수의 변화를 예측하기 위하여 사용하는 통계적 분석방법이다. 서로 인과관계를 가지고 있는 변수들 중에서 다른 변수에 영향을 주는 변수를 독립변수(independent variable)라고 한다. 독립변수를 설명변수나 예측변수라고 하기도 하고, 종속변수를 피설명변수 또는 준거변수라고도 한다.

상관분석은 단순히 두 변수 사이의 상관의 정도만을 분석하는 것이지만, 회귀분석은 두 변수 사이의 인과관계를 알 수 있고 이를 통해 한 변수로부터 다른 변수의 변화를 예측할 수 있는 통계적 분석방법이다.

이러한 회귀분석은 독립변수의 개수에 따라서 독립변수가 한 개인 경우는 단순회귀분석(Simple Regression Analysis), 둘 이상인 경우는 중다회귀분석(Multiple Regression Analysis)이라고 한다.

어떤 회귀분석에서든 종속변수의 실제값과 회귀식에 의한 기댓값과는 차이가 생기게 되는데 이를 잔차라고 한다. 이 잔차가 전체적으로 작은 회귀식일수록 유효한 회귀식이라고 볼 수 있다. 잔차가 작은지 어떤지를 보기 위한 지표가 잔차의 표준편차(추정값의 표준오차)이다.

잔차가 정규분포를 보여야 한다는 가정을 검증하기 위해서 표준화 잔차 도표의 히스토그램과 정규확률도표를 살펴볼 수 있다. 분석결과 표준화된 잔차들이 정규분포선상에 가까이 분포되어 있으면 예측의 정도도 높다고 판단할 수 있다.

독립변수가 종속변수를 어느 정도 설명해주는지를 나타내주는 결정계수 R^2 의 값을 통해서 회귀모형의 유용성을 판단할 수 있다. 일반적으로 R^2 의 값이 1에 가까울수록 회귀모형이 표본을 설명하는데 유용하다고 판단한다.

제3장 도시특성과 장래인구

3.1 도시특성 변수

3.1.1 행정구역

광주광역시의 행정구역은 7차에 걸친 확대개편으로 현재는 행정구역 면적이 501.34km²에 이르고 있으며 그 중 개발가능면적이 144.81km²이다.

개발가능 면적 중 100.92km²는 기개발하였고 43.89km²는 미개발지역, 52.21km²은 개발억제지이고, 그린벨트를 포함한 개발불가능 면적이 304.42km²에 달하고 있어 장기적으로 도시개발구상에 장애요인이 되고 있다. 그리고 광주광역시 행정구역에는 속하지만 도시계획구역에 포함되지 않은 지역이 22.99km²이다.

'95. 3. 1 서구에서 남구가 분구됨에 따라 2010년 현재 행정조직은 동·서·남·북·광산구 등 5개 구에 92개동으로 이루어져 있다.

표 3.1 광주광역시 각 구의 행정구역

구 분	면 적(km ²)	법정동	행정동	통	반
계	501.34	201	92	2,287	10,715
동 구	48.86	34	13	165	930
서 구	46.73	17	17	410	2,074
남 구	61.07	30	16	368	1,645
북 구	121.80	41	26	808	3,899
광산구	222.88	79	20	531	2,167

3.1.2 도시인구

광주광역시 통계연보 및 각 구청의 통계자료를 수집 분석한 결과를 바탕으로 광주광역시 5개 구(동구, 서구, 남구, 북구, 광산구)의 인구 규모를 살펴보면

동구(111,164명), 서구(306,035명), 남구(214,091명), 북구(477,513명), 광산구(325,822명), 광주광역시(1,434,625명)으로 나타났다.

인구변화 추세를 살펴보면 동구의 평균인구증가율은 -1.3%, 서구의 평균인구증가율은 0.5%, 남구의 평균인구증가율은 -1.7%, 북구의 평균인구증가율은 0.1%, 광산구의 평균인구증가율은 3.3%, 광주광역시 전체인구의 평균인구증가율은 0.5%로 나타났다.

표 3.2 광주광역시 행정구역 년도별 인구추이

구 분	동구	서구	남구	북구	광산구	계
1996	149,260	227,444	253,803	462,807	208,947	1,302,261
1997	139,533	241,953	248,567	464,986	231,439	1,326,478
1998	133,485	248,427	244,685	473,768	241,644	1,342,009
1999	128,461	267,362	237,478	477,593	248,752	1,359,646
2000	124,089	288,169	231,795	476,743	254,416	1,375,212
2001	119,556	301,302	226,454	475,314	264,734	1,387,360
2002	117,696	312,600	221,673	472,363	277,193	1,401,525
2003	117,059	314,319	216,417	463,518	289,370	1,400,683
2004	118,432	316,586	213,714	459,375	298,808	1,406,915
2005	115,220	312,192	215,047	455,818	309,829	1,408,106
2006	114,936	310,129	212,450	463,088	315,350	1,415,953
2007	116,112	308,050	209,890	469,013	320,395	1,423,460
2008	111,164	306,035	214,091	477,513	325,822	1,434,625
인구증가율	-1.3%	0.5%	-1.7%	0.1%	3.3%	0.5%

자료 : 광주광역시 홈페이지, 통계연보.

남구의 경우 평균 인구증가율이 -1.7% 감소하였는데, 이는 자료의 분석 결과 구내, 시도간의 전입·전출과 세대당 인구수의 감소, 미혼자 수의 증가로 인한 인구감소에 영향을 미친 것으로 보인다.

또한 평균 인구증가율 3.3%로 가장 높은 증가를 보인 광산구의 경우 세대수는 1996년의 경우 63,317세대, 2008년의 경우 109,390으로 증가하였으며 세

대당 인구수가 3.3명에서 3.0명으로 감소하였다. 65세 이상 고령자의 수는 10,514명에서 21,264명으로 증가하였고 광산구의 평균연령이 2000년 29.2세에서 2008년 32.3세로 나타났다.

결과적으로 저출산, 인구의 고령화 현상이 진행되고 있으며, 첨단 및 신창지구 등의 주택 및 공업단지의 조성으로 인한 생활환경 개선 및 교육, 외국인 유입인구에 따른 증가로 인해 인구증가의 원인으로 작용한 것으로 보인다.

3.1.3 토지이용

광주광역시 도시기본계획에서 나타난 지목별 토지현황은 임야가 39.15%로 가장 높은 구성비를 나타냈으며, 다음으로 답(19.83%), 대지(10.54%), 전(7.44%), 기타(23.04%)의 순으로 나타났다. 기타 항목에는 과수원, 목장용지, 공장용지, 학교용지, 주차장, 주유소용지, 창고 등이 포함되어 있다.

표 3.3 지목별 토지이용 현황

구분		답	전	임야	대지	기타	계
광주광역시	면적(km ²)	99.41	37.26	196.23	52.81	115.48	501.20
	비율(%)	19.83	7.44	39.15	10.54	23.04	100.00
동구	면적(km ²)	1.64	1.99	34.72	4.92	5.58	48.86
	비율(%)	3.37	4.08	71.06	10.07	11.42	100.00
서구	면적(km ²)	8.54	3.63	8.43	10.35	15.76	46.71
	비율(%)	18.28	7.77	18.05	22.16	33.74	100.00
남구	면적(km ²)	16.38	6.10	19.11	7.19	12.25	61.03
	비율(%)	26.84	10.00	31.31	11.79	20.07	100.00
북구	면적(km ²)	17.81	6.28	54.67	15.55	27.43	121.74
	비율(%)	14.63	5.16	44.91	12.77	22.53	100.00
광산구	면적(km ²)	55.04	19.26	79.30	14.79	54.46	222.86
	비율(%)	24.70	8.64	35.58	6.64	24.45	100.00

자료 : 광주광역시 홈페이지, 통계연보.

행정구역별로 용도별 토지 구성 비율이 가장 높은 지역을 정리하면, 답과 전의 구성 비율이 가장 높은 구역은 남구로 26.84%, 10%이며, 임야의 구성 비율이 가장 높은 구역은 동구로 71.06%, 대지의 구성 비율이 가장 높은 구역은 서구로 22.16%로 나타났다.

다음으로 용도지역별 면적 중 가장 높은 비율은 녹지지역으로 74.62%를 차지하고 있으며, 주거지역으로는 14.65%, 공업지역이 4.38%, 상업지역이 1.77% 관리지역 및 농림지역이 각각 3.88%, 0.71%의 비율로 이루어져있다.

행정구역별로 가장 높은 용도지역별 비율을 보이는 구를 정리하면, 주거지역과 상업지역에 서구가 30.53%, 4.24%로 나타났으며 공업지역은 광산구가 6.34%, 녹지지역은 동구가 80.70%로 나타났다.

표 3.4 용도별 토지이용계획 현황

구 분		합계	주거 지역	상업 지역	공업 지역	녹지 지역	관리 지역	농림 지역
광주 광역시	면적(km ²)	501.200	73.410	8.850	21.940	374.020	19.44	3.55
	비율(%)	100.00	14.65	1.77	4.38	74.62	3.88	0.71
동구	면적(km ²)	48.860	7.600	1.830	0.000	39.430	0	0
	비율(%)	100.00	15.55	3.75	0.00	80.70	0.00	0.00
서구	면적(km ²)	46.710	14.260	1.980	2.430	28.050	0	0
	비율(%)	100.00	30.53	4.24	5.20	60.05	0.00	0.00
남구	면적(km ²)	61.030	10.470	0.260	1.120	49.030	0.15	0
	비율(%)	100.00	17.16	0.43	1.84	80.34	0.25	0.00
북구	면적(km ²)	121.740	21.140	2.630	4.270	93.700	0	0
	비율(%)	100.00	17.36	2.16	3.51	76.97	0.00	0.00
광산구	면적(km ²)	222.860	19.950	2.140	14.120	163.810	19.29	3.55
	비율(%)	100.00	8.95	0.96	6.34	73.50	8.66	1.59
평균(%)		100	17.91	2.31	3.38	74.31	1.78	0.32

각 구의 평균 용도 면적 비율과 비교하여 주거지역 비율이 높게 나타는 구는 서구로 30.53%로 나타났으며, 상업지역으로는 동구와 서구가 3.75%, 4.24%로 나타났으며, 공업지역으로는 서구가 5.2%, 북구가 3.51%, 광산구가 6.34%로

나타났다. 녹지지역은 동구가 80.70%, 남구가 80.34%, 북구가 76.97%로 평균적인 용도 면적 비율보다 높은 비율을 보였다.

3.2 장래인구 추계

3.2.1 면적 및 인구

2011년 광주도시기본계획이 수립되던 1992년 광주광역시의 도시계획구역은 478.366km²와 시군부 편입면적 265.85km²를 포함하여 744.216km²로 설정하였다.

단, 광주광역시 행정구역으로서 도시계획구역에서 제외된 지역 22,504km²는 향후 수립되는 광주권 과역개발계획이 구체화되면 그 개발용도를 고려하여 도시계획구역으로 편입여부를 결정하는 것으로 계획이 수립되었다.

표 3.5 도시기본계획상 계획구역

구 분	도시계획구역		개발제한구역		행정구역면적
	면적(km ²)	구성비(%)	면적(km ²)	구성비(%)	
계	744.216	100.0	527.73	100.0	-
광주광역시	478.366	64.3	267.66	50.7	500.87
시군부편입	265.85	35.7	260.07	49.3	-

자료 : 광주광역시, 2011년 광주도시기본계획, 1995.

1992년 광주광역시 인구는 1,224,778명으로 연평균 증가율은 1970~1980년 동안 3.1%, 1980~1992년 동안 3.0% 1982~1992년 동안은 2.6%로 다소 감소하고 있으며 1970~1992년 기간에는 3.0%의 인구증가를 나타내고 있다.

가구수는 1982~1992년 평균 6.0%로 증가하여 가구당인원이 4.9인에서 1992년 3.5인으로 감소해 가구구성의 소가족화가 급속히 진행하고 있다.

표 3.6 광주광역시 인구변화 추이

구 분	가 구	인구(인)			가구당인구
		계	남	여	
1982	193,755	945,219	475,861	469,358	4.9
1984	210,729	998,970	502,542	496,428	4.7
1986	238,009	1,065,517	534,471	531,046	4.5
1988	256,288	1,116,332	560,558	555,774	4.4
1990	287,980	1,144,695	574,148	570,547	4.0
1992	346,667	1,224,778	607,337	617,441	3.5
연평균증가율 (%)	6.0	2.6	2.5	2.8	-

자료 : 광주광역시, 2011년 광주도시기본계획, 1995.

인구밀도는 1982년 1,999.4인/km²에서 1992년 2,560.3인/km²로 증가하였고, 시군지역 인구밀도는 220.0인/km²에서 133.6인/km²로 감소하였다.

표 3.7 광주광역시 인구변화 추이

구 분	인구(인)		면적(km ²)		인구밀도(인/km ²)	
	광주광역시	시군부	광주광역시	시군부	광주광역시	시군부
1982	945,219	58,481	472.75	265.85	1,999.4	220.0
1984	998,970	54,142	472.75	265.85	2,113.1	203.7
1986	1,065,517	50,964	472.75	265.85	2,253.9	191.7
1988	1,116,332	44,815	472.75	265.85	2,361.4	168.6
1990	1,144,695	39,732	39,732	265.85	2,392.9	149.5
1992	1,224,778	35,529	35,529	265.85	2,560.3	133.6

자료 : 광주광역시, 2011년 광주도시기본계획, 1995.

구별 인구는 70~92년간 동구는 감소하고 있는 반면 서구, 북구, 광산구는 증가하고 있다. 또한 개발제한구역내는 47305명, 시군지역내는 35,529명이 상주하고 있다.

표 3.8 구별 인구추이

구분	1970	1980	1986	1988	1990	1992	개발제한 구역내
합계	502,753	727,627	928,851	1,116,332	1,144,695	1,224,778	47,305
동구	228,324	213,741	222,400	218,724	191,801	172,082	3,617
서구	199,336	290,046	396,163	434,914	478,035	462,210	2,334
북구	75,093	223,840	310,288	336,173	353,112	410,263	11,246
광산구	-	-	-	125,521	121,746	180,223	30,108

자료 : 광주광역시, 2011년 광주도시기본계획, 1995.

3.2.2 계획인구 결정

2011년 광주도시기본계획에서 광주광역시의 계획인구는 국토의 균형적인 개발을 위한 지방대도시의 육성, 인구의 U턴 및 J턴 현상 가속화와 첨단과학산업 단지의 조성, 공업단지의 개발과 광주전남권 중추관리도시로서의 기능수행 및 국책대학육성에 따라 주변 시군부의 고급인력 등의 유입인구를 감안하여 설정하였다.

특히 과거의 인구추세 연장에 의한 추정은 등차, 등비, 최소자승법, 지수함수식, 로지스틱, 조성법을 적용하되, 도시의 특성에 가장 적합한 방법에 의해 산출된 인구로 산정하였으며, 여기에 사회경제적 요인에 의한 유입인구를 합산하고, 산정된 인구를 상위계획이나 관련계획에서 제시한 인구 전망과 비교검토하여 조정된 결과값을 계획인구로 결정하였다.

본 절에서는 연구의 취지를 감안하여 과거추세를 연장한 계획인구를 정리하였는데, 등비급수 및 지수함수 공식에 의한 계획인구가 상대적으로 높게 나타났다.

표 3.9 과거추계연장에 의한 계획인구

구 분		1996	2001	2006	2011	비고
계획 인구	등차급수 공식	1,336,000	1,476,000	1,616,000	1,755,000	6
	등비급수 공식	1,358,000	1,546,000	1,760,000	2,058,000	1
	최소자승법(1차식) 공식	1,326,000	1,459,000	1,592,000	1,725,000	4
	최소자승법(2차식) 공식	1,332,000	1,464,000	1,595,000	1,725,000	4
	지수함수 공식	1,355,000	1,541,000	1,753,000	1,993,000	2
	로지스틱 공식	1,400,000	1,500,000	1,700,000	1,900,000	3

자료 : 광주광역시, 2011년 광주도시기본계획, 1995.

3.3 도시특성 변수간의 상관분석

본 절에서는 도시성장 모형을 추정하기 위한 선결과제로써 일반적으로 사회·인문분야에서 널리 통용되고 있는 통계분석 프로그램인 SPSS/PC Program을 이용하여, 다변량분석 방법인 회귀분석을 실시하기 위하여 선행 과정으로 분석에 투입될 모든 변수 가운데 1차 제거에 의한 방법과 독립변수의 성격이 유사하여 설명력을 높이는데 별다른 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되는 변수를 제거하기 위하여 상관분석을 실시하였다.

상관성 분석은 종속변수인 인구변수와 상관성이 뛰어난 설명변수를 회귀분석 과정에 투입시키기 위한 과정으로, 투입변수들 간에 관련성의 존재 여부와 관련성의 정도를 파악하기 위하여 사용하는 분석방법이다.

상관성이 뛰어난 설명변수를 분별하는데 상관분석 결과에 대한 해석은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 상관계수(r)를 이용해 변수들 간 상관관계 정도를 알 수 있다. 상관계수는 -1부터 1까지의 값을 취하는데 일반적으로 -1.0~-0.7이면 강한 부적 상관관계, -0.3~-0.7이면 뚜렷한 부적 상관관계, -0.1~-0.3이면 약한 부적 상관관계, -0.1~+0.1이면 거의 무시될 수 있는 상관관계, +1.0~+0.3이면 약한 정적 상관관계, +0.3~+0.7이면 뚜렷한 정적 상관관계, +0.7~+1.0이면 강

한 정적 상관관계를 나타낸다. 둘째, 유의확률을 90%와 95%로 설정하여 인구 변수와 설명변수 간의 상관관계의 정도를 알 수 있다.

셋째, 부호의 방향을 통하여 정적상관, 부적상관을 파악 할 수 있다. 한 변수의 측정값이 증가할 때 다른 변수의 값도 증가하면 두 변수 사이에는 정적상관이 있다고 하고 반대로 한 변수의 측정값이 증가할 때 다른 변수의 값은 감소하면 두 변수 사이에는 부적상관이 있다고 한다.

3.3.1 광주광역시의 상관분석

상관성을 분석한 결과 이들의 상관관계는 Pearson 상관계수가 주거지역 .803이고, 상업지역 .832, 녹지지역 -.785, 자동차등록대수 .977, 전입 -.776, 사업체 .971, 주차면수 .919, 아파트 .880으로 나타났으며, 녹지지역과 전입은 부적상관 그 외 주거, 상업, 자동차대수, 사업체, 주차면수, 아파트는 정적상관으로 나타났다.

유의수준에서는 자동차등록대수, 사업체, 주차면수, 아파트가 $p < 0.01$ 이므로 통계적으로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

표 3.10 광주광역시 상관분석

구분	변수	주거 지역	상업 지역	공업 지역	녹지 지역	자동차 등록대수
인구	Pearson상관계수	.806**	.832**	.217	-.785**	.977**
	유의확률	.002	.001	.498	.002	.000
	변수	전입	전출	사업체	주차 면수	아파트
	Pearson상관계수	-.776**	-.639	.971**	.919**	.880**
	유의확률	.003	.025	.000	.000	.000

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

3.3.2 동구의 상관분석

상관성을 분석한 결과 이들의 상관관계는 Pearson 상관계수가 상업지역 -.611이고, 자동차등록대수 -.853, 전출 .803, 사업체 .810, 주차면수 -.873, 아파트 -.809으로 나타났으며, 전출 및 사업체는 정적상관 그 외 상업, 자동차등록대수, 주차면, 아파트는 부적상관으로 나타났다.

유의수준에서는 자동차등록대수, 주차면수, $p < 0.01$ 이므로 통계적으로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

표 3.11 동구 상관분석

구 분	변 수	주거 지역	상업 지역	공업 지역	녹지 지역	자동차 등록대수
인구	Pearson상관계수	-.132	-.611*	.	.114	-.853**
	유의확률	.683	.035	.	.725	.000
	변 수	전입	전출	사업체	주차 면수	아파트
	Pearson상관계수	-.154	.803**	.810**	-.873**	-.809**
	유의확률	.632	.002	.001	.000	.001

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

3.3.3 서구의 상관분석

상관성을 분석한 결과 이들의 상관관계는 Pearson 상관계수가 주거지역 .639이고, 상업지역 -.615, 자동차등록대수 .931, 전출 .631, 사업체 .893, 주차면수 .862, 아파트 .850으로 나타났으며, 주거지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트가 정적상관, 상업지역이 부적상관으로 나타났다.

유의수준에서는 주거지역, 상업지역, 전출이 $p < 0.05$, 자동차등록대수, 사업

체, 주차면수, 아파트가 $p < 0.01$ 이므로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

표 3.12 서구 상관분석

구분	변수	주거 지역	상업 지역	공업 지역	녹지 지역	자동차 등록대수
인구	Pearson상관계수	.639*	-.615*	.508	-.779**	.931**
	유의확률	.025	.033	.092	.003	.000
	변수	전입	전출	사업체	주차 면수	아파트
	Pearson상관계수	-.312	.631*	.893**	.862**	.850**
	유의확률	.323	.028	.000	.000	.000

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

3.3.4 남구 변수간의 상관분석

상관성을 분석한 결과 이들의 상관관계는 Pearson 상관계수가 주거지역 -.754, 공업지역 -.858, 녹지지역 .780, 자동차등록대수 -.945, 전입 .807, 전출 .902, 사업체 .794, 주차면수 -.857, 아파트 -.841로 나타났다. 주거지역, 공업지역, 자동차등록대수, 주차면수는 부적상관으로 나타났으며, 녹지지역, 전입, 전출, 사업체수는 정적상관으로 나타났다.

유의 수준에서는 각각 $p < 0.01$ 이므로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

표 3.13 남구 상관분석

구 분	변 수	주거 지역	상업 지역	공업 지역	녹지 지역	자동차 등록대수
인구	Pearson상관계수	-.754**	-.244	-.858**	.780**	-.945**
	유의확률	.005	.444	.000	.003	.000
	변 수	전입	전출	사업체	주차 면수	아파트
	Pearson상관계수	.807**	.902**	.794**	-.857**	-.841**
	유의확률	.002	.000	.002	.000	.001

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

3.3.5 북구의 상관분석

상관성을 분석한 결과 이들의 상관관계는 Pearson 상관계수가 공업지역 -.603, 아파트 -.576으로 나타났다. 공업지역 및 아파트 모두 부적상관으로 나타났다. 유의 수준에서는 각각 $p < 0.05$ 로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

표 3.14 북구 상관분석

구 분	변 수	주거 지역	상업 지역	공업 지역	녹지 지역	자동차 등록대수
인구	Pearson상관계수	-.234	.171	-.603*	.287	-.271
	유의확률	.464	.594	.038	.365	.395
	변 수	전입	전출	사업체	주차 면수	아파트
	Pearson상관계수	.351	.136	-.212	-.281	-.576*
	유의확률	.263	.673	.509	.377	.050

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

3.3.6 광산구의 상관분석

상관성을 분석한 결과 이들의 상관관계는 Pearson 상관계수가 주거지역 .915, 상업지역 .925, 녹지지역 -.873, 자동차등록대수 .998, 전출 .752, 사업체 .992, 주차면수 .930, 아파트 .954로 나타났다. 주거지역, 상업지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트는 정적상관으로 나타났고, 녹지지역은 부적상관으로 나타났다.

유의수준은 각 각 $p < 0.01$ 로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

표 3.15 광산구 상관분석

구분	변수	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역	자동차등록대수
인구	Pearson상관계수	.915**	.925**	-.202	-.873**	.998**
	유의확률	.000	.000	.530	.000	.000
	변수	전입	전출	사업체	주차면수	아파트
	Pearson상관계수	.148	.752**	.992**	.930**	.954**
	유의확률	.645	.005	.000	.000	.000

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

제4장 인구지표 분석 및 고찰

4.1 다중회귀분석

독립변수의 값이 변화함에 따라 상관성이 존재하는 다른 변수들의 변화 정도를 예측 할 필요가 있는 경우 이용되는 분석방법이 회귀분석이다.

특히 다중회귀분석은 두 개 이상의 독립변수의 증감이 하나의 종속변수를 어느 정도 증감하게 하는지에 대한 구체적인 내용을 파악함으로써 미래 예측을 하는 추측통계기법으로 실제의 세계를 명료히 설명하고 미래를 정확히 예측하기 위하여 수리적으로 모형화 한 축도라고 볼 수 있다.

4.1.1 광주광역시 회귀분석

종속변수를 인구조로 하고 상관분석에서 상관성을 나타낸 변수들을 가지고 후진제거방법(통계적 기준에 따라 중요도가 낮은 변수부터 한 변수씩 제거하기 시작하여 더 이상 제거시킬 변수가 없을 때 중단하고 남아있는 변수들을 중요한 변수로 선택하는 방법)을 이용하여 회귀분석을 한 결과 애초에 독립변수로 정한 변수들(주거지역, 상업지역, 녹지지역, 자동차등록대수, 전입, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트) 중 (상수)녹지지역과, 자동차 모형을 얻을 수 있었다.

R^2 은 회귀식의 유효성을 평가하기 위한 지표로써 R^2 변화량을 통해서 독립변수에 대한 종속변수의 예측 정도를 판단할 수 있다. 결정계수 R^2 이 1에 가까울수록 회귀식이 설명력이 높다고 할 수 있다.

표 4.1 광주광역시 회귀분석 모형

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
회귀식	.988	.977	.971	5606.983266

예측값: (상수), 녹지지역, 자동차등록대수

모형식의 설명력 R^2 값이 .977이므로 녹지지역과 자동차등록대수는 인구를 97.7%를 설명한다는 것을 의미한다. 현재의 R^2 값은 1에 가깝기 때문에 이 회귀모형은 실제의 조사된 관측값을 잘 설명하고 있다고 할 수 있다.

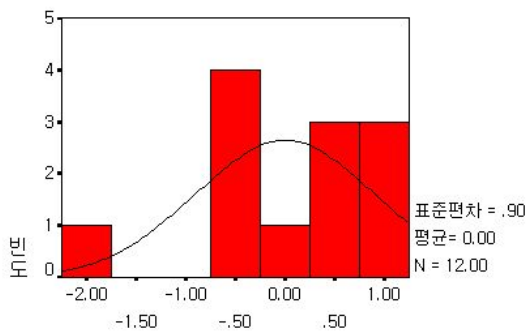
표 4.2 광주광역시 회귀식 계수

모형	비표준화 계수		표준화계수 베타	t	유의확률
	B	표준오차			
(상수)	1118953.750	31644.718		35.360	.000
녹지지역	70.579	24.520	.304	2.878	.018
자동차등록대수	.608	.052	1.244	11.781	.000

종속변수: 인구

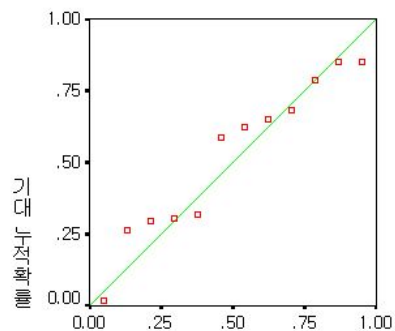
위의 표는 회귀계수와 상수값을 표시하고 있는데 이 상수와 회귀계수가 통계적으로 의미가 있는지를 검증하는 것이 t검증이다. 여기서 회귀식의 상수값이 1118953.750의 통계적 유의성을 검증하는 t값이 35.360이고 유의확률이 .000로 유의수준 $p < 0.01$ 이므로 이 상수의 값은 통계적으로 유의하다.

$$\text{인구} = 1118953.750 + (70.579 \times \text{녹지지역}) + (0.608 \times \text{자동차등록대수})$$



회귀 표준화 잔차

회귀 표준화 잔차



관측 누적확률

정규 P-P 도표

4.1.2 동구 회귀분석

종속변수를 인구로 하고 상관분석에서 상관성을 나타낸 변수들을 가지고 후진제거방법을 이용하여 회귀분석을 한 결과 애초에 독립변수로 정한 변수들(상업지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트)중 (상수)아파트, 전출 모형을 얻을 수 있었다.

표 4.3 동구 회귀분석 모형

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
회귀식	.973	.947	.936	2147.693125

예측값: (상수), 아파트, 전출

회귀분석 한 결과 R값과 R^2 값이 각각 97.3%, 94.7%의 높은 상관성을 보여주고 있다. 다중 상관계수 R값은 종속변수와 독립변수의 상관성을 의미하는 것으로 상관계수의 해석은 다음과 같다.

상관계수 R값이 .973으로 종속변수와 독립변수 간의 높은 상관관계가 존재하고 있음을 보여주고 있다. 또한 적합도에 관한 통계수치인 R^2 은 회귀분석에 사용된 전체케이스를 회귀선이 어느 정도 설명해 줄 수 있는지를 나타내는 통계수치로, 결정계수 R^2 값이 .947로 사용된 케이스가 회귀선에 적합하다는 것을 알 수 있다.

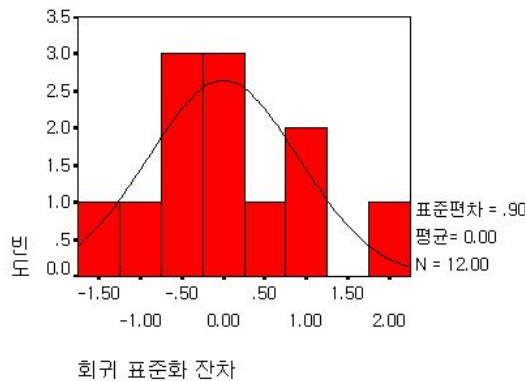
표 4.4 동구 회귀식 계수

모형	비표준화 계수		표준화계수 베타	t	유의확률
	B	표준오차			
(상수)	95589.172	9682.668		9.872	.000
아파트	1.764	.249	.583	7.088	.000
전출	-3.205	.445	-.592	-7.197	.000

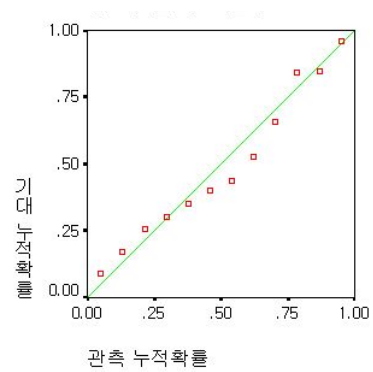
종속변수: 인구

인구를 종속변수로 하고 아파트, 전출을 독립변수로 하여 도출된 회귀식에서 변수의 계수인 비표준화계수 B와 유의확률을 살펴보았다. 회귀식의 통계수치인 변수의 계수와 변수의 상수값이 각각 95589.172와 1.764, -3.205이며 계수와 상수의 유의수준이 95% 이상으로 매우 높게 나타났다.

$$\text{인구} = 95589.172 + (1.764 \times \text{전출}) + (-3.205 \times \text{아파트})$$



회귀 표준화 잔차



정규 P-P 도표

4.1.3 서구 회귀분석

종속변수를 인구로 하고 상관분석에서 상관성을 나타낸 변수들을 가지고 후진제거방법을 이용하여 회귀분석을 한 결과 애초에 독립변수로 정한 변수들(주거지역, 상업지역, 녹지지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트) 중 (상수)상업지역, 전출, 녹지지역, 사업체 모형을 얻을 수 있었다.

표 4.5 서구 회귀분석 모형

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
회귀식	.990	.980	.968	4728.097641

예측값: (상수), 상업지역, 전출, 녹지지역, 사업체

회귀분석 한 결과 R값과 R^2 값이 각각 99.0%, 98.0%의 높은 상관성을 보여주고 있다. 다중 상관계수 R값은 종속변수와 독립변수의 상관성을 의미하는 것으로 상관계수의 해석은 다음과 같다.

상관계수 R값이 .990으로 종속변수와 독립변수 간의 높은 상관관계가 존재하고 있음을 보여주고 있다. 또한 적합도에 관한 통계수치인 R^2 은 회귀분석에 사용된 전체케이스를 회귀선이 어느 정도 설명해 줄 수 있는지를 나타내는 통계수치로, 결정계수 R^2 값이 .980로 사용된 케이스가 회귀선에 적합하다는 것을 알 수 있다.

표 4.6 서구 회귀식 계수

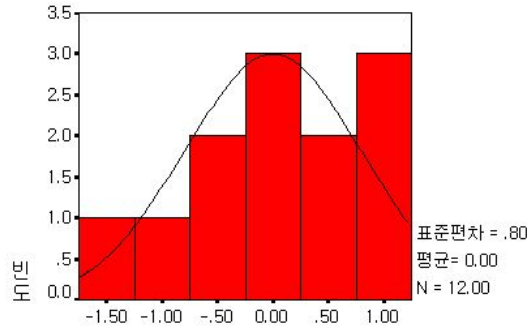
모 형	비표준화 계수		표준화계수 베타	t	유의확률
	B	표준오차			
(상수)	-887193.643	236051.087		-3.758	.007
상업지역	-607137.900	78951.585	-1.054	-7.690	.000
녹지지역	73471.284	12056.618	1.291	6.094	.000
전출	1.616	.471	.252	3.432	.011
사업체	11.512	1.214	1.319	9.485	.000

종속변수: 인구

인구를 종속변수로 하고 상업지역, 녹지지역, 전출, 사업체를 독립변수로 하여 도출된 회귀식에서 변수의 계수인 비표준화계수 B와 유의확률을 살펴보았다.

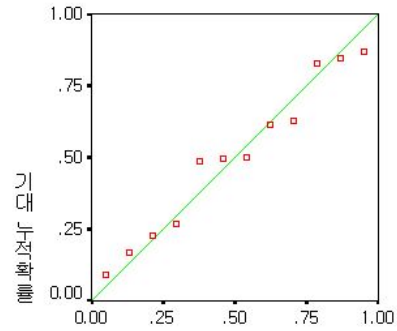
회귀식의 통계수치인 변수의 계수와 변수의 상수값이 각각 -887193.643, 상업지역 -607137.900, 녹지지역 73471.284, 전출 1.616, 사업체 11.512로 나타났다.

$$\text{인구} = -887193.643 + (-607137.900 \times \text{상업지역}) + (73471.284 \times \text{녹지지역}) + (1.616 \times \text{전출}) + (11.512 \times \text{사업체})$$



회귀 표준화 잔차

회귀 표준화 잔차



관측 누적확률

정규 P-P 도표

4.1.4 남구 회귀분석

종속변수를 인구로 하고 상관분석에서 상관성을 나타낸 변수들을 가지고 후진제거방법을 이용하여 회귀분석을 한 결과 애초에 독립변수로 정한 변수들(주거지역, 공업지역, 녹지지역, 자동차등록대수, 전입, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트)중 (상수)전입, 주거지역, 사업체, 전출, 공업지역, 자동차 모형을 얻을 수 있었다.

표 4.7 남구 회귀분석 모형

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
회귀식	.996	.991	.981	1843.423813

예측값: (상수), 전입, 주거지역, 사업체, 전출, 공업지역, 자동차

회귀분석 한 결과 R값과 R^2 값이 각각 99.6%, 99.1%의 높은 상관성을 보여주고 있다. 다중 상관계수 R값은 종속변수와 독립변수의 상관성을 의미하는 것으로 상관계수의 해석은 다음과 같다.

상관계수 R값이 .996으로 종속변수와 독립변수 간의 높은 상관관계가 존재하고

있음을 보여주고 있다. 또한 적합도에 관한 통계수치인 R^2 은 회귀분석에 사용된 전체케이스를 회귀선이 어느 정도 설명해 줄 수 있는지를 나타내는 통계수치로, 결정계수 R^2 값이 .991로 사용된 케이스가 회귀선에 적합하다는 것을 알 수 있다.

표 4.8 남구 회귀식 계수

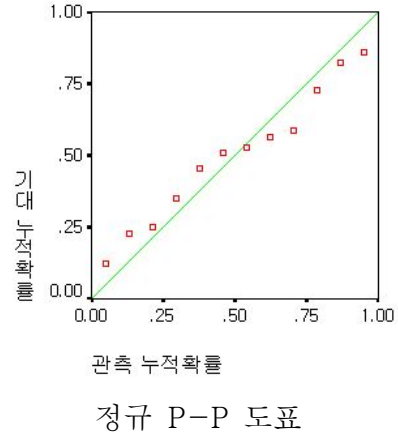
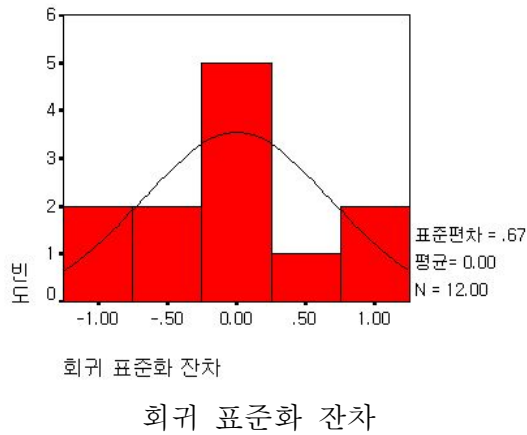
모형	비표준화 계수		표준화계수 베타	t	유의확률
	B	표준오차			
(상수)	212346.271	42477.577		4.999	.004
주거지역	5686.498	1356.828	.433	4.191	.009
공업지역	-33975.525	11946.432	-.271	-2.844	.036
자동차등록대수	-2.223	.319	-.989	-6.976	.001
전입	2.086	.338	.587	6.172	.002
전출	-1.357	.381	-.593	-3.565	.016
사업체	7.885	2.898	.268	2.721	.042

종속변수: 인구

인구를 종속변수로 하고 주거지역, 공업지역, 자동차등록대수, 전입, 전출, 사업체를 독립변수로 하여 도출된 회귀식에서 변수의 계수인 비표준화계수 B와 유의확률을 살펴보았다.

회귀식의 통계수치인 변수의 계수와 변수의 상수값이 각 각 212346.271, 주거지역 5686.498, 공업지역 -33975.525, 자동차등록대수 -2.223, 전입 2.086, 전출 -1.357, 사업체 7.885로 나타났다.

$$\begin{aligned} \text{인구} = & 212346.271 + (5686.498 \times \text{주거지역}) + (-33975.525 \times \text{공업지역}) \\ & + (-2.223 \times \text{자동차등록대수}) + (2.086 \times \text{전입}) + (-1.357 \times \text{전출}) \\ & + (7.885 \times \text{사업체}) \end{aligned}$$



4.1.5 복구 회귀분석

종속변수를 인구로 하고 상관분석에서 상관성을 나타낸 변수들을 가지고 후진제거방법을 이용하여 회귀분석을 한 결과 애초에 독립변수로 정한 변수들(공업지역, 아파트)중 (상수)공업지역 모형을 얻을 수 있었다.

표 4.9 복구 회귀분석 모형

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
회귀식	.603	.363	.300	6321.168207

예측값: (상수), 공업지역

회귀분석 한 결과 R값과 R^2 값이 각각 60.3%, 36.3%의 낮은 상관성을 보여주고 있다. 다중 상관계수 R값은 종속변수와 독립변수의 상관성을 의미하는 것으로 상관계수의 해석은 다음과 같다.

상관계수 R값이 .603으로 종속변수와 독립변수 간의 낮은 상관관계가 존재하고 있음을 보여주고 있다. 또한 적합도에 관한 통계수치인 R^2 은 회귀분석에 사용된 전체케이스를 회귀선이 어느 정도 설명해 줄 수 있는지를 나타내는 통계수치로,

결정계수 R^2 이 .363로 사용된 케이스가 회귀선에 부적합하다는 것을 알 수 있다.

자료로써 활용하기에 상관성이나 정확성이 떨어지는 결과가 도출되었으나, 부적합한 변수들을 사용한 추정치에 대한 오차폭을 검증하기 위하여 회귀식 모형을 정립하였다.

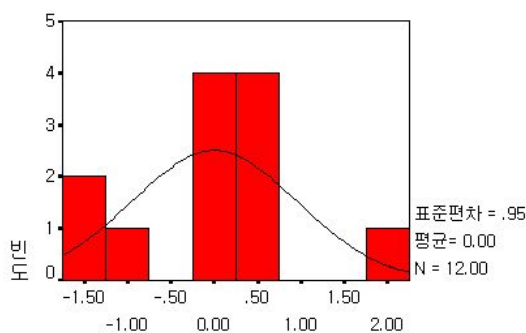
표 4.10 복구 회귀식 계수

모형	비표준화 계수		표준화계수 베타	t	유의확률
	B	표준오차			
(상수)	643296.615	72946.264		8.819	.000
공업지역	-41834.448	17512.132	-.603	-2.389	.038

종속변수: 인구

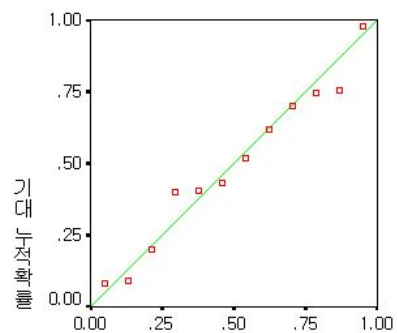
인구를 종속변수로 하고 공업지역을 독립변수로 도출된 회귀식에서 변수의 계수인 비표준화계수 B와 유의확률을 살펴보았다. 회귀식의 통계수치인 변수의 계수와 변수의 상수값이 각각 643296.615, 공업지역 -41834.448로 나타났다.

$$\text{인구} = 643296.615 + (-41834.448 \times \text{공업지역})$$



회귀 표준화 잔차

회귀 표준화 잔차



관측 누적확률

정규 P-P 도표

4.1.6 광산구 회귀분석

종속변수를 인구로 하고 상관분석에서 상관성을 나타낸 변수들을 가지고 후진제거방법을 이용하여 회귀분석을 한 결과 애초에 독립변수로 정한 변수들(주거지역, 상업지역, 녹지지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트) 중 (상수)상업지역, 자동차 모형을 얻을 수 있었다.

표 4.11 광산구 회귀분석 모형

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
회귀식	.999	.999	.999	1159.266809

예측값: (상수), 상업지역, 자동차

회귀분석 한 결과 R값과 R^2 값이 각각 99.9%, 99.9%의 높은 상관성을 보여주고 있다. 다중 상관계수 R값은 종속변수와 독립변수의 상관성을 의미하는 것으로 상관계수의 해석은 다음과 같다.

상관계수 R값이 .999으로 종속변수와 독립변수 간의 높은 상관관계가 존재하고 있음을 보여주고 있다. 또한 적합도에 관한 통계수치인 R^2 은 회귀분석에 사용된 전체케이스를 회귀선이 어느 정도 설명해 줄 수 있는지를 나타내는 통계수치로, 결정계수 R^2 값이 .999로 사용된 케이스가 회귀선에 적합하다는 것을 알 수 있다.

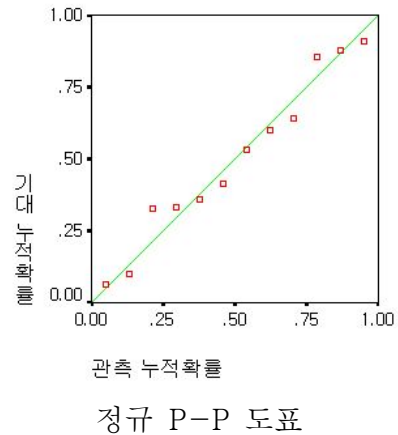
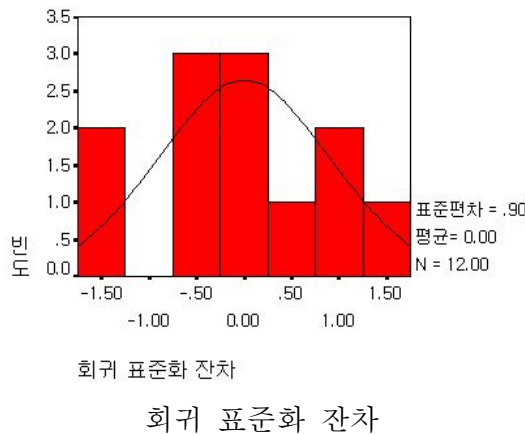
표 4.12 복구 회귀식 계수

모형	비표준화 계수		표준화계수 베타	t	유의확률
	B	표준오차			
(상수)	127259.062	4521.885		28.143	.000
상업지역	18576.159	3816.319	.121	4.868	.001
자동차등록대수	1.394	.039	.889	35.869	.000

종속변수: 인구

인구를 종속변수로 하고 공업지역을 독립변수로 하여 도출된 회귀식에서 변수의 계수인 비표준화계수 B와 유의확률을 살펴보았다. 회귀식의 통계수치인 변수의 계수와 변수의 상수값이 127259.062, 상업지역 18576.159, 자동차등록대수 1.394 각 각로 나타났다.

$$\text{인구} = 127259.062 + (18576.159 \times \text{상업지역}) + (1.394 \times \text{자동차등록대수})$$



4.2 추정인구와 실제인구의 편차 검증

4.2.1 광주광역시 인구지표 검증

광주광역시의 인구추계 모형의 통계자료는 1996~2008년 까지의 실제인구를 토대로 하여 베이직 프로그램을 이용하였으며 다음의 6가지 인구모형을 확인 할 수 있었다.

- ㉠ 등차급수법 : $Y = 1302261. + 12033. \times T$
- ㉡ 최소자승법 1차식 : $Y = 11096. \times T + 1320318.$

- ㉔ 최소자승법 2차식 : $Y \times T + -776.29 * T^2$
- ㉕ 등비급수법 : $Y = 1434625. \times (1. + .00884)^T$
- ㉖ 지수식 : $Y = 1320745. \times (1. + .00811)^T$
- ㉗ 로지스틱법 : $Y = 2000000. / (1. + E^{(-.66279 - .02584T)})$

광주광역시의 추정인구 및 현재인구간의 차를 정리하면 회귀식에 의한 인구지표 추정은 상향의 예측 추세가 나타났으며, 베이직 프로그램에 의한 인구추계모형 또한 상향의 결과를 얻을 수 있었다.

표 4.13 광주광역시 현재인구와 추정인구 비교

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	추세	
실제인구	1342009	1375212	1401525	1406915	1415953	1434625	증가	
다중회귀분석	1339999	1369557	1405270	1402654	1419039	1433608	증가	
	2010	5655	-3745	4261	-3086	1017		
베이직 프로그래 밍 모형	등차급수법	1326327	1350393	1374460	1398526	1422592	1446658	증가
		15682	24819	27065	8389	-6639	-12033	
	최소자승법 1차식	1342509	1364701	1386892	1409083	1431275	1453466	증가
		-500	10511	14633	-2168	-15322	-18841	
	최소자승법 2차식	1342250	1372205	1395949	1413482	1424805	1429918	증가
		-241	3007	5576	-6567	-8852	4707	
	등비급수법	1325384	1348917	1372869	1397246	1422055	1447306	증가
		16625	26295	28656	9669	-6102	-12681	
	지수식	1342267	1364140	1386369	1408960	1431919	1455253	증가
		-258	11072	15156	-2045	-15966	-20628	
	로지스틱법	1342740	1365341	1387519	1409285	1430542	1451357	증가
		-731	9871	14006	-2370	-14589	-16732	

광주광역시의 실제인구와 추정인구 간의 표준편차를 평균값으로 나눈 백분율인 변동계수를 살펴보면 다중회귀분석의 결과값이 0.237로 가장 낮게 나왔으며, 지수식의 경우 1.769로 가장 높은 값이 나왔다. 변동계수에 의한 신뢰성이 있는 순서

로는 최소자승법 1차식, 로지스틱법, 최소자승법 2차식, 등차급수법, 등비급수법 순서로 신뢰성을 보이는 것으로 나타났다.

광주광역시는 다중회귀분석에 의한 인구모형이 가장 높은 신뢰성을 나타내고 있다.

표 4.14 광주광역시 인구의 표준편차 변동계수

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	평균	결과
다중회귀분석	0.150	0.411	0.267	0.303	0.220	0.071	0.237	①
등차급수법	1.169	1.805	1.931	0.596	0.469	0.839	1.135	⑤
최소자승법1차식	0.037	0.764	1.044	0.154	1.082	1.313	0.732	④
최소자승법2차식	0.020	0.219	0.398	0.467	0.625	0.328	0.343	②
등비급수법	1.239	1.912	2.045	0.687	0.431	0.884	1.200	⑥
지수식	0.019	0.805	1.081	0.145	1.128	1.438	1.769	⑦
로지스틱법	0.054	0.718	0.999	0.168	1.030	1.166	0.689	③

주 : 표준편차 값은 $(P-F_i)/P \times 100$ 에 의해 산출됨

4.2.2 동구 인구지표 검증

동구의 인구추계 모형의 통계자료는 1996~2008년 까지의 실제인구를 토대로 하여 베이직 프로그램을 이용하였으며 다음의 6가지 인구모형을 확인 할 수 있다.

- ① 등차급수법 : $Y = 149260. + -3013. \times T$
- ② 최소자승법 1차식 : $Y = -2752. \times T + 139620.$
- ③ 최소자승법 2차식 : $Y = 147457. + -7453.76 \times T + 427.47 \times T^2$
- ④ 등비급수법 : $Y = 116112. \times (1. + -.02257)^T$
- ⑤ 지수식 : $Y = 139596. \times (1. + -.02122)^T$
- ⑥ 로지스틱법 : $Y = 250000. / (1. + E^{(-.23577 - .04429T)})$

동구의 실제인구와 프로그램에 의한 인구추정의 값이 모두 감소추세를 보였으며, 다중회귀 분석에 의한 결과값의 오차가 등차급수법, 최소자승법1차식, 최소자승법2차식, 등비급수법, 지수식, 로지스틱법 값보다 근사하다는 결과를 확인할 수 있다.

표 4.15 동구 현재인구와 추정인구 비교

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	추세	
실제인구	133485	124089	117696	118432	114936	111164	감소	
다중회귀분석	131308	125508	118812	117573	111147	111705	감소	
	2177	-1419	-1116	859	3789	-541		
베이직 프로 그램 모형	등차급수법	143233	137206	131179	122139	119125	113099	감소
		-9748	-13117	-13483	-3707	-4189	-1935	
	최소자승법 1차식	134117	128614	123111	114856	112104	106601	감소
		-632	-4525	-5415	3576	2832	4563	
	최소자승법 2차식	134260	124482	118124	114999	115667	119568	증가
		-775	-393	-428	3433	-731	-8404	
	등비급수법	142598	136233	130153	121537	118793	113491	감소
		-9113	-12144	-12457	-3105	-3857	-2327	
	지수식	133734	128118	122737	115088	112645	107915	감소
		-249	-4029	-5041	3344	2291	3249	
	로지스틱법	134183	128663	123128	114847	112102	106654	감소
		-698	-4574	-5432	3585	2834	4510	

동구의 실제인구와 추정인구의 표준편차를 평균값으로 나눈 백분율인 변동계수를 살펴보면 다중회귀분석에 의한 추정식의 변동계수가 1.372로 다른 프로그램에 의한 평균치보다 좋게 나타났으며, 다음으로는 최소자승법2차식, 지수식, 최소자승법1차식, 로지스틱법, 등비급수법 순서로 변동계수의 값이 나타났다.

따라서 동구는 다중회귀분석에 의한 인구모형이 가장 높은 신뢰성을 타나내고 있으며, 기존의 인구추계모형은 유효성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

표 4.16 동구 인구의 표준편차 변동계수

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	평균	결과
다중회귀분석	1.631	1.144	0.948	0.725	3.297	0.486	1.372	①
등차급수법	7.303	10.571	11.456	3.130	3.645	1.741	6.307	⑦
최소자승법 1차식	0.473	3.647	4.601	3.019	2.464	4.105	3.052	④
최소자승법 2차식	0.581	0.317	0.364	2.899	0.636	7.560	2.059	②
등비급수법	6.827	9.787	10.584	2.622	3.356	2.093	5.878	⑥
지수식	0.187	3.247	4.283	2.824	1.993	2.923	2.576	③
로지스틱법	0.523	3.686	4.615	3.027	2.466	4.057	3.062	⑤

주 : 표준편차 값은 $(P-F_i)/P \times 100$ 에 의해 산출됨

4.2.3 서구 인구지표 검증

서구의 인구추계 모형의 통계자료는 1996~2008년 까지의 실제인구를 토대로 하여 베이직 프로그램을 이용하였으며 다음의 6가지 인구모형을 확인 할 수 있었다.

- ① 등차급수법 : $Y = 227444. + 7328. \times T$
- ② 최소자승법 1차식 : $Y = 7981. \times T + 243484.$
- ③ 최소자승법 2차식 : $Y = 220265. + 21912.07 \times T + -1266.49 \times T^2$
- ④ 등비급수법 : $Y = 308050. \times (1. + .02796)^T$
- ⑤ 지수식 : $Y = 243401. \times (1. + .02949)^T$
- ⑥ 로지스틱법 : $Y = 350000. / (1. + E^{(-.81379 - .14838T)})$

서구의 실제인구와 프로그램에 의한 인구추정의 값이 다중회귀분석의 경우 감소 추세를 보였으며, 다중회귀 분석에 의한 실제 인구와의 결과값의 오차가 등차급수법, 최소자승법 1차식, 최소자승법 2차식, 등비급수법, 지수식, 로지스틱법 값보다

근사하다는 결과를 확인할 수 있다.

표 4.17 서구 현재인구와 추정인구 비교

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	추세	
실제인구	248427	288169	312600	316586	310129	306035	감소	
다중회귀분석	248486	286600	315516	311713	308758	306161	감소	
	-59	1569	-2916	4873	1371	-126		
베이직 프로 그램 모형	등차급수법	242100	256755	271411	286067	300722	315378	증가
		6327	31414	41189	30519	9407	-9343	
	최소자승법 1차식	259445	275407	291368	307329	323291	339252	증가
		-11018	12762	21232	9257	-13162	-33217	
	최소자승법 2차식	259023	287650	306144	314506	312737	300835	감소
		-10596	519	6456	2080	-2608	5200	
	등비급수법	240341	253970	268371	283590	299671	316664	증가
		8086	34199	44229	32996	10458	-10629	
	지수식	257969	273410	289775	307119	325501	344984	증가
		-9542	14759	22825	9467	-15372	-38949	
	로지스틱법	263281	281169	296123	308309	318037	325674	증가
		-14854	7000	16477	8277	-7908	-19639	

서구의 실제인구와 추정인구의 표준편차를 평균값으로 나눈 백분율인 변동계수를 살펴보면 다중회귀분석에 의한 추정식의 변동계수가 0.587로 다른 프로그램에 의한 평균치보다 좋게 나타났으며, 다음으로는 최소자승법 2차식, 로지스틱법, 최소자승법 1차식, 지수식, 등차급수법, 등비급수법 순서로 변동계수의 값이 나타났다.

따라서 서구는 다중회귀분석에 의한 인구모형이 가장 높은 신뢰성을 타나내고 있으며, 기존의 인구추계모형은 유효성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

표 4.18 서구 인구의 표준편차 변동계수

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	평균	결과
다중회귀분석	0.024	0.545	0.933	1.539	0.442	0.041	0.587	①
등차급수법	2.547	10.901	13.176	9.640	3.033	3.053	7.058	⑥
최소자승법1차식	4.435	4.429	6.792	2.924	4.244	10.854	5.613	④
최소자승법2차식	4.265	0.180	2.065	0.657	0.841	1.699	1.618	②
등비급수법	3.255	11.868	14.149	10.422	3.372	3.473	7.757	⑦
지수식	3.841	5.122	7.302	2.990	4.957	12.727	6.156	⑤
로지스틱법	5.979	2.429	5.271	2.614	2.550	6.417	4.210	③

주 : 표준편차 값은 $(P-F_i)/P \times 100$ 에 의해 산출됨

4.2.4 남구 인구지표 검증

남구의 인구추계 모형의 통계자료는 1996~2008년 까지의 실제인구를 토대로 하여 Basic Program을 이용하였으며 다음의 6가지 인구모형을 확인 할 수 있었다.

- ㉠ 등차급수법 : $Y = 253803. + -3992. \times T$
- ㉡ 최소자승법 1차식 : $Y = -4144. \times T + 250459.$
- ㉢ 최소자승법 2차식 : $Y = 255657. + -7263.69 \times T + 283.57 * T^2$
- ㉣ 등비급수법 : $Y = 209890. \times (1. + -.01712)^T$
- ㉤ 지수식 : $Y = 250906. \times (1. + -.01788)^T$
- ㉦ 로지스틱법 : $Y = 300000. / (1. + E^{(-1.60165 - .07897T)})$

남구의 실제인구와 프로그램에 의한 인구추정의 값이 다중회귀분석의 경우 감소 추세를 보였으며, 다중회귀 분석에 의한 실제 인구와의 결과값의 오차가 등차급수법, 최소자승법 1차식, 최소자승법 2차식, 등비급수법, 지수식, 로지스틱법 값 보다 근사하다는 결과를 확인할 수 있다.

표 4.19 남구 현재인구와 추정인구 비교

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	추세	
실제인구	244685	231795	221673	213714	212450	214091	감소	
다중회귀분석	243571	233181	221542	214422	212658	215351	감소	
	1114	-1386	131	-708	-208	-1260		
베이직 프로 그램 모형	등차급수법	245819	237835	229850	221866	213882	205898	감소
		-1134	-6040	-8177	-8152	-1432	8193	
	최소자승법1차식	242170	233881	225592	217303	209015	200726	감소
		2515	-2086	-3919	-3589	3435	13365	
	최소자승법2차식	242264	231140	222284	215697	211378	209328	감소
		2421	655	-611	-1983	1072	4763	
	등비급수법	245186	236862	228820	221051	213546	206296	감소
		-501	-5067	-7147	-7337	-1096	7795	
	지수식	242012	233433	255158	217177	209479	202053	감소
		2673	-1638	-3485	-3463	2971	12038	
	로지스틱법	242709	235030	226632	217531	207759	197376	감소
		1976	-3235	-4959	-3817	4691	16715	

남구의 실제인구와 추정인구의 표준편차를 평균값으로 나눈 백분율인 변동계수를 살펴보면 다중회귀분석에 의한 추정식의 변동계수가 0.355로 다른 프로그램에 의한 평균치보다 좋게 나타났으며, 다음으로는 최소자승법 2차식, 지수식, 등비급수법, 최소자승법 1차식, 등차급수법, 로지스틱법, 순서로 변동계수의 값이 나타났다.

따라서 남구는 다중회귀분석에 의한 인구모형이 가장 높은 신뢰성을 타나내고 있으며, 기존의 인구추계모형은 유효성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

표 4.20 남구 인구의 표준편차 변동계수

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	평균	결과
다중회귀분석	0.455	0.598	0.059	0.331	0.098	0.588	0.355	①
등차급수법	0.463	2.606	3.689	3.814	0.674	3.827	2.512	⑥
최소자승법1차식	1.028	0.900	1.768	1.679	1.617	6.243	2.206	⑤
최소자승법2차식	0.989	0.283	0.276	0.928	0.505	2.225	0.867	②
등비급수법	0.205	2.186	3.224	3.433	0.516	3.641	2.201	④
지수식	1.092	0.707	1.572	1.620	1.398	5.623	2.002	③
로지스틱법	0.808	1.396	2.237	1.786	2.208	7.807	2.707	⑦

주 : 표준편차 값은 $(P-F_i)/P \times 100$ 에 의해 산출됨

4.2.5 복구 인구지표 검증

복구의 인구추계 모형의 통계자료는 1996~2008년 까지의 실제인구를 토대로 하여 Basic Program을 이용하였으며 다음의 6가지 인구모형을 확인 할 수 있었다.

- ① 등차급수법 : $Y = 462807. + 564. \times T$
- ② 최소자승법 1차식 : $Y = -728. \times T + 471869.$
- ③ 최소자승법 2차식 : $Y = 467367. + 1973.13 \times T + -245.55 \times T^2$
- ④ 등비급수법 : $Y = 469013. \times (1. + .00121)^T$
- ⑤ 지수식 : $Y = 471842. \times (1. + -.00156)^T$
- ⑥ 로지스틱법 : $Y = 600000. / (1. + E^{(-1.30439 - .00705T)})$

복구의 실제인구와 프로그램에 의한 인구추정의 값이 다중회귀분석의 경우 감소 추세를 보였으며, 다중회귀 분석에 의한 실제 인구와의 결과값의 오차가 등차급수법, 최소자승법 1차식, 최소자승법 2차식, 등비급수법, 지수식, 로지스틱법 값보다 근사하다는 결과를 확인할 수 있다.

표 4.21 북구 현재인구와 추정인구 비교

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	추세	
실제인구	473768	476743	472363	459375	463088	477513	증가	
다중회귀분석	473449	473449	473449	464664	464664	464664	감소	
	319	3294	-1086	-5289	-1576	12849		
베이직 프로 그램 모형	등차급수법	463935	465064	466192	467320	468449	469577	증가
		9833	11679	6171	-7945	-5361	7936	
	최소자승법 1차식	470413	468957	467502	466046	464590	463134	감소
		3355	7786	4861	-6671	-1502	14379	
	최소자승법 2차식	470331	471331	470366	467437	462544	455686	감소
		3437	5412	1997	-8062	544	21827	
	등비급수법	463929	465054	466182	467312	468445	469581	증가
		9839	11689	6181	-7937	-5357	7932	
	지수식	470373	468909	467450	465995	464544	463098	감소
		3395	7834	4913	-6620	-1456	14415	
	로지스틱법	470518	469081	467633	466173	464702	463219	감소
		3250	7662	4730	-6798	-1614	14294	

북구의 실제인구와 추정인구의 표준편차를 평균값으로 나눈 백분율인 변동계수를 살펴보면 다중회귀분석에 의한 추정식의 변동계수가 0.862로 다른 프로그램에 의한 평균치보다 좋게 나타났으며, 다음으로는 로지스틱법, 최소자승법 1차식, 지수식, 최소자승법 2차식, 등비급수법 순서로 변동계수의 값이 나타났다.

따라서 북구는 다중회귀분석에 의한 인구모형이 가장 높은 신뢰성을 타나내고 있으며, 기존의 인구추계모형은 유효성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

표 4.22 북구 인구의 표준편차 변동계수

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	평균	결과
다중회귀분석	0.067	0.691	0.230	1.151	0.340	2.691	0.862	①
등차급수법	2.075	2.450	1.306	1.730	1.158	1.662	1.730	⑦
최소자승법1차식	0.708	1.633	1.029	1.452	0.324	3.011	1.360	③
최소자승법2차식	0.725	1.135	0.423	1.755	0.117	4.571	1.454	⑤
등비급수법	2.077	2.452	1.309	1.728	1.157	1.661	1.730	⑥
지수식	0.717	1.643	1.040	1.441	0.314	3.019	1.362	④
로지스틱법	0.686	1.607	1.001	1.480	0.349	2.993	1.353	②

주 : 표준편차 값은 $(P-F_i)/P \times 100$ 에 의해 산출됨

4.2.6 광산구 인구지표 검증

광산구의 인구추계 모형의 통계자료는 1996~2008년 까지의 실제인구를 토대로 하여 Basic Program을 이용하였으며 다음의 6가지 인구모형을 확인 할 수 있었다.

- ① 등차급수법 : $Y = 208947. + 10132. \times T$
- ② 최소자승법 1차식 : $Y = 9881. \times T + 217393.$
- ③ 최소자승법 2차식 : $Y = 214139. + 11833.87 \times T + -177.51 \times T^2$
- ④ 등비급수법 : $Y = 320395. \times (1. + .03963)^T$
- ⑤ 지수식 : $Y = 219918. \times (1. + .03767)^T$
- ⑥ 로지스틱법 : $Y = 500000. / (1. + E^{(-.26535 - .08052T)})$

광산구의 실제인구와 프로그램에 의한 인구추정의 값이 다중회귀분석의 경우 감소추세를 보였으며, 다중회귀 분석에 의한 실제 인구와의 결과값의 오차가 등차급수법, 최소자승법 1차식, 최소자승법 2차식, 등비급수법, 지수식, 로지스틱법 값보다 근사하다는 결과를 확인할 수 있다.

표 4.23 광산구 현재인구와 추정인구 비교

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	추세	
실제인구	241644	254416	277193	298808	315350	325822	증가	
다중회귀분석	240303	254921	277685	300271	315244	326224	증가	
	1341	-505	-492	-1463	106	-402		
베이직 프로 그램 모형	등차급수법	229210	249474	269737	29000	310263	330527	증가
		12434	4942	7456	8808	5087	-4705	
	최소자승법 1차식	237156	256918	276680	296443	316205	335968	증가
		4488	-2502	513	2365	-855	-10146	
	최소자승법 2차식	237096	258634	278751	297449	314726	330583	증가
		4548	-4218	-1558	1359	624	-4761	
	등비급수법	225835	244087	263815	285137	308183	333091	증가
		15809	10329	13378	13671	7167	-7269	
	지수식	236798	254973	274544	295617	318308	342740	증가
		4846	-557	2649	3191	-2958	-16918	
	로지스틱법	236973	257088	277112	296791	315886	334189	증가
		4671	-2672	81	2017	-536	-8367	

광산구의 실제인구와 추정인구의 표준편차를 평균값으로 나눈 백분율인 변동계수를 살펴보면 다중회귀분석에 의한 추정식의 변동계수가 0.263로 다른 프로그램에 의한 평균치보다 좋게 나타났으며, 다음으로는 최소자승법 2차식, 로지스틱법, 최소자승법 1차식, 지수식, 등차급수법, 등비급수법 순서로 변동계수의 값이 나타났다.

따라서 광산구는 다중회귀분석에 의한 인구모형이 가장 높은 신뢰성을 타나내고 있으며, 기존의 인구추계모형은 유효성이 매우 낮은 것으로 나타났다.

표 4.24 광산구 인구의 표준편차 변동계수

구 분	1998년	2000년	2002년	2004년	2006년	2008년	평균	결과
다중회귀분석	0.555	0.198	0.178	0.490	0.033	0.123	0.263	①
등차급수법	5.146	1.942	2.690	2.948	1.613	1.444	2.630	⑥
최소자승법1차식	1.857	0.983	0.185	0.791	0.271	3.114	1.200	④
최소자승법2차식	1.882	1.658	0.562	0.455	0.198	1.461	1.036	②
등비급수법	6.542	4.060	4.826	4.575	2.273	2.231	4.085	⑦
지수식	2.005	0.219	0.956	1.068	0.938	5.192	1.730	⑤
로지스틱법	1.933	1.050	0.029	0.675	0.170	2.568	1.071	③

주 : 표준편차 값은 $(P - F_i) / P \times 100$ 에 의해 산출됨

제5장 결 론

본 연구는 도시기본계획 수립을 위한 정책수립과정에서 전통적으로 인구 예측에 이용되고 있는 수리적 방법과 인구추정을 위한 회귀 식을 이용하여, 인구 모형의 정확성과 신뢰성을 검증하고 인구추정을 위한 효과적인 회귀식을 제시하여 인구추계방법 측면에서 편차를 저감시킬 수 있는 인구모형을 제시하고 도시기본계획 수립시 인구추계 및 예측과 관련한 개선방안을 제시하는데 목적을 두고 진행하였는데, 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 상관관계 분석결과 인구와 높은 상관관계를 보이는 것으로 분석된 변수는 광주광역시의 경우 녹지지역과 전입은 부적상관 그 외 주거, 상업, 자동차대수, 사업체, 주차면수, 아파트는 정적상관으로 나타났으며, 동구는 전출 및 사업체가 정적상관 그 외 상업, 자동차등록대수, 주차면, 아파트는 부적상관으로 나타났고, 서구는 주거지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트가 정적상관, 상업지역이 부적상관으로 나타났다. 또한 남구는 주거지역, 공업지역, 자동차등록대수, 주차면수가 부적상관, 녹지지역, 전입, 전출, 사업체수는 정적상관으로 나타났으며, 북구는 공업지역 및 아파트 모두 부적상관으로 나타났고 광산구는 주거지역, 상업지역, 자동차등록대수, 전출, 사업체, 주차면수, 아파트가 정적상관, 녹지지역은 부적상관으로 나타났다. 이때 모든 지역에서 유의수준은 $p < 0.01$ 로 의미가 있는 것으로 분석되었다.

둘째, 다중회귀분석에 의해 도시계획 과정에서 이용할 수 있는 인구모형 식을 도출한 결과에서 광주광역시는 녹지지역, 자동차등록대수, 동구는 아파트, 전출, 서구는 상업지역, 전출, 녹지지역, 사업체, 남구는 전입, 주거지역, 사업체, 전출, 공업지역, 자동차, 북구는 공업지역, 그리고 광산구는 상업지역, 자동차의 변

수가 장래인구 예측에 중요한 변수로 작용하는 것으로 나타났다.

셋째, 인구지표를 추계하기 위한 회귀식과 도시기본계획 수립시 인구지표 예측을 위해 전통적으로 이용되고 있는 수리식을 Basic Program과 다변량분석에 의한 추정 인구의 검증 결과, 다변량분석에 의한 회귀식 결과가 광주광역시는 변동계수 1.372, 동구 변동계수는 0.587, 서구 변동계수는 0.355, 남구 변동계수는 0.862, 그리고 광산구의 변동계수는 0.263로 모든 지역에서 가장 작거나 미비한 편차를 보이고 있어 도시계획과정에서 전통적으로 이용되고 있는 인구추정 모델을 대체하여 다중회귀분석에 의한 인구모형식의 적용이 하나의 방법론으로 제기될 수 있음을 알 수 있다.

결국 물리적인 도시계획의 궁극적인목표인 장래의 도시성장 대비와 기반시설 및 쾌적한 정주환경을 구축하기 위한 초기 착수작업인 장래인구를 예측함에 있어 가능한 한 정확하고 신뢰성 있는 인구예측을 수행하기 위해서는 인구예측의 정확도를 높일 수 있는 다양한 인구추정 모형의 개발이 필요하다.

이에 본 연구에서 수행한 다중회귀분석에 의한 인구모형식의 도출이 하나의 방법론으로 제기될 수 있겠지만, 회귀식에 의한 인구모형을 개발하는 과정에서 도시의 내재적 특성을 효과적으로 포함할 수 있는 독립변수를 신중하게 활용하지 못한 점도 있다. 향후 연구 과정에서 인구모형 추정시 다중회귀방정식에 대한 신뢰도를 높이는 노력이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. 강병기·김원·이종익 공저, “도시론”, 박영사, 1981,
2. 건설교통부(1968), 국토·지역·도시계획 및 공업단지 계획기준,
3. 구본영(1987), 한국의 인구이동에 있어서 도시별 순이동량 차이의 원인에 관한 연구,
4. 국토개발연구원(1993), 도시계획체계정립 및 계획수립기준에 관한 연구,
5. 국토개발연구원(1981), 지역분석을 위한 계량적접근방법,
6. 김안제(1974), 지역간 경제적 격차에 관한 측정연구: 수량화방법을 중심으로, 홍익대학교 대학원 석사학위논문,
7. 내무부, “한국도시연감”, 해당년도.
8. 내무부, “전라남도통계연보“, 해당년도.
9. 대한국토도시계획학회(2000), “도시계획론”, 보성각,
10. 김우혁(1998), 도시기능분석에 의한 중소도시의 특성에 관한 연구, 조선대학교 대학원 박사학위 논문,
11. 박기진(1995), 도시계획시설 미집행 실태분석과 대책, 경북대 행정대학원, 석사학위논문,
12. 박규상, 인구문제와 정책, 한얼문고(1972),
13. 부창열(1987), 지방 중소도시 개발의 기본방향에 관한 연구(도시기능 분석을 중심으로), 서울대학교 대학원 석사학위논문,
14. 서정렬(1992), 요인분석에 의한 도시특성의 파악과 도시 계층의 비교에 관한 연구, 경원대학교 대학원 석사학위논문,
15. 서충원(1985), 요인분석에 의한 서울시 토지이용패턴에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원, 석사학위논문,
16. 박준기(2004), 계량적 인구추정모형의 정립과 검증에 관한 연구, 조선대학

- 교 대학원 석사학위 논문,
17. 김석우 외(2003) 사회과학 연구를 위한 SPSS WIN 10.0 활용의 실제, 교육과학사,
 18. 윤정섭(1982), 도시계획, 문운당,
 19. 윤종주(1973), 인구학,
 20. 이희연(1989), 경제성장에 따른 공간구조의 변화, 지리학 제 39호,
 21. 해당도시, 시·군 도시기본계획 및 도시재정비계획 보고서, 각 년도.
 22. 박수철, “도시계획 결정과정에서의 도시계획가의 역할에 관한 연구: 서울시 지방도시계획 위원회를 사례로”, 서울대학교 석사학위 논문, 1992
 23. 피석현, “도시기본계획의 법적 위상과 역할에 관한 연구”, 한양대학교 도시대학원 석사학위 논문, 2002
 24. 유상혁, “도시인구 분포 및 예측에 관한 연구: 대전직할시를 중심으로”, 한남대학교 석사학위논문, 1992
 25. 정다운, “도시기본계획 인구지표의 합리적 설정에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위논문, 2008
 26. 정순관, “인구규모 및 특성변화에 따른 도시정책의 과제: 광주광역시를 중심으로”, 대한국토도시계획학회, 국토계획, 제32권 제5호, 1997
 27. Allan R. Pred(1972), The spatial dynamics of U.S. urban-industrial growth : Interpretive and theoretical essays, MIT Press, p.187.
 28. T Miyao(1981), dynamic Analysis of Urban Economy, Academic Press, new york, pp.207~203.
 29. D. L. Birch(1971), Toward a stage theory of urban growth, AIP Journal Vol.37, no.2, pp.207~223.
 30. W. R Thompson(1965), A Preface to Urban Economics, Johns Hopkins Press, pp.19~25.

