한 국 통 계 학 회 논 문 집
2009, 16권, 4호, 557–572

공무원연금제도에 대한 확률적 고찰

김주유[a], 송성주[1,b]

[a]서울대학교 통계학과, [b]고려대학교 통계학과

요 약

공무원연금제도가 도입된 지 40여 년이 지난 현재, 기대여명의 증가로 인해 수급자가 크게 늘어나 부양률이 상승하면서 공무원연금 재정이 문제가 되고 있다. 본 논문에서는 현재 공무원연금제도와 노령화 수준을 반영한 확률모형을 설정하여 개인가입자의 혜택수준을 검토하며, 연금재정의 안정성을 모의실험 하였다. 연구방법으로는 개인가입자별 총기여금과 총수령금의 기대값을 비교하는 방법과 몬테카를로 모의시행을 통해 기금의 파산확률 및 준비금, 국가보전금을 구해보는 방법을 이용하였다.

주요용어: 공무원연금제도, 기대연금, 모의실험, 파산확률.

1. 서론

공무원연금제도는 1960년 공무원사무국에서 도입한 제도로 공무원 및 그 유족의 생활안정과 복리향상에 기여함을 목적으로 하고 있다. 도입 당시 정부에서는 공무원의 낮은 보수에 대한 보상적 차원에서 퇴직 후의 후한 연금을 약속하면서 현재와 같은 급여수준이 결정되었다.

그러나 연금제도가 도입된 지 40년이 지나면서 기대여명의 증가로 인해 수급자가 크게 늘어나 부양률이 상승하면서 공무원연금 재정이 문제가 되고 있다. 1990년 대에 이르러 여러 번의 연금개혁이 단행되었지만, 공무원연금의 적자부분을 보전해 주는 정부보전금은 2003년에 598억원, 2004년에 1742억원, 2005년에 6096억원, 2006년에 8462억원, 2007년에는 1조 1584억원으로 계속 증가해 왔으며, 2008년에는 1조 5499억원, 2020년에는 13조 8000억원 등 앞으로도 계속 증가할 것으로 예상되고 있다. 공무원연금제도는 정부의 재정부담과 밀접하게 관련되어 있어 연금의 재정이 부실할수록 국민세금으로 충당해야 하는 금액이 커지는 것이기 때문에 재정구조를 건전하게 하기 위한 다양한 연구들이 필요하다.

공무원연금 재정과 관련한 논문으로는 김재경 등 (2006)의 '2006년 제도개선과정에서의 공무원연금 재정추계 연구', 최재식 등 (2005)의 '2005년 공무원연금 재정재계산 기초연구', 김재경과 김정록 (2002)의 '공무원연금 장기재정추계 연구' 등이 있다. 이들 연구는 공무원 및 연금수급자의 분포구조와 연금의 수입 및 지출에 대한 추계를 수행하여 연금재정을 예측하는 특성을 갖고 있다. 이러한 연구는 공무원 수와 제도의 변화의 추이가 비교적 잘 반영되는 장점이 있다. 그리고 결론적으로 건전한 연금재정을 설립하기 위해 혜택을 줄일 필요가 있다고 보고 있다.

확률모형을 이용하여 연금의 재정추계를 살펴본 연구로는 Auerbach와 Lee (2006)를 들 수 있다. 이 논문에서는 새로운 연금지급 방식인 NDC(Notional defined contribution)의 안정성과 효율성을 모의실험으로 테스트하였다. 또, 생명분포 또는 사력의 확률모형에 대한 연구로는 Land (1986), Lee와 Carter (1992), Lynch와 Brown (2001), Melnikov와 Romaniuk (2006) 등을 예로 들 수 있다. Land

[1] 교신저자: (136-701) 서울시 성북구 안암동 5-1 고려대학교 정경대학 통계학과, 부교수.
E-mail: sjsong@korea.ac.kr

(1986)는 사력을 예측하기 위해 사용되고 있는 몇 가지 방법들을 비교하였고, Lee와 Carter (1992)는 Gompertz나 Makeham 분포처럼 고정된 분포가 아니라 사력을 시계열로 모델링하는 새로운 방법을 제시하였다. Lynch와 Brown (2001)은 arctangent 함수를 이용한 시계열 모형으로 사력을 모델링하였고, Melnikov와 Romaniuk (2006)은 전통적으로 사용되어온 Gompertz, Makeham 분포와 Lee-Carter 모델을 생명보험 상품의 가격결정과 리스크 관리의 측면에서 비교하였다.

이 논문에서는 현재 제도와 노령화 수준을 반영한 모형을 설정하여, 개인가입자의 혜택수준을 검토하며, 연금재정의 안정성을 모의실험 한다. 개인가입자의 혜택을 살펴보는 방법으로는 생명표를 이용하여 생존분포를 추정하고, 이를 이용한 개인가입자의 기대수명을 바탕으로 총기여금과 총수령금의 기대값을 비교하는 방법을 이용한다. 더불어 개인가입자간의 연금혜택과 재직기간과 연금혜택에 대한 형평성 연구를 기대값을 통해, 연금재정의 안정성은 연구모형을 시간에 따라 진행시키는 몬테카를로 모의실험을 이용하여 살펴본다. 몬테카를로 모의실험을 통해서는 파산확률, 준비금, 정부보전금 등을 계산하여 본다.

2. 공무원연금제도의 실제와 가정

본 논문에서는 공무원연금제도를 단순화시킨 모형을 가정한다. 현실에 존재하는 다양한 상황들을 모두 모형화하기는 힘들기 때문에 몇 가지 가정을 도입하여 문제를 단순화하였다.

모형에서는 공무원연금의 재정을 크게 수입, 운용수익, 지출로 구분하여 인식한다. 공무원연금제도의 회계는 연금회계와 기금회계로 구분되어 있다. 연금회계는 공무원이 부담하는 기여금과 국가 또는 지방자치단체가 부담하는 부담금 등을 수입으로 하고, 연금급여 등 제 급여를 지출로 하는 회계를 말한다. 기금회계는 연금회계로부터 적립된 기금을 관리 및 운용하는 회계를 의미하는데, 이는 연금기금의 운용수익이라 할 수 있을 것이다. 이에 각 개인의 기여금과 국가부담금에 의해 결정되는 연금회계의 수입을 연금 재정의 수입, 기금회계를 운용수익, 각 개인의 제 급여로 지출하는 것을 연금 재정의 지출로 정의한다. 자세한 내용은 공무원연금관리공단 (2005)을 참조할 수 있다. 2절에서 소개되는 공무원연금제도의 일반적인 구조는 공무원연금관리공단 (2002)과 공무원연금관리공단 (2005)을 바탕으로 하였다.

연금과 관련된 개인의 현금흐름은 그림 1과 같은 구조로 도식화될 수 있다. 임용된 한 개인은 퇴직시 까지 연금공단에 기여금을 납입하게 된다. 기여금은 개인의 보수월액을 기준으로 산정되며, 기여금을 납입하는 것은 연금의 수입에 해당된다. 퇴직을 하게 되면 연금의 지출이 발생하기 시작한다. 우선 재직기간과 최종보수월액에 따라 퇴직수당을 수령한다. 사망으로 인한 퇴직 시에는 재직기간에 따라 유족연금과 유족일시금의 수령여부가 결정되며, 그 외의 퇴직 시에는 재직기간에 따라 퇴직연금과 퇴직일시금 수령여부가 결정된다. 퇴직연금 수령자는 사망 시까지 퇴직연금을 수령하게 되며, 수령자 본인이 사망 후에는 유족연금을 지급한다. 또, 퇴직 후 3년 이내에 사망한 것인지를 구분하여 3년 이내에 사망하였으면 특별부가금을 지급하고 유족연금을 지급한다.

따라서 특정 시점의 연금의 수입은 전체 임용된 공무원 수의 보수월액에 의해 결정되고, 지출은 퇴직한 공무원이 받는 일시금 및 연금, 퇴직수당이 될 것이다. 즉, 개인의 현금흐름을 결정하고, 특정 시점에 임용된 공무원 수와 퇴직한 공무원 수를 알 수 있다면 그로부터 연금의 재정과 지출을 추정할 수 있을 것이다. 또, 임의 퇴직으로 인한 공무원의 퇴직을 고려하지 않는다고 가정하면, 연금과 관련한 개인의 현금흐름은 개인과 유족의 수명에 의해 결정되게 된다. 결정된 수명에 의해 연금의 수입과 지출이 끝나는 시점이 결정될 수 있기 때문이다.

이 장에서는 생존분포를 추정하고, 그 외에 초봉, 월급 인상률 등 연금의 수입과 관련된 부분과 재직기간, 최종보수월액 등 연금의 지출과 관련된 부분을 살펴본다.

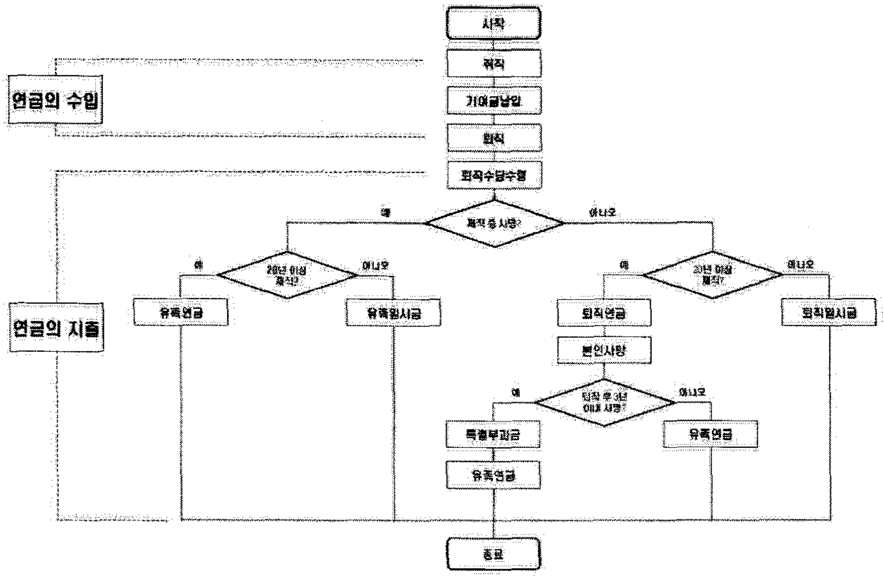

그림 1: *연금과 개인의 현금흐름*

2.1. 생존분포의 가정

수명의 결정은 생명표를 직접 이용하여 난수를 발생시키는 방법과 생존분포를 가정하고 그 분포를 이용하여 난수를 발생시키는 방법을 생각 할 수 있다. 생명표를 직접 이용하는 방법은 한국생명표의 경우 100세 이상에 대해서는 단일값으로 처리하기 때문에 100세 이상에 대한 수명을 결정하기 어렵다. 따라서 이 논문에서는 생존분포의 모수모형을 가정하여 모수를 추정하고 그로부터 난수를 발생시키는 방법을 이용하도록 하겠다.

생존분포를 모형화하는 데에는 사력(force of mortality)이 많이 이용된다. 사력($\mu(x)$)은 사람의 수명을 확률변수 X라 하고, 그 확률 밀도함수를 $f(x)$, 분포함수를 $F(x)$라 할 때,

$$\mu(x) = \frac{f(x)}{1 - F(x)}$$

으로 정의된다. 사력에 관한 몇 가지 모델로는 Gompertz분포, Makeham분포, Weibull분포, Exponential분포, De Moivre분포 등이 있다 (Bowers 등, 1997). 이 중에서 Gompertz분포는 실제 인간의 생존분포와 유사하여 인간의 생존분포를 모형화하는 데 많이 사용된다. Gompertz분포의 사력, $\mu(x)$는 다음과 같다.

$$\mu(x) = B \cdot C^x, \quad B > 0,\ C > 1.$$

2.1.1. 모수의 결정

Gompertz분포를 이용하기 위해서는 우선 분포의 두 모수 B와 C를 추정해야 한다. 추정방법으로는 통계청에서 제공하는 2005년 한국 완전생명표(각세별) 데이터를 바탕으로 최대우도추정법과 탐욕적 탐색(Grid search)을 이용한 최소제곱법을 사용하였다. 많은 경우 최대우도추정법을 이용한 모수추정은 표본의 크기가 클 때 실제값에 매우 가깝게 나타나지만 Gompertz 분포의 경우 실제 해를 구하는

표 1: 실제 기대여명과 추정방법에 따른 연령별 조건부 기대여명 비교 [단위:세]

	0세	10세	20세	30세	40세	50세	60세	70세	80세	90세
생명표를 사용	78.77	69.32	59.45	49.74	40.14	30.91	22.21	14.26	7.78	3.49
최대우도추정법	77.52	67.55	57.62	47.77	38.12	28.83	20.25	12.84	7.09	3.15
탐욕적 탐색법	78.49	68.52	58.59	48.74	39.07	29.76	21.12	13.59	7.64	3.44

과정에는 수치적인 방법을 사용하게 되기 때문에 안정적이지 못 할 수 있다. 이에 누적분포함수의 유클리드 거리를 최소로 하는 방법을 탐욕적 탐색방법을 이용하여 구해보고, 두 가지 경우에 대해 연령별 조건부 기대여명을 비교하여 모수를 결정하였다.

최대우도추정법을 이용한 모수 추정을 위해 Gompertz 분포에 의한 확률밀도 함수 $f(x)$를 구하면 다음과 같다.

$$f(x) = B \cdot C^x \cdot e^{-\frac{B \cdot (C^x - 1)}{\ln C}}$$

이 때, R프로그램의 uniroot 함수를 이용하여 해를 구하면 $B = 2.33 * 10^{-5}$, $C = 1.1048$을 얻었다.

탐욕적 탐색방법을 이용한 최소제곱법에서는 두 모수 B와 C를 변경시키며, 생명표를 이용하여, 각 연령별 생존자를 추정하여 구한 누적분포함수와 특정 구간 값의 B와 C를 변경시켜가며 거리제곱합을 구하고, 거리제곱합을 최소로 하는 B와 C를 찾는 방법을 선택하였다. 탐욕적 탐색방법에서는 두 개의 모수가 서로 연관되어 있기 때문에 $B > 0$, $C > 1$의 범위에서 정수단위, 10^{-2}단위, 10^{-4}단위, 10^{-6}단위의 격자(Grid)로 나누고 순차적으로 탐욕적 탐색(Greedy search)을 적용하여 모수의 쌍을 구하였다. 이렇게 구해진 B와 C값은 각각 $B = 2.33 * 10^{-5}$, $C = 1.1031$이다.

두 모수 추정방법의 비교를 위해 생명표, 최대우도추정법, 탐욕적 탐색법을 이용한 각 방법에 대한 연령별 조건부 기대여명을 구하면 표 1과 같다. Gompertz분포를 이용하는 두 방법은 생명표를 이용한 방법과 비교를 위해 1살 단위의 이산형 분포로 가정하였다. 이 때 생명표를 이용한 기대여명은 78.77세이고 Gompertz분포의 모수를 최대우도추정법을 이용하여 구한 경우는 77.52세, 탐욕적 탐색방법을 이용한 경우에는 78.49세였고, 표 1에서 보이는 조건부 기대여명도 탐욕적 탐색방법을 이용하였을 때 실제 기대여명과 더 유사하게 나타났다. 따라서 Gompertz분포의 모수값들을 $B = 2.33 * 10^{-5}$, $C = 1.1031$로 가정하였다.

또 이 때 정해진 Gompertz분포의 모수를 이용하여 100세 이상으로까지 생존기간을 확장하면 100세에서 1.5년, 105세에서 0.84년, 110세에서 0.41년으로 조건부 기대여명이 0보다 크게 나타나는 것을 볼 수 있다. 생명표를 직접 이용하는 경우 100세 이후의 기대여명을 구할 수 있는 정보가 없다는 점에서, 잘 적합된 모수모형을 이용하는 것이 생명표를 직접 이용하는 것보다 노령 인구의 수명에 대한 추정을 더 효율적으로 할 수 있을 것이다.

2.1.2. *생존분포의 조건부 분포*

생존분포를 적용할 때에는 조건부 분포의 형태로 이용하게 된다. 임용된 사람의 수명은 임용된 연령에 대한 조건부 분포를 통해 결정된다. 또, 유족연금의 수령자를 동일 연령의 배우자라고 가정하면, 유족연금 수령자의 혜택 기간은 유족연금 수령자의 수명이 이용되게 되며, 이 때 유족의 수명은 공무원의 사망 연령에 대한 조건부 분포를 통해 결정된다.

생존분포 X가 Gompertz(B, C)를 따른다고 하면

$$s(x) = e^{-\frac{B}{\ln C} \cdot (C^x - 1)}$$

이고, 공무원의 임용연령이나 사망시점 등의 기준시점을 x라 하고, 공무원의 임용 후 잔여 수명이나 공무원 사망 후 유족의 수명 등의 조건부 분포의 잔여 수명을 Y라 하면 Y의 생존분포는

$$S_Y(y) = P(Y > y) = P(X > x + y|X > x)$$

가 되며 생존함수는

$$S_Y(y) = \frac{e^{-\frac{B}{\ln C}\cdot(C^{x+y}-1)}}{e^{-\frac{B}{\ln C}\cdot(C^{x}-1)}} = e^{-\frac{B\cdot C^x}{\ln C}\cdot(C^y-1)}$$

가 된다. 조건부 분포 $Y|X$가 기준 시점 x에 대해 Gompertz$(B \cdot C^x, C)$를 따름을 볼 수 있다.

2.2. 연금의 수입과 기여금의 납입

기여금은 공무원 보수월액의 8.5%이며, 국가나 지방자치단체는 같은 금액을 공무원연금공단에 납입한다 (공무원연금관리공단, 2005). 국가가 부담하는 납입금은 분기 단위로 이뤄지나, 모형에서는 연금의 수입구조를 간단히 하기 위해 매월 이뤄지는 것으로 가정한다. 결과적으로 매월 공무원 보수월액의 17%에 해당하는 기여비율로 기여금의 납입이 이뤄지게 된다.

공무원의 보수월액은 직급과 직무, 호봉 등의 요소에 의해 다르며, 매달 받는 봉급과 수당에 따라 또한 다르다 (공무원연금관리공단, 2002). 모형에서는 이를 단순화 하여 높은 월급과 낮은 월급이 상대적으로 적을 것을 가정하고 초봉의 분포를 80만원에서 280만원 사이의 삼각형 분포로 가정하였다. 또, 연봉의 상승도 단순화 시켜 매년 1월을 기준으로 4%씩 상승하는 것을 기본으로 하였다.

기여금의 납입은 공무원의 재직기간이 33년을 넘지 않으면 계속 이뤄지는데, 재직기간을 단순화하기 위해 임의퇴직을 인정하지 않고 퇴직할 수 있는 요건을 사망 또는 퇴직연령 도달 시에만 가능한 것으로 가정한다. 임의퇴직의 수는 매해 달라져 가늠하기 어렵고, 1997년 외환위기 때처럼 정치적·경제적 사유로 대량 발생하는데 이런 부분을 모두 모형화하기 어렵기 때문이다.

또, 소급기여금이나 합산기여금과 같이 특수한 상황에서 이뤄지는 기여금을 인정하지 않고 일반적으로 공무원은 계속 재직한다고 가정한다. 이런 가정 하에서 공무원의 재직기간은 임용연령과 수명에만 영향을 받게 된다. 이 때, 임용연령을 단순화하기 위해 최초 임용연령은 20세에서 40세 이며, 중간으로 갈수록 채용되는 확률이 높고 20세나 40세에 가까이 갈수록 확률이 줄어드는 삼각형 분포를 가정하기로 하였다.

2.3. 연금의 지출과 수령금

연금의 지출은 각 개인의 수령금에 의해 결정된다. 개인의 수령금은 퇴직수당, 일시금과 퇴직연금 및 유족연금, 재해보상급여 및 부조급여로 구성된다.

2.3.1. 퇴직 수당

퇴직수당은 퇴직 시에 최종보수월액을 기준금액으로 재직 년 수에 따라 수령하게 되는데, 재직기간이 길수록 퇴직수당이 커지며 20년 이상 재직시 최대로 최종보수월액과 재직년수를 곱한 금액의 60%까지 수령할 수 있다.

2.3.2. 일시금과 퇴직연금 및 유족연금

퇴직급여로는 일시금과 연금을 들 수 있는데, 재직기간에 따라 퇴직 시 일시금과 연금 수령 가능 여부가 달라진다. 재직기간이 20년 미만인 공무원은 퇴직 시 일시금만 주어지며, 20년 이상 재직한 공

무원에 한해서 연금이 수령 가능하다. 일시금의 지급은 다시 재직기간에 따라 달라지는데 5년 미만 재직시 최종보수월액에 재직년수와 1.2를 곱한 금액을, 5년 이상 재직시 최종보수월액에 재직년수와 (1.5 + 5년초과년수/100)를 곱한 금액을 받게 된다.

20년 이상의 재직자는 연금을 받을 수 있으며 퇴직 시 연금과 일시금 중 선택을 할 수 있는 권한이 있다. 또, 연금을 받는 중간에도 연금 수령기간 중 일부에 해당하는 금액이나, 남은 연금 수령기간 전체에 상응하는 금액을 일시금으로 할인하여 받을 수 있다. 그러나 현재가치로 환산하였을 때 일반적으로 연금을 받는 것이 일시금을 받는 것 보다 더 많은 금액을 받게 되는 것으로 알려져 있으며, 실제로 1990년대 50%이던 연금 선택비율은 2000년 78.2%, 2002년 84%, 2004년 91%, 2006년 92%로 점차 증가하고 있다. 또한, 연금의 모형은 재정의 추계이기에 보다 보수적으로 접근할 필요가 있으므로 일정 부분 일시금 수령을 허용하지 않고, 모두 연금을 선택하는 것으로 가정하였다. 이 때 퇴직연금은 다음과 같이 계산된다.

$$\text{퇴직연금} = \text{최종3년평균보수월액} \times (0.5 + \text{20년초과재직년수} \times 0.02). \tag{2.1}$$

또, 물가상승률이 반영되어 매해 1월에 연금 지급액이 상승하게 된다. 연금 수령을 선택한 퇴직급여의 수령자는 퇴직 후 3년 이내에 사망하면 특별부가금을 받게 되는데 그 금액은 다음과 같다.

$$\text{특별부가금} = \text{퇴직 당시의 일시금} \times 0.25 \times (36 - \text{퇴직연금수급월수}) \times \frac{1}{36}. \tag{2.2}$$

또, 퇴직급여 수령자가 사망하면 유족연금을 받게 되는데, 대상자는 친족으로 부모나 배우자 또는 자녀가 주 대상이 된다. 유족연금 수령자의 경우 배우자가 부모보다 수령 가능성이 높으며, 수령 기간이 길 가능성이 높다. 또, 자녀는 수령기간을 설정하기 어려운 측면이 있으므로, 유족을 같은 나이의 배우자의 경우로 보고 공무원 사망 시점을 기준으로 Gompertz의 조건부 수명 분포로 사망 시점을 발생시켜 수령기간을 결정하도록 한다. 유족연금으로는 퇴직연금의 70%가 지급된다.

2.3.3. 재해보상급여 및 부조급여

재해보상급여와 부조급여는 연금의 보험적 성격에 해당하는 부분으로 재해 시 수령하게 된다. 그러나 매해 일정하게 발생하지 않기 때문에 모형에 반영하기 어려운 측면이 있고, 재해보상급여와 부조급여는 표 2에서 보듯이 재정지출에서 차지하는 비중이 크지 않다 (공무원연금관리공단, 2007). 따라서 재해보상급여나 부조급여는 모형에 반영하지 않도록 한다.

3. 개인가입자별 기대값 분석

사람의 수명은 유동적이기 때문에 연금가입자 개인은 자신이 정확히 얼마만큼의 혜택을 받을 것인지 미리 알 수 없다. 따라서 연금에 얼마만큼 납입하게 되며, 혜택을 얼마만큼 받을 수 있을 지를 기대값을 통해 살펴 볼 수 있을 것이다. 이 장에서는 개인이 공무원연금에 납입하는 금액 전체를 총기여금, 수령하게 되는 일시금 및 연금을 총수령금으로 보고 이들 간의 기대값을 살펴봄으로써 개인가입자별 혜택을 살펴보고 재직년수와 혜택사이의 형평성을 고려해 보도록 한다. 또, 일시금과 연금의 기대값을 비교해 봄으로써, 개인가입자가 일시금을 받을 때 연금과 어느 정도 차이를 갖는지 살펴보도록 한다.

표 3, 4, 5의 값들은 10,000개의 난수를 발생시켜 임용연령 20~40세를 대상으로 생애 총기여금과 총수령금을 계산하여 구하였다. 또, 임용시점의 최초보수월액은 1로 고정하였는데, 최초보수월액을 현실화 하고자 할 때는 계산된 기대값에 최초보수월액에 해당하는 금액을 곱하면 된다.

표 2: 재해보상급여와 부조급여의 액수와 비중

구 분	연금 지출총액 (단위: 백만원)	재해보상급여(%)	부조급여(%)
1996	2,420,561	22,028 (0.91%)	18,858 (0.78%)
1997	2,794,814	22,760 (0.81%)	16,380 (0.59%)
1998	5,033,060	24,489 (0.49%)	15,603 (0.31%)
1999	7,293,799	21,761 (0.30%)	14,466 (0.20%)
2000	4,360,993	23,071 (0.53%)	15,675 (0.36%)
2001	3,493,542	20,857 (0.60%)	17,459 (0.50%)
2002	3,615,004	40,423 (1.12%)	21,809 (0.60%)
2003	4,463,474	50,599 (1.13%)	23,250 (0.52%)
2004	4,981,324	56,256 (1.13%)	24,134 (0.48%)
2005	5,945,196	58,244 (0.98%)	23,609 (0.40%)
2006	6,220,571	51,518 (0.83%)	24,369 (0.39%)

출처: 공무원 연금관리공단 (2007)

표 3: 연금과 일시금의 현가 및 연금의 현가가 일시금보다 클 확률

임용연령(세)	일시금	연금의 기대값	연금이 일시금보다 커지는 시점	연금의 현가가 일시금보다 클 확률
20	341.61110	557.9523	9년 11개월	0.85972
21	318.52930	536.8243	9년 11개월	0.86882
22	296.80300	514.8863	9년 7개월	0.87304
23	276.35880	496.6758	9년 2개월	0.88251
24	257.12720	476.9184	8년 10개월	0.88728
25	239.04190	459.6088	8년 6개월	0.89440
26	222.04050	441.3240	8년 2개월	0.90067
27	206.06340	424.3884	7년 10개월	0.90403
28	191.05430	396.2467	7년 9개월	0.90391
29	176.95980	371.3380	7년 8개월	0.90605
30	163.72920	347.1385	7년 6개월	0.91068
31	151.31460	324.2170	7년 5개월	0.91055
32	139.67040	302.6667	7년 4개월	0.91199
33	128.75350	282.0610	7년 3개월	0.91432
34	118.52310	263.0473	7년 2개월	0.91492
35	108.94040	244.6194	7년 1개월	0.91644
36	99.96886	227.5407	6년 11개월	0.91936
37	91.57366	210.7627	6년 10개월	0.91986
38	83.72194	195.8063	6년 9개월	0.92244
39	76.38255	181.3618	6년 7개월	0.92545

3.1. 기대값의 계산

3.1.1. 연금수령자의 연금과 일시금의 기대값 비교

연금수령자는 퇴직시 연금과 일시금 중 선택하여 받을 수 있는 권리를 갖는다. 연금수령자의 일시금과 연금의 기대값을 비교함으로써 연금이 일시금보다 커지는 시점이나, 재직기간에 따른 일시금의 형평성 정도를 살펴볼 수 있다. 여기서 퇴직 전 사망은 고려하지 않았으며 유족연금부분도 배제하고 계산하였는데, 만약 유족연금도 고려한다면 연금의 기대값은 더 높아질 것이다. 연금의 기대값과 일시금과의 비교는 다음의 표 3에서 볼 수 있다.

최초보수월액을 같게 놓았기 때문에 임용연령이 높아질수록 재직기간이 줄어들어 최종보수월액이

표 4: 임용연령에 따른 총기여금와 총수령금의 기대값 비교

임용연령(세)	총기여금의 기대값	총수령금의 기대값	임용연령(세)	총기여금의 기대값	총수령금의 기대값
20	48.43	65.45	31	42.89	73.39
21	48.38	67.07	32	41.78	72.55
22	48.33	68.67	33	40.65	71.66
23	48.27	70.25	34	39.49	70.61
24	48.20	71.85	35	38.32	69.50
25	48.13	73.27	36	37.12	68.37
26	48.05	74.65	37	35.90	67.12
27	47.12	76.02	38	34.66	65.76
28	46.09	75.53	39	33.39	64.30
29	45.04	74.81	40	32.10	62.84
30	43.98	74.22			

낮아지므로 일시금이나 연금의 기대값이 줄어드는 현상을 보인다. 표에서 볼 수 있듯이, 연금의 현가가 일시금보다 커지는 확률이 거의 90%에 가까워지며, 퇴직 후 7~10년 정도만 살아도 일시금보다 연금을 더 많이 받을 수 있는데, 평균수명을 고려하면 대부분의 경우 일시금 보다 연금을 수령하는 경우가 유리하다고 볼 수 있다. 이는 유족연금을 제외한 기대값이므로 유족연금까지 고려하면 연금을 수령하는 것이 더 유리해질 것이다.

3.1.2. 임용연령에 따른 총기여금과 총수령금의 기대값 비교

임용시점을 기준으로 임용연령에 따른 총기여금과 총수령금의 기대값은 표 4와 같다. 이것은 각 개인별로 재직 중 납입하는 기여금의 합의 기대값과 퇴직 또는 사망 후 받게 되는 연금의 합의 기대값이다. 최초보수월액을 1로 가정하면 기여금이나 수령금 모두 최초보수월액의 배수로 표현되므로 위의 표에서 보는 값들은 실제 최초보수월액의 배수로 볼 수 있다. 보이는 바와 같이 모든 연령에 있어서 연금의 기대값이 기여금의 기대값보다 크고, 그 차이는 나이가 많을수록 더 커진다. 이는 내는 총금액의 기대값보다 받는 총금액의 기대값이 더 많은 것을 의미하며, 평균적으로 내는 금액보다 받는 금액이 많다고 볼 수 있다.

또 총수령금의 기대값을 보면 20세에서 27세가 될 때까지 증가하다가, 27세부터 40세까지는 감소하는 현상을 볼 수 있다. 나이가 많아질수록 감소하는 이유는 연금 급여액은 최종보수 월액에 많은 영향을 받는데, 여기서는 최초보수월액을 똑같이 1로 가정하고 있고, 나이가 많아질수록 재직기간이 짧아져서 최종보수월액이 작아지기 때문이다. 그럼에도 불구하고 20세에서 27세까지 총수령금의 기대값이 증가하는 이유는 최초임용시점으로 할인할 때 할인율이 기여금상승율보다 높아서 오래 할인할수록 값이 작아지기 때문일 것으로 보인다. 또, 연금법상 기여금의 납입 기간은 33년을 넘지 못하게 되어있는데, 27세 이전에 임용되는 경우에는 60세에 퇴직하기 전에 그 상한에 도달하게 된다. 20세에서 27세 까지 기여금의 기대값이 거의 비슷한 이유를 여기서 찾을 수 있다.

그리고 임용연령이 낮을수록 총기여금 기대값에 대한 총수령금 기대값의 배율이 낮아지는 것을 볼 수 있는데, 이는 재직기간이 더 길에도 상대적으로 혜택은 덜 받을 수 있음을 내포하기에 형평성 측면에서 문제가 될 수 있다. 따라서 이 부분에서도 개선의 필요가 있다고 볼 수 있다.

3.1.3. 총수령금의 기대값을 고정하고 총기여금의 기대값을 총수령금에 맞추기 위해 기여비율을 조정하는 경우

연금의 급여를 현재상황과 같이 고정한 후, 1% 단위로 기여비율을 조정하면서 나이별로 기여비율

표 5: 기여금의 기여비율에 따른 총기여금과 총수령금의 기대값

최초 임용 연령(세)	기여금의 기여비율	현재값	
		총기여금의 기대값	총수령금의 기대값
20	0.24	68.37	67.47
21	0.25	71.15	68.71
22	0.25	71.07	69.98
23	0.26	73.82	71.27
24	0.26	73.72	72.63
25	0.27	76.44	73.86
26	0.27	76.32	75.08
27	0.28	77.61	76.33
28	0.28	75.92	75.73
29	0.29	76.84	74.95
30	0.29	75.02	74.30
31	0.30	75.68	73.44
32	0.30	73.73	72.58
33	0.30	71.73	71.68
34	0.31	72.02	70.62
35	0.31	69.87	69.51
36	0.32	69.87	68.37
37	0.32	67.58	67.12
38	0.33	67.27	65.76
39	0.33	64.81	64.30
40	0.34	64.19	62.84

이 얼마 일 때 총기여금과 총수령금의 기대값이 비슷한 값이 나올 것인지 계산해 보았다.

표 5의 '기여금의 기여비율'은 총기여금의 기대값이 총수령금의 기대값을 초과하게 되는 최소의 %단위이다. 이 표에서 알 수 있듯이 최초 임용 연령이 높아질수록, 기여비율이 높아져야 한다는 것을 알 수 있다. 최초임용연령이 낮을 때 상대적으로 많은 기여금을 낸다는 것을 의미하므로 현재의 제도에선 형평성이 문제가 될 수 있다.

3.1.4. 기여금을 고정하고 다른 조건을 조정하는 경우

3.1.4.1 재직기간 전체 월급의 평균액을 연금의 보수 기준 액으로 삼은 경우

현재 연금법상 연금지급액의 기준이 되는 보수는 최종 3년 보수월액의 평균이다. 하지만 그것을 그대로 유지하면 기여금과 연금간의 격차가 너무 커서 보수기준액을 재직기간 전체보수월액의 평균으로 바꾸어보았다. 표 6에서 보듯이 연금의 기대값이 많이 줄어들었다.

3.1.4.2 유족급여와 연금의 상한을 조정하는 경우

기여금을 고정시킨 채, 연금에서 유족급여를 낮추고, 연금의 상한을 조정하는 방법으로는 연금과 기여금 사이의 큰 불균형을 메울 수 없다는 결과를 얻었다. 연금과 기여금의 기대값을 맞추려면, 유족연금을 없애고 연금의 상한을 0.5정도까지 낮춰야 겨우 둘 사이의 불균형이 사라진다는 결과를 얻었다. 한마디로, 유족급여와 연금의 상한 조정으로 둘 사이의 불균형을 해소하는 방법은 현실적으로 불가능하다고 할 수 있다.

표 6: 평균보수월액을 이용한 총기여금와 총수령액 기대값

최초 임용 연령	총기여금의 기대값	총수령액의 기대값	최초 임용 연령	총기여금의 기대값	총수령액의 기대값
20	48.43	41.07	30	43.98	50.48
21	48.38	42.27	31	42.89	50.47
22	48.33	43.51	32	41.78	50.50
23	48.27	44.79	33	40.65	50.49
24	48.20	46.17	34	39.49	50.34
25	48.13	47.44	35	38.32	50.16
26	48.05	48.72	36	37.12	49.98
27	47.12	50.07	37	35.90	49.71
28	46.09	50.26	38	34.66	49.35
29	45.04	50.29	39	33.39	48.89
			40	32.10	48.45

4. 몬테카를로 모의실험

모의실험은 공무원 수 10,000명을 기준으로 하여 퇴직이 발생할 때마다 다음 달에 충원하여 10,000명을 유지하는 방식으로 40년을 진행시켜 모형을 안정화시키고, 이 후의 30년을 관찰하여 연금재정의 안정성을 시험해 보았다.

모형이 움직이는 구조는 그림 2과 같다. 난수 발생을 통해 각 개인의 월급, 임용연령, 사망나이, 유족의 사망나이 등을 수행인원 만큼 발생시킨다. 그리고 모의실험 수행기간 동안 개인의 납입금과 국가부담금에 의한 기여금을 연금의 수입으로 하고, 기금 총액에 대해 운용수익률을 적용하여 연금의 운용수익을 삼으며, 퇴직수당, 일시금 및 연금을 지출로 하여 연금 모형을 진행시킨다. 이 때, 매 해 1월이 되면 월급과 연금을 정해진 요율에 의해 인상하며, 퇴직이나 사망으로 인해 수행인원의 이탈이 일어나는 경우 다음 달에 이탈 인원만큼 개인변수들을 난수 발생을 통해 모형에 추가 시켜 준다. 수행기간이 끝나면 기금의 총액에 대한 정보를 저장하고, 이를 반복회수만큼 시행하여 연금의 재정에 대한 추론을 한다.

전체 시행 회수는 10,000번으로 하며, 30년 후의 연금재정에 대한 파산확률과 준비금, 정부보전금을 구하여 보았다. 파산확률은 정부보전금을 고려하지 않았을 때, 30년 후의 연금재정이 음수가 되는 횟수로 추정한 상대 비율을 의미하며, 준비금은 현재 얼마만큼의 금액을 보유하고 있으면 30년 후의 연금재정이 파산하는 것을 5% 이내로 줄일 수 있는 지를 30년 후의 재정분포로부터 할인하여 구한 것이다. 정부보전금은 30년의 연금 운용에서 매 해 연금의 재정적자부분에 대해 세금으로 보전해 주는 금액이 얼마나 될 것인가를 현재가치로 예상해 보는 것이다.

파산확률과 준비금, 정부보전금을 구하는 몬테카를로 모의실험에서 환경변수들은 다음의 표 7에서와 같은 값을 기본설정 값으로 가지며, 파산확률의 경우 환경변수들의 값을 변경시켜가며 기금의 파산확률 추이를 살펴봄으로써 그 영향력 정도를 살펴본다.

4.1. 파산확률

4.1.1. 기본 모형에서의 파산확률

현재의 기여금과 연금급여의 구조를 반영하고, 기금의 수익률을 6%로 고정한 연금의 기본모형에서는 모의실험 결과 30년 후의 파산확률은 100%로 계산되었다. 혜택이 많은 과거의 연금 수급자를 제외한 현재 연금 제도 자체로도 수입과 지출의 재정불균형은 심각한 상태라고 볼 수 있다.

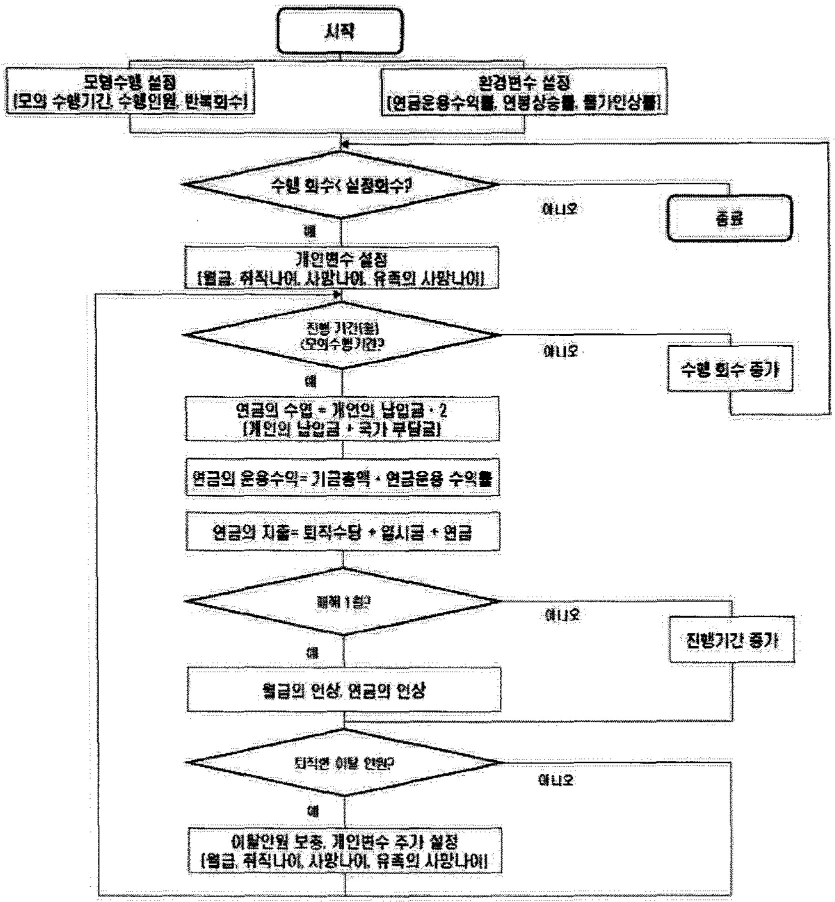

그림 2: *모의 수행 순서도*

4.1.2. 기여금 요율의 변경에 대한 파산확률

현재 기여금의 요율은 17%이며 이를 50%(공무원개인부담금 25%)로 1%씩 올리면서 파산확률을 관찰하였다. 30년 진행 된 연금의 기금은 기본모형에 비해서 적자수준은 낮았지만, 어느 경우에도 기본모형과 같이 파산확률이 100%였다. 기여금을 올리는 것은 공무원 당사자들과 일정부분 합의를 요구해야 하는 부분이 있으므로 시행하기 쉽지 않을뿐더러 기여금을 올리는 것이 기금의 적자폭을 줄일 수는 있어도 확률적으로 파산을 막을 수는 없음을 알 수 있다. 수입을 늘려 연금제도를 개선하는 것만으로는 안정적인 연금 구조를 확보하기 어렵다는 것이다.

4.1.3. 기금의 수익률을 조정했을 때의 파산확률

현재 모형에서 기금 수익률은 6%이고, 이를 0.05%씩 변화시키며 기금의 추이를 관찰하였다. 그 결과 기금의 수익률이 7.5%에서 8% 이상이 되어야 파산하지 않고 운용이 가능함을 알 수 있다. 그리고 여기서 주목해야 할 점으로서 운용수익률이 3%에서 5%까지는 목표시점의 기금의 금액이 감소하다

표 7: 몬테카를로 모의실험의 환경변수의 기본설정 값

항목	설정값	항목	설정값
월급상승률	4%	물가상승률	2%
연금운용수익률	6%	할인율	6%
기여금요율	17%		

몬테카를로 모의실험은 C 프로그램을 이용하였다.

표 8: 운용 수익률에 따른 최종기금 총액(10,000명 기준)

운용수익률(%)	최종 기금 총액(단위: 10조)	운용수익률(%)	최종 기금 총액(단위: 10조)
0.030	−2.90	0.080	1.06
0.035	−3.15	0.085	4.04
0.040	−3.33	0.090	8.43
0.045	−3.47	0.095	14.83
0.050	−3.54	0.100	23.99
0.055	−3.52	0.105	37.06
0.060	−3.34	0.110	55.49
0.065	−2.93	0.115	81.38
0.070	−2.17	0.120	117.44
0.075	−0.91	0.125	167.86

표 9: 기본모형에서 연금 지출 비율

	퇴직연금	퇴직수당	일시금	유족연금
비율	73.180%	1.3793%	8.9145%	16.526%

가 5%를 기점으로 증가하는 추세를 관측할 수 있다. 이렇게 되는 원인은 운용수익률이 작으면 적자가 발생하더라도 기금의 감소폭이 줄어들기 때문으로 생각 할 수 있다. 기금의 수익률을 6%에서 9% 사이로 변화시키면서 실행한 모의실험에서는 7.5% 이하가 되는 경우 모두 파산하고, 7.75% 이상이 되는 경우는 모두 파산하지 않았다. 7.7%로 수익률을 맞췄을 때 파산확률은 33.4%가 되었다. 파산확률이 기금의 운용수익률에 매우 민감하게 반응한다는 것을 알 수 있다. 이 결과는 표 8에서 자세히 볼 수 있다.

4.1.4. 연금 수령금의 변경에 따른 파산확률

연금의 지출에는 퇴직수당, 일시금, 퇴직연금 및 유족연금이 포함된다. 기본모형에서 전체 70년 동안 기금의 지출 내용에 대한 비율을 구하면 표 9와 같다.

퇴직연금과 유족연금은 연금 지출의 비율이 연금 지출에서 가장 큰 부분에 해당되며, 따라서 퇴직연금과 유족연금을 개선하는 것이 연금 재정수지에서 지출을 개선하는 데 영향력이 클 것이다. 퇴직연금은 식 (2.1)와 같고 유족연금은 퇴직연금의 70%이다.

실제 기금제도의 운용에서 대상과 기간이 불투명한 부분이 있는 유족연금을 줄여 파산확률을 구해보고, 퇴직연금을 결정짓는 요소 중 최종3년평균보수월액에 곱해지는 0.5~0.76의 값을 갖는 요율을 낮추며 파산확률을 관찰해 보았다. 그러나 유족연금은 0으로 낮춰 유족연금 부분을 없애도 파산확률은 100%였으며, 최종3년평균보수월액에 곱해지는 요율을 0.4~0.5 사이의 값까지 낮추어도 파산확률은 개선되지 않았다.

이에 퇴직연금과 유족연금의 기준 금액이 되는 최종3년평균보수월액을 개선하는 방법을 고려해 보았다.

표 10: 준비금의 기초통계량 (단위: 만원)

평균값	표준편차	제1 사분위수	중위수	제3 사분위수
−708913644	3375479.98	−711154360	−708919497	−706669391

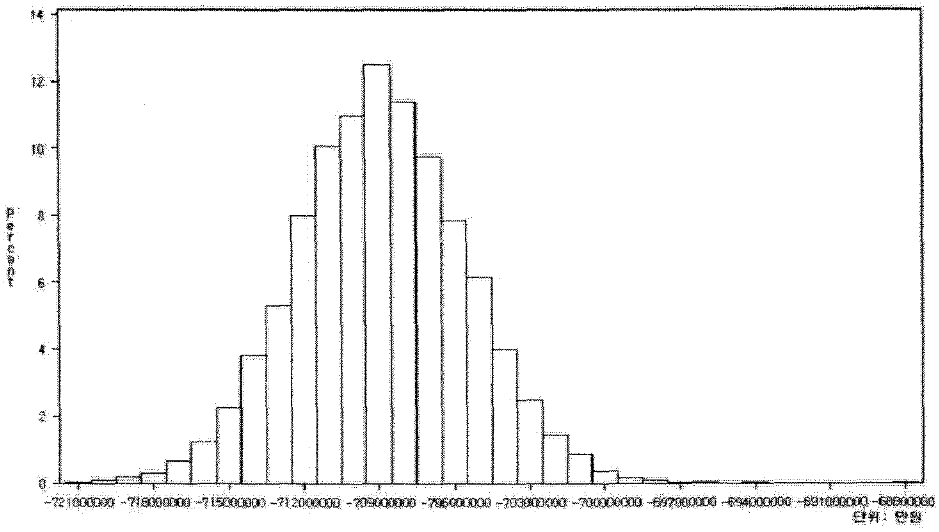

그림 3: *준비금 분포의 히스토그램*

4.1.5. 보수기준을 재직기간 전체평균으로 했을 경우

현재의 모형에서 연금을 결정하는 기준금액은 은퇴 전 3년간의 평균보수월액이다. 이를 재직기간의 전체평균으로 대체 했을 경우, 수익률 6%, 기여금 17%에서 모두 파산하였으나, 기여금을 20%로 올리면 모두 파산하지 않았다. 보수기준액을 줄이면 기여금을 약간 인상하는 것으로 연금의 파산 문제를 해결할 수 있을 것으로 보인다.

4.2. 준비금

준비금은 파산확률을 일정수준 이하로 줄이기 위해 현재 보유해야 하는 기금을 말한다. 모의실험에서는 공무원 수가 10,000명 일 때 30년 후의 파산확률을 5%이하로 줄이기 위한 기금을 구해 보았다. 실험방법으로는 기본모형을 40년 진행시킨 후, 기금을 0으로 설정하고, 모형을 30년 더 진행시키는 방법을 이용하였다.

모형의 결과 하위 5%에 해당하는 금액은 −41조 339억 672만원이고, 이를 30년을 할인하여 40년 후 시점으로 가져온 값은 −7조 1444억 1887만원이 된다. 즉, 실험모형에서는 현 시점에서 공무원 10,000명 당 약 7조 1400억원의 준비금을 보유하고 있다면 다른 조정 없이도 30년 이후의 파산확률을 5% 이내로 막을 수 있을 것을 예상한다.

4.3. 정부보전금

현재 연금법상 매년 발생하는 재정수지의 적자는 정부가 보전해 주고 있는데 기본모형에서 연금의 재정은 100% 파산하고 있으므로 이 모형을 전제로 한다면 연금의 존립을 위해 정부보전금은 필수적이

표 11: 정부보전금 금액의 기초통계량 (단위: 만원)

평균값	표준편차	제1 사분위수	중위수	제3 사분위수
−106771620	507036.90	−107107787	−106774134	−106435512

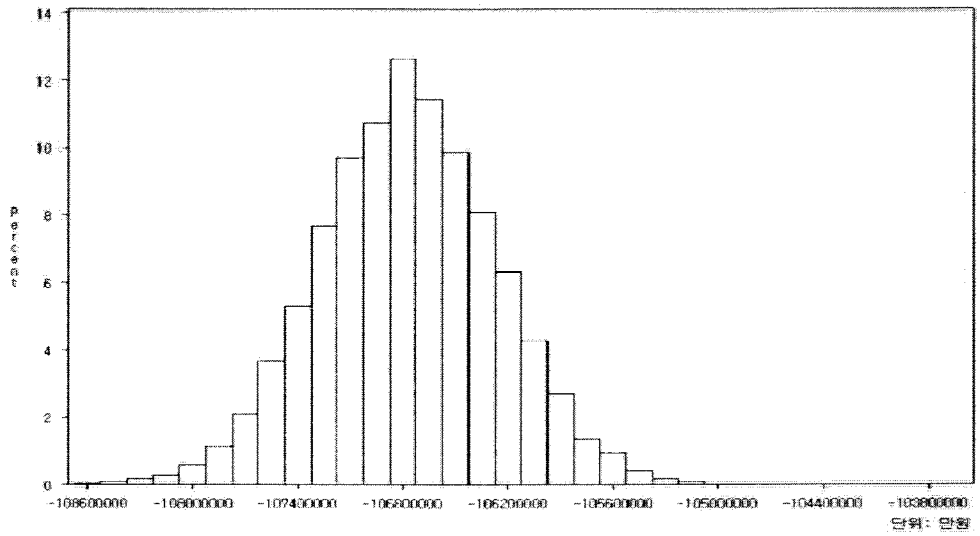

그림 4: *정부보전금분포의 히스토그램*

다. 앞으로 30년간 어느 정도의 보전액이 필요하게 될 것인 지 모의실험을 통해 구하였다.

정부의 재정이 기본적으로 매년 갱신되기 때문에 이를 바탕으로 시행된다고 가정하여 정부보전금이 연단위로 공무원연금기금으로 유입된다고 가정하였다. 그리고 매해 발생하는 보전액을 현재가치로 할인하여 합산하였다. 10,000번의 시행결과에 대한 정부보전액의 히스토그램은 그림 4와 같다. 평균값은 −1조 677억 1620만원으로 30년 동안 공무원 10,000명 당 평균 1조 677억 1620만원의 정부보전액이 필요할 것으로 예측되었다.

5. 결론

본 논문에서는 현재의 연금제도를 단순화하고 우리나라의 최근 생명표를 이용하여 생존분포를 추정하여, 그 생존분포로부터 난수를 발생시키는 확률구조를 반영한 연금모형을 설정하였다. 이렇게 설정한 모형을 이용하여 기대값 분석을 통해 연금의 형평성 측면을 살펴보고 몬테카를로 모의실험을 통해 향후 연금재정의 추이를 살펴봄으로서 연금 구조의 개선 필요성과 개선방향에 대해 살펴보았다.

기대값을 통한 연구에서는 현재 제도 하에서 연금의 구조가 내는 것보다 많이 돌려받는 문제가 있었다. 개인별로 평균적으로 낸 만큼 받으려면 기여금을 24%에서 34% 정도 수준으로 올려주어야 할 필요가 있다. 또, 납입금의 개인 간의 형평성을 고려하자면 연금 상한을 좀 더 줄여야 할 필요 또한 존재한다.

모의실험을 통한 연구에서는 현재 연금제도 하에서 외부에서 유입되는 정부보조금이 없이는 연금의 파산을 막을 수 없다는 것을 볼 수 있었다. 또, 향후 30년 간 정부보전금으로 파산을 막기 위해서는 공무원 만 명 당 현재가치로 평균 1조 677억 원에 해당하는 정부보전금이 소요되었다. 따라서 연금 재

정의 건전성을 도모하기 위해서는 연금 제도 구조의 개혁이 꼭 필요하다. 또, 파산확률 모의실험의 결과로 미루어 볼 때, 운용수익률을 관리하여 높은 수익률을 유지하고, 퇴직연금의 기준금액을 개선함으로써 연금의 지출을 줄이는 것이 재정구조의 안정성에 보다 효과적으로 기여할 수 있을 것으로 볼 수 있다.

본 논문에서는 연금구조를 많이 단순화시켜 모형화했기 때문에 여기서 얻은 결과를 현실의 제도에 곧바로 적용시키기는 어려울 수 있다. 기여금의 인상률과 기금의 수익률, 연금의 인상률 등 변동성을 갖는 환경변수의 설정을 고정하여 단순화 시킨 측면이나, 1990년대 말에 겪었던 IMF 구제금융으로 대표되는 외환위기, 정책변동, 또는 주식시장의 영향 등의 외부상황을 반영할 수 없는 단점이 있기 때문이다. 그러나 확률구조를 반영한 모형을 사용하여 기금제도를 연구했다는 것에서 의의가 있으며, 몇 가지 지표의 단순가정에도 불구하고 연금제도의 문제점 해결을 위한 방향을 제시할 수 있다는 것에서 가치가 있다고 할 것이다.

참고 문헌

공무원연금관리공단 (2002). <공무원연금 법령집>.

공무원연금관리공단 (2005). <무원연금실무>.

공무원연금관리공단 (2007). <무원연금통계>.

김재경, 김정록 (2002). <공무원연금 장기재정추계연구>, 공무원연금관리공단.

김재경, 김정록, 황정아, 백은영 (2006). <2006년 제도개선과정에서의 공무원연금 재정추계 연구>, 공무원연금관리공단.

최재식, 이재섭, 김재경, 백은영, 방만기, 김정록, 황정아 (2005). <2005년 공무원연금 재정재계산 기초 연구>, 공무원연금관리공단.

Auerbach, A. J. and Lee, R. (2006). Notional defined contribution pension systems in a stochastic context: Design and stability, *National Bureau of Economic Research*, Working paper 12805.

Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A. and Nesbitt, C. J. (1996). *Actuarial Mathematics*, 2nd ed. Society of Actuaries.

Lynch, S. M. and Brown, J. S. (2001). Reconsidering mortality compression and deceleration: An alternative model of mortality rates, *Demography*, **38**, 79–95.

Lee, R. D. and Carter, L. R. (1992). Modeling and forecasting U.S. Mortality, *Journal of the American Statistical Association*, **87**, 659–675.

Land, K. (1986). Methods for National Population forecasts: A review, *Journal of the American Statistical Association*, **81**, 888–901.

Melnikov, A. and Romaniuk, Y. (2006). Evaluating the performance of Gompertz, Makeham and Lee-Carter mortality models for risk management with unit-linked contracts, *Insurance: Mathematics and Economics*, **39**, 310–329.

2009년 3월 접수; 2009년 5월 채택

Probabilistic Approach to Government Employee Pension System

Joo-Yoo Kim[a], Seongjoo Song[1,b]

[a]Department of Statistics, Seoul National University, [b]Department of Statistics, Korea University

Abstract

This article examines the financial soundness of the government employee pension system(GEPS). We use a model that simplifies the existing GEPS considering survival probability distribution of the life of employees. Two approaches were selected for the research: One is the expected net value of pension for an individual employee and the other is the default probability of the system from Monte-carlo simulation. The outcome reveals following three possibilities. First of all, the individual expected net value presents unfairness between the retiree's premium and the benefit he/she receives. Secondly, the Monte-carlo simulation suggests that the default is highly likely to happen in less than 30 years. Thirdly, the governmental reserve and subsidy for GEPS should be required to a certain degree in order to alleviate the probability of default less than 5 percent for the next 30 years.

Keywords: Government employee pension system, expected net value, Monte carlo simulation, default probability.

[1] Corresponding author: Associate Professor, Department of Statistics, Korea University, Seongbuk-Gu, Seoul 136-701, Korea. E-mail: sjsong@korea.ac.kr