

Population Projections for Local Governments in Korea: Based on Hamilton-Perry & Auto Regression

Sang Bock Lee¹⁾

Abstracts

Population projections provides useful basic information for the need of economic resources and labor forces. The National Office of Statistics(NSO) presents population projections for the whole country and some of higher level local governments, but not do projections of the lower level local governments. Here are some projection methods as Hamilton-Perry methods and modified auto regression methods, which are compared to cohort method published by NSO in case of Daegu metropolitan city. The simulation results are a little stagnant with modified auto regression, but a little declines are shown with NSO and HP method, for 2010, 2015 and 2020 year, respectively.

Keywords : Auto Regression Method, Cohort Method, Hamilton-Perry, Old Aging, Projection

I. 들어가면서

한국의 인구이동률은 연평균 19%에 이르러, 인구이동이 극심한 지방자치단체 규모에서의 정확한 인구추계가 매우 어려운 형편이다. 국가나 지방자치단체의 현재와 미래 경제 및 사회 공공정책을 위한 인구추계(projection)는 일반적으로 미래의 인구구조가 과거와 현재의 인구변화 추세(trend)상에 있을 것이라는 가정을 기반으로 과거 추세를 연장하는 방법(추세의삽법, trend -extra polation), 연령대 및 성별 코호트 조성법(Cohort-component methods), 혹은 도시계획을 위한 구조적 방법(structure methods)에 의해 예측된다(Hinde, 1998,200).

국내에서는 통계청을 중심으로 현재까지는 주로 국가나 광역시 단위의 인구추계가 이루어져왔다. 지방자치단체 인구추계를 위한 연구는 최근 간헐적으로 되었다. 이상복(2006), 김영원과 성나영(2000)은 소규모 지역 통계방법으로 접근한 바 있고, Hamilton

1) Professor, Computer & Information Communication Engineering, Catholic University of Daegu,
KyungBook,712-702, South Kotra, e-mail : sangbock@cu.ac.kr

과 Perry(1962)과 제안한 추계방법(이하 HP 방법)을 사용하여 이상립과 조영태(2006)가 강원도와 전라북도 인구추계에 적용하여 보았다. 이상복 등(2006)은 경향외삽법을 이용하여 대구광역시의 인구추계를 한 바 있다. 그 외에 통계청에서는 국토지리원의 GIS와 접목한 연구도 시도하고 있다(장치성, 2006).

본 논문에서는 지방자치단체 가운데, 최근 인구정체 현상이 뚜렷하게 나타나고 있는 대구광역시에 대한 인구추계에 대하여, HP 방법, 경향외삽법이 잘 적용될 수 있는가를 통계청의 조성법과 비교연구 검토할 것이다.

II. 장래인구추계방법

경향외삽법으로 선형모형, 다차성장모형, 지수성장모형, 로지스틱모형, 수정지수모형, 고펜페르쯔모형, 자기회귀모형, 다중선형회귀모형 등이 있다. 이상복(2006)은 인구가 정체현상을 보이는 대구광역시 사례연구에서 수정자기회귀모형이 2020년까지의 인구추계에 적절한 것으로 발표한 바 있다. 전기($t-1$)의 인구가 t 기의 인구 P_t 에 중요하게 영향을 주는 경우는, 1차 수정자기회귀모형(modified auto regression, MAR(1)) 모형으로 1차 계수 $\beta_{1,t}$ 를 인구정체 정도에 따라 자료를 대수변환하여 추정하는 다음 식을 사용하였다.

$$P_t = a + \beta_{1,t} P_{t-1}$$

그러나, 경향외삽법은 총인구추계에는 적합하지만, 연령별 추계에는 음의 값을 가지 등 다소 약점이 있다.

코호트 조성법은 출생, 사망, 인구 이동 등이 반영된 연령별 및 성별 인구집단의 변화가 계속 유지된다는 가정을 근거로 인구추계를 하는 방법이다. t 기의 인구를 P_t , 출생수를 B_t , 사망수를 D_t , 전입수를 IM_t , 전출수를 EM_t 라 하면 일반적으로 추계식은 다음과 같다.

$$P_{t+1} = P_t + B_t - D_t + IM_t - EM_t$$

그러나, 이 방법은 현재의 통계법에 따른 통계생산 여건상 출생, 사망, 이동에 대한 정보와 인구집단의 특성을 소규모 지역 인구추계에 보다 명확하게 반영할 수 없다는 약점이 있다. 현재, 통계청에서 주로 사용하는 코호트 조성법은 센서스 코호트별 자료, 주민등록자료, 사후조사 결과를 비교하고 연령대별 다른 인구변화율 적용 등의 방법으로 보정작업을 하여 인구추계를 확정한다(김동화와 김형석, 2002).

마지막으로, 한 지역에서 인구집단의 변화율을 두 시점의 인구를 통하여 직접 구하는 HP 방법은 코호트 인구변화비율(cohort changes ratios, CCR)을 구한다(이상립과 조영태, 2006). CCR 식은 다음과 같다.

여기서, ${}_n P_{r+s,t}$ 은 가장 최근 센서스(t)에서 집계된 $r+s$ 부터 $r+$

$${}_n CCR_r = {}_n P_{r+s,t} / {}_n P_{r,u}$$

$s+n$ 연령대 까지 인구수이고, ${}_n P_{r,u}$ 는 두 번째 가까운 센서스(u)로부터 집계된 r에서 $r+n$ 연령대 인구수, s는 두 센서스간의 연도 차이이다. 이를 이용한 t년과 u년의 센서스로부터 z 기간의 장래인구 추계식은 다음 식과 같다.

$${}_n P_{r+z,t} = {}_n CCR_r X {}_n P_{r,u}$$

여기서, n은 보통 5년 단위이므로 z는 다음 센서스에서는 5살 늘어난 연령대가 된다. CCR을 구할 수 없는 연령대는 최근 센서스의 제일 낮은 연령대인 0-4세 집단이다. 이는 최근 출산율을 이용하여 다음 식과 같이 구한다.

$${}_5 P_{0,x} = {}_5 P_{0,t} X B_{t \rightarrow x} / B_{u \rightarrow t}$$

여기서, $B_{t \rightarrow x}$ 는 최근 센서스(t)에서 추계시점(x) 까지 태어난 출생아 수이고, $B_{y \rightarrow t}$ 은 이전 센서스(u)에서 최근 센서스(t) 까지 태어난 출생아 수이다. 그리고, 연도별 출생아수는 센서스 시점(11월1일 기준) 내삽법으로 조정해야한다. 직접 출생아수를 알 수 없을 경우(추계년도의 0-4세 기간)는 가임 여성의 출산율을 가지고 출생아수를 계산한다.

그밖에 Smith 등(2001)은 출산율을 알 수 없는 소지역에 대한 추계방식으로 어린이 여성 비율(child-woman ratio, CWR)을 이용한 제안을 한 바 있다.

III. 대구광역시 인구추계

이상복 등(2006)의 2005년 통계청 총인구조사와 주민등록통계를 기반으로 연구한 결과에 따르면, 대구광역시(이하 대구시)의 인구증가량은 대구시 사회변동과 양(+)의 상관관계를 보였다. 즉, 전입인구와 전출인구의 차이가 커질수록 인구가 증가한다는 것이다. 이는 사회변동이 자연변동보다 커진 2005년의 경우 대구시의 인구증가량이 감소하였음을 보여준다. 대구시의 인구증가량, 자연변동과 사회변동 세 가지 변수를 고려해 보았을 때, 모두 비슷한 변화를 보였다. 실제 상관분석결과 대구시의 인구증가량과 자연변동은 유의확률이 0.1보다 크므로(0.1024) 의미 있는 값으로는 결론 내릴기에 어려우나, 약한 양(+)의 상관관계(0.58)를 보였다.

대구시의 장래인구를 전망하기 위하여, 평균출산율은 1996년 2005년까지의 출산율을 이용하여 1.13333 값으로 사용하고, 최근 결혼연령이 늦어지는 관계로 가임여성 연령대는 5세 늘려 15세에서 44세까지로 하였다. 가장 좋은 예측능력(1996년 2005년까지의 인구자료를 적용한 결과 MSE 면에서 가장 좋음)을 보이는 1차 MAR(1)(이상복, 2006), HP 방법을 이용한 추계 및 통계청 조성법 인구추계와 비교하여 보았다. 대구시의 행정구역이 1995년의 확장(달성군 편입으로 광역시로 승격)이후 현재의 행정구역을 유지하고 있기 때문에 인구추계의 기준연도(P_0)를 1995년으로 하였다. <표 1>은 앞 장에서 소개한 수식을 사용하여 대구시 장래인구추계결과이다. <표 1>의 결과로 볼 때, 통계청의 코호트 조성법과 HP 방법은 유사한 인구 추계를 보이나, 수정 AR(1)은 인구 정체현상을 예측하는 것으로 나타났다.

< 표 1 > 대구시의 장래인구추계의 비교

추계 방법 년도	통계청 조성법	HP 방법	MAR(1)
2010	2,431,017	2,420,541	2,531,342
2015	2,361,186	2,361,186	2,500,081
2020	2,279,468	2,337,385	2,451,266

2011년까지 인구증가의 정체를 보일 것이라는 가정 하에 대구시의 경우에 대수변환 선형회귀모형과 MAR(1)을 응용하여 몇 가지 기본 통계를 생산하였다. 5세 계급 연령별 인구구조 추계를 이용하여, 인구구조를 3개의 계급으로 나누어 유년인구(0세-14세), 경제활동인구(15세-64세)와 노령인구(65세이상)을 추계하였다. 2005년 현재 유년층(0세-14세) 인구는 약 48만명(통계청 데이터베이스)명으로 대구시 인구의 약 19%를 차지하고 있으며, 2011년에는 약 18%로 예측되고 이는 통계청의 예측값인 16%와도 같은 수준이다(<표2>, <표 3>). 이와 같이 유년층의 인구가 감소하는 원인은 직접적으로 자연변동(출생수-사망수)과 출생률의 감소에 있다. 조출생률(crude birth rate, 1000명당 출생수)이나 자연변동추세에 있어서 원자료를 사용하면 추계값이 음수가 나오는 경우도 생기므로 자료를 대수변환하여 선형회귀모형에 적용하여 추계값은 지수를 취하여 구하였다. 조출생률은 2004년 현재 9.10으로 나타났고, 계속 감소 추세에 있어 1995년부터 2004년의 자료를 기반으로 선형모형을 적용하면 2011년에는 5.84로 예측되었다.

<표 2> 3계급 연령별 인구구조 전망

	2006(%)		2007(%)		2008(%)		2009(%)		2010(%)		2011(%)	
0-14세	478,808	19.02	471,722	18.76	464,637	18.50	477,551	18.24	450,466	17.98	443,381	17.72
15-64세	1,842,910	73.23	1,840,266	73.21	1,837,500	73.18	1,834,795	73.16	1,832,089	73.13	1,829,383	73.10
65세이상	195,031	7.75	201,883	8.03	208,856	8.32	215,769	8.60	222,681	8.89	229,594	9.18
계	2,516,749	100	2,513,871	100	2,510,993	100	2,508,115	100	2,505,236	100	2,502,358	100

대수변환 선형회귀모형 추계자료

<표 3> 3계급 연령별 인구구조 전망(통계청)

	2006(%)		2007(%)		2008(%)		2009(%)		2010(%)		2011(%)	
0-14세	472,544	18.56	458,642	18.03	443,349	17.45	427,423	16.85	411,190	16.24	396,252	15.69
15-64세	1,864,626	73.2	1,862,997	73.24	1,863,966	73.36	1,866,672	73.61	1,869,992	73.87	1,869,232	73.97
65세이상	210,016	8.24	222,065	8.73	232,611	9.19	241,684	9.54	250,160	9.89	261,126	10.34
계	2,547,186	100	2,543,704	100	2,539,926	99.96	2,535,779	100	2,531,342	100	2,526,610	100

자료 : 통계청 kosis.nso.go.kr

<표 4> 대구시의 조출생률 추계(단위: 명/1000명)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
실제	15.36	15.00	14.20	12.72	12.53	12.86	11.00	9.46	9.56	9.10
추계	15.86	14.90	14.0	13.15	12.36	11.61	10.91	10.25	9.63	9.04

<표 4 > 대구시의 조출생률 추계(계속)(단위: 명/1000명)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
실제	8.2	8.1					
추계	8.49	7.98	7.50	7.04	6.62	6.23	5.84

자료 : 통계청 kosis.nso.go.kr

<표 5> 대구시의 자연변동 추계(명)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
실제	27676	26493	24464	20925	20264	21344	16609	12687	12763	11355
추계	29616	26708	24085	21720	19587	17664	15929	14365	12954	11682

<표 5> 대구시의 자연변동 추계(계속)(명)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
실제	9269	8966					
추계	10535	9501	8568	7726	6968	6283	5666

자료 : 통계청 kosis.nso.go.kr

2005년 경제활동인구(15세-64세)는 약 184만명으로 대구시 인구의 약 73%를 차지하고 있고 2011년에도 약 73%로 예측되고 있다. 이는 통계청의 예측값인 74%와도 같은 수준이다. 반면, 65세 이상의 노령인구는 약 15만명으로 대구시 인구의 8%를 차지하고 있고, 2004년부터 7%이상을 유지하여 고령화 사회에 진입하였다. 따라서 경제활동인구가 부양해야 하는 유년층인구와 노령인구의 백분율인 부양부담비(dependency ratio)는 2005년 현재 약 37%의 수준으로 나타났으며, 2011년에도 약 37%로 예측되고 이는 통계청의 예측값인 35%와도 비슷한 수준이다.

남녀의 인구추계에서는 남자인구추계를 MAR(1)을 적용하여 남자인구를 추계하였고, 이를 외국인 인구는 제외된 대구시 과거인구자료(1995년-2005년)를 이용한 전체인구추계에서 감하여 여자인구를 추정하였다. 2005년말 현재 남녀성비는 102.1%이고 과거 10년(1995년-2005년)의 평균 성비는 102%이다. 성비추계결과인 101 ~ 102%의 성비는 당분간 유지될 것으로 전망 된다. 이 추정치는 통계청의 추계와도 거의 동일한 것이었다.

IV. 나오면서

국내인구의 수도권 집중 영향과 노령화, 국내의 극심한 인구이동에 따른 인구의 이상증가, 정체 혹은 감소현상이 나타나는 지방자치단체 단위의 장래인구추계에 대한 다양한 논의와 연구는 지방과 국가의 상당한 경제적 효과를 가져 올 수 있다. 본 연구에서는 대구광역시 인구추계 사례를 통하여 지금까지의 다양한 인구추계 방안을 정리하고, 인구현상이 증가, 감소, 정체 그리고 복합적 현상 등 복잡하게 나타나는 광역시와 구, 군 자치단체의 인구추계에 대한 적용 방법과 중요성을 부각시키는데 의미를 두었다. 앞장의 대구시의 사례연구와 2030년경에는 한국이 초노령 국가 대열에 합류하고, 노년 부양부담비가 50%이상 될 것이라는 전망으로 볼 때, 75세 이상 연령대에 대하여, 5 세 계급별 연령대의 추정을 보다 중점적으로 연구할 필요성이 제기되고 있는 것이 사회적 현실이다. 또한, 국내 신도시 조성에 따른 급격한 인구변화 현상이 나타나는 소규모 지역의 이동인구가 큰 연령대의 정확한 인구추계를 할 수 있는 대안을 구명하고 제안할 필요성이 있다고 본다.

참고문헌

1. 김동화와 김형석(2002). 인구추계, 통계청.
2. 김영원, 성나영(2000). 소지역 통계 생산을 위한 추정방법, 한국데이터정보과학회지, 11, 1, 111-126, 한국데이터정보과학회.
3. 이상복, 윤병철, 심주용, 박혜정(2006). 2005년 기준 인구주택총조사결과 활용방안, 대구광역시.
4. 이상복(2006). Small Area Estimation in Daegu Metropolitan City, 후기학술대회논문집, 233-243, 한국인구학회
5. 이상립, 조영태(2006). H-P 기법을 이용한 기초자치단체의 장래인구추계, 한국인구학회지, 28,1, 149-172.
6. 장치성(2006). 지역통계와 GIS, 대구경북지역 통계개발 설명회, 57-70, 대구경북지방통계청.
7. Hamilton, C. Oorace & Perry, Josef(1962). *A Short Methods for Projecting Population by Age from One Decennial Census to Another*, *Social Forces*, 41,2, 163-170.
8. Hinde, Andrew(1998). *Demographic Methods*, 200, New York, Arnold.
9. Smith, Stanly K, Tayman, Jeff & Swanson, David A.(2001). *State and Local Population Projections, Methodology and Anlysis*, New York, Kluwer Academic.
10. Weeks, John R.(2002). *Population, An Introduction to Concepts and Issues*, 8th ed., Wadsworth Thomson Learning, 115-246.

Web Sites Referred

www.daegu.go.kr

www.nso.go.kr

[2007년 10월 접수, 2007년 11월 채택]