

# 한국의 적정인구 추세에 관한 연구

김 형 기\*

본 논문은 국가별 추계인구와 미래 9개년 인구관련 설명변수들의 추정값을 통하여 적정인구 모형을 구현하고 한국의 적정인구를 추정하는데 목적이 있다. 후생을 고려한 생산함수 확장모형, 세계 176개국의 표본자료 그리고 다중회귀분석을 이용하여 2000~2300년 한국의 적정인구를 추정하고 그 추세곡선을 나타내는 것이다. 모형의 종속변수는 UN에 의한 세계각국의 추계인구이고, 설명변수는 9개 변수 즉 PPP GDP, 인접지역 경제통합율, 교육수준, 영아구사비율, 국토유효면적, 에너지량, 기온, 수자원량, 무역거리이다. 연구결과는 다음과 같다. 2000~2300년 한국의 적정인구는 4,350~4,950만명으로 추정되며, 2000년~2050년은 4,700~5,010만명, 2050년~2100년은 4,770~4,400만명이 된다. 2125년 최저점 4,350만명을 통과한 후 점진적으로 2300년의 4,870만명으로 접근해 갈 것으로 추정된다. 연구결과의 시사점은 네 가지이다. 첫째 한국의 적정인구가 2125년을 기준으로 이전은 감소 이후는 증가 추세일 것이므로 정책결정시 적정한 목표인구를 설정해야 한다는 점이다. 둘째 현 추세로 진행된다면 2050년 이후 적정인구가 추계인구보다 500~600만명 더 많아진다는 점이다. 셋째 2125년 이전의 적정인구는 좁게 4,770~4,545만명으로서, 출산율 향상을 통한 적정인구의 유지 노력이 필요하다는 점이다. 넷째 적정인구 추세의 기복은 출산기피로 인한 인구감소 때문으로 출산지원과 입양 및 이민 유입의 정책에 따라 변화될 수 있다는 점이다.

핵심 주제어 : 적정인구, 한국, 추계인구, 인구모형, 설명변수, PPP GDP, 일인당 소득

## I. 연구의 배경과 목적

한 나라의 적정인구는 경제정책, 공공정책, 인구분산정책 그리고 국토 및 도시계획에서 매우 중요한 기준인자가 된다. 적정인구를 기준으로 하여 제반 인구관련 정책들의 틀을 체계적으로 확립할 수 있다. 세계경제의 변화에 대응할 국가의 장·단기 정책들의 지침을 위해서 뿐만 아니라 기업의 미래사업계획과 지역계획의 기준설정을 위해 적정인구의 지표가 필요하게 되었다. 세 가지로 연구배경을 정리할 수 있다.

첫째, 다변화되는 국제정세에 능동적으로 대처하기 위해 한국의 적정인구 추정이 필요하다는 인식 때문이다. 세계 자유민주주의의 확산과 자본주의적 시장경제체제의 확대로 세계

---

\* 부산대학교 대학원 도시공학과 박사수료

각국의 무역경쟁이 치열해지고 있다. 지속적인 세계인구의 증가, 출산율의 감소, 에너지의 점진적 고갈 그리고 둔화되는 경제성장률로 인해 미래의 인구 및 경제예측의 필요성이 증대되고 있다. 이에 세계각국의 인구관련 변수들을 토대로 적정인구 지표를 구현하는 작업이 중요할 것으로 인식되었다. 둘째, 한국의 급격한 출생률 감소추세를 들 수 있다. 통계청에 의하면 한국의 합계출산율이 2002년 1.17명, 2003년 1.19명, 2004년 1.16명으로 세계최저로 기록되었고, 총 출생아수는 2002년 49.5만명, 2003년 49.3만명, 2004년 47.6만명으로 계속해서 감소하고 있다. 한 나라의 경제 및 사회 제문제들이 출산율과 밀접하게 관련되어 있기 때문에 출산율 높이기 정책과 더불어 적정인구성장의 지표가 요구되고 있다. 셋째, 국토 및 도시의 인구기준의 마련 때문이다. 국토 및 도시계획에는 반드시 인구계획이 선행된다. 적정인구는 국토의 효율적 인구분산정책, 도시개발계획 그리고 대규모 건설사업 등을 위한 지표가 될 수 있다.

본 논문은 이런 측면에서 세계각국의 추정인구와 인구관련 9개 설명변수들에 의한 다중회귀분석을 통해 한국의 적정인구를 추정하고 그 추세를 밝히는데 초점을 두고 있다. UN의 추정인구 및 국제 순유입인구의 종속변수와 인구증감에 영향을 주는 9개의 설명변수들, 즉 GDP, 인접지역 경제통합율, 교육수준, 영어구사비율, 국토유효면적, 에너지량, 기온, 수자원량, 무역거리로 구현된 인구회귀모형을 통해 9개년 한국의 적정인구를 추정하고, 2000~2300년의 년도와 적정인구의 관계를 적정인구 추세곡선으로 나타내는데 목적이 있다. 후생을 고려한 생산함수, 모형 최적화 과정, 로지스틱 곡선 그리고 중력모형을 이용하여 인구회귀모형을 구축하고 설명변수들과 적정인구를 추정하였다. 변수 최적화를 위해 변수값들을 가중비율로 변환하여 추정의 신뢰성을 높이고자 하였다. 정확한 미래예측이 어려운 상황에서 한국의 적정인구를 추정하는 것이 힘든 시도일 수 있고, 예측상의 많은 가정과 전제로 신뢰성에 의문이 제기될 수 있지만 차후 연구들이 이런 부족함들을 해결해 주길 기대하면서, 선행연구들과 설문조사에 힘입어 미흡하나마 한국 적정인구 연구의 초석을 놓고자 한다. 먼 미래예측을 통하여 가까운 미래의 인구, GDP 그리고 지역경제를 더 잘 조명할 수 있을 것이다.

연구방법은 세계 230여개의 국가들 중 인구 10만명 이상의 199개국을 대상으로 하여, 2000년, 2025년, 2050년, 2075년, 2100년, 2150년, 2200년, 2250년, 2300년의 9개년 회귀인구를 스플라인 곡선으로 연결하고 회귀인구 곡선과 적정인구 추세곡선을 구현하는 것이다. 표본 회귀인구는 세계 평균적 소득수준에 부합하는 176개국 표본 회귀인구, 소득 상위 45개국의 표본 회귀인구 그리고 30개국 표본 회귀인구이며, 이 세 인구와 추계인구를 비교분석하여 새로운 한국의 적정인구 추세곡선을 도출한다.

본 연구는 두 가지, 즉 세계 총생산량의 수렴성 가정과 표본확률에 의한 인구추정에서 한

계점을 지니고 있다. 전자는 기술과 생산량 추이에 대한 근거 및 시간경과가 더 필요하고, 후자는 적정인구가 표본들에 의해 결정되는 문제점을 지닌 바, 세계각국 및 지역의 경제와 GIS 정보를 통합모형화한 추정방법이 요구된다.

## II. 적정인구에 관한 선행연구의 고찰

### 1. 적정인구의 개념과 연구동향

적정인구에 대한 개념적 발단은 고대까지 거슬러 올라가지만 본격적으로 거론되기 시작한 것은 18세기 이후부터이며, J.S.Mill(1848)에 의해 적정인구 이론의 기초적 개념이 확립되었다. Mill은 그의 경제학 원리에서 적정인구를 “더 이상의 인구증가를 허용할 경우 생활수준의 악화를 가져오는 인구”라는 개념으로 파악했다. 그리고 E.Cannan(1888)은 수확의 법칙과 관련하여 “개인당 생산의 증가라는 측면에서 올바른 방향으로 움직여 가는 인구”를 적정인구라고 하여, 궁극적으로 산업에 가장 큰 이익을 가져다 주고 모든 세대의 사람들에게 가장 큰 이익을 가져다 주는 인구로 보았다. 한편 후생을 고려한 적정인구(Votey, 1969)는 “일인당 부(富)의 극대생산을 가져오는 인구수”로 정의한다. 이때, ‘일인당 부의 극대’의 기준이 매우 모호하므로 개념을 명확히 하기 위해 두 가지 전제가 필요하다. 첫째는 적정인구 개념의 범위가 한정되어야 한다는 것이다. 시대나 사회경제적 여건이 변함에 따라 국가가 필요로 하는 인구수가 달라지기 때문에 대개 국민소득 내지는 사회후생의 개념과 결부시킨다. 둘째는 현재 어떤 국가가 직면하고 있는 사회경제적 조직체계는 변치 않는다는 정태적 가정이 전제되어야 한다는 것이다. 한 국가의 사회체계가 민주주의나 자본주의를 벗어나 전제주의나 공산주의를 지향하려 한다면 적정인구의 개념이 달라질 수 있기 때문이다(한준희, 1975).

지금까지 적정인구 연구는 그다지 진전을 보이지 못해 왔다. 그 이유는 경제의 지속성장과 생산성 체감의 예측 어려움 그리고 인구관련 변수들에 대한 자료의 결여 때문이다. 전자의 경우 세계가 인구정점과 경제 성숙기를 아직 거치지 않은 점과 에너지 수급 불안정에 기인된 불균형 성장으로 인하여 미래의 경제성장률을 예측하기가 쉽지 않은 때문이고, 후자는 인구관련 사회경제적 변수들에 대한 세계전체의 자료구축이 미흡했기 때문이다. 그렇지만 최근들어 세계기구 및 국가 통계국들을 통해 사회경제적 통계자료가 구축됨에 따라 연구가 크게 진전되고 있다. 현재까지 적정인구 연구는 자체 연구와는 약간 거리를 둔 채, 네 가지 관련주제 연구로 진행되어 왔다. 첫째는 효용을 극대화하는 적정인구성장률 연구이다. Ramsey(1928)에 의해 동태적 최적화 성장이론이 시작된 이후, Harrod(1936), Domar(1946),

Solow(1956) 등의 신고전파의 적정인구성장률의 연구가 그것이다. 조건부 수렴이라는 가정을 유지한 가운데 자본과 노동 그리고 경제성장의 관계를 시차적 동태학 연구를 통해 규명하려 하였다(박규영, 1966). 그렇지만 수리적 복잡성과 경험적 상관성의 결여 때문에 1973년 석유 파동 직전에 실질적인 연구가 중단되었다. 둘째는 순재생산율에 의한 인구증감의 분석연구이다. 순재생산율 이론은 1980년대 중반이후 등장한 내생적 성장이론의 토대위에서 인구증가율을 내생적 요인으로 취하려는 노력의 일환이었다. 인간의 삶을 2 또는 3세대로 나누고 각 세대들간 서비스와 물질을 주고 받는 과정에 효용이 있음을 가정한 후 그 주고 받음의 양 차이를 통하여 순재생산율( $NRR = \sqrt{\beta/\alpha}$ ,  $\alpha, \beta$ 는 중간세대가 각각 後세대와 前세대에게 주고 받은 물질 또는 서비스)을 산정하고 인구증감의 분석기준으로 삼으려고 하였다.<sup>1)</sup> Diamond(1965), Dasgupta(1969), Samuelson(1975), Gigliotti(1983)에 의해 이루어졌다. 셋째 인구경제모형과 통계자료를 이용한 인구추세 연구이다. 인구경제모형은 대개 국제기구나 국가기관의 후원을 받아 관련변수들의 방대한 데이터 구축과 함께 구현되었고, 신뢰할만한 미래예측 지표의 제시와 장단기 개발계획에 필요한 인구동태를 파악하는데 연구의 목적이 있었다. TEMPO모형(1971), 장기계획모형(1971), 인구동태그룹모형, BACHUE모형(1975), Suits-Mason모형(1978) 등이 있다(구성열, 1996). 넷째 출산율과 기대수명 예측에 의한 추이인구 연구이다. UN이나 국가별 통계국에서 다루고 있는 세계 및 국가별 추이인구의 예측으로서, 대체출산율 2.1명으로서의 유인정책을 통해 적정인구로의 점진적 접근이 가능하다는 관점이다.

위 네 가지 연구흐름 중에서 첫 번째인 적정인구성장률 연구를 스펡글러(J.J.Spengler, 1951)의 이론을 토대로 간단히 정리한다. 스펡글러는 “The Population Obstacle to Economic Betterment”란 논문에서 적정인구를 적정성장률로 규명하려고 하였다. 국민소득을  $Y$ , 국민소득증가분  $\dot{Y}$ , 인구  $P$ 와 증가분  $\dot{P}$ , 산출자본량  $K$ 와 증가분  $\dot{K}$ , 그리고 일인당소득을  $y = Y/P$ 라 하면, 일인당 소득증가율  $j$ 는

$$\begin{aligned}
 j &= \dot{y}/y = (1 + \dot{Y}/Y)/(1 + \dot{P}/P) - 1 \\
 &= [1 + (\dot{K}/Y) \times (\dot{Y}/K)] / (1 + \dot{P}/P) - 1 \\
 &= (1 + IS) / (1 + \dot{P}/P) - 1 \tag{1}
 \end{aligned}$$

1) 순재생산율 이론:  $N_x$ 는  $x$ 세대의 수,  $N_{x-1}$ 와  $N_{x+1}$ 는 각각  $x$ 세대의 노인(부모)세대와 아이세대의 수,  $\alpha_x$ 와  $\beta_x$ 는 각각  $x$ 세대가 아이와 노인세대 1인에게 주고 받은 서비스 및 물질일 때,  $x$ 세대에 의해 전이 (= 제공한 양 / 받은 양)된 서비스와 물질의 비율은  $T_x = \frac{\alpha_x N_{x+1} + \beta_x N_{x-1}}{\alpha_{x-1} N_x + \beta_{x+1} N_x}$ 이다. 순재생산율  $NRR_x = N_{x+1}/N_x, NRR_x = NRR_{x-1} = NRR, \alpha_x = \alpha_{x-1} = \alpha, \beta_x = \beta_{x-1} = \beta$ 의 식들을 대입하고 정리한 후  $dT/dNRR = 0$  하면,  $NRR^{opt} = \sqrt{\beta/\alpha}$ 를 얻는다.  $NRR^{opt} > 1$ 이면, 즉 부모세대로부터 물질·서비스를 많이 제공받으면 인구가 증가하고 반대면 감소한다.

이 된다( $I$ : 투자율,  $S$ : 한계생산성임). 이 경우  $j$ 가 적정인구성장률이 되며 적정인구를 결정한다는 것이다. 생산량이나 자본증가율이 인구증가율보다 커지면 그만큼 인구가 증가할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 소득증가율이 생산량, 투자율, 인구증가율에 의해 결정되기 때문에, 투자에 대한 생산성 증대를 가져올 수 있도록 기술진보가 이루어져야 한다고 주장하였다. 적정인구성장률 이론은 후에 생산인구의 소비를 중시했던 Samuelson(1975)에 의해 황금율의 적정성장이론 ( $g^* = \sqrt{c_{g2}/k_g} - 1$ ,  $g^*$ : 황금율,  $c_{g2}$ : 은퇴세대 소비증가율,  $k_g$ : 자본증가율)으로 이어졌다. 한편 내생적 출산율과 적정인구규모에 관련된 논문들(Z.Eckstein, K.I.Wolpin, 1983)의 경우, Mill과 Bentham의 소비자 효용이론에 근거하여 중첩된 세대들의 선호에 의한 출산율( $n$ )의 모형( $V(C_1(t), C_2(t), 1+n(t+1))$ ) ( $C_i(t)$ : 세대 $t$ 의 소비량)을 도입하였다. 그리하여  $n = f'(k) - g - \delta$  ( $f'(k)$ : 자본의 한계생산율,  $g$ : 기술진보율,  $\delta$ : 감가상각률)로 나타내고, 적정의 정상상태 효용이 황금율 분배로 수렴될 때 더 높은 인구성장률이 가능하다고 하여 저축률을 출산율에 맞추는 정책안을 주장하였다. 앞서의 순재생산율 이론과 동일 맥락의 연구이다.

최근들어 경제 및 무역분야 연구에서 사회·경제적 변수를 이용한 회귀모형들이 컴퓨터 프로그램의 활용과 함께 급증하고 있으며, 조만간 세계기구에 의한 세계 및 국가별 인구예측 모형이 등장할 것으로 예상된다. 주요 인구경제모형의 하나이고 국제노동기구에 의해 개발된 BACHUE 모형(Hopkins, 1975)이나 Suits-Mason 모형의 경우 경제부문, 노동시장·소득분배 부문, 인구부문 등으로 나누고 많은 사회경제적 변수들을 도입하였는데, 횡단면 자료로 부문별로 모형화된 까닭에 미래 인구예측모형으로는 발전되지 못하였다.

국내연구의 경우, 이용문·최종석(1985)과 최종후(2000) 등이 Logistic모형과 Gompertz모형을 이용하여 인구예측을 시도하였지만 인구를 시간의 함수로만 나타낸 결과, 먼 미래의 인구예측에 있어서는 적용될 수 없는 결점들을 지니고 있었다. 구성열(2005), 전광희(2006)의 적정인구성장률에 관한 최근 연구는 접근 및 추정방법에서 적정인구 연구의 단초를 제공한다. 전자는 소득, 자본, 소비수준, 육아투자, 할인율을 통해, 후자는 출산율, 부양비, 소비비중을 통해 인구성장률을 추정한 점에서 진일보된 연구로 평가된다.

## 2. UN의 세계 추정인구 보고서

2004년 UN 인구분과에서는 「World Population to 2300」라는 제목으로 세계 추정인구 보고서를 발간하였다. 인구 10만명 이상의 국가 192개국을 대상으로 하여, 2000~2300년 세계 각국의 추정인구, 출산률, 사망률, 인구증감율, 인구밀도, 고령화 그리고 인구국제이동의 추이를 전망한 것이다. 추정의 근거는 출산율과 기대수명의 가정으로부터인데, 출산율은  $m_e$

-dium에서 2000~2050년에 1.85명 그 이후는 2.05~2.1명으로(표1), 기대수명은 선진국에서

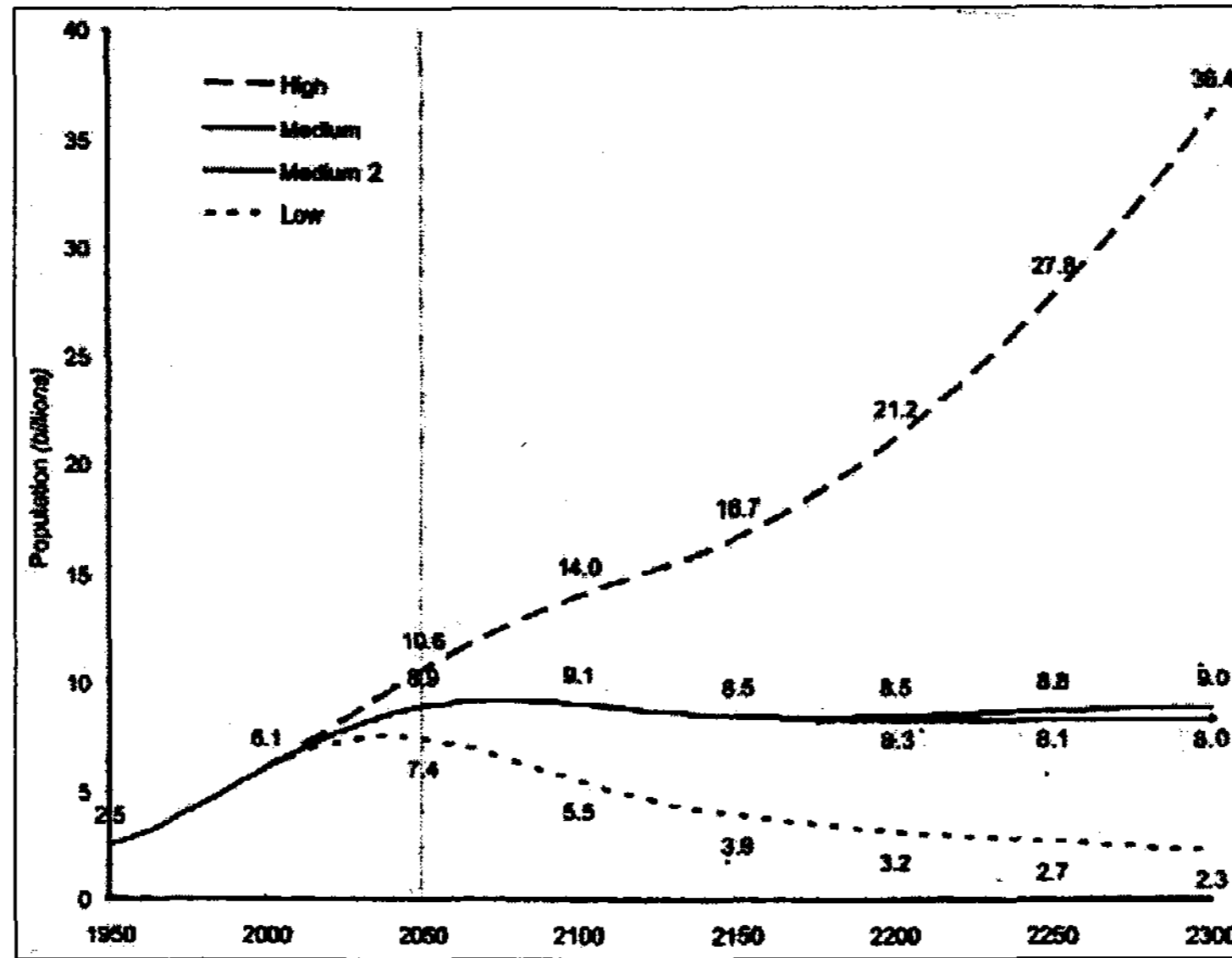


그림 1. 세계 추정인구 곡선

표1. 출산률의 가정

시나리오	2000~2050년	2050~2225년	2225년 이후
high	2.35	2.35	2.35
medium	1.85	2.1	2.05
low	1.35	1.85	1.85

는 75세의 수명에 년간 남 0.1세 여 0.2세, 후진국은 60세의 수명에 남 0.4세 여 0.5세 상승하는 것으로 가정하였다. 그리하여 low, medium, high 시나리오의 추정인구 곡선을 그림 1과 같이 나타내었다. medium의 경우 2050년에 세계인구가 89억명으로 정점에 도달하고 이후 다소 하락한 85~90억명이 될 것으로 추정하였다. U.S. Census Bureau에서는 2050년 90억명, IASA는 88억명으로 예측한 바 있다.

### 3. 한국의 추계인구와 인구감소의 원인

통계청은 1970년~2000년 한국의 인구를 1970년에 32,241천명, 1980년 38,124천명, 1990년 42,869천명, 2000년 47,008천명으로 집계하였다. 그리고 2020년에 49,956천명으로 정점에 도달한 후 2050년까지 계속 감소하는 것으로 추계하였다. 2005년 인구는 48,294천명, 2010년 49,220천명, 2030년 49,329천명, 2040년 46,743천명, 2050년 42,348천명으로 예측되었다.

인구감소의 주요 원인은 출산율 감소와 조기사망자수의 증가이며, 출산율 감소가 훨씬 더 중요한 원인이 된다. 최근 한국의 가임여성 1인당 합계출산율이 급격히 감소하고 있다. 출산



을 감소의 원인에는 사회적 요인, 경제적 요인, 가구특성 요인, 결혼 및 임신관련 요인 등이 복합적으로 작용한다(권태환 2002, 김승권 2003). 사회적 요인에는 여성의 직장근무에 따른 양육의 어려움이, 경제적 요인은 자녀에 대한 높은 양육비 및 교육비가, 가구특성 요인은 출산 가치관의 변화와 이혼의 증가가, 결혼 및 임신관련 요인은 결혼 감소와 결혼연령 상승이 주 요인이 된다. 저출산으로 인한 사회문제들이 다방면으로 점점 확산될 것으로 전망된다.

### Ⅲ. 목적함수의 구현

#### 1. 가정과 전제

기본 가정은 ‘첫째 2300년 내에 지구환경의 이상 징조와 인간에 의한 전지구적 대형사고가 발생하지 않는다, 둘째 2300년 내에 우주개발에 의한 경제적 잉여는 발생하지 않는다, 셋째 세계경제는 독점이윤이 점진적으로 감소하며 완전경쟁의 시장경제를 지향한다, 넷째 각국의 경제성장률은 정치사회적 변동에 관계없이 증감하여 점점 균제상태에 접근한다’ 이다. 주요 가정은 다음과 같다.

[가정 1] 세계인구는 2050년 내에 89억명으로 정점에 도달하고 더 이상 증가하지 않는다.

[가정 2] 세계총생산의 성장률은 2100년 2%내외이고, 2300년 0.4%내외이며, 이후 0~0.4%의 일정값에 수렴한다.

기본 전제는 ‘첫째 인간은 모두 합리적이며 경제적인 동물이다, 둘째 세계 및 지역별 인구와 자본의 지리적 분포는 일정범위내에서 대체로 정규분포를 따른다, 셋째 경제여건이 비슷하거나 인접한 국가들의 일인당 PPP GDP(이하 GDPp)는 점진적으로 조건부 접근한다, 넷째 2300년 내에 한반도에서 전쟁은 일어나지 않으며 조만간 통일에 버금가는 경제통합 내지 한반도 통일이 이루어진다’ 이다. 주요 전제는 다음과 같다.

[전제 1] 기술진보율은 점점 0~0.4%의 일정값에 수렴한다.

[전제 2] 화석연료는 2150년 무렵 고갈된다.

[전제 3] 2025년 이후 GWP의 중심지역은 동아시아가 된다.

## 2. 주요 가정 및 전제의 근거

### 1) 세계 총생산량의 증가율 감소

표2는 2000년 이후 세계 총생산량(Gross World Product, GWP)이 인구보다 수치적으로 더 가파르게 증가하고 있음을 보여준다. 이는 중국·인도의 GDPp 성장과 기술혁신 및 인적자본의 증가로 인한 전세계적 경제성장 추세에 기인한다.

표2. 세계총생산의 추이 (단위 : 억명, 조달러)

	1970년	75년	80년	85년	90년	95년	2000년	05년
인구	37.1	40.9	44.5	48.5	52.8	57.0	60.9	64.5
GWP	2.9	5.5	10.6	11.7	22.3	29.1	31.4	43.9
GWP <sub>p</sub>	17.0	20.1	24.0	27.4	32.5	36.9	45.2	59.9

\* 주 : www.globalpolicy.org (GWP 1970-2001)과 www.publicpurpose.com (14 Nation PPP GDP from 1960)의 보완된 자료이다.

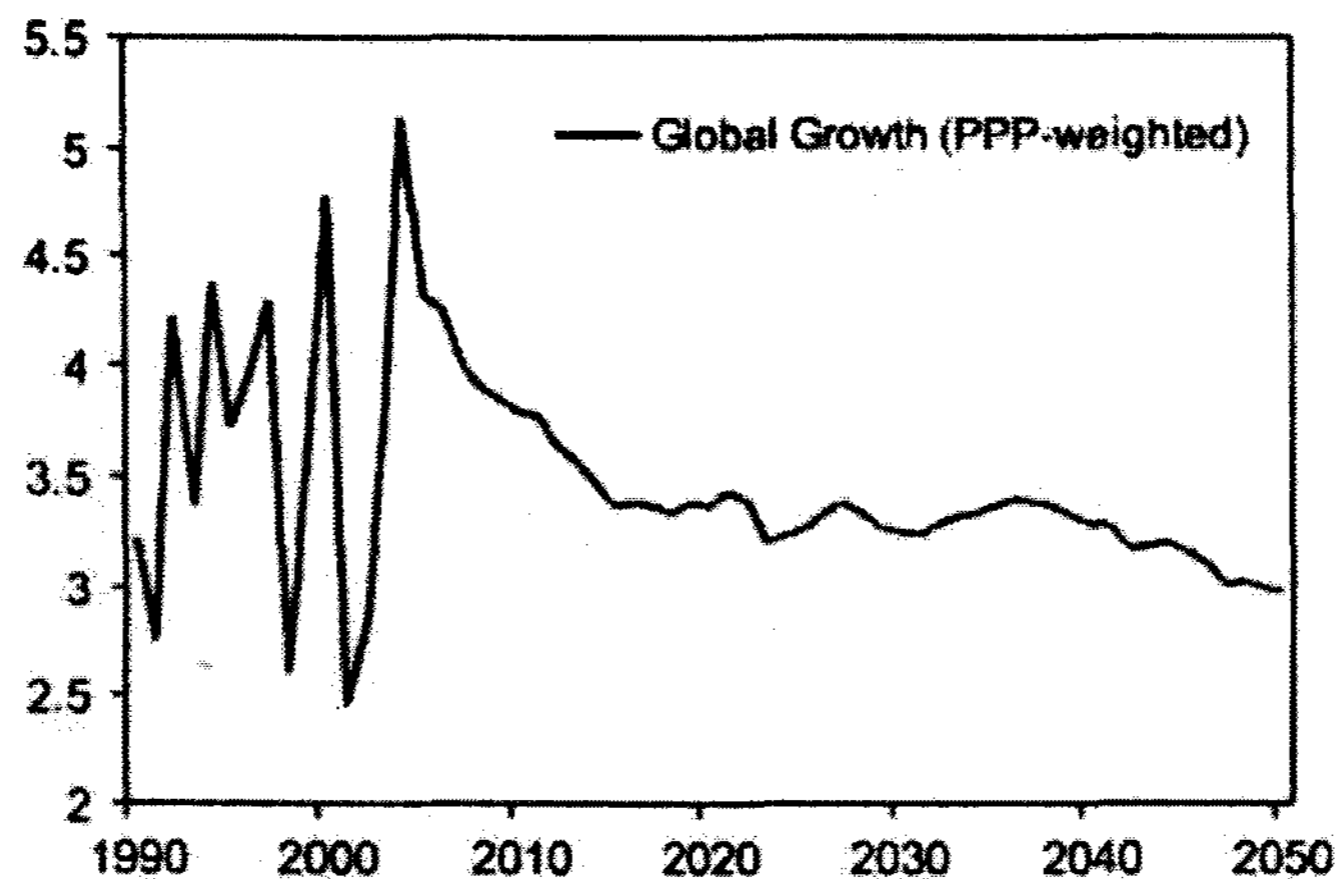


그림 2. GWP<sub>p</sub> 증가율 추이

\* 주 : Goldman Sachs (Global Economics Paper No: 118, p4)의 자료이며, 세로축은 %이다.

그렇지만 GWP<sub>p</sub>(세계 합GDP<sub>p</sub>)의 성장률은 음지수 곡선으로 점점 감소할 것이라는 견해가 일반적이다. 2004년 Goldman Sachs는 GWP<sub>p</sub>규모의 증가와 세계인구의 증가율 둔화 그리고 화석연료의 점진적 고갈로 인하여 2000~5년, 2020~25년, 2045~50년의 GWP<sub>p</sub> 증가율이 각각 4.7%, 3.4%, 3.0%로 감소할 것으로 예측하였다(그림2). 또한 설문에 의한 2100년의 성장률은 1~2%로 조사되어 성장률이 점점 줄어들 것임을 시사했다.<sup>2)</sup>

2) 고려대, 부산대, 서울대, 서강대, 연세대 5개 대학의 거시경제학 전공교수 13명에게 미래 GDP<sub>p</sub>성장



### 2) 기술진보율의 일정값 수렴

1890년 이래 생산량과 생산요소의 통계자료를 이용하여 기술진보율을 계측한 시도들이 있어 왔다. 1900~1970년 독일, 미국, 소련, 영국, 캐나다, 일본, 한국 등 7개국의 기술진보율이 대체로 1%~2.5%로 계측되었다(최대식, 1988)<sup>3)</sup>. 선진국에서의 기술진보율이 경제성장률의 절반 정도의 비율을 차지하는 것으로 밝혀졌다(김정홍, 2003). 지구의 한정된 무역시장, 인간의 신체조건과 생활영역의 제한, 그리고 저비용의 기술확산에 비교되는 점증의 기술혁신비용으로 인하여 미래로 갈수록 기술진보율이 둔화되어 0.4%이하의 일정값에 수렴할 가능성이 높아지고 있다.

### 3) 에너지확보의 고(高)비용 시대의 도래

표3은 약 150년 후 화석연료의 고갈을 시사하고 있으며, 이로 인해 세계 각국은 에너지

표 3. 화석연료의 확인매장량 및 가채년수

	확인매장량	년간 소비량	가채년수
석 유	11,886억 배럴	295억 배럴	40.3년
석 탄	545,438 Mtoe	2,778 Mtoe	196년
천연가스	179.5조 CM	2.69조 CM	66.8년
우 라 늪	약 60 년	67,000 톤	약 250년

\* 주 : BP Global의 자료임. 석탄 중 갈탄(40%)은 제외되었고, Mtoe는 석유 천톤이며, CM은 cubic metres이다. 가채년수는 2004년 기준이다.

확보와 대체에너지 개발에 총력을 기울이고 있다. 2003년 IEA의 세계 에너지공급 현황에 의하면, 화석연료 80.5%, 핵 6.5%, 수소 2.2%, 연소성 재생에너지 10.8%로 집계되고 있다. 압도적 비율의 화석연료가 고갈되면 대체에너지의 연구 및 개발에 점점 더 많은 비용이 소요될 것이다.

를 예측에 관한 설문결과, 2100년의 성장률 1.0~2.0%의 견해 7명, 2300년의 성장률 0.5%내외의 견해 8명으로 조사되었다. 그리고 기술진보는 그 비율이 점점 감소할 것이라는 견해였다.

3) 주요 국가들의 기술진보율 : 1890~1914년 독일 1.5, 1950~1959년 서독 3.4, 1890~1914년 미국 1.1, 1909~1929년 미국(비농림) 1.0, 1929~1949년 미국(비농림) 2.0, 1948~1957년 소련(제조업) 3.8, 1949~1959년 영국(제조업) 0.7, 1949~1960년 캐나다(제조업) 1.4, 1945년 이전 일본(비농림) 1.8, 1945년 이후 일본(비농림) 4.1, 1967~1969년 한국(제조업) 1.49.

#### 4) 미래 GWPp의 중심 동아시아

세계의 경제포럼들은 GWPp의 중심이 머잖아 동아시아로 이동할 것이라고 한다. 근거는 세 가지로 요약된다. 첫째, 동아시아 곧 '일본~파키스탄 사이의 24개국'의 많은 인가와 높은 인구밀도 때문이다. 2005년 아시아의 인구는 39.2억명(세계인구의 60.8%)이고, 그 중 동아시아의 인구는 35.6억명(55.2%)에 이른다. 인구밀도의 경우 인구희박지역, 산악지역, 사막, 고원, 극지방을 제외하면, 동아시아 242.3명/km<sup>2</sup>, 중동·중앙아 47.4, 오세아니아 13.6, 아프리카 42.2, 남미 31.3, 북미 38.4, 유럽 93.6명/km<sup>2</sup>인데, 유럽보다 동아시아가 약 2.6배 더 높다. 인구 집중으로 인해 그만큼 집적경제가 가능하고 운송비용이 절감될 수 있다. 둘째, 세계의 인구 및 GWPp 중심과의 근접성 때문이다. 2005년 세계 인구의 지리적 무게중심은 카타르의 도하 남동쪽 50km지점이며, 얼마간의 동진(東進)이후 2300년까지 사우디아라비아의 리야드로 서진(西進)할 것으로 추정된다. 그리고 GWPp의 중심은 2000년 리비아의 벵가지 서

표4. GWPp 중심의 지리적 이동경로 추정

	2000년	2050년	2100년	2200년	2300년
동 경	17°11'	27°34'	36°03'	46°52'	52°32'
북 위	32°69'	30°28'	29°43'	28°25'	26°55'
중심 위치	리비아 벵가지 서쪽	이집트 카이로 서쪽	요르단 암만 남쪽	쿠웨이트 남서쪽	카타르 도하 북동쪽

\* 주 : 각국의 GDPp×위도(or 경도)/GWPp로 추정.

쪽 300km지점에서 2300년 카타르의 도하 북동쪽 150km지점으로 동진하게 된다(표4). 이렇게 볼 때 동아시아는 세계의 인구 및 GWPp의 중심에 근접해 있어 입지적으로 무역에 유리하다. 셋째, 효율높은 기온 및 강수량 때문이다. 동아시아의 연평균 기온은 8~27°C이고 강수량은 1100~2400mm로서, 서유럽의 6~15°C 500~850mm와 북미의 4~22°C 500~1300mm에 비하여 더 생활에 적합하고 효율있는 기후조건을 갖추고 있다.

### 3. 개념 재설정, 목적함수 그리고 제약조건

#### 1) 적정인구의 산정근거

첫째 지구 수용인구의 한정성이다. 세계야생동물기금협회(WWF)와 UN의 자료에 근거하여 농경지 면적기준 인구 49.4억명, 방목지 93.3억명 그리고 산림지 47.4억명을 모두 합하면, 지구의 최대수용인구는 190.1억명이 된다. 현대인들이 산림지나 방목지의 삶을 기피할 것이기

때문에 산림지 1/5, 방목지 1/2의 인구만을 산입하면 105.5억명이 된다. 한편 세계인구는 2050년에 약 89억명으로 정점에 도달하며, 이는실물경제를 반영한 세계 상한수용인구의 근사치이다. 따라서 상한인구의 범위는 89~105.5억명이 된다. 하한인구는 현생활양식의 적정인구(WWF/UN)인 69.4억명이 적절해 보인다.4) 결국 세계의 상하한 인구범위 69.4~97.3억명 내에 세계의 적정인구가 존재할 가능성이 높다.

둘째 제로성장인구의 적정인구화 가능성 때문이다. 출산율은 국가경제와 가계소득을 그대로 반영한 비율이 될 것이므로 GDP의 증감에 의해 세계 및 각국의 인구가 결정되어 점점 제로성장으로 진행하게 될 것이다. 2200~2300년 대륙별 추계인구(표5)를 통해 2300년까지의 세계 제로성장인구를 추정하면 80.0~84.5억명이 된다. 미래 세계각국의 교육수준 상승으로 인한 출산기피의 확산가능성으로 인해, 대륙별 5%와 아프리카 10%(짧은 기대수명과 경제적 빈곤으로 인해)의 인구가 감(減)해진 값이다. UN의 추정오차와 출산율의 작은 변화들을 무시하면 이 범위가 2300년까지의 세계 제로성장인구가 될 것이다. 효용최대의 출산율로서 세계 인구가 증감하지 않는다면, 이 때의 인구를 적정인구로 간주할 수 있으며 그 배분비율에 의해 한국의 적정인구가 결정될 것이다.

## 2) 적정인구의 개념 재설정

본 연구에서의 적정인구는 한국의 독자적인 경제발전이나 기술혁신에 의해서가 아닌, 세계경제상황, 현 소득수준, 입지성, 교육수준, 국토자원 등에 의해 다중적으로 결정된 인구를 의미한다. 기술진보율이 일정값에 수렴하면 최고수준의 소득은 기술혁신 못지않게 입지성에 의존하게 될 것이다. 지리적 입지가 고정되어 있기 때문에 각국의 소득수준도 예측가능해질 것이다. 한국의 일인당 소득은 2050~2300년에 인구 천만명 이상의 국가들 중에서는 세계 10위 내에, 4천만명 이상의 국가들 중에서는 1~3위에 랭크되어 최고의 소득수준이 될 것으로 예측된다. GWPp중심이 동아시아로 고착될 2300년 이후, 한국의 일인당 소득이 점점 일정해지면 그 때의 인구가 장기간의 한국의 적정인구가 될 것이다. 2300년 이전의 경우 GWPp와 한국의 GDPp변화에 의해 기복의 소득추세를 따르는 인구 또한 적정인구가 된다. 적정인구의

4) 농경 방목 산림면적에 의한 적정인구는 각각  $P_{crop} = P_i b_{ci} y_i b_v / Cr_i$ ,  $P_{grazing} = P_i b_{gi} y_i b_v / Gr_i$ ,  $P_{forest} = P_i b_{fi} y_i b_v / (Fo_i + e_{wo} + e_{co2})$  이다. 단,  $P_i$ :  $i$ 국 인구,  $y_i$ : 지속가능생산요인,  $b_v$ : 생물다양성 유지 상수  $0.88(=1-0.12)$ ,  $b_{ci}$ : 농경에 의한 인구수용지수,  $b_{gi}$ : 방목 인구수용지수,  $b_{fi}$ : 산림 인구수용지수,  $Cr_i$ : 농경면적,  $Gr_i$ : 방목면적,  $Fo_i$ : 산림면적,  $e_{wo}$ : 댄감에너지,  $e_{co2}$ : CO<sub>2</sub>에너지이다. '현재'와 '적정'의 생활양식에 의한 적정인구는  $P_{present} = P_i (b_i - u_i) y_i b_v / (eco_i - u_i)$ 와  $P_{modest} = P_i (b_i - u_i) y_i b_v / (eco_{wEU} - e_{wEU} - u_{NA} + e_{pc} e_w)$ 이다. 단,  $P_i$ ,  $y_i$ ,  $b_v$ : 위와 동일,  $b_i$ : 식량생산면적,  $u_i$ : 시가지화 면적,  $eco_i$ 와  $eco_{wEU}$ :  $i$ 국과 서유럽의 생태유효면적,  $u_{NA}$ : 북미의 시가지 면적,  $e_{wEU}$ : 서유럽의 총에너지,  $e_w$ : 에너지 가중치,  $e_{pc}$ : 1인당 적정에너지 상수( $=0.895gha/cap$ )이다.

추정은 한국과 비슷한 소득수준 국가들의 표본에 의한 세 회귀인구의 비교를 통해서이다. 표본은 세 그룹의 국가 표본들로서, 일인당 소득 세계 30위 내 국가의 표본들 즉 2100년 이전 30개국의 평균소득이 세계평균의 2.1~3배 이후 1.5~1.8배의 표본들, 45위 내 국가 표본 즉 동 이전 1.7~2.1배 이후 1.3~1.5배의 표본들, 그리고 전 세계 평균소득수준의 176개국 표본들이다. 결국 한국의 적정인구는 30개국, 45개국, 176개국 표본의 인구관련 9개 또는 8개 설명변수를 통해 확률로 추정된 인구수이며, 전세계 국가들의 GDPp 및 변수들의 상관관계에 의해 일정 소득수준에서 확률적으로 기대되는 인구수를 의미한다.

### 3) 목적함수와 제약조건

적정인구가 사회후생 및 소득의 함수이고 생산량과 불가분의 관계에 있기 때문에, 후생함수와 생산함수를 이용하여 추정모형을 정립할 수 있다. H.L.Votey(1969)의 '적정인구 조건'

이론을 응용하여 목적함수를 구현하면, 후생함수  $W = w\left(\frac{Y}{N}, N\right) = h\left(\frac{Y}{N}\right)^\alpha N^\beta$ 와 생산함수

$Y = f(K, N, R, A) = BK^a N^b A^c R^d$  ( $Y$ :생산량,  $N$ :인구,  $K$ :자본,  $A$ :기술수준,  $R$ :자원량) 그리고

라그랑지안 해법으로부터, 적정인구( $N^*$ )의 조건은  $L = h\left(\frac{Y}{N}\right)^\alpha N^\beta - \lambda[Y - f(K, N^*, R, A)]$ 에

서  $\frac{\partial L}{\partial N} = (\beta - \alpha)hY^\alpha N^{\beta - \alpha - 1} + \lambda \frac{\partial f}{\partial N} = 0$ 와  $\frac{\partial L}{\partial Y} = \alpha hY^{\alpha - 1} N^{\beta - \alpha} - \lambda = 0$ 로부터,

$$\frac{\beta - \alpha}{\alpha} \cdot \frac{Y}{N} = -\frac{\partial f}{\partial N} \text{ 이므로 } N = \frac{\alpha - \beta}{\alpha} \cdot \frac{Y}{\partial f / \partial N} = \frac{b(\alpha - \beta)}{\alpha B} \cdot Y \cdot K^{-a} N^{1-b} A^{-c} R^{-d}$$

이 된다. 적정인구는  $N^* = r_0 Y^{r_1} A^{r_2} K^{r_3} R^{r_4}$ 의 조건을 만족시켜야 한다.<sup>5)</sup> 적정인구의 추정치

의 유의성을 높이기 위해 우변의 변수들을 세분할 필요가 있다. 총생산량  $Y$ 는 GDPp의 한

변수로 나타낼 수 있으므로 기술수준  $A$ 와 자본  $K$ 를 확장시켜야 한다. 인적자본 변수와는

달리 기술수준( $A$ )은 비경쟁재 또는 공공재로서의 영속적 특성을 지니고 있는데, 이에 대한

자료를 수집하기 어려워 인적자본 변수가 기술수준 변수의 누락을 보완해 줄 것으로 간주하

고<sup>6)</sup> 기술수준 변수를 제외한다. 인적자본( $H$ )은 교육수준과 숙련도를 의미하며, 교육수준  $e_d$ ,

영어구사비율  $e_g$ , 평균기술수준  $h_a$ 가 가능하지만,  $h_a$ 는  $e_d, e_g$ 에 의해 결정될 것으로 보고 제

외시킨다. 실물자본( $K$ )은 본원적 생산수단인 토지와 영구적 투자자본으로 간주되는 거리를

5) 인구함수에서 모형변수간 내생성의 문제는 상호 영향관계로 계속 존재할 것이지만 인구( $P$ )와 GDPp ( $Y$ )와의 강한 종속성으로 인해 타 변수들과의 상관성은 상대적으로 작아 연구결과에 큰 영향은 미치지 않을 것이다.

6) 로머(Romer) 모형에서 신(新)·현 기술수준( $A, A$ )과 인적자본( $h_A$ )은  $\dot{A}/A = \psi h_A$ 로 나타내어진다( $\psi$ : 연구의 성공률,  $h_A = h - h_r$  ( $h$ : 인적자본총량,  $h_r$ : 생산분의 인적자본)).

취했으며, 국토유효면적( $l_d$ )과 무역거리( $D$ ) 그리고 거리의 요소인 인접지역 경제통합율( $c_e$ )이 이에 해당된다. 자원량( $R$ )에는 에너지량( $e_n$ ), 온도( $t_p$ ), 수자원량( $w_r$ )을 주요소로 하였다. 따라서  $P$  (or  $N$ )는 다음과 같이 확장된다.

$$\begin{aligned}
 P &= \beta_0 \cdot Y^{\alpha_1} \cdot (e_d^{b_1} e_g^{b_2} h_a^{b_3} \dots)^{\alpha_2} \cdot (l_d^{b_4} R^{b_5} D^{b_6} \dots)^{\alpha_3} \\
 &= \beta_0 \cdot Y^{\alpha_1} \cdot (e_d^{b_1} e_g^{b_2} \dots)^{\alpha_2} \cdot (l_d^{b_4} (e_n^{c_1} t_p^{c_2} w_r^{c_3})^{b_5} (c_e^{c_4} D^{c_5})^{b_6} \dots)^{\alpha_3} \\
 &= \beta_0 Y^{\beta_1} c_e^{\beta_2} e_d^{\beta_3} e_g^{\beta_4} l_d^{\beta_5} e_n^{\beta_6} t_p^{\beta_7} w_r^{\beta_8} D^{\beta_9}
 \end{aligned} \tag{2}$$

식(1)의 양변을 로그변환하고, 회귀분석을 통해  $\beta_0 \sim \beta_9$ 를 구한 후 모형에 다시 대입하면 적정인구의 추정값  $\hat{P}$ 를 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{Ln} \hat{P}_i &= \beta_0 + \beta_1 \text{Ln} Y_i + \beta_2 \text{Ln} c_{ei} + \beta_3 \text{Ln} e_{di} + \beta_4 \text{Ln} e_{gi} + \beta_5 \text{Ln} l_{di} \\
 &\quad + \beta_6 \text{Ln} e_{ni} + \beta_7 \text{Ln} t_{pi} + \beta_8 \text{Ln} w_{ri} + \beta_9 \text{Ln} D_i + \epsilon
 \end{aligned} \tag{3}$$

일인당 부를 극대화하는 적정인구는 후생수준과 일인당 소득을 최고수준으로 유지하는 최대인구로서, 최고 소득수준을 규정한 후 모형 표본 설명변수들의 회귀계수를 통해 추정할 수 있다. 이 회귀계수의 유의성을 높이기 위해서 변수값들의 분산과 오차를 줄여야 하며, 신뢰성 있는 제약조건아래 인구에 영향을 미치는 정도만큼의 변수값으로 최적화되어야 한다.  $i$ 국의 사회후생수준을  $W_i$ , 일인당 소득을  $y_i$  그리고 인구를  $P_i$ 라고 하면, 목적함수와 변수 최적화를 위한 제약조건은

$$\begin{aligned}
 &\text{maximize } W_i = G(y_i, P_i) \\
 &\text{subject to } P_i = F(Y_i, K_i) \\
 &\quad = F(Y_i, A_i, K_{1i}, R_i) \\
 &\quad = F(Y_i, A_i, H_i, K_{2i}, R_i) \\
 &\quad = F(Y_i, c_{ei}, e_{di}, e_{gi}, l_{di}, e_{ni}, t_{pi}, w_{ri}, D_i)
 \end{aligned} \tag{4}$$

이 된다. 여기서,

$$Y_i : Y_i = f(c_i, t) = c_i / (1 + \exp(at^7 + bt^6 + \dots + h))$$

$$c_{w,k,i} = f_1(Y_{w,k,i}, g_{w,k,i}),$$

$$Y_{wn} = Y_{w2005} \times \prod_{t=2006}^n (1 + \exp(at+b)/100), \quad Y_{w2005} = 59.9 \text{조\$ (=2005년 GWPP)},$$

$$g_{w,k,i} = (1 + \dot{Y}_i/Y_i)/(1 + \dot{P}_i/P_i) - 1, \quad g_w : 1.004 \leq 1 + g_w \leq 1.046,$$

$$g_i : 1.002 \leq 1 + g_i \leq 1.061, \quad t : 2000 \leq t \leq 2300, \quad w \text{ 세계}, k \text{ 대륙}, i \text{ 국가}$$

$$c_{ei} : 1 < c_{ei} \leq 10 \quad (c_{ei} \text{의 평균} : 1.9),$$

$$c_{ei} = 1 + (Y_{nri}/Y_i) \cdot p_{si} \cdot (tr_i/100)/2, \quad 0.1 \leq p_{si} \leq 0.9, \quad 18 \leq tr_i \leq 90,$$

$$Y_{nri} : i \text{국의 중심도시로부터 반경 } 1,500\text{km} \text{이내의 합GWPP}, \quad Y_i : \text{GDPp}, \quad p_{si} : \text{입지성},$$

$$tr_i : \text{수출입 비율}$$

$$e_{di} : 1 \leq 2e_{di} < 2$$

$$e_{gi} : 1 < 1 + e_{gi}/100 \leq 1.0155$$

$$e_{gi} = f_2(E_i), \quad E_i = (P_{2003e_{gi}}/P_i) \cdot e \cdot e_{richi} \times 100, \quad 1.414 \leq e \leq 64, \quad 1 \leq e_{richi} < 1.2$$

$$l_{di} : 1 < 1.43l_{di} \leq 4.5 \quad (1.43l_{di} \text{의 평균} : 1.6),$$

$$0.1 \leq L_{di} \leq 3.8\text{ha}, \quad l_{di} = 1 + 3(L_{di} - L_{wav}) / (10L_{wav}), \quad L_{di} = U_{ri} + C_{ri} + G_{ri}/3, \quad U_{ri}, C_{ri}, G_{ri}$$

$$: \text{각각 정주지, 농경지, 방목지의 일인당 면적(ha)}, \quad L_{wav} : \text{세계 1인당 국토유효면적}$$

$$e_{ni} : 1 < 1.004e_{ni} \leq 1.025$$

$$e_{ni} = 0.00041e_i + 0.996, \quad 0.5 \leq e_i \leq 66, \quad e_i = f_{oi} + w_{oi} + n_{ri} + h_{di} \quad (\text{각각 } 1,000\text{명의 화석연료, 딸감, 핵, 수소연료의 양(km}^2))$$

$$t_{pi} : 1 < 1.4t_{pi} < 1.4,$$

$$-2.9 \leq T_i \leq 29.5, \quad T_i : \text{연평균 기온}, \quad t_i : \text{등가기온(}^\circ\text{C)}, \quad t_a : \text{미래 상승기온},$$

$$T_i + t_a \geq 16 \text{이면}, \quad t_i = -0.0313(T_i + t_a)^2 + 0.875(T_i + t_a) + 10,$$

$$T_i + t_a < 16 \text{이면}, \quad t_i = T_i + t_a$$

$$t_{pi} = 1 - 0.0014(t_i - 16)^2$$

$$w_{ri} : 1 < 1.7w_{ri} < 1.71$$

$$w_{ri} = 0.37w_i + 0.408, \quad 0 < w_i \leq 1.87$$

$$D_i : 4,335 \leq D_i \leq 10,800$$

$$D_i = \sum_{j=1}^{175} Y_j d_{ij} / \sum_{j=1}^{175} Y_j, \quad d_{ij} = \sqrt{tr_{ij}(\alpha_{ij}/D_{sij}^2 + \beta_{ij}/D_{aij}^2 + \gamma_{ij}/D_{lij}^2)}, \quad tr_{ij} = \alpha_{ij} + \beta_{ij} + \gamma_{ij},$$

$$D_{aij} < d_{ij} < D_{sij}, \quad D_i : \text{통합 평균무역거리(GWPP mile)}, \quad \alpha_{ij}, \beta_{ij}, \gamma_{ij} : \text{GDPp에 대한}$$

$$\text{해상, 육상, 항공의 수출입 물량비율}, \quad D_{sij}, D_{lij}, D_{aij} : \text{해상, 육상, 항공거리}$$

## IV. 데이터의 구축과 적정인구의 추정

### 1. 데이터의 구축

모형변수들은 ‘추정인구+순유입인구’의 종속변수와 9개 설명변수들이 된다. 변수들의 선정방법에는 변수를 선별해 늘리는 변수선택법, 완전모형에서 편 F값이 작은 변수를 소거하는 변수소거법, 절충을 통한 단계적 방법 등이 있다. 일인당 GDP<sub>p</sub>, 국민성, 박사학위자수, 정치수준, 지형조건 그리고 자연재해도 변수가 될 수 있지만, 다음 이유들 즉 일인당 GDP<sub>p</sub>는 완전모형이 되는 이유로, 국민성·지형조건·자연재해 요인은 자료부족 때문에, 박사학위자수와 정치수준은 교육수준과의 상관성 때문에 각각 변수에서 제외되었다.

모형의 표본 국가들은 인구 10만명 이상인 199개국, 즉 170개국과 6그룹 29개국을 대상으로 하였다. 대륙별로는 동아시아 24개국, 오세아니아 6개국, 중동·중앙아시아 25개국, 아프리카 52개국, 중남미 28개국, 북미 3개국, 서유럽 19개국, 동유럽 19개국 등 모두 176개국인데, 여기에 두 개 이상의 국가를 하나로 합친 국가들 6개 그룹, 즉 피지그룹(+6개국), 적도기니 그룹(+1개국), 모리셔스 그룹(+1개국), 코모로 그룹(+2개국), 마르티니크 그룹(+10개국), 괌 그룹(+3개국)이 포함된다. 미국, 러시아, 캐나다는 동서로 긴 국토와 서로 다른 대양 인접의 경제권으로 인해 국가를 둘로 나누어 계산하였다. 홍콩은 중국에 포함시켰다.

추정과정은 회귀분석을 통해 176개국 표본의 회귀인구를 구하고, 400만 인구 이상의 국가들 중 일인당 GDP<sub>p</sub>가 최고수준인 45개국과 30개국 표본의 회귀인구를 구한 다음, 마지막으로 세 회귀인구와 추계인구를 토대로 새로운 적정인구 추세곡선을 구현한다.

주요현안은 9개년 변수값 추정의 유의성을 높이는 것과 추정된 변수값들을 적정 가중 비율( $x_i$ )로 변환시키는 것이다. 2005년의 변수값은 UN, WWF, CIA 등의 웹사이트 자료를 이용하고, 2300년은 일인당 GDP<sub>p</sub>와 입지성 등으로 추정한 후 나머지 7개년을 선형보간법으로 추정한다. GDP<sub>p</sub>와 무역거리 외의 다른 설명변수들은 일인당 변수값들의 국가별 기복이 크고 그 수치만큼 인구증감에 영향을 미치지 않을 것이므로, 90%(경제통합율은 75%)이상의 국가들에 대하여  $1 \leq x_i \leq 2$  범위의 가중비율로 변환된 값을 취하였다.

국토유효면적, 에너지량, 수자원량은 WWF/UN의 자료이고, 교육수준, 영어구사비율, 기온은 각각 World Bank, english.co.uk, WorldClimate의 자료이다. 2000년~2100년은 현 세대의 미래시점이기 때문에 25년 단위로 세분하였다. 가까운 미래시점인 2050년의 국가별 변수자료들을 미주 17)에 수록하였으며, 45개국과 30개국은 국가명 뒤에 별표로 표기하였다. 기호  $Z_i$ 에서의 첨자  $i$ 는  $i$ 국을 의미하며, 이하  $i$ 국 또는 일국은 의미상으로는 한국을 지칭한다. 설명변수에서의 년도  $t$ 의 단위는 (년도-2000)/10이다.



1) 추계인구

종속변수의 추계인구는 UN보고서의 추정인구와 국제 순유입인구를 합산한 것이다. UN 추정인구가 출산율, 기대수명 그리고 2050년 이후 인구의 국제이동 없음의 가정위에서 추정된 것이기 때문에 국제 순유입인구(=유입인구-유출인구)를 추정하여 산입해야 한다.

가정은 2300년 국제이동인구 연간 600만명(2005년 약 265만명), 남반구에서 북반구로의 인구유출 그리고 대륙별 순유입인구 비율, 즉 대륙내 이동을 포함하여 동아시아 38.5%, 중동중아시아 1.5%, 오세아니아 0.3%, 아프리카 3.2%, 서유럽 22.5%, 동유럽 5%, 북미 28%, 중남미 1.0%비율이다. 근거는 대륙별 추정인구, 일인당 GDPp, 현 유입인구비율, 사용언어이다. 추정은 로저스(Rogers, 1967)의 확대된 중력모형  $P_{mji} = K (U_i/U_j) \cdot (y_i/y_j) \cdot (L_{fi}L_{fj}/d_{ij})$ 로 한다.  $P_{mji}$ 는 j국에서 i국으로의 이동인구,  $U_i$ 는 실업률,  $L_{fi}$ 는 경제활동인구,  $y_i$ 는 일인당 소득 그리고  $d_{ji}$ 는 국가간 거리이다. i국의 연간 순유입인구  $P_{mi} = \sum P_{mji} - \sum P_{mik}$  ( $j, k$ 은 1~175개국)이며,  $d_{ji}$ 는 무역거리 변수의 단일운송거리이다.  $U$ 와  $L_f$ 는 CIA의 자료이며, 대륙평균과 국가별 가중치를 통한 2300년 추정값 및 선형보간법으로 7개년을 추정한다. 2005년 (UN)과 2300년 순유입인구를  $P_{m1i}$ 와  $P_{m9i}$ 라 할때, 7개년의 연간 순유입인구는  $P_{mti} = (\frac{P_{m9i} - P_{m1i}}{30})t + P_{m1i}$  (120개국)이며, 나머지 56개국은 인구 및 소득의 연도별 기울기 변화에 따라 2050년과 2100년에서 꺾인 1~3개의 선형으로 7개년을 보간·추정한다.

표5. 세계 및 대륙별 추계인구 (단위 : 백만명)

	2005년	2025년	2050년	2100년	2300년
세 계	6,427	7,784	8,918	8,990	8,996
동아시아	3,546	4,110	4,553	4,304	4,380
중동중아시아	363	489	637	717	681
오세아니아	32	41	49	48	49
아프리카	888	1,312	1,765	2,176	1,906
서 유럽	394	425	424	384	448
동 유럽	324	300	247	192	228
북 미	433	543	634	653	736
중 남 미	447	565	608	584	568

표6. 주요 국가들의 추계인구 (단위 : 백만명)

	2005년	2025년	2050년	2100년	2300년
중 국	1,313	1,330	1,394	1,187	1,324
인 도	1,080	1,355	1,521	1,454	1,392
파키스탄	162	221	336	404	363
인도네시아	242	296	287	270	282
미 국	296	379	462	494	564
일 본	127	121	112	93	106
러 시 아	143	133	114	83	96
독 일	82	86	89	84	99
영 국	60	67	73	72	84
프 랑 스	61	65	68	65	80
한 국	49	50	46	37	44

## 2) GDPp

국민소득 지표로는 GNP, GNI, GDP, PPP GDP가 있지만, 물가 포함의 명목 GDP와 해외 자국민소득이 포함된 GNI의 단점보완의 이유로 구매력 평가기준 GDP인 PPP GDP(이하 GDPp)를 설명변수로 한다. GDPp자료는 World Bank, IMF, NationMaster, CIA에 근거한다. [가정 2], [전제 3], 대륙내 국가들의 일인당 GDPp의 조건부 수렴 그리고 주(主)해상로인 말라카 해협~수에즈 운하~지브롤티 해협~파나마 운하의 인근 국가들의 입지적 우위를 전제한다. 추정근거는 1971~2005년의 대륙 및 국가별 인구, 전문가 설문, 골드만 삭스의 GDPp 예측, GDPp성장률/인구성장률, 2005년 일인당GDPp, 입지성(입지형국, 해양인접성, 무역거리)에 의해서이다. GWPp 추정, 대륙별 합GDPp 추정, 국가별 GDPp 추정으로 나뉜다.

### (1) 세계 총생산량(GWPp)의 추정

추정은 GWPp 성장률 예측으로 가능하다. 골드만 삭스 자료와 거시경제학 전문가 설문에 의하면 GWPp 성장률은 그림 3의 음지수 곡선으로 진행될 것으로 예측된다. 2000년 4.5%, 2050년 3.0%, 2100년 2.0%, 2200년 0.89%, 2300년 0.39%가 되어 미래로 갈수록 성장률이 점점 감소하여 이후 점점 0~0.4%의 값에 접근할 것으로 예측된다.

이 성장률 추이를 지수함수로 나타내면

$$h(t) = \exp(at+b) \quad (5)$$

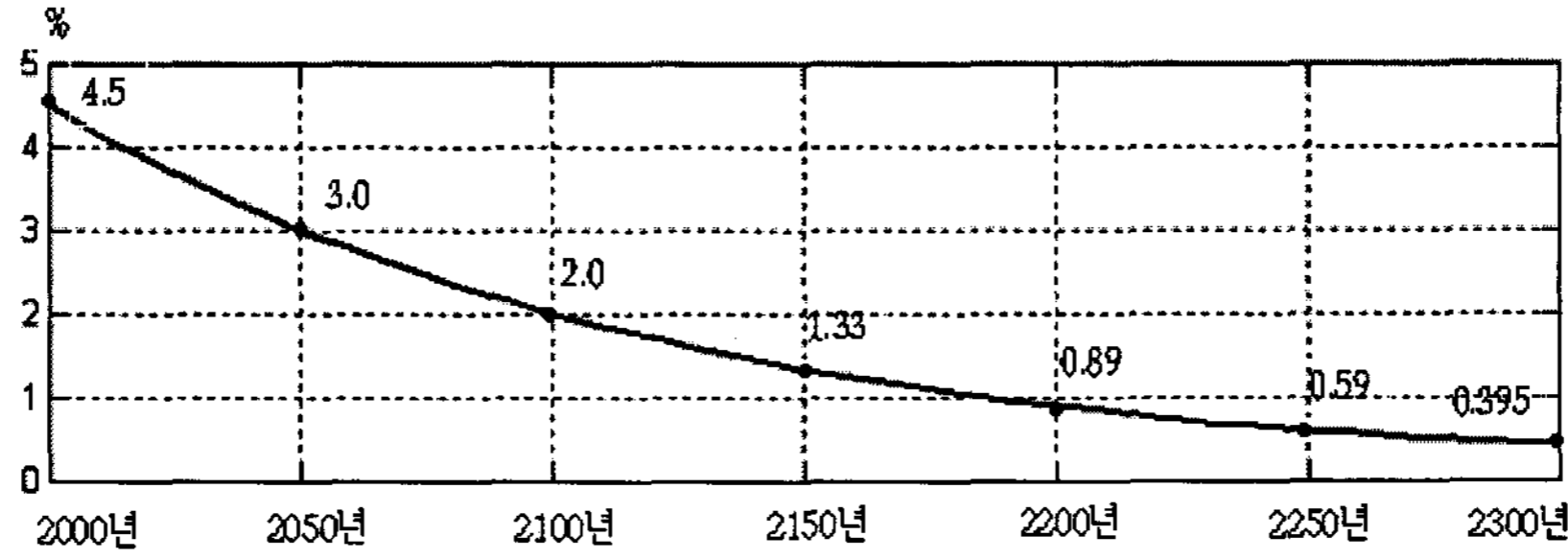


그림 3. GWP<sub>p</sub> 성장률 추정곡선  
 $a = -0.081093, b = -1.5040774$

이 된다.  $t$ 는 '(년도-2000)/10' 이고,  $h(t)$ 는 %이다. 이에 근거하여 9개년 GWP<sub>p</sub>를 구하면, 2000년 45.25조 달러, 2005년은 59.9조, 2025년 130.5조, 2050년 294.8조, 2075년 574.4조, 2100년 991.5조, 2150년 2231.7조, 2200년 3836.0조, 2250년 5504.7조, 2300년 7001.5조 달러(2005년 미(美)달러)이다. 이 9개년 GWP<sub>p</sub>( $Y_w$ )를 로지스틱식으로 나타내면,

$$\begin{aligned}
 Y_w &= c_w / (1 + \exp(g_1(t))) \\
 &= 10000 / (1 + \exp(at^7 + bt^6 + ct^5 + dt^4 + et^3 + ft^2 + gt + h)) \quad (6) \\
 a &= -0.0000000023078, \quad b = 0.00000024812, \quad c = -0.0000107755, \\
 d &= 0.0002460418, \quad e = -0.0033826693, \quad f = 0.0357755380, \\
 g &= -0.4989654479, \quad h = 5.3935580342
 \end{aligned}$$

이다. GWP<sub>p</sub>의 수렴근사치  $c_w = \sum c_k$ 이고,  $c_k$ 는 대륙 합GDP<sub>p</sub>의 수렴근사치이며,  $Y_w$ 는 '조 달러'이다. 곡선은 2000년~2300년에서 지속적으로 증가한다.

## (2) 대륙별 합GDP<sub>p</sub> 추정

추정된 GWP<sub>p</sub>를 대륙별로 배분하는 과정이다. 추정근거들에 의하여 세계대비 동아시아의 합GDP<sub>p</sub> 비율을 2000년 33.0%, 2020년 38.0%, 2050년 42.1%, 2075년 45.6%, 2100년 48.0%, 2150년 52.4%, 2200년 55.5%, 2250년 58.0%, 2300년 60.0%로 가정한다. 2300년의 60% 가정은 거시경제학 전공교수 13명을 대상으로 한 '세계대비 동아시아의 2300년 합GDP<sub>p</sub>의 비율 예측' 설문(근거한다.)<sup>7)</sup> 2300년 대륙별 합GDP<sub>p</sub> 비율은 동아시아 60%, 오세아니아 0.75%, 중동중앙아 5.07%, 아프리카 8.9%, 서유럽 7.04%, 동유럽 3.12%, 북미 10.92%, 중남미 4.2%로

7) '2300년에 동아시아 합GDP<sub>p</sub>의 비율이 세계대비 얼마가 될 것인가' 라는 설문(대상은 주2와 같음)에 55% 6명, 60% 2명, 65% 1명, 70% 3명으로 조사되었다. 2300년 동아시아 합GDP<sub>p</sub>가 60%에 도달할 가능성을 '년간 GDP<sub>p</sub>성장률/인구증가율'을 통해 산술적으로 계산해 보면 우측 표와 같다.

추정된다. 주요가정은 ① 2300년 대륙 및 국가별 일인당 GDP<sub>p</sub>성장율, ② 현 GDP<sub>p</sub>의 미래에

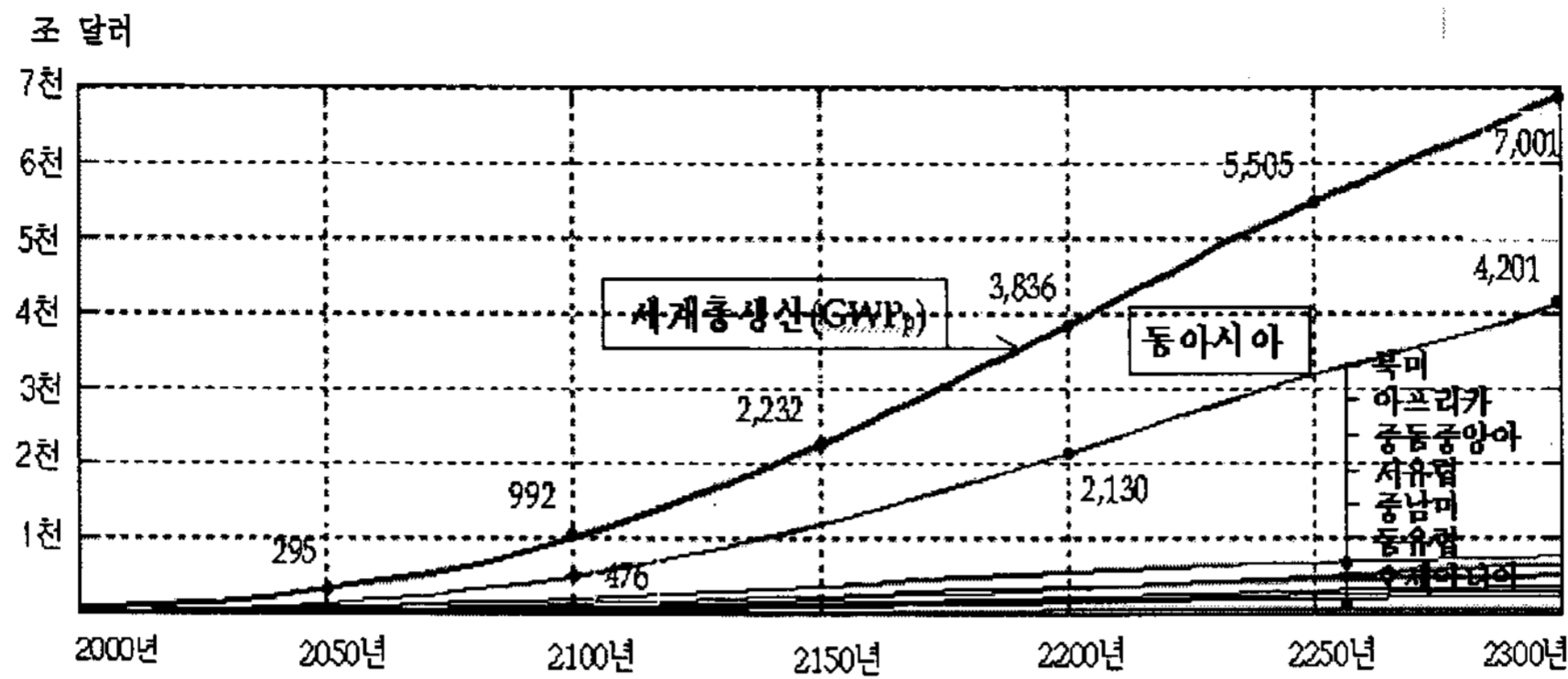


그림 4. GDP<sub>p</sub>와 대륙 합GDP<sub>p</sub>의 추정곡선

의 영향, ③ 중국과 인도의 성장률, ④ 아프리카의 성장률이다. ①은 추정근거와 각국의 성장률에 의해 세계 0.43%, 동아시아 0.5%, 오세아니아 0.27%, 중동중앙아 0.43%, 아프리카 0.49%, 서유럽 0.21%, 동유럽 0.30%, 북미 0.22%, 중남미 0.43%로 가정한다. ②는 민주화 수준과 투명성이 높은 국가일수록, 서유럽·북미·일본·호주 지역의 국가일수록 현 GDP<sub>p</sub>가 더 먼 미래까지 영향을 미칠 것으로 가정한다. ③의 경우 동아시아 대비 중국과 인도의 합 GDP<sub>p</sub>비율은 2005년 57%, 2050년 66%, 2100년 69%, 2300년 67%로, 중국/인도의 일인당 GDP<sub>p</sub>비율은 2005년 1.89, 2050년 1.96, 2100년 2.00, 2300년 1.28로 가정한다. ④는 2005년 3.6%, 2050년 2.9%, 2100년 2.3%, 2300년 0.49%로 타대륙보다 높을 것으로 가정한다.

표7. 대륙별 합GDP<sub>p</sub> 추정 (단위 : 조달러)

	2005년	2050년	2100년	2300년	수렴근사치
세 계	59.9	294.9	991.5	7,001	10,000
동아시아	21.2	124.1	476.0	4,201	6,500
중동중앙아	2.4	13.6	49.6	355	500
오세아니아	0.8	3.8	9.9	53	60
아프리카	2.3	18.5	72.4	623	900
서 유럽	11.6	40.7	113.0	493	550
동 유럽	3.3	12.4	36.7	218	250
북 미	14.5	65.9	187.4	765	850
중 남 미	3.5	15.9	46.6	294	390

	2005년	2050년	2100년	2300년
세 계	4.58%	2.85%	2.21%	0.42%
동아시아	6.06%	3.42%	2.57%	0.49%
서유럽	4.34%	2.96%	2.03%	0.2%
북 미	3.83%	2.57%	1.86%	0.2%

표8. 서유럽 대비 대륙 평균일인당 GDPp 추정

	2005년	2025년	2050년	2100년	2300년
세 계	0.32	0.31	0.30	0.33	0.61
동아시아	0.20	0.22	0.25	0.33	0.77
중동중앙아	0.22	0.22	0.20	0.20	0.41
오 세	0.81	0.84	0.80	0.65	0.87
아프리카	0.09	0.09	0.09	0.10	0.23
서 유럽	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
동 유럽	0.35	0.38	0.45	0.59	0.81
북 미	1.14	1.10	1.00	0.94	0.91
중 남 미	0.27	0.24	0.24	0.23	0.39

(3) 국가별 GDPp 추정

대륙별 합GDPp를 국가별로 배분하는 과정인데, 추정근거와 주요국들의 일인당 GDPp의 상관관계로 추정한다. 여기서 주요국들이란 미국, 일본, 독일, 영국, 프랑스, 이탈리아, 러시아, 중국, 인도, 인도네시아, 파키스탄 등이다. 북한, 이라크, 아프가니스탄, 미얀마, 쿠바, 팔레스타인은 정치적 혼란이 점진적으로 해소될 것으로 간주하고 현재보다 높은 성장 가중치

표9. 주요국의 일인당 GDPp 추정 (단위 : 천달러)

	2005년	2050년	2100년	2300년
중 국	6.41	37.7	171	1,105
인 도	3.41	19.1	85	867
미 국	41.83	122.0	321	1,117
일 본	30.35	94.4	284	1,225
독 일	29.67	89.9	277	1,122
영 국	30.89	96.3	291	1,125
프 랑 스	29.94	99.2	297	1,113
한 국	20.22	104.9	324	1,373

표10. 주요국의 일인당 GDPp 상관비율 추정

	2005년	2050년	2100년	2300년
한국/일본	0.67	1.11	1.14	1.12
중국/미국	0.15	0.31	0.53	0.99
일본/미국	0.73	0.78	0.89	1.10
북한/한국	0.09	0.11	0.30	0.76
인도/중국	0.53	0.51	0.50	0.78
필리핀/중국	0.80	0.82	0.63	0.84
파키스탄/인도	0.75	0.51	0.51	0.83
캐나다/미국	0.78	0.73	0.68	0.74
멕시코/미국	0.24	0.35	0.52	0.69
브라질/미국	0.20	0.24	0.27	0.48
러시아/독일	0.36	0.53	0.66	0.77
호 주/한국	1.58	1.01	0.91	0.84

를 부여한다. 북한의 일인당 GDPp는 2005년에 남한의 1/12, 2050년 1/11, 2100년 3/10로 한다. 독일, 영국, 프랑스, 이탈리아의 일인당 GDPp비율은 동등하게 지속된다. 터키/이란의 일인당 GDPp비율은 2005년 0.98, 2050년 0.93, 2300년 0.9로, 이집트/남아공은 2005년 0.37, 2050년 0.5, 2300년 0.80로, 스페인/프랑스는 2050년과 2100년에 각각 0.80와 0.89으로, 브라질/아르헨티나는 2050년 0.70, 2100년 0.74로 한다.

### 3) 인접지역 경제통합을

인접지역의 GDPp가  $i$ 국의 인구 및 GDPp에 영향을 미치므로 달리 추가된 변수이다. ‘인접지역’은 대형화물차량의 정속도(80km/hr), 대륙내 지형, 국가들의 해양인접성, 해상·항공수단의 비교우위로 인해 1500km 외곽지역으로의 육상교역의 빈도가 낮아  $i$ 국 중심도시에서 반경 1,500km이내의 지역으로 정의한다. 거리별 영향차이로 인해 1000km 내·외의 지역으로 다시 나누었다.

인접지역 경제통합을  $c_{ei} = (GDP_{nr i} / GDP_i) \cdot p_{si} \cdot (tr_{ti} / 100) \times (1/2) + 1$ 로 구한다.  $i$ 국 인접지역들의 합GDPp를  $GDP_{nr i}$ 라 하면,  $GDP_{nr i} = \frac{GDP_{i-1000}}{r_1^2} + \frac{GDP_{1000-1500}}{r_2^2}$ 이다.  $GDP_{i-1000}$ 는 가상의 원형국토로 변환된 국경선에서 반경 1000km사이지역의 합GDPp이고,  $GDP_{1000-1500}$ 은  $i$ 국 중심으로부터 1000~1500km 사이지역의 합GDPp이다.  $r_1 = ((d_i + 1000)/2)/273$ 로서,  $d_i$ 는 국토 반지름이고 273은 국토면적이 넓은 15개국과 작은 15개국을 제외한 149개국의 평균 국토 반지름이다.  $r_2 = ((1000 + 1500)/2)/273 = 4.58$ 이다. 입지성 비율  $p_{si}$ 는 국토 및 주변지리 형국을 나타내는 국가별 상대지수로서,  $0.1 \leq p_{si} \leq 0.95$ 이다.<sup>8)</sup> 1/2은 인접지역과의 수출입량이 총수출입량의 1/2(~1/5)이 될 것으로 가정했기 때문이다.  $t$ 년 수출입 비율  $tr_{ti}$ 은 무역거리 변수에서 언급한다.

### 4) 교육수준

교육수준은 World Bank의 2001년 전자문서 교환지수(EDI)로 한다. 교육수준이 높아지면 GDPp가 상승하여 인구수용력이 증대된다. 추정방법은 2001년 EDI지수( $e_{d1i}$ )와 2300년 추정 EDI지수( $e_{d9i}$ )를 통해 나머지 7개년 EDI지수를 선형보간법(지수함수가 바람직하나 기울기가 매우 완만하므로)으로 추정한다.  $e_{d9i} = 0.71 e_{d1i} \cdot (\alpha_9 / \alpha_1) \cdot (e_{d9k} / e_{d1k}) + 0.26$ 로부터 구한다.  $e_{d1k}$ 는 2001년 인구에 의한  $k$ 대륙 평균 EDI지수이고,  $e_{d9k}$ 는 2300년 GDPp에 의한  $k$ 대륙 평

8)  $d_i$ 의 제외된 30개국 중 넓은 15개국은 러시아, 캐나다, 중국, 미국, 브라질, 오스트레일리아, 인도, 아르헨티나, 카자흐스탄, 수단, 알제리, 콩고민주공화국, 사우디, 멕시코, 인도네시아이다. 입지성 지수  $p_{si}$ 는 룩셈부르크, 스위스, 벨기에 0.9, 중국, 인도, 프랑스 0.5, 오스트레일리아, 마르티니크(11), 뉴질랜드, 아이슬란드 0.1로 한다.

균 EDI지수이다.  $\alpha_1$ 과  $\alpha_9$ 는 각각 2001년과 2300년의 세계평균 EDI지수로서 0.846과 0.902이다. 0.902는 2300년 일인당 GDPp에 의해 추정가능하며 2001년에 비해 6.4% 상승한 값이다. 따라서 0.846→0.902, 0.995→0.995의 변환을 통해  $e_{d9i}$ 를 구할 수 있다. 7개년 EDI 지수는

$$e_{dti} = \left( \frac{e_{d9i} - e_{d1i}}{30} \right) t + e_{d1i} \text{ 이 된다.}$$

### 5) 영어구사비율

영어구사인구비율이 높아지면 세계화 속도와 인적자본을 증가시킨다. 영어구사비율은 원어민과 30분 이상의 원만한 대화수준 또는 대학원생 이상의 영어구사수준으로 본다. 주요가정은 첫째 미래 세계공용어는 영어이다<sup>9)</sup>, 둘째 영어구사인구는 항상 과거 ≤ 현재 ≤ 미래이다, 셋째 각국의 영어구사인구는 50년마다 2배로 증가하되, 스페인어, 독일어, 불어, 이탈리아어, 포르투갈어를 모국어로 사용하는 나라들은 문자와 언어구조의 유사성 때문에 30년마다 2배씩 증가한다, 넷째 인구 2,000만명 이상이며 모국어가 있는 국가의 2300년까지의 영어구사인구 최대비율은 50%이다, 다섯째 2003년 현재 자료가 없는 국가들의 영어구사인구 최저비율은 0.1%이다.

추정은  $E_i$ 로부터  $e_{gi}$ 를 얻는 과정이다. 9개년 영어구사인구 비율  $E_i = (P_{2003E_i} / P_i) \times e_{richi} \times 100$ 로 구한다.  $P_{2003E_i}$ 는 2003년의 영어구사인구이고,  $e$ 는 시간경과에 따른 영어구사인구 증가율로서 2025년은 2003년의 1.414배, 2050년 2배, 2100년은 4배, 그 이후에도 50년 또는 30년마다 2배씩 증가하는 것으로 한다.<sup>10)</sup>  $e_{richi}$ 는 소득이 세계평균 일인당 GDPp이상인  $i$ 국 영어구사 가중비율로서  $0.04 \times (\text{세계평균이상의 } i \text{국 일인당 GDPp} / \text{세계평균 일인당 GDPp}) + 0.96$ 이다.  $E_i$ 를 토대로 영어구사에 의한 GDPp 상승률  $e_{gi}(\%)$ 는

$$i) E_i = 50 \sim 100(\%) \text{면, } e_{gi} = 0.001E_i + 1.45, \quad ii) E_i = 5 \sim 50 \text{ 이면, } e_{gi} = 0.0044E_i + 1.278,$$

$$iii) E_i = 2 \sim 5 \text{ 이면, } e_{gi} = 0.1E_i + 0.8, \quad iv) E_i = 0 \sim 2 \text{ 이면, } e_{gi} = 0.5E_i$$

이다.  $e_{gi}$ 의 근거는 영어구사인구가 100%와 2%이면 각각 1.55%, 1%의 GDPp상승을 유발시킬

9) 영어 외 타 언어의 배제 이유 : ① 영어구사지역의 빠른 확장가능성 때문으로, 유럽과 인도의 영어구사인구의 증가가 그 예이다. ② 동아시아 주요 언어가 될 중국어와 힌두어는 예측의 어려움으로 배제하였다. 인도네시아어, 일본어, 한국어, 타이어 등은 구사인구가 상대적으로 적어  $i$ 국 GDPp에의 기여도가 점점 낮아질 것이다. ③ 일본어와 한국어가 2100년내 부각되겠지만 영어의 세력확장으로 그 영향은 상대적으로 낮을 것이다.

10) 고려대, 부산대, 서울대, 연세대, 한양대의 영어교육과 및 영어영문학과 3~4학년 및 대학원생 200명을 대상으로 '30년후(2035년)의 한국의 영어구사인구 상승률'을 설문한 결과, 현재의 1.98배로 조사되었는데 알파벳 문자와 이질적인 한글, 영어권과의 먼 이격거리, 주변국의 비영어권 등으로 50년만에 2배 증가하는 것으로 하였다. '영어구사인구비율 1%인 나라들에 대한 영어구사인구비율 50%이상인 나라들의 GDP 상승비율'의 토대상 설문에 1.55%의 GDP 상승이 있을 것으로 조사되었다.



것이라는 설문결과에 근거한 것이다.

#### 6) 국토유효면적

국토의 효율이 지역마다 다르기 때문에 동일한 기준으로 평가한 국토유효면적이 필요하다. WWF/UN에서는 2000년 각국의 국토유효면적을 정주지면적( $U_r$ , 10%), 농경면적( $C_r$ , 45%), 방목면적( $G_r$ , 10%), 산림면적( $F_r$ , 23%) 그리고 해양면적( $Se$ , 13%)의 합으로 나타내었다. 여기서는 해양면적을 제외하고,  $L_{di} = U_{ri} + C_{ri} + G_{ri}/2 + F_{ri}/5$ 을 국토유효면적으로 한다. 국토면적은 시간에 따른 변화가 거의 없으므로 2000년 국토유효면적( $L_{di}$ )을 그대로 9개년의 값으로 이용한다. 추정은 가중비율  $l_{di} = 1 + 0.3(L_{di} - L_{wav})/L_{wav}$ 로 추정한다.  $0.1 \leq L_{di} \leq 3.8$ (ha)이고,  $L_{wav}$ 은 세계평균 일인당  $L_{di}$ 이다.  $L_{di}$ 가 10%증가할 때마다 인구는 3%씩 증가하게 된다. 세계  $L_{di}$ 의 70%가 농경지 면적인데, 비도시지역 인구가 30%인 점을 감안했기 때문이다.

#### 7) 에너지량

에너지량은 화석연료( $f_o$ , 87%), 땀감( $w_o$ , 6%), 핵연료( $n_r$ , 7%) 그리고 수소연료( $h_d$ , 0.3%)로서, 화석연료 고갈전인 2100년까지만 변수로 상정하고 그 이후는 변수에서 제외한다. 대체에너지의 확대개발과 정확한 에너지 자료의 결여로 인해 2100년까지의 5개년 에너지량은 모두 2000년과 동일 값으로 한다. 에너지량이 가중비율로 변환된 식  $e_{ni} = 0.00041e_i + 0.996$ 으로 추정한다. 천명당 에너지량  $e_i$ 가 세계평균 에너지량의 2배인  $22\text{km}^2$ (이 값 이하는 141개국 (79%))이면 0.5%, 4배인  $44\text{km}^2$ (상동 170개국임)이면 1.4%의  $i$ 국 인구를 증가시킨다. 그 결과 서유럽은 평균 에너지량  $29\text{km}^2$ 에 의해 인구가 1% 증가한다. 에너지가 국가관리체계라는 점, 화석연료의 매장지역들이 무덥고 서유럽·북미·동북아로부터 이격된 점, 그리고 화석연료가 고갈자원인 점 등으로 인해 가중비율을 낮게 적용하였다.

#### 8) 기온

기온이 너무 높으면 신진대사, 정주환경, 경제활동에 불리하여 생활의 불편과 인구감소를 초래한다. 따라서 저(低)효용의 고(高)기온들을 등가기온으로 변환시킬 필요가 있다. 각국의 연평균 기온은  $-2.9 < T_i \leq 29.5$ 인데, 겨울과 밤의 저(低)기온 포함으로 인해 낮 쾌적기온( $17 \sim 22^\circ\text{C}$ )보다 낮은 연평균 기온  $16.0^\circ\text{C}$ 를 가장 효용높은 기온으로 설정하고<sup>11)</sup>,  $28.0^\circ\text{C}$ 를 등

11) 쾌적대는  $18 \sim 23^\circ\text{C}$ 인데, 연평균 기온의 쾌적대는  $16.0^\circ\text{C}$ 로 취한다. 연교차와 일교차로 인하여 연평균 쾌적기온이 쾌적대보다  $5 \sim 6^\circ\text{C}$  낮기 때문이다. 연평균 기온에는 겨울과 밤의 저기온이 포함된다.

가기온 10°C로, 20°C는 15°C로, 16°C는 16°C로 변환한다.<sup>12)</sup> 연평균 기온  $T_i$ , 미래 상승기온  $t_a$ <sup>13)</sup>, 등가기온  $t_i$ 일때, 등가기온 변환식은 다음과 같다.

$$i) T_i + t_a \geq 16 \text{ 이면, } t_i = -0.0313(T_i + t_a)^2 + 0.875(T_i + t_a) + 10,$$

$$ii) T_i + t_a < 16 \text{ 이면, } t_i = T_i + t_a$$

기온은 의식주와 농업에 큰 영향을 미치지만 5%미만의 낮은 농업 GDP비율 때문에 현대의 인구증감에의 영향은 높지 않다. 따라서 등가기온  $t_i$ 를 가중비율  $t_{pi}$ , 즉 16°C이면 1.0배, 10°C이면 0.95배로 인구증감에 영향을 주는 식  $t_{pi} = 1 - 0.0014(t_i - 16)^2$ 으로 변환한다.

### 9) 수자원량

수자원은 생활과 1차 산업에 큰 영향을 미친다. 주요가정은 2000년의 각국 수자원량(하천 유출량)이 시간에 따른 변화없이 미래에 똑같다는 것과 일부 국가들의 물부족은 인접국과 국제간 협력으로 상당히 극복된다는 가정이다. 수자원량은 과다수량의 비효용성과 과소수량의 극복가능성으로 인해, 과다·과소 수량을 유효 수자원량으로 변환한다. 국제인구행동연구소(PAI)의 수자원 기준, 즉 물기근 국가는 일인당 연간 사용가능 수자원량이 1,000m<sup>3</sup>미만, 물부족 국가는 1,000~1,700m<sup>3</sup>미만, 물풍부 국가는 1,700m<sup>3</sup>이상으로 분류한 기준에 근거하여<sup>14)</sup>, 과소수량은  $0.6 \leq w_i$ 로써 과다수량은 과잉의 폐해들(침수, 범람, 저일조량)을 고려하여 1.7(1,000m<sup>3</sup>/년)에서 5% 감함으로써, 각각 유효수량으로 변환한다. 2000년 일인당 수자원량을  $W_i$ , 변환 후의 일인당 수자원량을  $w_i$ 라 하면,

i)  $6.0 \leq W_i$ 이면,  $w_i = 1.615$  : 1.615는  $1.7(1,000\text{m}^3) \times 0.95$ (배)이며, 과다수량은 1.7에서 5% 부족한 것으로 가정한다.

ii)  $2.55 \leq W_i < 6$ ,  $w_i = -0.074 W_i + 2.058$ , iii)  $1.7 \leq W_i < 2.55$ ,  $w_i = 0.2 W_i + 1.36$

iv)  $0.6 \leq W_i < 1.7$ 이면,  $w_i = W_i$ , v)  $W_i < 0.6$ 이면,  $w_i = 0.6$ 로 한다.

따라서  $0.6 \leq w_i \leq 1.87$ 이 되며,  $W_i = 2.55$ (1.7의 1.5배)일 때 최고  $w_i = 1.87$ 이 된다.  $w_i$ 에 의한 인구증감률을  $w_i = 1.6$ 일 때 1.0배,  $w_i = 1.87$ 일 때 1.1배로 하여,  $w_{ri} = 0.37w_i + 0.408$ 으

12) 등가기온 설정근거를 한국의 청주시(인구무계중심도시)를 예로서 설명한다. 청주시 5~6월을 최상의 쾌적대 기온으로 간주할 때, 6월 초(20°C)와 5월 초(15°C), 8월 1일(27°C)과 4월 1일(10°C)을 등가기온으로 보았기 때문이다.

13) 지구온난화에 의한 상승기온( $t_a$ )은 IPCC(기후패널, 1990년)의 '2100년까지 0.8~3.5°C상승 예측'에 의해, 본 연구에서는 2100년 에 지구의 연평균 기온이 2000년보다 1.0°C상승(매년 0.01°C상승)하고 그 이후는 2100년의 기온이 그대로 지속되는 것으로 가정한다.

14) PAI의 일인당 물풍부 담수량 기준 1,700m<sup>3</sup>이상이 전적으로 물이 풍부하다는 것을 의미하지 않는다. 1,700m<sup>3</sup>이상인 인도, 이란, 미국 등에서의 건조지역과 인구밀집지역들이 심각한 물부족을 겪고 있기 때문이다. 본 연구에서는 1,700m<sup>3</sup>의 1.1배로서 풍부 기준을 재설정하였다.

로 추정한다.

10) 무역거리

(1) 단일 및 평균무역거리 산정

거리가 가까울수록 무역이 활발해져 GDP<sub>p</sub>를 증가시킨다. *i*·*j*국간의 해상·항공·육상운송거리를 단일운송거리로 나타내고, 175개 단일운송거리를 하나로 통합한 평균무역거리를 산정한다. 산정은 뉴턴의 중력법칙  $F = GM_1M_2/D^2$ 에 의한다. *i*·*j*국간의 단일운송거리를  $d_{ij}$ , GDP<sub>p</sub>를 각각  $Y_i$ ,  $Y_j$ , 그리고 GDP<sub>p</sub>(내수제외)의 가격기준 수출입 물량비율( $tr_{ij}$ )에서 해상, 육상, 항공의 물량비율을 각각  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$  ( $tr_{ij} = \alpha_{ij} + \beta_{ij} + \gamma_{ij}$ ), 세 운송거리를 각각  $D_{sij}$ ,  $D_{lij}$ ,  $D_{aij}$ 라 하면,

$$G(tr_{ij}Y_i)Y_j/D_{ij}^2 = G(\alpha_{ij}Y_i)Y_j/D_{sij}^2 + G(\beta_{ij}Y_i)Y_j/D_{lij}^2 + G(\gamma_{ij}Y_i)Y_j/D_{aij}^2$$

에서  $d_{ij} = \sqrt{tr_{ij} / (\alpha_{ij}/D_{sij}^2 + \beta_{ij}/D_{lij}^2 + \gamma_{ij}/D_{aij}^2)}$  이 된다. 그리고 175개의  $d_{ij}$ 를 하나로 통합한 평균무역거리는  $D_i = \sum_{j=1}^{175} Y_j d_{ij} / \sum_{j=1}^{175} Y_j$ 이다.

(2) 운송거리와 물량비율의 자료 구축 및 추정

*i*·*j*국간의  $D_{sij}$ (중심항구도시간 거리+수도까지의 거리)의 자료는 distances.com에서,  $D_{aij}$ 는 wcrl.ars.usda.gov에서 수집되었다.  $D_{lij}$ 는 유럽 외는 데이터를 확보하기 어려워 지도 및 지구본에서 거리를 계산하였으며, 각 대륙내의 가까운 국가들끼리의 중심도시(수도)간 거리가므로 그 수는 매우 한정된다.

물량비율은 명목 GDP대비 2003년 수출입 물량비율  $tr_{ij}$ 로 추정한다. 주요가정은 2003년 명목 GDP에 대한 세계평균 수출입 물량비율 40.5%가 2300년까지 지속되며 그 변화의 폭이 크지 않을 것이라는 것과, 명목 GDP와 PPP GDP에 의한 수출입량 비율은 동일하다는 가정이다.<sup>15)</sup> 추정방법은 2003년과 2300년의 수출입 비율을 추정한 후 선형보간법으로 나머지 7개년의 수출입 비율을 추정한다. 2300년 수출입 비율은  $tr_{9ij} = tr_{k1ij} + 0.5(tr_{k1} - tr_{k1ij})$ 으로 구한다.  $tr_{k1}$ 은 2003년 *k*대륙 평균 수출입량 비율 (동아시아 45.5%, 오세아니아 34.0%, 중동·중앙아 56.6%, 아프리카 47.9%, 중남미 34.7%, 북미 24.5%, 서유럽 50.9%, 동유럽 63.6%)이고,  $tr_{k1ij}$ 는 *k*대륙내 *i*국 2003년 수출입량 비율이며, 0.5는 差의 50%까지 증감시켰기 때문이다. 7개년 비

15) 미국·일본 등 소득이 높고 인구가 많은 일부 국가들을 제외하면 대체로 수출입량은 나라가 작고 가난하며 자원빈약할수록 높고 또 소득이 높을수록 증대되는 경향이 있어(장선미, 1998), 미래 세계 수출입량이 증가할 가능성이 높다. 운송비용의 상승과 개도국들의 내수확대에 힘입어 현재와 비교한 내수대비 미래 수출입비율의 변화는 크지 않을 것으로 예측된다.

을  $tr_{kij} = \left(\frac{tr_{9ij} - tr_{klij}}{30}\right) t + tr_{klij}$ 이며,  $18 \leq tr_{ij} \leq 90(\%)$ 이다.

추정된  $tr_{ij}$ 를 통해 해상, 육상, 항공의 물량비율  $\alpha_{ij}$ ,  $\beta_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$ 를 구한다. ‘해상:항공’ 과 ‘육상:항공’ 은 둘 모두 세 비율 8:2, 9:1, 9.5:0.5 중 하나인 것으로 한다. 2020년과 2050년의 명목 GDP 상위 20개국은 8:2를, 아프리카와 중남미 국가들은 9.5:0.5를, 나머지 국가들은 9:1의 비율을 적용한다. 해상, 육상, 항공의 세 가지 운송수단을 이용하는 국가들은 일반적인 비율 7.5:1:1.5내에서 입지성, 인접성, 일인당 GDPp에 따라 국가마다 달리 설정하였다.<sup>16)</sup>

## 2. 모형의 검정과 추정결과

### 1) 모형의 적합도 검정

적정인구를 소득의 함수로 정의했기 때문에, 모형은 인구나 GDPp와의 매우 밀접한 대응관계 속에서 나머지 변수들이 가중비율로 곱해진 형태로 수식화되었다. GDPp를 제외한 8개 설명변수는 GDPp와 관련된 요소들로서, GDPp증가에 영향을 미치는 변수들이다. 따라서 사회경제적 요인관계에 의해 근원적으로 변수들간 상관성이 존재할 수 밖에 없다. 인구나 GDPp와의 밀접한 비례관계로 인하여 8개 설명변수들의 다중공선성은 상대적으로 작고 무시할 수 있으며, 그 검정값들에 비해서 우려할 정도는 아닐 것으로 판단된다. 그리고 GDPp와 무역거리 외의 7개 변수들은 모두 가중비율의 변수값으로 변환되었다. 회귀계수의 유의성을 높이기 위해, 변수값들의 분산을 줄인 가중비율 변환에 의해 인구나에 대한 변수들의 영향도가 변화되었을 가능성을 배제할 수 없다. 그렇지만 미래로 갈수록 인구는 점점 더 GDPp와 불가분의 관계가 될 것이므로 가중비율의 변환이 연구결과에 큰 영향을 주지는 않을 것이다.

모형의 적합도 검정은 분산팽창계수(VIF), 피어슨 상관계수, Hausman test로 검정한다. 30

표11. 30개국에 의한 회귀계수와 t-값

	2025년	2050년	2100년	2200년	2300년
상 수	-6.80** (-2.18)	-6.70** (-2.48)	-5.79 ( 1.55)	-10.0*** (-5.28)	-14.42***(-18.19)
GDP <sub>p</sub>	0.98*** (28.81)	0.97*** (34.77)	1.03*** (26.45)	0.975*** (44.03)	1.007*** (86.29)
경제통합	0.023 ( 0.35)	-0.065 (-0.85)	-0.06 (-0.56)	-0.022 (-0.46)	-0.007 (-0.29)
교육수준	-6.59*** (-3.64)	-3.58*** (-3.02)	-4.78** (-2.66)	-4.57*** (-3.65)	-0.62 (-1.43)

16) 국제항공운송협회(IATA)의 자료(2002)에 의하면, 세계의 해상: 항공의 물동량 평균비율은 8.2:1.8로 집계되었다. 한국의 경우 2002년 가격기준 해상: 항공의 물동량 비율은 7.4 : 2.6이고, 미국(1999)의 해상 : 항공 : 육상의 비율은 4.3 : 2.5 : 3.2이다.

영어구사	-12.98 (-0.78)	-13.00 (-1.32)	-2.27 (-0.05)	54.05 ( 1.52)	-39.49* (-2.06)
국토면적	0.033 ( 0.16)	0.22 ( 1.21)	0.49** (2.08)	0.104 ( 0.66)	0.07 ( 0.85)
에너지량	-23.3*** (-2.87)	-4.17 (-0.54)	-18.3* (-1.88)	-	-
기 온	-0.28 (-0.47)	0.48 (0.92)	-0.86 (-0.91)	-0.83 (-1.48)	0.056 ( 0.21)
수자원량	0.50* (1.90)	0.17 (0.79)	0.13 ( 0.3)	1.75** ( 2.28)	0.142 ( 1.61)
무역거리	0.15 (0.49)	-0.19 (-0.70)	-0.49 (-1.16)	-0.15 (-0.76)	0.126 ( 1.53)
R <sup>2</sup>	0.988	0.991	0.988	0.995	0.999

\* 주 : 괄호안은 t값을 의미함. \*\*\*, \*\*, \*은 각각 1%, 5%, 10% 유의수준내의 확률임.

개국에 의한 2025년, 2050년, 2100년, 2200년, 2300년의 R<sup>2</sup>와 t-값은 표11과 같다. R<sup>2</sup>은 0.98~0.99인데, 9개변수로 인한 높은 유의성을 보여준다 하겠다. t-값은 절대값으로 1.6이상일 때 유의성이 있다고 하겠는데, GDPp, 교육수준, 에너지량 변수는 t-값이 대개 2.0이상이므로 신뢰성이 높은 편이다. VIF값이 1~2이면 다중공선성이 낮고 4~10은 의심되며 10이상은 큰 편인데, 표13에서 국토유효면적은 다중공선성을 의심할 수 있다. 변수들간의 다중공선성은 피어슨 상관계수(표13)로 확인할 수 있다. 피어슨 상관계수가 0.5~1이면 다중공선성이 높는데, 인구와 GDPp, GDPp와 경제통합율, 국토와 에너지 변수들 간에는 상관성이 높게 나와 다중공선성이 있음을 알 수 있다. 인구와 GDPp는 피어슨 상관계수 0.99를 통해 비례관계가 확인되며, GDPp와 경제통합율과의 관계는 미래로 갈수록 상관성이 증가하였다. 국토와 에너지량은 국토의 유효성과 에너지의 대체가능성으로 판단할 때, GDPp와 관련되어 있어 공선성을 가늠케 한다. 그리고 에너지 변수를 제외시킨 2150년 이후에는 국토와 수자원, 수자원과 영어구사 간의 상관계수값이 크게 낮아졌다. 국토와 영어구사 그리고 수자원 간에는 공선성이 있지만, 두 변수를 분수(除)로 취하여 하나로 통합하거나 소거하지는 못하였다.

표12. 30개국 표본 회귀식에서의 VIF값

	2000년	2050년	2100년	2200년	2300년
GDPp	3.44	2.33	2.64	2.19	3.16
경제통합	1.85	1.80	1.71	1.84	1.71
교육수준	3.33	2.03	2.05	3.16	1.89
영어구사	2.08	1.82	2.03	3.31	2.09
국토면적	1.86	4.14	3.23	2.58	4.23
에너지량	3.07	2.97	1.86	-	-
기 온	1.69	1.34	1.49	1.58	1.66
수자원량	3.06	2.29	2.79	3.71	1.81
무역거리	1.68	1.36	1.49	1.89	3.64

표13. 30개국 표본의 피어슨 상관계수

	2050년	2100년	2200년	2300년
인구와 GDP <sub>p</sub>	0.99	0.99	0.99	0.99
GDP <sub>p</sub> 와 통합	-0.45	-0.42	-0.62	-0.55
교육과 영어	0.43	0.69	0.24	0.64
국토와 영어	0.60	0.65	0.59	0.57
국토와 수량	0.51	0.54	-0.14	0.08
수량과 영어	0.53	0.78	-0.38	-0.01
국토와 자원	0.66	0.54	-	-

그리고 Hausman Test는 인위적 회귀  $\text{Ln } \hat{y}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Ln } \text{GDP}_{pt} + \delta \hat{v}_t + e_t$ 에서 변형된 ‘잔차변수( $\hat{v}_t$ )’의 회귀계수( $\delta$ )가 0에 가까울수록,  $t$ -값의 절대값이 작을수록, 주어진 설명변수인 GDP<sub>p</sub>와 오차항과의 상관성이 적어진다. VIF값이 다소 높은 GDP<sub>p</sub>와 국토면적 변수의 오차항과의 상관성을 검토한 결과(표14), GDP<sub>p</sub>변수는 미래로 갈수록 회귀계수가 0에 접근하고 있기 때문에 상관성이 점점 낮아졌지만 국토유효면적은  $\hat{v}_t$ 의 회귀계수가 거의 일정하고 그  $t$ -값도 대체로 높아 오차항과 상관성이 있음을 알 수 있다. 두 회귀계수를 비교해 보면 국토유효면적이 GDP<sub>p</sub>보다 오차항과의 상관성이 더 높다.

표14. 하우스만 테스트의 상관성 검정 (176개국 표본)

		2050년	2100년	2200년	2300년
잔차( $\hat{v}_t$ ) (GDP <sub>p</sub> )	회귀계수	0.28	0.15	-0.15	-0.05
	$t$ -값	3.49	1.85	-1.50	-0.91
잔차( $\hat{v}_t$ ) (국토면적)	회귀계수	0.82	1.55	1.36	1.35
	$t$ -값	0.93	2.03	1.60	1.53

## 2) 표본 회귀인구와 적정인구

30개국, 45개국, 176개국 표본에 의한 회귀인구와 추계인구는 표15, 그림5와 같다. 176개국 회귀인구의 경우, 2000년의 인구는 76,345천명이며, 2150년 55,200천명, 2300년 56,300천명에 이르는 곡선이다. 이 회귀인구는 후진국의 많은 인구가 변수들의 회귀계수에 영향을 미쳐 한국의 적정인구를 높인 결과이며, 소득수준이 높고 출산율이 매우 낮아진 한국의 현 실정에는 맞지 않을 것으로 여겨진다. 또 45개국 회귀인구는 2045년 정점 50,150천명에 도달하고 2125년에 최소점 47,050천명을 거친 후 완만하게 상승하여 2300년에 50,440천명에 이른다. 한국의

일인당 GDP는 45개국 평균 일인당 GDP보다 1.4~1.8배 높기 때문에 이 회귀인구 또한 한국의 적정인구를 약간 더 증가시킨 셈이다. 그리고 30개국의 경우, 표본은 2005년 일인당 소득이 세계 30위인 점과 동아시아 중심성에 따른 소득순위의 상승가능성으로 설정되었으며, 2037년 47,242천명, 2125년 43,500천명 그리고 2300년 49,500천명으로 전개된다. 45개국 경우보다 200~350만명 적은 인구수이다. 한국의 일인당 GDP가 30개국 평균보다 1.0~1.4배 높아 한국의 적정인구를 조금 높인 것으로 판단된다.

표15. 한국의 추계인구, 표본 회귀인구, 적정인구 (단위 : 천 명)

	추계인구	30개국 표본	45개국 표본	적정인구
2000년	47,351	41,700	43,800	47,000
2025년	49,550	46,600	48,650	49,950
2050년	45,930	46,880	50,150	47,700
2075년	40,927	45,100	48,900	45,450
2100년	37,327	43,950	47,500	44,000
2125년	37,422	43,500	47,050	43,500
2150년	38,053	43,700	47,200	43,650 ± 50
2200년	40,307	45,240	47,960	45,020 ± 220
2250년	42,194	47,240	49,130	46,770 ± 470
2300년	43,828	49,500	50,440	48,700 ± 800

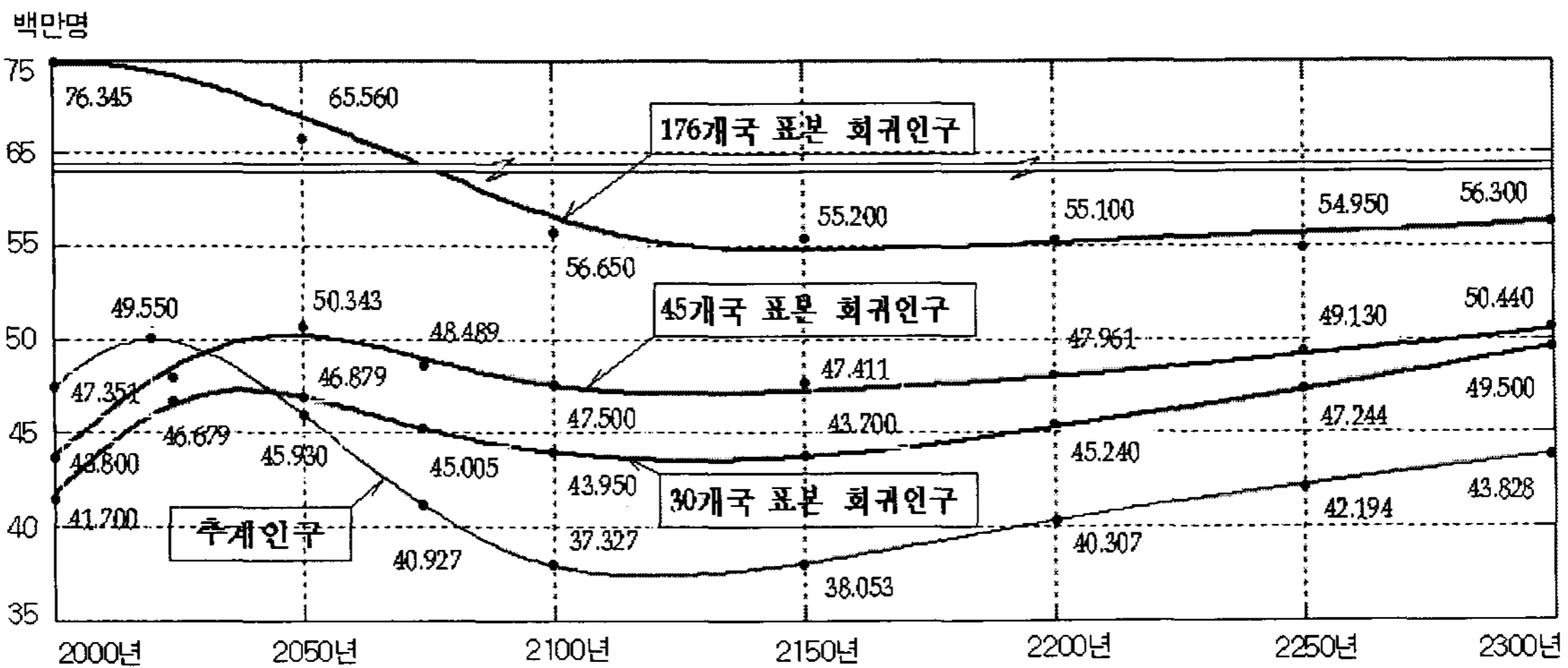


그림 5. 세계 176, 45, 30개국 표본에 의한 2000~2300년 한국의 회귀인구 및 추계인구

30개국과 45개국 표본 회귀인구는 제각기 한국의 적정인구에 의미를 주는 값들이다. 전자는 많은 인구보다도 더 높은 소득을 원할 때의 인구이고, 후자는 목표인구를 더 높이고 적은 소득도 받아들일 때의 인구이다. 한국의 출산율과 소득 및 교육수준의 추세로 보면 30



개국 표본이 더 적절할 것으로 여겨진다. 그리고 2300년 적정인구의 상하한 범위설정을 위해 2200년 이후의 소득상위 20개국 표본 회귀인구를 추정해 보았다. 20개 표본의 비신뢰성과 41,000만명 이하의 낮은 결과치로 인해 2150년 이전의 회귀인구를 제외하면, 2200년 42,914천명, 2250년 45,176천명, 2300년 47,900천명으로 추정되었다. 20개국과 30개국 표본 사이의 회귀인구를 2300년 적정인구 범위로 보면, 20개국의 2300년 47,900천명은 이 시점의 한국의 최소 적정인구가 될 수 있다.

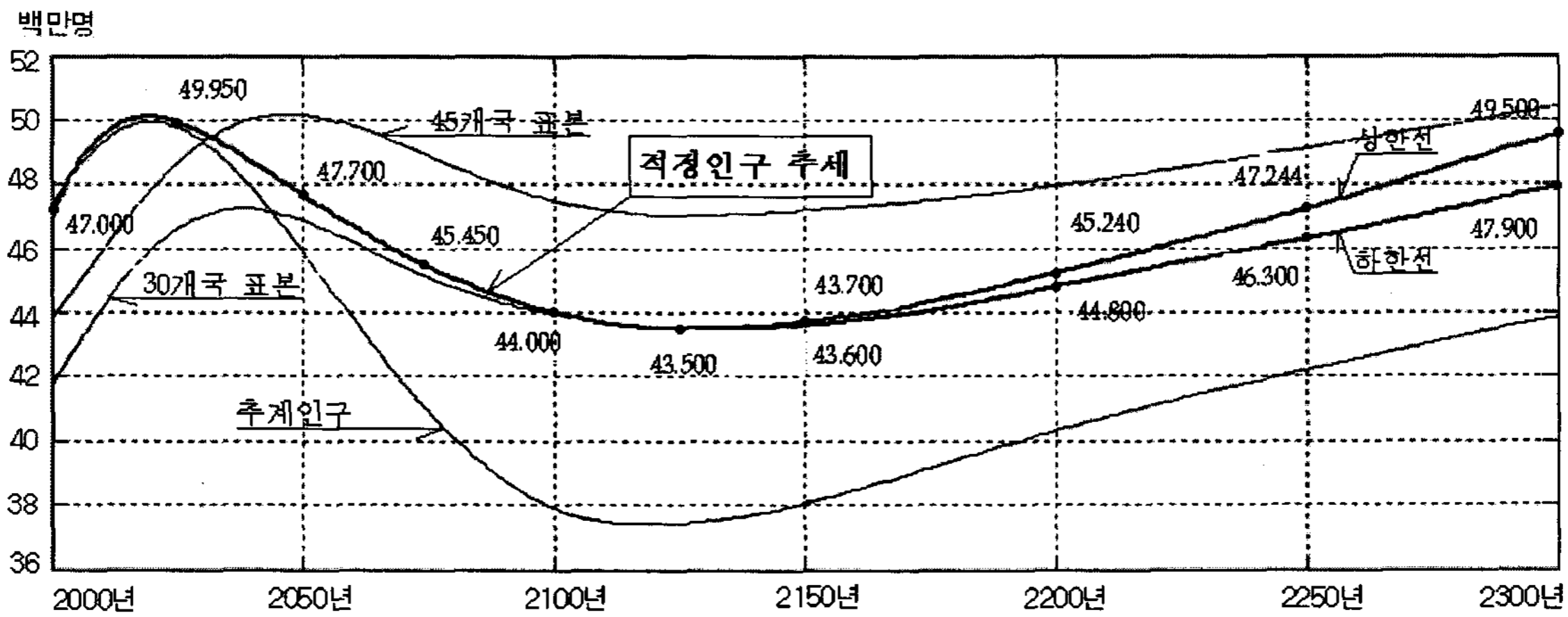


그림 6. 2000~2300년 한국의 적정인구 추세곡선

이들 20개국, 30개국, 45개국 표본 회귀인구와 추계인구를 비교분석하여 새로운 한국의 적정인구 곡선을 구현해 본다. 구현 기준은 새로운 곡선이 세 점, 즉 ① 2000년의 47,000천명, ② 2020년쯤 최고점 50,100천명, ③ 30개국의 최저점 43,500천명을 통과하고, ④ 새로운 곡선의 2125~2300년 상한과 하한의 인구는 각각 30개국과 20개국의 회귀인구에 근거한다. ①은 2000년 통계청 인구로서, 30·45개국 표본 회귀인구값들의 더 작음으로 인해 추계인구에서 약간 낮춘 값이고, ②는 45개국 2050년 50,150보다 조금 낮게 한 값이며, ③ 30개국 표본 최소값을 그대로 새 적정인구의 최소값으로 간주한 때문이다. 또 ④는 20개국 회귀인구인 47,900천명을 2300년 적정인구 하한값으로 간주하였다. 그 결과 2050년 이전은 추계인구 경로로, 2050년 이후는 30개국 회귀인구 경로로, 2200년 이후는 20개국과 30개국 회귀인구 사이로 진행되는 추세곡선이 된다. 적정인구 추세곡선(그림6)의 수식은 다음과 같다.

$$i) 2000년 \sim 2125년 : y_1 = at^6 + bt^5 + ct^4 + dt^3 + et^2 + ft + g$$

$$a = -0.00000000002091, \quad b = 0.00000001104, \quad c = -0.0000023800,$$

$$d = 0.0002693667, \quad e = -0.0162843333, \quad f = 0.3898333333,$$

$$g = 47.000 \quad (t: '년도-2000', y_1: \text{백만명})$$

$$\text{ii) 2125년} \sim \text{2300년 (중간 곡선)} : y_2 = at^6 + bt^5 + ct^4 + dt^3 + et^2 + ft + g$$

$$a = -0.0000000000001548, b = 0.000000001931, c = -0.0000009791,$$

$$d = 0.0002571777, e = -0.0366025132, f = 2.6709589115,$$

$$g = -34.74326531$$

## V. 결론

여러 가정과 전제에 기초하여 연구결과를 그림 6을 통해 정리하면, 2000년~2300년 한국의 적정인구의 범위는 4,350~4,950만명으로 추정된다. 4,350만명은 일인당 소득 상위 30개국 표본에서의 2125년 적정인구이고, 4,950만명은 30개국 표본에서의 2300년 적정인구이다. 2000년~2050년의 적정인구는 4,700~5,010만명, 2050년~2100년의 적정인구는 4,770~4,400만명이 된다. 그리고 2125년 최저점 4,350만명을 통과한 후 점점 2300년의 4,870만명(4,790~4,950만명)으로 증가할 것으로 추정된다.

적정인구 추정결과의 시사점은 네 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 한국의 적정인구가 2125년을 기준으로 이전은 감소, 이후는 증가의 곡선을 그리게 된다는 점이다. 2019년 무렵 5,010만명으로 정점을 형성한 후 낮아져 2125년쯤 4,350만명을 통과할 것으로 추정된다. 적정인구 기복이 크므로 정책에 맞는 적정의 목표인구를 설정하는 작업이 선행되어야 할 것이다. 둘째, 현재의 추세로 진행되면 2050년 이후 추계인구와 적정인구의 격차가 다소 커진다는 점이다. 적정인구가 추계인구보다 500~600만명 더 많아지며, 현재의 저출산 추세로 인해 그 차이를 줄이는데 상당한 기간이 소요될 것이다. 셋째, 2125년 이전의 한국의 적정인구는 좁게 4,770 (2050년)~4,545만명(2075년)이라는 점이다. 미래에 외국인 유입인구가 한국의 저출산 인구감소분을 보충하겠지만 사회적 비용을 최소화하기 위해서는 출산율 향상을 통해 적정인구를 유지하려는 노력이 필요하다. 넷째, 출산지원정책과 입양 및 이민 유입의 체계에 따라 한국의 적정인구가 달라질 수 있다는 점이다. 최대 4,950만명과 최소 4,350만명의 기복 차이는 출산기피로 인한 급격한 인구감소 때문으로, 출산장려제의 구체화와 외국인 수용의 체계에 따라 적정인구 추세가 변화될 수 있다.

정책적 시사점은 출산율 높이기와 외국인 이민인구의 흡수 프로그램 확립으로 귀결된다. 전자의 경우, 연구결과에 의해 합계출산율을 2004년의 1.16명에서 1.6명 이상으로 높여야 2050년의 적정인구 4,770만명으로 진행될 수 있다. 2050년의 적정인구와 추계인구의 차이 177만명에서 100만명(매년 2만명 유입 가정, 2005년까지 55.1만명)을 외국인 유입인구로 할당하면,

77만명은 합계출산율 상승분에 의한 인구여야 하기 때문이다. 후자의 경우, 2050년 이후의 합계출산율을 1.4~1.5명으로 가정할 때, 2100년 적정인구와 추계인구의 차(差) 667만명에서 500만명은 합계출산율을 높여 보충가능하지만, 나머지 167만명은 외국인 이민자로 해결하지 않으면 안된다. 이런 분석은 보다 적극적인 출산 및 이민정책을 구현하고 실천해야 할 때가 왔다는 점을 시사한다. 기복이 완만한 적정인구의 유지정책이 최선이므로 출산율이 급감하고 있는 지금, 실현가능한 출산장려법안의 마련과 구체적 실행방안이 요구되고 있으며, 외국인 이민자들을 선별적으로 흡수하는 정책 시스템을 점진적으로 확립시켜야 할 것으로 사료된다.

17) 2050년 국가별 설명변수 추정값 (국가명에서 \*와 (\*)는 45개국 표본일 때이고, \* 는 30개국 표본일 때임)

국 가 명	추계인구 (2050년)	GDP <sub>p</sub> (2050년)	인접지역 경제통합율	교육수준	영어 구사비율	국토 유효면적	연평균 기온(℃)	무역거리
	(천 명)	(억 달러)			2003년(%)	(km <sup>2</sup> )	2003년	(GDP mile)
동아시아								
방글라데시	251,880	24,331	1.096	0.706	1.12	392,589	25.7	6,423
부 탄	5,283	184	8.084	0.761	1.40	3,673	18.0	6,585
브루나이	716	464	1.291	0.957	17.31	756	27.3	6,437
캄보디아	29,573	2,302	1.699	0.761	0.10	56,989	27.3	6,900
중 국 *	1,393,788	525,682	1.001	0.933	1.00	6,731,950	15.8	6,136
인 도	1,521,301	290,973	1.001	0.713	5.73	3,511,975	25.0	5,753
인도네시아	286,739	54,352	1.001	0.916	0.10	862,494	27.4	6,473
일 본 *	112,370	106,105	1.002	0.981	1.3	901,525	15.9	6,383
한 국 *	45,930	48,165	1.070	0.991	1.3	305,386	12.3	6,161
북 한	24,863	2,928	1.897	0.924	0.20	69,347	10.1	6,785
타이완 *	22,775	26,441	1.100	0.986	2.50	152,842	22.3	6,145
라오스	11,398	992	1.996	0.733	0.10	19,349	26.3	6,806
말레이시아 *	41,071	20,821	1.053	0.953	18.90	177,506	26.6	6,221
몽 골	3,354	375	1.663	0.920	0.10	26,738	-2.7	6,949
미얀마	64,836	4,009	1.172	0.814	0.25	190,293	27.3	6,463
네 팔	50,021	3,808	1.615	0.666	5.00	86,881	18.6	6,569
동티모르	1,805	28	2.117	0.828	0.10	3,320	26.5	7,069
파키스탄	335,925	32,760	1.010	0.557	4.50	492,792	25.0	6,198
필리핀 (*)	120,613	37,495	1.006	0.909	28.69	275,475	27.4	6,359
싱가포르 *	5,950	6,490	1.093	0.991	17.86	20,185	27.4	6,189
스리랑카	19,932	4,459	1.061	0.933	4.74	68,736	27.4	6,073
타 이 (*)	77,093	27,426	1.049	0.925	0.25	240,635	28.5	6,329
베트남	116,444	16,132	1.146	0.918	0.10	293,584	24.5	6,309
몰디브	820	91	3.426	0.975	0.25	548	30.0	6,063
오세아니아								
호 주 *	29,574	31,284	1.000	0.983	88.18	418,806	17.9	8,488
뉴질랜드 (*)	5,173	4,676	1.000	0.980	89.74	162,878	12.6	8,821
파푸아뉴기니	11,069	711	1.005	0.744	2.79	22,238	26.9	7,949
솔로몬	1,072	47	1.027	0.921	26.51	1,538	26.5	8,279
피 지 (그룹)	2,060	831	1.001	0.953	23.86	8,681	24.9	8,408
괌 (그룹)	494	172	1.006	0.950	37.76	1,055	27.2	7,508
중동·중앙아								
아프가니스탄	72,452	2,374	1.340	0.762	0.10	150,736	12.5	6,297
아르메니아	1,494	682	2.428	0.946	0.10	16,532	12.5	6,358
아제르바이잔	10,096	2,163	1.305	0.935	0.10	37,710	12.5	6,435

바레인	1,272	893	2,730	0.937	2.00	1,154	25.5	6,366
그루지야	1,399	548	1,893	0.958	0.10	29,070	13.1	6,282
키프로스	1,137	812	2,979	0.979	13.61	3,771	18.7	5,947
이 란 (*)	95,754	26,850	1,014	0.879	0.25	495,240	17.4	6,593
이라크	59,975	8,708	1,158	0.858	0.10	80,946	22.6	6,651
이스라엘 *	11,174	8,636	1,098	0.984	1.10	64,856	15.2	5,806
요르단	10,952	1,728	2,296	0.944	0.25	32,452	17.1	5,869
카자흐스탄 (*)	9,221	5,249	1,004	0.960	0.25	213,113	9.2	5,897
쿠웨이트 *	6,814	6,464	1,256	0.912	1.00	16,666	25.3	6,521
키르기스스탄	6,581	477	1,363	0.947	0.05	34,994	11.5	6,049
팔레스타인	10,747	189	9,604	0.810	0.10	19,353	16.0	5,807
레바논	4,654	1,097	1,945	0.912	0.10	33,835	19.4	5,891
오 만 (*)	5,492	3,945	1,132	0.851	1.00	6,130	28.6	6,259
카타르	2,133	1,436	1,743	0.912	2.00	2,768	26.7	6,373
사우디 (*)	56,877	22,081	1,031	0.811	1.00	266,538	26.0	5,971
시리아	33,871	3,991	1,252	0.908	0.25	113,569	16.7	5,912
타지키스탄	6,631	562	1,513	0.967	0.10	22,611	12.0	6,836
터 키	95,690	25,052	1,025	0.954	5.95	654,461	13.0	5,755
투르크메니스탄	7,474	2,324	1,206	0.925	0.15	39,819	16.4	5,520

국 가 명	추계인구	GDP <sub>p</sub>	경제통합율	교육수준	영어 구사비율	국토 유효면적	연평균 기온	무역거리
아랍에미리트 *	6,522	4,284	1.095	0.883	1.00	34,853	26.0	6,459
우즈베키스탄	35,199	3,191	1.054	0.935	0.10	126,335	14.2	5,785
예 멘	83,304	1,854	1.124	0.646	0.10	73,222	28.9	6,795
<b>아 프 리 카</b>								
알제리(*)	47,745	16,565	1.025	0.871	0.25	228,567	17.1	6,190
앙골라	43,885	2,840	1.012	0.759	0.20	42,694	24.2	8,022
배 냉	16,086	758	1.343	0.638	0.10	37,717	26.7	7,942
보츠와나	1,324	682	1.330	0.867	19.70	11,872	19.5	8,056
부르키나파소	42,663	1,981	1.067	0.520	0.10	72,353	28.2	8,297
부룬디	20,398	552	1.383	0.624	0.10	21,332	22.8	7,784
카메룬	24,852	3,092	1.057	0.749	27.94	120,601	23.4	8,097
중앙아프리카	6,127	251	1.157	0.525	0.10	35,102	24.7	8,435
차 드	27,372	2,425	1.024	0.527	0.10	59,913	27.8	8,759
콩 고	10,416	279	1.580	0.759	0.10	10,279	25.1	8,340
콩고민주공화국	147,386	6,899	1.007	0.568	0.10	162,121	24.5	8,321
코트디부아르	24,234	1,877	1.121	0.645	0.10	82,928	26.4	8,185
지부티	1,307	58	6.789	0.660	0.25	1,526	29.5	6,189
이집트	123,267	28,190	1.006	0.827	0.25	641,897	21.8	5,863
적도기니(그룹)	1,522	1,511	1.177	0.708	0.50	4,748	26.0	8,064
에리트리아	11,808	442	2.281	0.648	0.10	17,168	15.1	6,196
에티오피아	167,959	5,828	1.013	0.559	0.13	238,933	16.5	6,552
가 봉	2,348	809	1.223	0.826	0.50	10,204	26.0	8,061
감비아	3,058	350	1.271	0.661	2.20	7,955	25.4	7,459
가 나	39,309	3,779	1.084	0.723	5.63	94,995	26.8	7,970
기 니	16,910	2,523	1.028	0.597	0.10	41,628	25.7	7,784
기니비사우	4,682	98	2.216	0.520	0.10	5,094	26.0	7,541
케냐	41,949	3,756	1.035	0.806	6.11	132,380	19.0	7,042
레소토	1,074	224	2.928	0.804	13.10	8,761	16.0	7,809
라이베리아	7,676	341	1.594	0.579	20.00	10,335	25.3	7,675
리비아	9,315	3,656	1.074	0.806	0.50	50,764	20.3	6,016
마다가스카르	45,822	2,276	1.002	0.635	0.10	67,163	18.1	7,268
말라위	25,545	889	1.117	0.700	2.22	47,994	18.3	8,005
말 리	44,311	1,938	1.041	0.520	0.10	74,936	27.6	7,806
모리타니	7,681	742	1.072	0.617	0.10	17,498	25.4	7,252
모리셔스(그룹)	2,512	1,322	1.014	0.931	4.25	13,786	25.0	7,173
모로코	43,390	11,299	1.044	0.758	0.25	191,572	17.4	6,370

모잠비크	30,923	1,785	1.043	0.576	0.10	43,072	22.9	7,178
나미비아	2,588	590	1.130	0.880	8.46	18,013	19.5	8,414
니제르	52,149	1,197	1.079	0.520	0.10	81,691	29.1	8,359
나이지리아	254,736	17,559	1.008	0.692	16.06	834,327	26.5	7,819
르완다	17,188	1,065	1.058	0.720	0.10	38,954	20.6	7,870
세네갈	20,565	1,676	1.034	0.610	0.10	66,228	24.0	7,459
시에라리온	12,281	514	1.194	0.635	24.55	14,671	26.2	7,673
소말리아	40,582	616	1.088	0.549	0.10	31,525	26.8	6,626
남아프리카공화국(*)	40,729	18,485	1.001	0.844	20.11	425,001	18.0	7,847
수 단	55,337	11,382	1.004	0.644	0.10	253,628	29.4	6,549
스왓질란드	894	218	2.824	0.828	3.44	4,207	16.1	7,637
탄자니아	65,771	2,779	1.035	0.750	4.18	151,299	25.8	7,448
토 고	9,886	1,009	1.385	0.754	0.10	26,664	26.0	7,934
튀니지	12,708	4,934	1.118	0.889	0.25	84,372	18.3	6,164
우간다	101,200	11,533	1.006	0.759	3.90	149,881	21.6	7,529
잠비아	17,808	750	1.108	0.781	5.34	76,782	18.6	8,043
짐바브웨	12,127	826	1.050	0.851	15.11	51,250	17.9	7,444
카보베르데	770	121	1.084	0.897	0.25	790	23.6	7,412
코모로 (그룹)	1,713	88	1.129	0.689	0.10	1,669	25.3	7,135
서사하라	657	39	2.077	0.663	0.10	1,820	23.5	6,654

국 가 명	추계인구	GDP <sub>p</sub>	경제통합율	교육수준	영어 구사비율	국토 유효면적	연평균 기온	무역거리
중 남 미								
아르헨티나 (*)	51,806	21,651	1.002	0.970	0.50	512,785	17.5	9,562
바하마	413	219	2.204	0.975	92.44	993	24.8	7,582
마르티니크(그룹)	1,843	816	1.053	0.987	21.88	5,982	25.6	7,616
벨리즈	412	120	2.547	0.881	50.00	1,215	25.7	7,578
볼리비아	14,854	1,157	1.054	0.886	0.10	36,797	17.0	9,444
브라질 (*)	231,305	67,500	1.001	0.902	0.25	1,924,491	20.7	8,400
칠 레	21,993	7,991	1.018	0.959	0.50	157,886	14.3	9,526
콜롬비아	65,631	15,767	1.004	0.847	0.25	220,494	13.2	7,963
코스타리카	6,862	1,815	1.123	0.949	0.50	30,279	19.7	7,567
쿠 바	8,683	1,113	1.079	0.966	0.25	70,713	24.5	7,850
도미니카공화국	10,647	3,204	1.021	0.874	0.14	50,747	26.0	7,967
에콰도르	16,581	2,670	1.065	0.921	0.25	73,924	13.3	8,381
엘살바도르	9,448	2,046	1.092	0.837	0.25	31,411	23.1	8,003
과테말라	24,081	3,993	1.028	0.758	0.25	60,788	18.7	7,939
가이아나	480	83	1.856	0.932	80.00	4,455	26.8	7,986
아이티	11,467	1,084	1.040	0.817	0.25	26,647	27.2	7,969
온두라스	12,334	1,087	1.145	0.832	0.24	43,665	21.5	8,045
자메이카	2,974	439	1.168	0.925	90.88	15,407	27.4	7,932
니카라과	9,998	820	1.146	0.777	0.25	55,257	26.5	7,545
파나마	5,196	1,314	1.088	0.943	0.50	21,376	26.7	7,539
파라과이	11,833	2,403	1.172	0.897	0.25	93,748	23.9	9,860
페 루	38,480	9,616	1.001	0.915	0.50	153,668	19.1	8,912
수리남	324	55	1.704	0.888	5.00	3,046	26.6	7,994
트리니-토바고	1,049	312	1.277	0.968	20.00	5,696	25.9	7,508
우루과이	4,032	1,332	1.159	0.929	0.50	53,774	17.1	9,351
베네수엘라	41,979	8,313	1.011	0.943	0.50	144,998	27.6	8,153
기아나	387	70	1.153	0.880	0.50	1,263	25.0	8,048
푸에르토리코(*)	3,704	2,175	1.023	0.961	25.30	18,393	24.0	7,892
북아메리카								
캐나다 *	48,069	42,409	1.063	0.970	78.39	861,182	8.1	6,955
미 국 *	462,336	563,876	1.001	0.979	86.58	6,268,517	15.0	6,850
멕시코 (*)	123,660	52,848	1.001	0.942	2.00	938,246	16.3	6,991
서 유 럽								



오스트리아 *	8,322	9,079	2.650	0.967	11.91	92,566	9.9	5,624
벨기에 *	10,900	11,739	2.855	0.986	12.39	132,609	10.5	5,858
룩셈부르크	895	1,323	19.756	0.981	12.11	5,224	8.6	5,893
덴마크 *	5,858	6,783	2.232	0.993	17.64	92,814	8.7	6,030
핀란드 *	5,347	5,306	1.056	0.989	13.00	102,934	4.5	6,202
프랑스 *	67,596	66,583	1.051	0.984	6.65	829,500	10.9	5,429
독 일 *	89,318	80,322	1.062	0.980	10.92	901,067	9.4	5,873
그리스	11,367	8,238	1.072	0.971	9.84	144,993	17.7	5,365
아이슬란드	348	441	1.010	0.974	5.00	2,192	4.4	7,950
아일랜드 *	6,679	6,774	1.254	0.978	89.80	69,279	9.7	6,348
이탈리아 *	50,347	54,792	1.036	0.978	6.03	598,589	15.6	5,507
몰 타	451	268	2.996	0.970	17.48	2,285	19.2	5,916
네덜란드 *	18,450	18,915	1.886	0.991	18.58	181,106	9.4	5,795
노르웨이 *	5,448	7,193	1.066	0.994	7.50	59,447	3.8	5,981
포르투갈 (*)	11,141	6,715	1.059	0.961	6.43	132,566	16.6	5,901
스페인 *	42,341	33,142	1.018	0.968	6.22	557,717	14.3	5,839
스웨덴 *	10,109	9,826	1.055	0.980	18.59	180,759	6.5	6,216
스위스 *	6,251	9,300	2.732	0.987	15.00	80,761	8.7	5,551
영 국 *	72,688	69,999	1.022	0.980	99.18	668,486	10.9	6,026
동 유 럽								
알바니아	3,180	970	1.976	0.961	2.50	23,397	14.9	5,758
벨로루시	7,475	3,065	1.655	0.969	2.50	134,436	6.2	6,004

국 가 명	추계인구	GDP <sub>p</sub>	경제통합율	교육수준	영어 구사비율	국토 유효면적	연평균 기온	무역거리
보스니아	3,765	1,139	4.145	0.960	2.50	22,941	9.4	5,955
불가리아	4,869	1,976	2.435	0.950	4.97	82,864	9.9	5,939
크로아티아	4,454	2,500	2.942	0.962	10.18	47,426	10.5	6,001
체 코 *	9,061	7,175	3.434	0.959	5.12	118,864	7.9	6,078
에스토니아	578	741	2.402	0.981	10.47	19,785	5.5	6,942
헝가리 *	8,063	6,147	1.829	0.968	4.98	100,444	11.4	6,099
라트비아	1,235	1,044	2.260	0.959	5.75	39,816	5.1	6,630
리투아니아	2,373	1,885	2.060	0.979	6.26	56,882	4.8	6,608
마케도니아	2,080	654	4.154	0.970	2.50	19,608	11.6	5,885
몰도바	3,251	463	4.117	0.917	2.50	33,674	8.6	6,013
폴란드 *	32,516	18,838	1.226	0.986	5.96	445,330	7.8	5,948
루마니아	17,004	8,117	1.215	0.950	5.95	186,736	11.2	6,029
러시아 *	113,903	54,551	1.020	0.960	2.50	1,735,183	5.5	5,800
슬로바키아 (*)	9,015	3,581	5.617	0.961	6.45	50,337	8.4	6,098
슬로베니아	5,038	1,542	5.740	0.980	12.27	20,210	11.0	5,975
우크라이나 (*)	1,667	12,602	1.099	0.941	2.50	462,176	9.0	6,111
세르비아몬테네	26,808	1,700	2.299	0.951	2.50	94,364	11.8	5,919

## 참고 문헌

1. 구성열(1996), 「인구경제론」, 박영사.
2. 김옥암(2000), 「인구경제학」, 유림문화사.
3. 김정홍(2003), 「기술혁신의 경제학」(제2판), 시그마프레스.
4. 이대근(2004), 「세계경제론」, 박영사.
5. Hill외2·이병락 역(2003), 「계량경제학」, 시그마프레스.

6. 이찬(1993), 「최신교학 세계지도집」, 교학사.
7. 이희연(2003), 「인구학」, 법문사.
8. 조하현(1998), 「고급거시경제이론」, 세경사.
9. 최병권(1997), 「현대경제학 I, II」, 법문사.
10. 황재기(2003), 「지도, 데이터, 해설로 보는 세계의 국가들」, 교학사.
11. 구성열(2005), “한국의 적정인구 : 경제학적 관점”, 한국인구학, 제28권 제2호.
12. 김경수(2005), “새로운 목적함수를 이용한 외환위기에측모형의 구축과 성과”, 국제경제 연구, 제11권, 제3호.
13. 김용문·최종석(1993), “수리적 외삽법에 의한 한국의 인구에측모형에 관한 연구”, 충남 과학저널, Vol 20, No 1.
14. 김진영(2003), “국제자료를 통해 본 인적자본과 경제성장”, 무역학회지, 제28권 제5호.
15. 박규영(1966), “경제성장과 적정인구성장률”, 영남대학교 석사학위논문.
16. 박영민(1998), “우리나라 수출기업의 수출품목 내륙운송수단 선택에 관한 실증연구”, 경기대 박사학위논문.
17. 손찬현·윤진나(2000), “중력모형(Gravity Model)에 기초한 한국의 교역패턴 및 지역경제권의 영향”, 대외경제연구 11, pp.3-41.
18. 유항근·홍일곤(2002), “지리적 기후적 여건이 경제성장에 미치는 영향분석”, 한국응용 경제학회, 제4권 제1호
19. 윤옥화(2004), “한국의 저출산 현황과 출산장려방안에 관한 연구”, 서남대 석사학위논문.
20. 이승재(1996), “내생적 성장이론의 실증분석”, 연세대학교 석사학위논문.
21. 이정구(1996), “신고전파 경제성장이론과 내생적 경제성장이론”, 지역개발연구32, pp.1-24.
22. 이 혁(1997), “한국 정부지출의 경제성장 효과에 관한 연구 : 내생적 성장이론을 중심으로”, 단국대 석사학위논문.
23. 전광희(2006), “인구학적 관점에서 본 적정인구 추계”, 한국인구학, 29권 1호, pp.209-239.
24. 정미혜(1999), “Gravity 모형을 이용한 지역경제통합과 우리나라 무역에 관한 연구”, 명 지대 박사학위논문.
25. 조하현(1996), “거시경제학의 최근동향; 내생적 성장이론”, 경제학연구 44, 1, pp.157-190.
26. 최대식(1998), “한국산업의 기술진보율, 분배율 및 규모경제에 관한 계측과 분석”, 대구 대 석사학위논문.
27. 최종석 외2(1985), “인구에측모형에 관한 연구”, 충남과학저널, 13, No.1.



28. 한준희(1975), “적정인구 이론에 관한 소고”, 연세대학교 석사학위논문.
29. 함시창(1996), “중력모형을 통한 세계 경제통합화 경향분석”, *경제학연구* 43, pp.151-181.
30. 허부자(1996), “생산함수에 의한 기술진보의 계측 및 실증분석 : Cobb-Douglas 생산함수를 중심으로”, 대구효성카톨릭대 석사논문.
31. United Nations(2004), *World Population to 2300, Department of Economic and Social Affairs.*
32. United Nations(2004), *Review of Maritime Transport, United Nation Conference on Trade and Development.*
33. S.Fred Singer(1971), *Is there an optimum level of population?, A Population Council, McGraw-Hill.*
34. Goran Ohlin(1967), *The Economics of Population Growth, Population Control and Economic development, Paris.*
35. A.B.Bernard, S.N.Durlauf(1996), “Interpreting tests of the convergence hypothesis”, *Journal of Econometrics*, 71, pp161-173.
36. J.A.Bikker(1987), “An International Trade Flow Model with Substitution : An Extension of the Gravity Model”, *KRKLOS*, Vol.40.
37. P.S.Dasgupta(1969), “On the concept of optimum population”, *Review of Economic Studies*, Vol. 36, Issue 107, pp.295-318.
38. A.V.Deardorff(1976), “The optimum growth rate for population” : Comment, *International Economic Review*, 55, no.2.
39. Z.Eckstein, K.I.Wolpin(1983), “Endogenous Fertility and Optimal Population Size”, *The Ohio State University, Center for Human Research.*
40. A.G.Gigliotti(1983), “Total utility overlapping generations and optimal population”, *Review of Economic Studies*, 71-86, Vol 50, Issue 160.
41. P.S.Gupta(1969), “On the Concept of Optimum Population”, *Review of Economic Studies*, Vol. 36 Issue 107.
42. T.D.Hogan(1974), “A Note on Empirical Estimation of Optimum Population”, *Nebraska, Journal of Economics & Business*, Vol.13 Issue.1.
43. M.J.Hopkins(1975), G.B.Rodgers, and Rene Wery, “Population, employment and inequality BACHUE-Philippines”, *World Employment Programme Research, theInternational Labour Office.*
44. N.G.Mankiw, D.Romer, and D.Weil(1992), “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 107.
45. A. Rogers(1967), “A Regression Analysis of Interregional Migration in California”, *Review of*

*Economics and Statistics*, 49, 262-267

46. P.A.Samuelson(1975), "The Optimum Growth Rate for Population" , *International Economic Review*, Vol. 16, No. 3, pp.531-538.
47. A.Sauvy(1968), "Population Theories" , D.L.Sills, ed., *International Encyclopedia of the Social Science*, vol.12.
48. J.J.Spengler(1997), "History of Population Theories" , *Economics of a Population*, p3-15.
49. J.J.Spengler(1951), "The Population Obstacle to Economic Betterment" , *American Economic Review*. Vol.41, pp343-358.
50. P.Theodore, K.Y.Chong(1992), "Optimal population size and endogenous growth" , *Economics Letter*, 41.
51. H.L.Votey(1969), "The Optimum Population and Growth : A New Look" , *Journal of Economic Theory* 1, pp.273-290.
52. Chong K. Yip(1993), "Optimal population size and endogenous growth" . *Economics Letters*. 41(1), 1993, pp107-110.
53. Marc Nerlove, Assaf Razin & Efraim Sadka(1982), "Population size and the social welfare functions of Bentham and Mill" . *Economics Letters*, 10(1,2): 61-64.
54. [www.un.org/esa](http://www.un.org/esa) : United Nations/Economic and social development/statistics.
55. [www.census.gov/ipc/www/idbnew.html/](http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html/) : U.S.Census Bureau/International Data Base.
56. [econ.worldbank.org](http://econ.worldbank.org) : World Bank/data & research/ World Development Indicators.
57. [www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2005/](http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2005/) : IMF / World Economic Outlook.
58. [www.bp.com](http://www.bp.com) : BP Global/Reports and publications/statistical review of world energy.
59. [www.nationmaster.com/graphT/gdp\\_ppp/](http://www.nationmaster.com/graphT/gdp_ppp/) : Nation Master/statistics.
60. [www.distances.com/distance.php](http://www.distances.com/distance.php) : Distances UNDP-Human Development Report 2002.
61. [www.demographia.com/db-ppp60+.com](http://www.demographia.com/db-ppp60+.com).
62. [www.cia.gov/cia/publications/factbook](http://www.cia.gov/cia/publications/factbook).
63. [www.wcrl.ars.usda.gov/cec/java/lat-long.htm](http://www.wcrl.ars.usda.gov/cec/java/lat-long.htm).