

■ 연구보고서 2015-11



사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

최장훈·권미애

NPS국민연금공단
국민연금연구원

머리말

국민연금은 노령과 사망, 그리고 질병 및 사고로 인한 소득 상실을 보전하기 위한 사회보장제도이다. 따라서 국민연금의 안정적인 유지가 필요하고 이를 위해서 재정의 신뢰성 있는 예측이 필요하다. 또한 국민연금은 수급자가 사망할 때까지 연금을 지급하도록 되어 있는 종신연금제도이므로 수급자의 수명에 따라 국민연금의 총 지급액이 달라진다. 수급자의 수명은 시간에 따라 개선되어 왔으므로 총 급여의 예측을 위해서는 올바른 모형을 사용하여 사망률을 전망해야 한다.

사망률 전망에 관한 연구는 오랫동안 지속되어 왔으나 미래를 예측한다는 것 자체가 어려울 뿐 아니라 사망률은 과거의 추세 외에도 외부환경요인에 의해 영향을 받기 있기 때문에 사망률 전망 방법에 관한 정답은 아직 나와 있지 않다.

사망률 전망 방법은 과거의 추세를 미래로 연장하는 부분과 미래의 추세가 과거의 추세와 어떻게 달라질 것인지에 대한 전문가의 판단 부분으로 이루어진다고 볼 수 있다. 전문가의 판단 부분은 적용이 쉽지 않으므로 본 연구에서는 과거의 추세를 미래에 얼마나 정확히 반영할 수 있는지를 사망률 전망의 기준으로 정하기로 한다.

본 연구에서는 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 모형에 모수들을 추가한 CBD 확장모형을 비교하여 과거의 추세가 미래에 가장 잘 반영되는 모형을 선택하여 사망률을 전망하였다. 또한 전망된 사망률을 사용할 경우 국민연금 노령연금 수급자의 수익비와 국민연금의 재정 효과에 대해 살펴보았다.

동 연구는 보험연구원의 최장훈 연구위원의 책임 하에 국민연금연구원의 권미애 주임연구원의 도움으로 수행되었다. 그리고 국민연금의 사망

률 자료를 제공한 신승희 전문연구원과 본 연구에 도움을 주신 외부전문가들에게도 감사를 드리는 바이다.

마지막으로 본 연구결과는 연구자 개인의 의견이며 국민연금공단 및 연구원의 공식 견해는 아님을 밝힌다.

2015년 12월 31일

국민연금공단 이사장 문 형 표
국민연금연구원 원장 김 성 숙

목 차 | Contents

요 약	1
I. 서 론	21
II. 문헌연구	23
1. LC 모형	23
2. LL 모형	24
3. CBD모형	28
III. 적합성 테스트	31
1. 테스트를 위한 모형	32
2. 적합성 결과	33
IV. 사망률 추계 국가비교(방법론)	39
1. 미국	39
2. 캐나다	44
3. 호주	46
4. 영국	48
5. 일본	50
6. 한국	51
V. 국민연금 노령연금 수급자 수익비 전망	53
1. 수급자 관련 국민연금의 현황	53

2. CBD확장모형의 모수 추정 방법	57
3. 전망 결과	59
4. 노령연금 수급자 사망확률 수준 결정	64
5. 노령연금 수급자 기대여명 추정	68
6. 노령연금 수급자 수익비 추정	73
VII. 재정효과	79
1. 사망률 전망	79
2. 인구구조	80
3. 가입자 및 노령연금 수급자 수	83
4. 재정추계결과	86
VIII. 요약 및 결론	89
참 고 문 헌	93

표 차례

〈표 III-1〉 오차제곱합(전 연령)	34
〈표 III-2〉 오차제곱합(고 연령)	36
〈표 IV-1〉 미국 장래인구추계(2014~2060)	41
〈표 IV-2〉 기대여명(미국 인종, 성별 구분 및 65세)	43
〈표 IV-3〉 캐나다 중위가정에 의한 남성 기대수명 전망	45
〈표 IV-4〉 캐나다 중위가정에 의한 여성 기대수명 전망	46
〈표 IV-5〉 2016년 이후 호주의 기대여명	47
〈표 IV-6〉 영국 영토분류별 기대수명	49
〈표 IV-7〉 영국의 가정별 기대수명	49
〈표 IV-8〉 일본의 가정별 기대수명	50
〈표 IV-9〉 가정별 기대수명, 1970~2060(한국)	51
〈표 IV-10〉 국가별 비교 요약	52
〈표 V-1〉 2010년~2014년 연금수급건 수와 연금지출금액	55
〈표 V-2〉 2010년~2014년 일시금 수급건과 수급지출액	55
〈표 V-3〉 65세 이상 인구대비 성별 수급자 현황	56
〈표 V-4〉 출생연도별 연금수급시기	57
〈표 V-5〉 국민전체 사망확률과 국민연금 노령연금 수급자 국민연금 비교	65
〈표 V-6〉 노령연금 수급자와 국민전체의 사망확률 비율 (2009년~2013년 평균) ..	68
〈표 V-7〉 CBD 확장모형에 의한 사망확률과 기대여명	70
〈표 V-8〉 가입기간에 따른 소득대체율과 비례상수(40년 가입기준)	74
〈표 V-9〉 기여율	75
〈표 V-10〉 수익비(Benefit-Contribution Ratio)	77
〈표 VI-1〉 기대수명 비교	80
〈표 VI-2〉 인구구조 및 노인부양비	82
〈표 VI-3〉 가입자 수 및 노령연금 수급자 수	84
〈표 VI-4〉 재정수지전망	87

그림 차례

〈그림 II-1〉 2001년~2013년의 A1과 A2 추정값	29
〈그림 III-1〉 60세 이상 사망확률 추정치와 실측치 비교(2013년)	32
〈그림 III-2〉 사망확률(로그) 비교(2013년, 전 연령)	35
〈그림 III-3〉 사망확률(로그) 비교(2013년, 고 연령)	37
〈그림 V-1〉 $A_1 \sim A_4$ 추세(2001년 ~ 2013년)	62
〈그림 V-2〉 CBD 확장모형을 이용한 사망확률 전망	63
〈그림 V-3〉 국민전체 사망확률과 국민연금 노령연금 수급자 국민연금 비교	66
〈그림 V-4〉 기대여명 비교 (국민전체 vs. 국민연금 노령연금 수급자)	72
〈그림 VI-1〉 가입자수	85
〈그림 VI-2〉 수급자수	85
〈그림 VI-3〉 총수입과 총지출 전망	88
〈그림 VI-4〉 재정수지전망	88

요약

I. 서 론

- 국민연금은 소득 상실을 보전하기 위한 사회보장제도이므로 안정적인 유지가 필요하고 이를 위해서 재정의 정확한 예측이 필요함
- 사망률은 과거의 추세 외에도 외부 환경요인에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에 어떻게 사망률을 전망해야 정확한 결과가 나올 수 있는지에 대한 정답은 아직 나와 있지 않음
- 사망률 전망 방법은 과거의 추세를 미래로 연장하는 부분과 미래의 추세가 과거의 추세와 어떻게 달라질 것인지에 대한 전문가 판단 부분으로 이루어진다고 볼 수 있음
 - 이 중에서 전문가의 판단 부분은 개인의 주관이 개입되어 있으므로 적용이 쉽지 않음
 - 따라서 본 연구에서는 전문가의 판단이 필요한 부분은 제외하고 과거의 추세를 미래에 얼마나 정확히 반영할 수 있는지를 사망률 전망의 기준으로 정하기로 함
- 본 연구에서는 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 모형에 모수들을 추가한 CBD 확장모형을 비교하여 과거의 추세가 미래에 가장 적정하게 고려된 모델을 선택하고 사망률을 전망하고자 함
 - 전망된 사망률을 사용할 경우 국민연금 노령연금 수급자의 수익비가 어떻게 변하고 국민연금의 재정이 어떻게 나타나는지를 알아보고자 함

2 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

II. 문헌연구

1. LC 모형

- LC 모형은 1992년에 Lee and Carter (1992)가 개발한 모형으로 과거의 추세를 외삽함으로써 사망률 추계 과정에서 주관적인 판단을 감소시키고 시계열을 이용한 연령별 사망률 분포를 예측하는 모형임

2. LL 모형

- Li and Lee는 2005년 사회·경제적 상황이 비슷하고 밀접한 관련이 있는 여러 인구 집단들 사이에는 사망률의 차이가 계속적으로 커지지 않을 것으로 보고 기대수명 또는 k_t 의 공통적인 추세를 고려하여 각각의 인구에 공통적으로 적용한 Li-Lee 모형을 개발하였음
 - 이 모형에서는 단기적으로 사망률의 차이는 존재하지만 궁극적으로 이 차이가 계속 증가하지 않는다고 가정함

3. CBD 모형

- Cairns et al.(2006)은 사망률이 개선되어 왔으나 개선정도를 예측하기 어렵다는 사실을 반영하기 위하여 2-요소 확률 모형(2-factor stochastic model)을 개발하였음
 - 첫 번째 요소는 모든 연령의 사망률에 동일한 영향을 주는 요소이고 두 번째 요소는 연령에 비례하여 연령이 높아질수록 사망률에 더 큰 영향을 주는 요소임:
- 우리나라 남자 사망률 데이터를 적용한 결과 전체적으로 사망률은 개선되고 있으나 고연령의 개선추이는 상대적으로 느림

III. 적합성 테스트

- 적합성 테스트는 과거의 사망률 데이터를 사용하여 최근기간 사망률을 전망하고 그 결과를 실제 사망률과 비교하는 테스트로 실제 사망률을 전망하기 위한 전망 모형을 선택하기 위한 방법임
- 테스트에 사용한 데이터는 1983~2010년 통계청 간이 생명표이고, 테스트는 전 연령(0, 1, 5, …, 75세)과 고 연령(40, 45, …, 75세)으로 구분함
- 각 모형으로 전망한 결과들과 실제 사망확률과의 차이를 측정하기 위해 오차제곱합(SSE: Sum of Squares of Errors)을 측정의 기준(metric)으로 사용함:

$$SSE = \sum_{i=1}^k (R_i^p - R_i^r)^2$$

(R_i^p 는 전망결과, R_i^r 는 실제값)

1. 테스트에 사용하기 위한 모형

- 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 확장모형임
 - 1-요소 LC 모형: $\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$
 - 2-요소 LC 모형: $\ln(m_{x,t}) = a_x + b_1 x k_1 t + b_2 x k_2 t + \varepsilon_{x,t}$
 - LL 모형: $\ln(m_{x,t,i}) = a_{x,i} + B_x K_t + b_{x,i} k_{t,i} + \varepsilon_{x,t,i}, 0 \leq t \leq T$
 - CBD 모형:

$$\tilde{q}(t,x) = 1 - p(t+1, t, t+1, x) = \frac{e^{A_1(t+1) + A_2(t+1)(x+t)}}{1 + e^{A_1(t+1) + A_2(t+1)(x+t)}}$$

4 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

- CBD 확장모형:

$$\tilde{q}(t, x) = \frac{e^{A_1(t+1) + A_2(t+1) \times (x+t) + A_3(t+1) \times (x+t)^2 + A_4(t+1) \times (x+t)^3}}{1 + e^{A_1(t+1) + A_2(t+1) \times (x+t) + A_3(t+1) \times (x+t)^2 + A_4(t+1) \times (x+t)^3}}$$

($m_{x,t}$ 는 t년도 x세의 사망률, $a_x, a_{x,i}, b_x, b1_x, b2_x, B_x, b_{x,i}$ 는 x세의 측정 파라미터, $k_t, k1_t, k2_t, K_t, k_{t,i}$ 는 연도별 파라미터, $\varepsilon_{x,t}, \varepsilon_{x,t,i}$ 는 오차계수, 색인 i 는 성별, $A_1(t+1), \dots, A_4(t+1)$ 는 $t+1$ 년도의 계수)

2. 테스트 결과

가. 전 연령(0, 1, 5, …, 75세)에 대한 결과

- 테스트 결과 전반적으로 LC 계열 모형의 적합성이 CBD 계열 모형보다 높은 것으로 나타났음
 - 남자의 경우 2-요소 LC모형의 적합성이 가장 높게 나타났고 그 다음이 LL 모형으로 나타났음
 - 반면, 여자의 경우는 LL 모형의 적합성이 가장 높고 그 다음이 2-요소 LC모형으로 나타났음
 - CBD 모형과 CBD 확장모형은 2-요소 LC 모형과 LL 모형에 비해 적합성이 상당히 떨어지는 것으로 나타나 전 연령의 경우에는 전망모형으로 적합하지 않을 것으로 판단됨

나. 고 연령(40, 45, …, 75세)에 대한 결과

- 테스트 결과 대체로 CBD 확장모형의 적합성이 LC 모형과 LL 모형보다 높은 것으로 나타났음
 - 여자의 경우는 2-요소 LC 모형이 CBD 확장 모형보다 약간 더 높은 것으로 나타났음

IV. 사망률 추계 국가비교(방법론)

1. 미국

- 미통계국(U.S. Census Bureau)은 평균수명 변화값(평균수명의 상한값과 기대여명 값과의 차이)을 지수감소함수로 가정해 모형을 설정함
- 다인종 국가인 미국은 장래인구추계를 위해서 크게 히스페닉계와 비히스페닉계로 나누고 그 안에서도 다시 인종별로 분류해 성별로 세분화해 전망하는 방법으로 접근함
- 100세 이상 인구추계의 경우 0세-99세사이의 생존율을 바탕으로 계산해 100세부터 115세까지 연장해 생존율을 계산해 사용하였고 100세부터 115세 사이의 생존율은 선형보간의 방법으로 전망함

2. 캐나다

- 캐나다 사망률 전망에 사용된 방법론은 Li-Lee(Li and Lee 2005) 방법론임
 - 모형에서는 ARIMA모형이나 AR(1)모형을 사용해 외삽법(extrapolation)을 이용해 계산하기도 함
- 사망률 추계 연령은 110세까지 상한을 두고 계산함
- 전망을 한 이후에 사망률을 확인하는 과정에서 전망된 남성의 기대여명이 여성의 기대여명을 초과하는 결과가 도출되는 문제가 있어 이 부분을 현실을 반영하여 조정 작업을 거침

3. 호주

- 사망률은 고위가정과 중위가정 두 가지를 사용함
 - 고위가정의 경우 남자와 여성의 기대여명이 2009년 0.25년,

6 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

0.14년씩 증가해 2061년이 되면 남성의 경우 92.1세, 여성은 93.6세에 이를 것으로 보았음

- 중위가정의 경우 0.25년, 0.19년씩 2016년까지 증가하지만 그 이후로는 기대여명의 증가율이 감소할 것으로 전망함
- 호주의 사망률 추계방법은 각각의 전망연도의 기대여명을 전망한 후 사망률 연령곡선을 이동시켜가며 기대여명을 반영하여 생명표로 작성하는 것임.
 - 사망률 연령곡선의 이동은 미래에도 현재와 크게 변하지 않는다는 가정을 두고 전망함

4. 영국

- 과거의 사망률 추세를 외삽법으로 추정함
 - 2014년의 사망률 전망에서는 2037년에 모든 연령에서 사망률이 1.2%로 수렴하도록 설계하고 그 이후에는 1.2%로 일정하게 설계함
- 저, 중, 고위 가정으로 나누어서 가정을 다양화하고 있으며 2012년 기준년으로 $\pm 2\%$, 2037년 타겟년도에는 $\pm 1.2\%$ 의 차이를 두고 가정을 다양화함

5. 일본

- 연령, 성별로 생존율을 제시하고 이는 미래생명표를 구성하는데 사용함
 - Lee-Carter모형을 사용하며 일본이 전 세계에서 기대수명이 가장 높고 고연령층 사망이 늦어지는 경향을 반영해 과거 연령별 사망률 곡선에 사망이 늦어지는 것을 선형미분모델을 사용해 Lee-Carter모형으로 추정함
 - 고령연령 110세까지 남녀 사망률을 계산함

6. 한국

- 한국의 사망률은 저, 중, 고위 3 가정으로 전망함
 - Li and Lee 모형을 이용해 성별, 연령별 사망확률을 추정함
 - 0세의 사망률이 급격하게 감소하는 경향이 있어 2055년까지 일본의 감소속도를 적용해 영아사망확률을 추정함
 - 75세 이상의 경우 사망률을 추계할 기초자료가 부족하여 2모수 로지스틱 모형으로 사망확률을 추정함

V. 국민연금 노령연금 수급자 수익비 전망

- 국민연금의 노령연금 수급자의 수익비를 산출하기 위해서 먼저 사망률을 전망해야 함
- 사망률 전망모형으로는 CBD 확장모형을 사용함
 - 고 연령에 대한 적합성 테스트 결과 남자는 CBD 확장모형의 적합성이 높게 나타났고 여자의 경우 2-요소 LC 모형이 가장 높게 나타났으나 여자의 경우 CBD 확장 모형과의 차이가 미미하고 CBD 계열의 모형이 원래 고 연령에 장점이 있는 모형이므로 남자와 여자 모두 CBD 확장모형을 사용하였음
- 수익비를 계산하기 위하여 고려한 또 한 가지 사항은 국민전체가 아닌 국민연금 수급자의 기대여명을 반영하였다는 점임
 - 국민연금 수급자의 기대여명이 국민 전체의 기대여명보다 높은 경향을 나타내고 있으므로 이러한 차이를 고려함

1. 수급자 관련 국민연금의 현황

- 저출산은 잠재가입자의 수가 감소하는 문제와 관련이 있고 고령사회는 잠재수급자가 폭발적으로 증가해 쉽게 감소하지 않는다는 특

8 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

성이 있음

- 가입자와 수급자의 비대칭성은 가입자에게 부담을 수급자의 수급액 감소 또는 부족으로 이어질 가능성이 높음
- 2014년 통계연보에 따르면 우리나라 65세 이상 인구는 652만 명으로 집계되고 그 중 국민연금 수급자는 227만 명으로 집계됨
 - 이는 우리나라 65세 이상 고령자 중 34.87%에 해당하는 비율임

2. CBD 확장모형의 모수 추정 방법

- 사망확률의 미래 전망을 위해 사용한 데이터는 통계청의 2001년부터 2013년까지의 간이 생명표 중 60세 ~ 95세의 생존자 수와 사망자 수임

3. 전망 결과

- 전망 결과 남자의 경우는

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} -0.0428729 \\ 0.0012455 \\ -0.0000002 \\ -0.0000022 \end{pmatrix}$$

로 나타났고, 여자의 경우는

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} -0.0573073 \\ 0.0009264 \\ 0.0000484 \\ -0.0000007 \end{pmatrix}$$

로 나타났음

- $\hat{\mu}_1$ 은 남자와 여자 모두 음의 값이므로 전반적인 사망률이 개선되어 왔음을 의미함
- 남자와 여자의 사망률 개선정도를 비교하면 남자의 $\hat{\mu}_1$ ($=-0.0429$)이 여자의 $\hat{\mu}_1$ ($=-0.0573$)보다 높아 전반적인 사망 개선율은 여자가 남자보다 높지만 연령증가에 따른 사망률 개선 정도는 여자가 남자보다 더 느린 것으로 나타났음

4. 노령연금 수급자 사망확률 수준 결정

- 먼저 통계청 자료를 사용하여 국민 전체 사망확률을 CBD 확장모형으로 전망한 후 2000년대 후반 이후의 노령연금 수급자 경험 사망확률과 동시대의 국민 전체 사망확률과의 차이를 보정하여 노령연금 수급자의 미래 사망확률을 결정함
- 노령연금 수급자와 국민전체의 사망확률 비율은 남자의 경우 0.7 ~ 0.9이고 여자의 경우 0.6 ~ 0.8임
 - 남자와 여자 모두 국민전체 사망확률보다 낮은 것으로 나타남
 - 여자가 남자보다 국민전체 사망확률과의 차이가 큰 것으로 나타남
- 미래 수급자의 사망확률 전망방법 절차를 요약하면 아래와 같음:
 - (a) CBD 확장모형으로 미래 사망확률을 전망
 - (b) 노령연금 사망확률 계수 = [과거 경험 국민연금 노령연금 수급자 사망확률 \div 동 연도의 국민전체 경험 사망확률]의 연도에 대한 평균(60-64세, …, 75-79세에 대해서는 2009~2013년의 평균을 사용하고 80-84세에 대해서는 2012년과 2013년의 평균을 사용)
 - (c) 미래 국민연금 노령연금 수급자 사망확률 = (a) \times (b)

10 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

5. 노령연금 수급자 기대여명 추정

- 연령별 기대여명은 현 세대와 미래 세대가 다를 것이므로 미래로 전망된 사망확률을 사용하여 시기에 맞는 기대여명을 계산함
- 2012년 60세 국민 전체 기대여명과 여기에 사망확률 계수를 적용한 국민연금 수급자의 60세 기대여명이 남자의 경우 각각 21.56세와 22.99세로 나타났고 여자의 경우 각각 26.53세와 28.60세로 나타남
 - 2022년 60세 국민 전체 기대여명과 여기에 사망확률 계수를 적용한 국민연금 수급자의 60세 기대여명은 남자의 경우 각각 24.76세와 26.07세로 나타났고 여자의 경우 각각 29.71세와 31.57세로 나타남
 - 2032년 60세 국민 전체 기대여명과 국민연금 수급자의 60세 기대여명은 남자의 경우 각각 27.55세와 28.73세로 나타났고 여자의 경우 각각 32.41세와 34.03세로 나타남
 - 2042년의 경우도 60세 국민 전체의 기대여명과 국민연금 수급자의 60세 기대여명은 남자의 경우 각각 30.05세와 31.10세, 여자의 경우 각각 34.65세와 35.99세로 나타나 모든 경우에서 1세 이상의 차이를 보임

6. 노령연금 수급자의 수익비 추정

- 위에서 계산한 기대여명을 사용하여 2012년, 2022년, 2032년, 그리고 2042년 각각 노령연금 수급을 시작하는 시점에서의 수익비를 산출함
 - 2012년은 국민연금 수령 연령이 60세(1952년생), 2022년은 62세(1960년생), 2032년은 64세(1968년생), 그리고 2042년은 65세(1977년생)이므로 연도별로 다른 국민연금 노령연금 수령 연령을 고려함

○ 수익비를 추정하기 위한 가정은 다음과 같음:

- (a) 가입기간 40세부터 59세까지 20년인 사업장 가입자
 - (b) 가입자 소득은 각 연도 A 값의 0.5배, A 값, A 값의 1.5배의 3 가지 경우로 구분
 - (c) 수익비 산출시 기여금과 사망때까지 받게 될 연금 수급액의 현재가치는 연도별 최초 수급 시점으로 환산하고 이 때 사용하는 환산율은 A 값 증가율로 설정(A 값은 2014년까지는 실제 값을 사용하였고 그 이후는 제3차 재정추계 전망 값을 사용)
 - (d) 연금액은 물가상승률에 연동되므로 이를 고려함. 물가상승률은 제3차 재정추계 전망치로 설정
 - (e) 5세 단위로 산출된 기대여명을 1세 단위로 환산할 경우 균등분포를 가정. 예를 들어 60세 기대여명이 30년이고 65세 기대여명이 27년이라면 62세 기대여명은 $30 + (27 - 30) \times 2/5 = 28.8$ 년
- 2012년, 2022년, 2032년, 그리고 2042년에 대해 각 연도별 최초 연금 수급시점에서의 예상 수익비를 계산함:
- 수익비 산출을 위해 평균소득월액(B 값)이 A 값의 0.5배인 저 소득자, A 값인 평균 소득자, 그리고 A 값의 1.5배인 고 소득자로 구분

수익비(Benefit-Contribution Ratio)

	남자 2012년(60세)	2022년(62세)	2032년(64세)	2042년(65세)
저소득	4.95(4.75)	3.85(3.70)	3.65(3.53)	3.59(3.49)
평균소득	3.24(3.10)	2.57(2.47)	2.44(2.35)	2.40(2.33)
고소득	2.67(2.55)	2.14(2.06)	2.03(1.96)	2.00(1.94)
여자	2012년(60세)	2022년(62세)	2032년(64세)	2042년(65세)
저소득	5.73(5.45)	4.44(4.25)	4.20(4.04)	4.07(3.94)
평균소득	3.75(3.57)	2.96(2.83)	2.80(2.69)	2.71(2.63)
고소득	3.09(2.94)	2.47(2.36)	2.33(2.24)	2.26(2.19)

12 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

- 결과를 분석하면 먼저, 기대여명에 따라 수익비가 달라짐
 - 노령연금 수급자의 기대여명이 국민전체의 기대여명보다 높기 때문에 수익비가 남자의 경우 약 2.9~4.7%, 여자의 경우 약 3.0~5.1% 더 높게 나타남
 - 이러한 차이는 시간이 지남에 따라 줄어드는데 그 이유는 연금 수급 연령이 높아지게 되어 기대여명의 차이가 줄어들게 되기 때문임
 - 하지만 수급 연령이 65세가 되면 고정되므로 그 이후에는 수급 연령이 높아짐에 따른 기대여명의 차이가 줄어드는 효과는 발생하지 않을 것임
- 소득수준에 따른 수익비는 노령연금 수급자 기대여명을 적용한 경우와 국민전체의 기대여명을 적용한 경우에 관계없이 평균소득자는 고소득자의 약 1.50~1.53배, 저소득자의 약 0.82~0.83배 정도인 것으로 나타남
 - 또한 기대여명 및 수익비의 차이도 남자보다 여자의 경우가 약간 더 큰 것으로 나타남
- 시간에 따른 수익비의 크기를 비교하면 연금수급 연령이 높아짐에도 불구하고 최초 수급 시점에서의 기대여명은 점차적으로 늘어나지만 수익비는 오히려 감소함
 - 재정부담을 줄이기 위하여 급여산식의 비례상수를 점차적으로 줄이도록 규정하고 있기 때문임

VII. 재정효과

1. 사망률 전망

- 전체 연령에 대한 적합성 테스트 결과 남자는 2-요소 LC 모형이, 여자는 LL 모형이 적합성이 가장 높은 것으로 나타나 남자는 2-요

소 LC 모형을 사용하고 여자는 LL 모형을 사용하여 사망률을 전망하였음

- 전망에 사용한 사망률 자료는 1983~2013년 기간의 자료를 이용하였음

- 이 기간의 한계연령이 연도별로 다르고 100세 이상의 자료가 없으므로 최장훈·김형수(2014)의 방법으로 사망률을 100세 이상으로 연장한 후 전망 모형의 입력 자료로 사용하였음

- 기대수명을 계산한 결과는 아래와 같음:

연도(단위: 세)		2020	2030	2040	2050	2060
통계청	남자	79.3	81.4	83.4	85.1	86.6
	여자	85.7	87.0	88.2	89.3	90.3
2-요소 LC*	남자	80.3	83.4	85.9	88.1	89.9
LL*	여자	86.7	88.7	90.4	91.8	93.0

주: * 사용한 과거 사망률 기간: 1983~2013년

- 남자의 경우 기대수명이 2020년 80.3세에서 2060년 89.9세로 증가하는 것으로 나타나는데 이러한 결과는 통계청에서 전망한 기대수명보다 2020년에는 1세 더 높은 것으로 나타났고 이러한 차이는 계속 증가하여 2060년에는 3.3세 더 높아지는 것으로 나타남
- 여자의 경우는 기대수명이 2020년 86.7세에서 2060년 93세로 지속적으로 증가하는 것으로 나타났는데 이러한 결과도 남자와 마찬가지로 통계청에서 전망한 기대수명보다 더 높았으나 남자의 경우보다는 차이가 적은 것으로 나타남

2. 인구구조

- 재정전망을 산출하기 위해서는 전망된 사망률과 함께 인구전망 결과도 재정추계모형의 입력 자료로 사용하여야 함

14 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

○ 그 결과는 아래와 같음:

(단위 : 천명, %)	인구				구성비			노인부양비 (나)/(가)
	계	18세 미만	18~64세 (가)	65세 이상 (나)	18세 미만	18~64 세	65세 이상	
2020	51,680 (51,435)	8,125 (8,159)	35,407 (35,193)	8,148 (8,084)	15.7 (15.9)	68.5 (68.4)	15.8 (15.7)	23.0 (23.0)
2030	52,788 (52,160)	7,896 (7,899)	31,754 (31,570)	13,137 (12,691)	15.0 (15.1)	60.2 (60.5)	24.9 (24.3)	41.4 (40.2)
2040	52,294 (51,091)	7,067 (7,015)	27,724 (27,575)	17,503 (16,501)	13.5 (13.7)	53.0 (54.0)	33.5 (32.3)	63.1 (59.8)
2050	50,001 (48,121)	5,911 (5,875)	24,353 (24,255)	19,737 (17,991)	11.8 (12.2)	48.7 (50.4)	39.5 (37.4)	81.0 (74.2)
2060	46,309 (43,959)	5,393 (5,382)	21,015 (20,956)	19,901 (17,622)	11.6 (12.2)	45.4 (47.7)	43.0 (40.1)	94.7 (84.1)
2070	41,964 (39,628)	4,966 (4,931)	18,334 (18,281)	18,664 (16,416)	11.8 (12.4)	43.7 (46.1)	44.5 (41.4)	101.8 (89.8)
2080	37,591 (35,232)	4,265 (4,230)	16,715 (16,640)	16,611 (14,362)	11.3 (12.0)	44.5 (47.2)	44.2 (40.8)	99.4 (86.3)

주: ()안은 제3차 재정추계결과

- 전망된 전체 인구수를 살펴보면 2020년 51,680천명에서 2040년 52,294천명으로 늘어나지만 그 이후 감소하여 2060년 46,309천명으로 줄어드는데 이 결과는 통계청 인구전망 결과보다 2020년에는 245천명 더 많고 차이가 계속 증가하여 2060년에는 2,350천명 더 많은 것으로 나타남
- 근로연령인 18~64세의 인구는 2015년 35,310천명에서 2020년 35,407천명으로 약간 증가하지만 그 이후 계속 감소하여 2060년 21,015천명으로 축소되고 2083년에는 16,195천명으로 축소되는 것으로 나타나는데 이 수치는 통계청 결과보다는 인구가 약간 더 높은 것임
- 65세 이상 인구는 2015년 6,602천명(13.0%)에서 점차적으로 증

가하여 2060년 19,901천명(43.0%)에 이르나, 이후 다소 감소하여 2083년 16,082천명(44.2%)에 도달함. 통계청 자료에 의하면 65세 이상 인구는 2015년 6,624천명(13.1%)에서 지속적으로 증가하여 2050년 17,991천명(39.5%)에 도달하나, 그 이후 점차 감소하여 2083년 13,848천명(40.7%)으로 감소함. 따라서 최고 인구에 도달하는 연도가 통계청 인구 자료보다 10년 더 연장되고 최고 인구수도 통계청 자료보다 높게 나타남

- 이에 따라, 노인부양비 즉, 18~64세 인구 대비 65세 이상 인구 비율은 2015년 18.7%에서 계속 증가하여 2070년 101.8%에 도달하여 2070년에는 근로연령인구보다 노인인구가 더 많아지게 됨. 그 이후 노인부양비는 약간 감소하여 2083년에 99.3%가 됨. 노인부양비 증가속도는 통계청 자료에 의한 노인부양비 증가속도 보다 더 빠름

3. 가입자 및 노령연금 수급자 수

- 가입자 수는 2015년 20,761천명에서 점차적으로 감소하여 2083년 11,057천명이 됨
 - 이 수치는 제3차 재정추계에 의한 가입자 수보다 2015년에는 약 140천명 더 많고 시간이 흐를수록 차이가 점차적으로 줄어들어 2083년에는 약 82천명 더 많게 나타남
- 노령연금수급자 수는 2015년 3,003천명에서 제도가 성숙함에 따라 점차적으로 증가하여 2065년 16,706천명에 도달한 후 감소함
 - 제3차 재정추계 결과보다 2015년에는 9천명 더 많으나 차이가 지속적으로 커져 2083년에는 2,654천명 더 많은 것으로 나타남
- 제도부양비 즉, 가입자 수 대비 노령연금수급자 수는 2015년 14.5%에서 제도의 성숙과 인구의 고령화로 인해 지속적으로 증가하여 2083년 135%에 도달함

16 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

- 제도부양비 증가속도도 제3차 재정추계 결과에 의한 제도부양비 증가속도보다 더 빠름:

(단위: 천 명, %)	가입자수 (기)	노령연금 수급자 수 (나)	제도부양비 (나)/(기)
2020	20,515 (20,367)	3,920 (3,881)	19.1 (19.1)
2030	18,750 (18,627)	6,362 (6,138)	33.9 (33.0)
2040	16,915 (16,823)	10,316 (9,743)	61.0 (57.9)
2050	15,501 (15,479)	14,239 (13,088)	91.9 (84.6)
2060	13,598 (13,573)	16,318 (14,475)	120.0 (106.6)
2070	12,543 (12,497)	16,457 (14,072)	131.2 (112.6)
2080	11,417 (11,356)	15,272 (12,649)	133.8 (111.4)

주: ()안은 제3차 재정추계결과

4. 재정추계결과

- 국민연금의 재정방식은 부분적립방식으로 초기에 부과방식비용률을 상회하는 보험료율을 적용하여 지금까지 상당한 적립기금이 축적되어 왔음
 - 향후 20~30년간은 제도가 미성숙한 단계에서 성숙한 단계로 접어드는 과정에 있으므로 지출보다는 수입이 많은 구조를 유지할 것임
- 하지만 점차 지출이 증가하게 되어 2032년부터 당년도 지출이 보험료수입을 상회하게 되고, 2043년에는 지출이 총수입(보험료수입+기금투자수입)을 상회하게 되어 당년도 수지적자가 발생함

- 지출이 보험료수입을 상회하게 되는 시기는 제3차 재정추계결과 보다 1년 연장되지만 당년도 수지적자 발생 시기는 1년 앞당겨짐
- 적립기금은 당년도 수지적자가 발생하기 직전 연도인 2042년에 최고 2,514조원에 이르고 이후 급속히 감소하여 2058년에 소진되는 것으로 나타남
- 제3차 재정추계 결과로는 최고 적립기금은 2043년 2,561조원이고 2060년에 적립기금이 소진되어 새로운 사망률을 적용할 경우 기금소진시점이 2년 당겨지는 것으로 나타남

VII. 요약 및 결론

- 본 연구는 사망률 전망모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금 수급자의 수익비와 재정 효과 분석에 관한 연구임
- 사망률 전망모형은 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 확장모형들을 적합성 테스트를 통하여 추계 결과와 실제 사망률과의 차이가 가장 적은 모형을 전망 모형으로 선택함
 - 적합성 테스트는 전 연령과 고 연령으로 구분하여 전 연령에 대해서는 남자는 2-요소 LC 모형이, 여자는 LL 모형의 적합성이 가장 높게 나왔고 고 연령에 대해서는 남자는 CBD 확장 모형이, 여자는 2-요소 LC 모형의 적합성이 가장 높게 나왔음
- 그 다음으로 전망된 사망률을 이용하여 국민연금 노령연금 수급자의 수익비를 계산함
 - 수익비는 수급자의 기대여명을 사용하여 산출하였으므로 전체 연령이 아닌 고 연령에 대해 적합성이 높게 나타난 CBD 확장 모형을 사용함
 - 수익비 산출시 사망률 전망 모형의 선택 외에 또 한 가지 중요하

18 사망률 전망 모형의 선택과 전망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

계 고려한 사항은 국민 전체의 사망률과 차별화된 국민연금 수급자의 사망률을 고려하였다는 점임

- 산출 결과를 살펴보면 노령연금 수급자의 기대여명이 국민전체의 기대여명보다 높기 때문에 수익비가 국민전체의 기대여명을 사용한 경우보다 남자의 경우 약 2.9~4.7%, 여자의 경우 약 3.0~5.1% 더 높게 나타남
 - 소득수준에 따른 수익비는 평균소득자($B=A$)는 고소득자($B=1.5A$)의 약 1.50~1.53배, 저소득자($B=0.5A$)의 약 0.82~0.83배 정도인 것으로 나타남
 - 기대여명 및 수익비의 차이도 남자보다 여자의 경우가 약간 더 큰 것으로 나타났음
- 재정효과를 살펴보기 위한 사망률 전망모형은 전 연령에 대한 적합성 테스트 결과 남자는 2-요소 LC 모형을, 여자는 LL 모형을 사용함
- 이 모형들을 사용하여 기대수명을 계산한 결과 통계청에서 전망한 기대수명보다 남자와 여자 모두 높게 나타났음
 - 2060년 기대수명을 비교하면 남자는 89.9세로 통계정보다 약 3세 높고 여자는 93.0세로 통계정보다 약 2.7세 높게 나타났음
 - 기대여명이 늘어났기 때문에 인구의 노령화도 심화되어 18~64세 인구 대비 65세 이상 인구 비율인 노인부양비도 더 높아지게 되었고 이에 따라 국민연금 가입자 대비 수급자 비율인 제도부양비도 제3차 재정추계 결과보다 높은 것으로 나타났음
 - 따라서 기금 고갈 시점도 기존의 2060년에서 2년 앞당겨진 2058년으로 나타났음
- 국가별로 사망률 추계방법을 비교해보았을 때 어떤 특정한 연구가 우세하다고 결론 내리기는 어려움
- 각 국가의 인구구조를 반영, 그 특징을 충분히 고려해 장래 인구

추계를 수행하기 때문임

- 코호트 별로 나누어 사망률, 출산율, 이민자증가율 등을 나누어 가정하고 이를 바탕으로 추계한다는 방법은 모든 국가의 장래인구추계방법으로 동일함
- 그러나 각 국가마다 인구구조의 특징이 뚜렷하게 나타나기 때문에 전 국가가 동일한 사망률 추계를 적용하기는 어렵다고 보임
- 예를 들어 미국의 경우 다인종 이민국가라는 큰 특징으로 장래 인구추계의 가정이 인종별로 나누어 이뤄지는 반면 일본이나 한국과 같이 단일 민족의 경우에는 인종별 구분보다는 성별, 연령 별로 구분하고 장수국가로 100세 이상 인구를 따로 고려하는 등 차이가 분명하게 존재함
- 본 연구는 이런 점을 충분히 인지하고 기존에 통계청에서 제시하는 Li and Lee 방법론이 아닌 다른 방법론을 사용해 연구하고 나아가 국민연금에 미치는 영향 정도를 현재 3차 재정추계 모형에 적용해 결과를 도출하고자 하였음
- 본 연구의 결과에서 알 수 있듯이 사망률은 국민연금 수급자의 수익비와 재정에 영향을 주는 중요한 요소임
 - 따라서 사망률의 정확한 전망이 우선되어야 하고 이에 대한 연구가 지속되어야 할 것임

I. 서 론

국민연금은 노령으로 인한 근로소득 상실을 보전하기 위한 노령연금, 주 소득자의 사망에 따른 소득상실을 보전하기 위한 유족연금, 그리고 질병 또는 사고로 인한 장기근로능력 상실에 따른 소득상실을 보전하기 위한 장애연금 등으로 구성되어 있는 사회보장제도이다. 따라서 국민연금의 안정적인 유지가 필요하고 이를 위해서 재정의 정확한 예측이 필요하다. 또한 국민연금은 수급자가 사망할 때까지 연금을 지급하도록 되어 있는 제도이므로 수급자의 수명에 따라 국민연금의 총 지급액이 달라진다. 수급자의 수명은 시간에 따라 개선되어 왔으므로 총 급여의 예측을 위해서는 정확한 모형을 사용하여 사망률을 전망해야 한다.

사망률 전망에 관한 연구는 오랫동안 지속되어 왔다. 하지만 미래를 예측한다는 것 자체가 어려울 뿐 아니라 사망률은 과거의 추세 외에도 외부 환경요인에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에 어떻게 사망률을 전망해야 정확한 결과가 나올 수 있는지에 대한 정답은 아직 나와 있지 않다. 대부분의 인구통계학자들은 과거추세를 미래에 적용하고 기대수명이 늘어남에 따른 편차를 기대수명의 평균 증가에 대한 편차로 인식하여 전망하는 방법을 선호한다. 다수의 계리인들은 과거추세의 원인에 대한 분석과 이러한 원인이 미래에 반복된 가능성에 기초하여 과거추세를 조정하는 방법을 선호한다. 또한 고령화 분야의 전문가들 중 한편에서는 인간의 생물학적 한계로 인해 사망률 개선 속도가 감소한다고 믿고 있고, 다른 한편에서는 과학이 현재의 기대수명의 한계를 극복할 수 있다고 믿고 있다. 다른 일부 전문가들은 생활습관의 변화와 건강한 활동이 의학적 개선 없이도 기대수명을 상당히 늘려 줄 수 있다고 믿고 있다 (Waldron, 2005).

위와 같이 사망률 전망 방법은 과거의 추세를 미래로 연장하는 부분

22 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

과 미래의 추세가 과거의 추세와 어떻게 달라질 것인지에 대한 전문가의 판단 부분으로 이루어진다고 볼 수 있다. 이 중에서 전문가의 판단 부분은 개인의 주관이 개입되어 있으므로 적용이 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 전문가의 판단이 필요한 부분은 제외하고 과거의 추세를 미래에 얼마나 정확히 반영할 수 있는지를 사망률 전망의 기준으로 정하기로 한다. 이를 위해 사용할 수 있는 모형에는 LC 모형과 이 모형을 변형한 LM 모형 (Lee and Miller, 2001), BMS 모형 (Booth et al., 2002), 그리고 LL 모형 (Li and Lee, 2005) 등이 있다. 또한 상대적으로 최근에 소개된 CBD 모형이 있다. 이 모형은 고 연령의 사망률 전망에 적합한 모형이다.

본 연구에서는 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 모형에 모수들을 추가한 CBD 확장모형을 비교하여 과거의 추세가 미래에 가장 정확하게 반영되는 모형을 선택하고 선택된 모형으로 사망률을 전망하고자 한다. 그리고 전망된 사망률을 사용할 경우 국민연금 노령연금 수급자의 수익비가 어떻게 변하고 국민연금의 재정이 어떻게 나타나는지를 알아보고자 한다. 본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 서론에 이어 II장에서는 문헌연구로 LC 모형, LL 모형, 그리고 CBD 모형을 소개한다. III장에서는 II 장에서 소개한 모형들에 대해 적합성 테스트를 실시하여 적합성이 가장 높은 모형을 선택한다. 이 때 전 연령에 대한 테스트와 고 연령에 대한 테스트를 구분하여 실시한다. IV장에서는 해외의 사망률 전망 방법들을 소개한다. V장에서는 III 장의 고 연령에 대한 적합성 테스트를 통하여 선택된 모형을 사용하여 기대여명을 전망하고 이를 이용하여 국민연금 노령연금 수급자의 수익비를 계산한다. 그리고 VI장에서는 III장의 전 연령에 대한 적합성 테스트를 통하여 선택된 사망률 모형을 국민연금 제3차 재정추계 전망에 사용하여 국민연금의 재정효과가 어떻게 나타나는지를 살펴본다. 마지막으로 VII장에서 내용 요약과 결론을 제시한다.

Ⅱ. 문현연구

사망률에 관한 연구는 오래 전부터 이루어져 왔다. 대표적인 해외연구로 Gompertz(1825), Makeham(1860), Brass(1971), Lee and Carter(1992), Himes et al.(1994), Coale and Guo(1989), Lee and Miller(2001), Booth et al.(2002), Li and Lee(2005), Cairns et al.(2006), Li et al.(2008) 등이 있다. 우리나라에서도 사망률에 관한 다양한 연구가 이루어져 왔는데 박유성·장선화·김성용(2013), 김세중(2013), 백철(2012), 김성용·김기환·박유성(2011), 백지선·정미옥(2011), 강중철·이도수·성주호(2006) 등을 들 수 있다. 이 장에서는 이러한 연구들 중 본 연구에서 사용하는 모형을 중심으로 간략히 소개한다.

1. LC 모형

LC 모형은 1992년에 Lee and Carter (1992)가 개발한 모형으로 과거의 추세를 외삽함으로써 사망률 추계 과정에서 주관적인 판단을 감소시키고 시계열을 이용한 연령별 사망률 분포를 예측하는 모형이다. 이 모형은 다음 식으로 나타낼 수 있다:

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

여기서 $m_{x,t}$ 는 t년도 x세의 사망률, a_x 와 b_x 는 x세의 측정 파라미터, k_t 는 연도별 파라미터, 그리고 $\varepsilon_{x,t}$ 는 오차항이다. a_x 와 b_x 는 연령에만 관련되어 있는 변수인 반면에 k_t 는 시간에만 관련되어 있는 변수이고 사망수준을 나타낸다. LC 모형에서 k_t 는 알고 있는 변수가 아니므로 일반

24 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

회귀분석법으로 구할 수 없다. 따라서 비정칙 분해(SVD: Singular Value Decomposition)를 사용하여 b_x 와 k_t 를 산출한다. 다음 단계로 다음과 같이 k_t 를 시간 t에서의 경험 사망률에 맞도록 조정한다:

$$D(t) = \sum [N(x,t)e^{a_x + b_x k_t}]$$

여기서 $D(t)$ 는 관찰된 총 사망자수이고 $N(x,t)$ 는 인구의 연령별 분포이다. k_t 를 조정한 후 k_t 를 시계열 방법을 사용하여 미래에 대한 전망을 하게 된다. 일반적으로 시계열 방법 중에서 표류항이 있는 임의보행(RWD: Random Walk with Drift)방법을 사용하는데 그 이유는 계산이 간단하고 이해가 쉽기 때문이다. RWD는 아래 식으로 표현한다:

$$k_t = k_{t-1} + d + \epsilon_t \sigma, \epsilon_t \sim N(0,1), E(\epsilon_s \epsilon_t) = 0$$

d 는 표류(drift) 항이고 σ 는 k_t 의 임의변화의 표준편차, 그리고 ϵ 는 오차항이다.

2. LL 모형

LL 모형 (Li and Lee, 2005)은 LC 모형에 기초한 모형으로, 관련 있는 인구 집단 사이에는 사망률의 형태가 서로 비슷하고 향후에도 형태의 차이가 커지지 않을 것이라고 가정한다. 이 모형은 관련 인구 집단들을 하나의 인구형태로 통합하여 개별 국가의 사망률 전망 방법을 향상시키도록 하였다.

일반적으로 LC 모형은 각각의 성별 인구 집단에 대해서는 정확한 추정이 가능하지만 남자의 b_x 와 d 가 여자의 경우와 다르기 때문에 미래에

대한 전망을 할 경우에 두 인구집단 사이의 사망률의 차이가 점차 커지는 문제가 발생한다. Lee and Carter는 이 문제를 해결하기 위하여 남녀 공용 k_t 를 사용하도록 제안하였으나 b_x 의 차이가 점차적으로 커지는 문제는 해결할 수 없었다. 또한 국가별 경험 자료를 살펴보면, 과거에 사망률이 높았던 국가에서는 사망률의 감소율이 높아지는 추세이고 반대로 사망률이 상대적으로 낮았던 국가에서 사망률의 감소율이 낮다는 결과가 나와 있다. Li and Lee는 이러한 추세를 고려하여 장기적으로 사망률에서의 차이가 계속 커지지는 않을 것으로 전망하였다.

Li and Lee는 2005년 사회·경제적 상황이 비슷하고 밀접한 관련이 있는 여러 인구 집단들 사이에는 사망률의 차이가 계속적으로 커지지 않을 것으로 보고 기대수명 또는 k_t 의 공통적인 추세를 고려하여 각각의 인구에 공통적으로 적용한 Li-Lee 모형을 개발하였다. 이 모형에서는 단기적으로 사망률의 차이는 존재하지만 궁극적으로 이 차이가 계속 증가하지 않는다고 가정한다.

즉, 시간이 지남에 따른 사망률 간의 차이가 커지지 않도록 하기 위해서는 LC 모형의 b_x 와 k_t 가 모든 인구 집단들 사이에서 동일해야 한다. 이러한 동일한 b_x 와 k_t 를 각각 B_x 와 K_t 라고 하면 B_x 는 하나의 통합된 인구집단에 LC 모형을 적용하여 구해져야 하고 K_t 는 그 집단 전체의 평균 기대 수명에 맞도록 조정된 후 장래 사망률 변화의 공통 추세를 전망하는 RWD 모형에 따라 전망 되어야 한다. 하지만 a_x 는 사망률 차이의 추이에 영향을 미치지 않기 때문에 각각의 인구별로 추정되어야 한다.

인구 i 에 대한 연령별 사망률과 a_x 를 각각 $m_{x,t,i}$ 와 $a_{x,i}$ 라고 하면 $a_{x,i}$ 는 모형에서의 오차를 최소화시켜야 하므로 다음의 일반 최소제곱 회귀식(ordinary least squares regression)에 의해 결정될 수 있다:

26 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

$$\min \sum_t [\ln(m_{x,t,i}) - a_{x,i} - B_x K_t]^2.$$

K_t 의 합이 0이기 때문에 이 식을 $a_{x,i}$ 에 대하여 구하면 $a_{x,i}$ 는 LC 모형에서와 같이 $\ln(m_{x,t,i})$ 의 시간에 따른 평균이 된다.

$[a_{x,i} + B_x K_t]$ 는 인구 i의 공통 요소 모형(common factor model)이라고 한다. $B_x K_t$ 는 시간에 따른 사망률의 변화를 나타내고 모든 인구에서 공통적으로 영향을 미치므로 공통 요소(common factor)라고 한다. 위의 식에 인구별 요소를 추가하여 적합성을 높일 수 있다. 인구 i에 대한 인구별 요소를 개별화 요소(specific factor)를 $b_{x,i} k_{t,i}$ 로 표시하면 LL 모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다:

$$\ln(m_{x,t,i}) = a_{x,i} + B_x K_t + b_{x,i} k_{t,i} + \varepsilon_{x,t,i}, \quad 0 \leq t \leq T.$$

여기서 개별화 요소인 $b_{x,i} k_{t,i}$ 는 공통 요소 모형의 잔존 행렬 $[\ln(m_{x,t,i}) - a_{x,i} - B_x K_t]$ 를 LC 모형에서의 방법과 마찬가지로 비정칙 분해를 사용하여 계산될 수 있다. 개별화 요소가 있더라도 인구 i의 사망률 변화율과 공통요소에 의한 변화율과의 차이가 어느 정도 기간까지는 있을 수 있다. 하지만 이 차이가 먼 장래에도 계속 존재한다면 사망률의 차이가 발산한다는 뜻이기 때문에 각각의 $k_{t,i}$ 가 시간에 따라 어떤 일정한 수준으로 수렴할 경우에 성공적으로 적용될 수 있다. LL 모형은 어느 정도 기간까지는 인구들 간의 사망률의 차이가 발산하거나 수렴할 수 있지만 궁극적으로는 일정한 차이를 유지한다는 가정 하에 개발되었기 때문이다.

실제로 $k_{t,i}$ 가 다음 식과 같이 RW(Random Walk without drift) 또는 계수가 단기적으로 $k_{t,i}$ 의 추세를 따르는 AR(1)(first-order autoregressive)을 따른다면 LL 모형에 적용할 수 있다:

$$k_{t,i} = c_{0i} + c_{1i}k_{t-1,i} + \sigma_i \epsilon_{i,t}$$

위 식에서 c_{0i}, c_{1i} 는 계수이고 σ_i 는 AR(1)의 표준편차, 그리고 $\epsilon_{i,t}$ 는 표준정규분포를 따르는 오차항이다.

만약 인구 i에 위의 식을 적용하였을 경우 $\varepsilon_{x,t,i}$ 가 작고 c_{1i} 가 1보다 작다면 인구 i는 전체 집단에 포함될 수 있고, 그렇지 않다면 제외하던지 높은 차수의 AR을 사용해야 한다.

AR(1)의 표류항(drift term) \hat{d} 과 \hat{c}_{0i} 및 \hat{c}_{1i} 의 표준편차는 다음과 같이 계산할 수 있다:

$$\begin{aligned} SE(\hat{d}) &= \frac{\hat{d}}{\sqrt{\hat{T}}}, \\ SE(\hat{c}_{0i}) &= \frac{\hat{\sigma}_i}{\sqrt{\hat{T}}}, \\ SE(\hat{c}_{1i}) &= \frac{\hat{\sigma}_i}{\sqrt{\sum_{t=0}^T k^2(t,i)}}. \end{aligned}$$

마지막으로, LL 모형에서 시간이 t일 경우의 식에서 시간이 T일 경우의 식을 빼주면 Li-Lee 모형은 다음의 식으로 표현할 수 있다:

$$\ln(m_{x,t,i}) = \ln(m_{x,T,i}) + B_x(K_t - K_T) + b_{x,i}(k_{t,i} - k_{T,i}), \quad t > T.$$

위의 식에서 $B_x K_t$ 는 전체집단의 장기적 추세와 임의변동을 나타내고, $b_{x,i} k_{t,i}$ 는 인구 i의 단기적인 변화를 나타낸다.

3. CBD 모형

Cairns et al.(2006)은 사망률이 개선되어 왔으나 개선정도를 예측하기 어렵다는 사실을 반영하기 위하여 2-요소 확률 모형(2-factor stochastic model)을 개발하였다. 첫 번째 요소는 모든 연령의 사망률에 동일한 영향을 주는 요소이고 두 번째 요소는 연령에 비례하여 연령이 높아질수록 사망률에 더 큰 영향을 주는 요소이다:

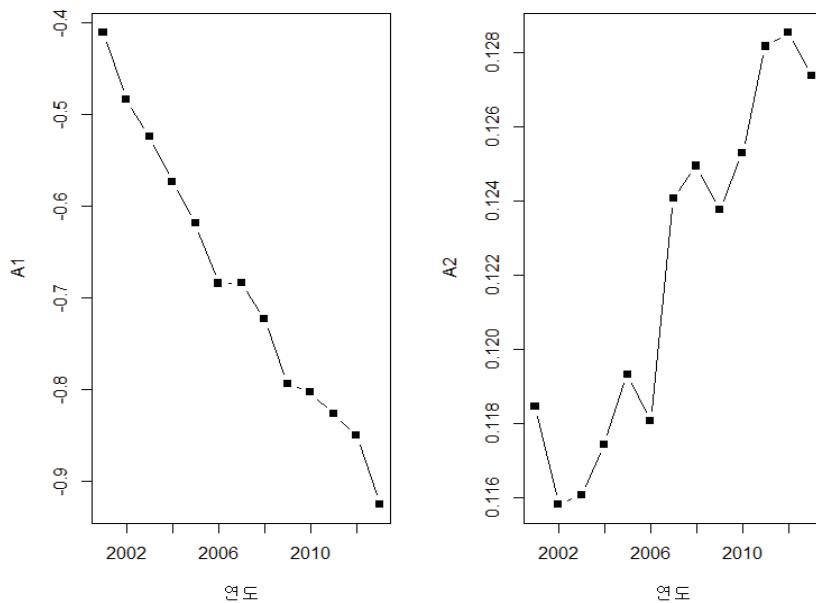
$$\tilde{q}(t,x) = 1 - p(t+1,t,t+1,x) = \frac{e^{A_1(t+1) + A_2(t+1) \times (x+t)}}{1 + e^{A_1(t+1) + A_2(t+1) \times (x+t)}}$$

여기서 $A_1(u)$ 와 $A_2(u)$ 는 시간 u 에서 측정할 수 있다고 가정한 확률 과정이다. 다음으로 $A(t) = (A_1(t), A_2(t))'$ 의 미래분포를 예측하기 위해 $A(t)$ 를 2차원의 상수를 갖는 임의보행(random walk with drift) 모형을 사용하여 계산할 수 있다:

$$A(t+1) = A(t) + \mu + CZ(t+1)$$

μ 는 상수항으로 2×1 벡터, C도 역시 상수항으로 2×2 상삼각 행렬 (upper triangular matrix), Z(t)는 2차원의 표준화 정규분포를 따르는 변수이다. 우리나라 남자 사망률 데이터를 적용한 결과 <그림 II-1>과 같이 $A_1(t)$ 는 시간에 따라 감소하는 추이를 보이고 $A_2(t)$ 는 증가하는 추이를 보인다. 이는 전체적으로 사망률은 개선되고 있으나 고 연령의 개선추이는 상대적으로 느리다는 사실을 의미한다.

〈그림 II-1〉 2001년~2013년의 A1과 A2 추정값



III. 적합성 테스트

적합성 테스트는 과거의 사망률 데이터를 사용하여 최근기간으로 사망률을 전망하고 전망 결과를 실제 사망률과 비교하여 어떤 모형을 사용할 경우 실제 사망률과의 차이가 가장 적게 나는지를 알아보는 테스트로 실제 사망률을 전망하기 위한 전망 모형을 선택하기 위한 방법이다.

테스트는 전 연령과 고 연령으로 구분하였다. 테스트에 사용한 데이터는 1983~2010년 통계청 간이 생명표이다.¹⁾ 이 기간 동안 사용가능한 연령이 0, 1, 5, 10, …, 75세이므로 전 연령은 0, 1, 5, …, 75세로 정의하고 고 연령은 일반적으로 60세 이상을 의미하지만 사용가능한 연령의 한계가 75세이므로 40, 45, …, 75세를 고 연령으로 정의하였다. 각 모형으로 전망한 결과들과 최근의 실적치인 2011년~2013년의 실제 사망확률과의 차이를 산출하여 비교하였다. 측정하기 위해 오차제곱합(SSE: Sum of Squares of Errors)을 측정의 기준(metric)으로 사용하였다:

$$SSE = \sum_{i=1}^k (R_i^p - R_i^r)^2$$

여기서 R_i^p 는 전망결과이고 R_i^r 는 실제값이다.

1) 1970년대 자료는 정확성에 문제가 있다는 논란이 있어 본 연구에서 포함하지 않았다.

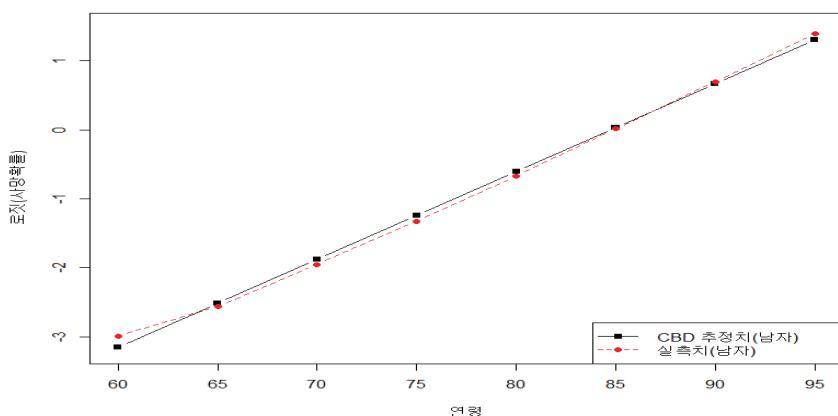
32 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

1. 테스트에 사용하기 위한 모형

테스트에 사용하기 위한 모형은 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 확장모형이다. 1-요소 LC 모형은 일반적으로 알려진 LC 모형이고 2-요소 LC 모형은 1-요소 LC 모형의 적합성을 향상시키기 위해 모수를 추가한 모형이다 (최장훈·김형수, 2014). CBD 확장모형은 CBD 모형에 연령 제곱항과 세제곱항을 추가하여 적합성을 향상시킨 모형이다. <그림 III-1>은 2013년 우리나라 남자 60세 이상 사망확률을 CBD 모형으로 추정한 결과이다. 추정된 선을 실제 선과 비교하면 60대 초반연령과 90세 이후에서 과소 추정이 되는 것을 알 수 있다.

<그림 III-1> 60세 이상 사망확률 추정치와 실측치 비교(2013년)

(남자)



주: $A_1 = -0.9250$, $A_2 = 0.1274$

테스트를 위한 모형들의 산식은 아래와 같이 나타낼 수 있다:

- 1-요소 LC 모형: $\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$
- 2-요소 LC 모형: $\ln(m_{x,t}) = a_x + b1_x k1_t + b2_x k2_t + \varepsilon_{x,t}$
- LL 모형: $\ln(m_{x,t,i}) = a_{x,i} + B_x K_t + b_{x,i} k_{t,i} + \varepsilon_{x,t,i}, 0 \leq t \leq T$
- CBD 모형:

$$\tilde{q}(t,x) = 1 - p(t+1, t, t+1, x) = \frac{e^{A_1(t+1) + A_2(t+1)(x+t)}}{1 + e^{A_1(t+1) + A_2(t+1)(x+t)}}$$

- CBD 확장모형:

$$\tilde{q}(t,x) = \frac{e^{A_1(t+1) + A_2(t+1) \times (x+t) + A_3(t+1) \times (x+t)^2 + A_4(t+1) \times (x+t)^3}}{1 + e^{A_1(t+1) + A_2(t+1) \times (x+t) + A_3(t+1) \times (x+t)^2 + A_4(t+1) \times (x+t)^3}}$$

$m_{x,t}$ 는 t 년도 x 세의 사망률, $a_x, a_{x,i}, b_x, b1_x, b2_x, B_x, b_{x,i}$ 는 x 세의 측정 파라미터, $k_t, k1_t, k2_t, K_t, k_{t,i}$ 는 연도별 파라미터, $\varepsilon_{x,t}, \varepsilon_{x,t,i}$ 는 오차계수이다. 색인 i 는 성별이다. 그리고 $A_1(t+1), \dots, A_4(t+1)$ 는 $t+1$ 년도의 계수이다.

2. 적합성 결과

가. 전 연령(0, 1, 5, ..., 75세)에 대한 적합성 결과

테스트 결과 전반적으로 LC 계열 모형의 적합성이 CBD 계열 모형보다 높은 것으로 나타났다. 남자의 경우 2-요소 LC모형의 적합성이 가장 높게 나타났고 그 다음이 LL 모형으로 나타났다. 반면, 여자의 경우는 LL 모형의 적합성이 가장 높고 그 다음이 2-요소 LC모형으로 나타났다.

34 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

CBD 모형과 CBD 확장모형은 2-요소 LC 모형과 LL 모형에 비해 적합성이 상당히 떨어지는 것으로 나타나 전 연령의 경우에는 전망모형으로 적합하지 않을 것으로 판단된다(〈표 III-1〉, 〈그림 III-2〉).

〈표 III-1〉 오차제곱합(전 연령)

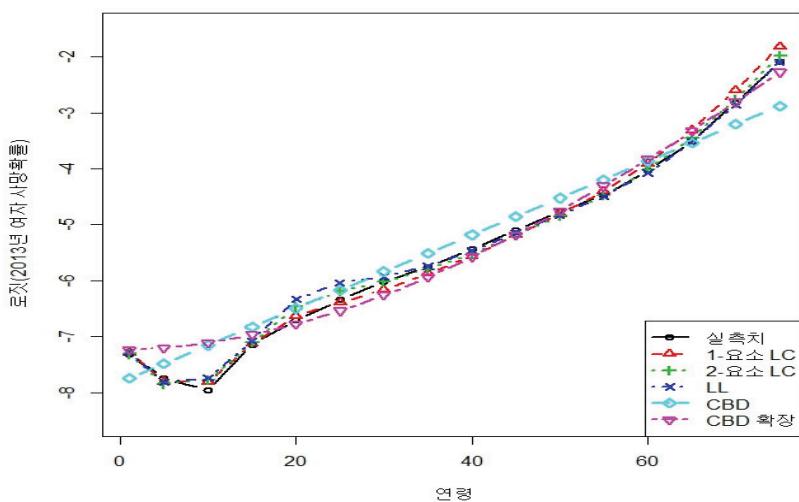
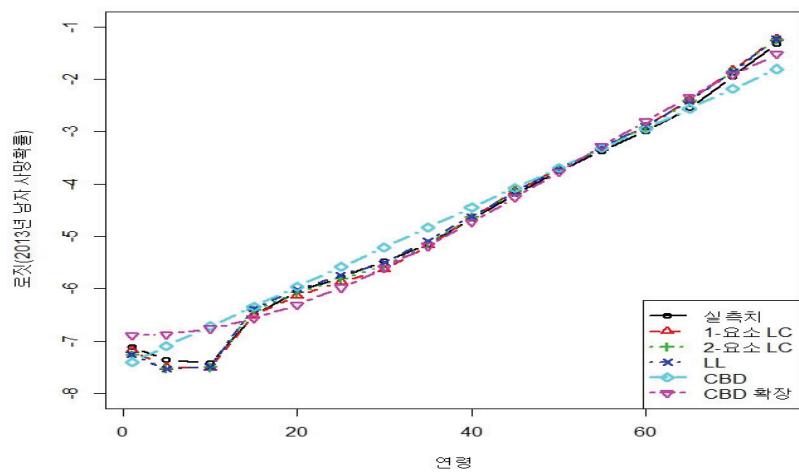
모형(남)	1요소 LC	2요소 LC	LL	CBD	CBD 확장
2011년	5.69×10^{-4}	3.01×10^{-4}	4.61×10^{-4}	61.19×10^{-4}	12.88×10^{-4}
2012년	3.73×10^{-4}	2.05×10^{-4}	2.62×10^{-4}	66.65×10^{-4}	16.50×10^{-4}
2013년	6.61×10^{-4}	4.19×10^{-4}	4.86×10^{-4}	53.83×10^{-4}	13.22×10^{-4}
평균	5.34×10^{-4}	3.08×10^{-4}	4.03×10^{-4}	60.56×10^{-4}	14.20×10^{-4}

주: 0, 1, 5, ..., 75세 사망률 사용

모형(여)	1요소 LC	2요소 LC	LL	CBD	CBD 확장
2011년	10.41×10^{-4}	0.40×10^{-4}	0.03×10^{-4}	41.72×10^{-4}	4.03×10^{-4}
2012년	8.42×10^{-4}	0.13×10^{-4}	0.05×10^{-4}	42.28×10^{-4}	4.78×10^{-4}
2013년	10.71×10^{-4}	1.37×10^{-4}	0.07×10^{-4}	35.88×10^{-4}	3.43×10^{-4}
평균	9.85×10^{-4}	0.55×10^{-4}	0.05×10^{-4}	39.96×10^{-4}	4.08×10^{-4}

주: 0, 1, 5, ..., 75세 사망률 사용

〈그림 III-2〉 사망률(로그) 비교(2013년, 전 연령)



36 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

나. 고 연령(40, 45, …, 75세)에 대한 적합성 결과

테스트 결과 대체로 CBD 확장모형의 적합성이 LC 모형과 LL 모형보다 높은 것으로 나타났으나 여자의 경우는 2-요소 LC 모형이 CBD 확장 모형보다 약간 더 높은 것으로 나타났다. 남자의 경우 CBD 확장모형의 적합성이 가장 높고 그 다음이 LL 모형, 2-요소 LC 모형, 1-요소 LC 모형의 순서인 것으로 나타났고, 여자의 경우는 2-요소 LC 모형의 적합성이 가장 높고 그 다음이 CBD 확장모형, 1-요소 LC 모형, CBD 모형, LL 모형인 것으로 나타났다(〈표 III-2〉, 〈그림 III-3〉).

〈표 III-2〉 오차제곱합(고 연령)

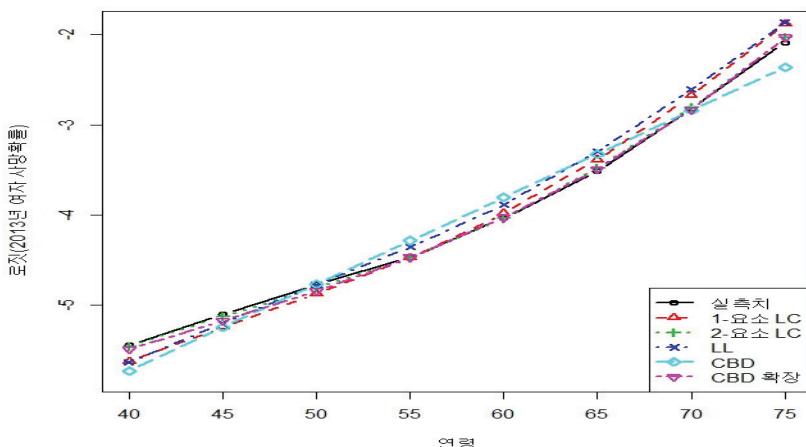
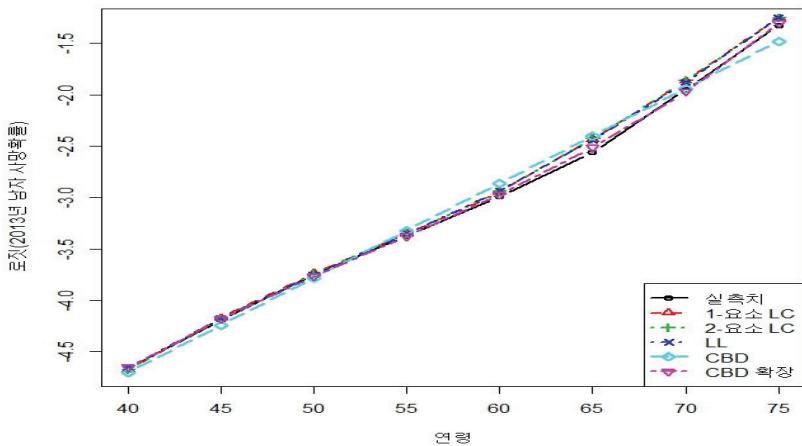
모형(남)	CBD	CBD 확장	1요소 LC	2요소 LC	LL
2011년	6.87×10^{-4}	0.51×10^{-4}	1.85×10^{-4}	1.83×10^{-4}	1.68×10^{-4}
2012년	10.01×10^{-4}	0.31×10^{-4}	1.22×10^{-4}	1.20×10^{-4}	1.02×10^{-4}
2013년	7.59×10^{-4}	0.32×10^{-4}	3.45×10^{-4}	3.47×10^{-4}	3.28×10^{-4}
평균	8.16×10^{-4}	0.38×10^{-4}	2.17×10^{-4}	2.17×10^{-4}	1.99×10^{-4}

주: 40, 45, …, 75세 사망률 사용

모형(여)	CBD	CBD 확장	1요소 LC	2요소 LC	LL
2011년	6.86×10^{-4}	0.30×10^{-4}	5.54×10^{-4}	0.23×10^{-4}	7.14×10^{-4}
2012년	7.95×10^{-4}	0.12×10^{-4}	4.36×10^{-4}	0.06×10^{-4}	6.18×10^{-4}
2013년	6.31×10^{-4}	0.35×10^{-4}	5.68×10^{-4}	0.35×10^{-4}	7.98×10^{-4}
평균	7.04×10^{-4}	0.26×10^{-4}	5.19×10^{-4}	0.21×10^{-4}	7.10×10^{-4}

주: 40, 45, …, 75세 사망률 사용

〈그림 III-3〉 사망확률(로그) 비교(2013년, 고 연령)



IV. 사망률 추계 국가비교(방법론)

본 장에서는 각 국가의 장래인구 전망시 사용한 사망률 추계방법론을 정리해 비교하고자 한다.

1. 미국

미통계국(U.S. Census Bureau)은 2014년 12월 장기인구전망을 발표하였다. 미국은 2013년 사용한 평균수명 변화값(평균수명의 상한값과 기대여명 값과의 차이)을 지수감소함수로 가정해서 모형을 설정하였다.

다인종 국가인 미국은 장래인구추계를 위해서 크게 히스패닉계와 비히스패닉계로 나누고 그 안에서도 다시 인종별로 분류해 성별로 세분화해 전망하는 방법으로 접근하였다. 장기 인구수를 추계하는데 있어서는 <표 IV-1>에 나타나는 것과 같이 세밀하게 분류하였으나 사망률 추계에 있어서는 단일인종 5분류(백인, 흑인, 인디안&알래스카, 아시아인, 하와이 및 기타 태평양 섬거주 인종)와 2개 이상의 인종, 히스패닉이 아닌 백인, 히스패닉으로 분류하여 제시하였다. 외국태생인(foreign-born population)과 미국태생인(native population)의 사망률 간에는 눈에 띠는 구별성이 없어 별도로 구분하지 않고 계산하였다.

$$C(t) = A - e_0(t)$$

위 수식의 A 는 기대여명의 상한값, $e_0(t)$ 는 t 기에 사람들의 관찰된 기대여명 값 간의 차이를 지수감소함수로 가정한다. 사망률의 성별 패턴은 2010년~2012년 UN버전의 확장된 Coale and Demeny 모델을 사용하였다. 남성의 경우 87세, 여성의 경우 91세로 기대여명을 전망하였다.

40 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

다. Coale and Demeny 서구모형은 특정 나이의 성별, 세 인종으로 나누어 RUP(the Census Bureau's Rural-Urban Projection Program)을 이용해 전망하였다.

히스패닉계와 비히스패닉계 간의 기대여명의 차이는 시간이 지날수록 점점 작아지는 것으로 설정하였으나 히스패닉계에서 남녀의 기대여명의 차이는 다른 두 그룹의 인종 그룹보다 크게 설정하였다. 100세 이상 인구추계의 경우 사망률을 전망하게 되면 고령인구를 상승시켜 사망 데이터를 오인할 위험을 통제하고자 0세-99세사이의 생존율을 바탕으로 계산해 100세부터 115세까지 연장해 생존율을 계산해 사용하였고 100세부터 115세 사이의 생존율은 선형보간의 방법으로 전망하였다.

<표 IV-2>는 실측치와 전망치의 기대여명 값을 성별, 인종그룹으로 정리한 것이다. 비히스패닉 흑인과 AIAN 인종그룹은 출생의 기대여명과 65세 기대여명 둘 다 다른 그룹에 비교해 가장 낮게 나타났다. 하지만 2014년에서 2060년 전망한 그룹 중에 가장 큰 기대여명 증가를 보였다. 이 그룹의 경우 2014년 남성 72.4세, 여성 78.6세에서 2060년에 각각 81.2세, 85.2세로 8.8년, 6.6년 증가하였다. 2014년에 히스패닉의 경우 남자 79.6세 여자 84.2세로 가장 높게 나타나고 이것은 65세의 남은 기대여명에서도 남자 20세, 여성 22.4세로 가장 높게 나타난다. 그러나 방법론의 일치성을 위해 히스패닉과 비히스패닉간의 기대여명은 2040년부터 2060년 기간에는 같도록 설정하고 추정하였다.

42 시장률 전망 모형의 선택과 전망된 시장률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

<표 IV-1> 미국 장래인구추계(2014~2060)

RACE	SEX	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2030	2040	2050	2060
Not Hispanic		263,338,317	264,614,587	265,890,369	267,164,698	268,435,210	269,699,121	270,952,234	281,939,016	288,593,011	292,778,051	297,750,188
White	Male	198,103,114	198,354,394	198,593,398	198,819,358	199,030,517	199,225,019	199,399,832	199,403,343	195,197,015	188,418,849	181,929,597
Female	Male	97,593,122	97,745,234	97,888,105	98,021,129	98,143,421	98,254,088	98,351,866	98,345,610	96,269,851	93,194,364	90,396,649
Black	Male	100,509,992	100,609,160	100,705,293	100,798,229	100,887,096	100,970,931	101,047,966	101,057,733	98,927,164	95,224,485	91,532,948
Female	Male	39,427,551	39,781,591	40,138,886	40,499,192	40,862,172	41,227,288	41,593,636	45,118,448	48,161,993	51,005,521	54,028,173
Asian	Male	18,830,037	19,004,263	19,180,166	19,357,543	19,536,234	19,715,985	19,896,384	21,636,628	23,171,414	24,668,038	26,285,536
Female	Male	20,597,514	20,777,328	20,958,720	21,141,649	21,325,958	21,511,303	21,697,252	23,481,820	24,990,579	26,337,483	27,742,637
Asian	Male	2,344,371	2,359,080	2,373,776	2,388,438	2,403,030	2,417,526	2,431,860	2,555,499	2,623,103	2,641,125	2,637,144
Female	Male	1,154,985	1,161,634	1,168,295	1,174,949	1,181,576	1,188,160	1,194,679	1,251,124	1,283,337	1,295,634	1,298,757
Asian	Male	8,675,611	8,908,404	9,143,252	9,380,099	9,618,767	9,859,072	10,100,937	12,572,965	15,026,372	17,379,413	19,626,323
NHPI	Male	540,053	548,921	557,922	567,035	576,216	585,454	594,717	685,131	765,342	836,326	900,198
Female	Male	272,502	276,954	281,470	286,034	290,610	295,211	299,809	344,423	384,168	419,987	452,852
2+more	Male	267,551	271,967	276,452	281,001	285,606	290,243	294,908	340,708	381,174	416,339	447,346
Female	Male	6,389,037	6,592,504	6,800,382	7,012,786	7,229,758	7,451,343	7,677,533	10,178,018	13,089,127	16,485,138	20,376,184
Female	Male	3,139,172	3,242,499	3,348,119	3,456,086	3,566,346	3,679,005	3,794,009	5,066,308	6,551,968	8,292,564	10,292,808
Female	Male	3,249,865	3,350,005	3,452,263	3,556,700	3,663,412	3,772,338	3,883,524	5,111,710	6,537,159	8,192,574	10,083,376

RACE	SEX	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2030	2040	2050	2060
Hispanic		55,409,700	56,754,267	58,105,159	59,461,093	60,821,255	62,184,865	63,551,224	77,463,178	91,626,191	105,550,298	119,044,452
White	Male	48,836,517	50,014,663	51,197,488	52,383,826	53,573,012	54,764,387	55,957,297	68,055,915	80,249,617	92,054,198	103,384,246
	Female	24,850,961	25,460,773	26,073,162	26,686,945	27,301,532	27,916,338	28,530,880	34,728,985	40,976,993	47,057,831	52,877,387
Black	Male	23,985,556	24,553,890	25,124,326	25,696,881	26,271,480	26,848,049	27,426,417	33,326,930	39,272,624	45,026,367	50,506,859
	Female	2,611,014	2,674,867	2,738,987	2,803,302	2,867,739	2,932,262	2,996,839	3,649,821	4,323,373	5,001,587	5,664,684
AIAN	Male	1,279,189	1,310,944	1,342,891	1,374,988	1,407,181	1,439,431	1,471,728	1,798,133	2,136,708	2,481,320	2,822,367
	Female	1,331,825	1,363,923	1,396,066	1,428,314	1,460,558	1,492,831	1,525,111	1,851,688	2,186,865	2,520,267	2,842,317
Asian	Male	1,612,868	1,645,495	1,678,271	1,711,194	1,744,234	1,777,313	1,810,379	2,138,994	2,451,340	2,729,221	2,970,022
	Female	843,745	860,346	877,059	893,875	910,761	927,646	944,489	1,111,015	1,268,182	1,407,720	1,528,769
NHPI	Male	769,123	785,149	801,212	817,319	833,473	849,667	865,890	1,027,979	1,183,158	1,321,501	1,441,253
	Female	549,112	559,745	570,481	581,309	592,205	603,150	614,153	727,220	846,575	967,765	1,086,215
2+more	Male	274,349	279,513	284,709	289,966	295,259	300,569	305,911	360,821	419,086	478,699	537,444
	Female	274,763	280,222	285,772	291,343	296,946	302,581	308,242	366,399	427,489	489,066	548,771
All	Male	193,902	196,740	199,599	202,481	205,378	208,269	211,148	238,367	262,384	281,633	293,303
	Female	100,462	101,809	103,176	104,556	105,945	107,337	108,724	121,938	133,463	142,455	147,477
All	Male	318,748,017	321,368,864	323,995,528	326,625,791	329,256,465	331,883,986	334,503,458	359,402,194	380,219,202	398,328,349	416,794,610

주: Black= Black or African American, AIAN=American Indian and Alaska Native, NHPI= Native Hawaiian and Other Pacific Islander
 자료: U.S. Census Bureau, Population Division(December 2014)- 2014 National Population Projection 텔레 수록

〈표 IV-2〉 기대여명(미국 인종, 성별 구분 및 65세)

Year	Life Expectancy at birth			Female		
	Non-Hispanic White and API	Non-Hispanic Black and AIAN	Hispanic	Non-Hispanic White and API	Non-Hispanic Black and AIAN	Hispanic
2014	77.4	72.4	79.6	81.8	78.6	84.2
2020	78.4	73.7	80.0	82.7	79.6	84.3
2030	80.2	75.8	80.6	84.0	81.2	84.5
2040	81.7	77.8	81.7	85.3	82.6	85.3
2050	83.2	79.5	83.2	86.4	84.0	86.4
2060	84.6	81.2	84.6	87.5	85.2	87.5

Year	Life Expectancy at Age 65			Female		
	Non-Hispanic White and API	Non-Hispanic Black and AIAN	Hispanic	Non-Hispanic White and API	Non-Hispanic Black and AIAN	Hispanic
2014	18.4	16.6	20.0	20.8	19.8	22.4
2020	18.8	17.1	20.0	21.3	20.3	22.4
2030	19.6	17.9	20.0	22.1	21.1	22.5
2040	20.4	18.7	20.4	22.9	21.8	22.9
2050	21.2	19.5	21.2	23.7	22.6	23.7
2060	21.9	20.2	21.9	24.4	23.3	24.4

주: AIAN = American Indian and Alaska Native; API = Asian and Pacific Islander

자료: U.S. Census Bureau, 2014 National Projections.

미국 장기인구추계 2012년 자료와 2014년 자료 간에 구별되는 특징이 있다면 2012년에서는 상한 연령을 남녀 100세까지 가정하였다면 2014년에는 115세까지 상한 연령을 설정하였다는 점이 구별되는 점이다.

2. 캐나다

캐나다의 장래 인구전망은 2015년 5월에 발표되었고 전망기간은 2013년~ 2063년이다. 대부분의 국가에서 대개 확인할 수 있는 사망자 수의 감소와 기대여명의 증가 현상을 캐나다에서도 확인할 수 있으며 캐나다의 경우 그 추세가 1921년부터 분명하게 나타나 약 90년간 지속 되는 모습이다. 그로 인해 1921년부터 2006년에는 기대여명이 남성은 22년, 여성은 25년이 증가하였다. 허나 20세기 초기보다 최근 10년간에는 전반적으로 그 증가세가 둔화되었다(〈표 IV-3〉, 〈표 IV-4〉).

캐나다 사망률 전망에 사용된 방법론은 LC (Lee and Carter 1992) 방법론으로부터 LL (Li and Lee 2005)방법론을 사용해 계산되었다. LL 모형에 각 그룹(지역이나 영역, 성별 분류)에 따라 특정 연령의 사망률을 로그 값을 취해 계산하였다. 모형에서는 ARIMA모형이나 AR(1)모형을 사용해 외삽법(extrapolation)을 이용해 계산하기도 하였다.

1981년 ~ 2006년간의 자료를 LL 모형에 사용하였고 최근의 사망률 감소 속도와 남녀 간의 기대여명 차이가 감소하는 것을 반영하였다. 최근의 사망률 감소 속도와 남녀 간 기대여명 차이 감소는 2015년 작업에서도 반영하였다. 결측치 문제들을 완화하기 위해 과거 12년간의 실측 자료를 이용해 각각 영토별로 전망 후 합하는 방식을 사용하였다.

과거 발표한 인구전망 자료에서는 지역, 영토별로 구분해 LL (2005) 방법을 사용해 사망률을 계산하였다면 2015년에 발표한 인구전망 사망률 추계에서는 Extended LC 모형을 사용해서 연령별 사망률 감소추세를 짚어낸 것이 특징이다. 사망률 추계 연령은 110세까지 상한을 두고 계산하였다. 전망을 한 이후에 사망률을 확인하는 과정에서 전망된 남성의 기대여명이 여성의 기대여명을 초과하는 결과가 도출되는 문제가 있어 이 부분을 현실을 반영하여 조정 작업을 거쳤다.

〈표 IV-3〉 캐나다 중위가정에 의한 남성 기대수명 전망

Males	2010	2012 -13	2017 -18	2022 -23	2027 -28	2032 -33	2037 -38	2042 -43	2047 -48	2052 -53	2057 -58	2062 -63
Canada	79.1	79.6	80.7	81.7	82.6	83.5	84.3	85.1	85.8	86.4	87	87.6
Newfoundland and Labrador	77.2	77.7	79	80.2	81.3	82.2	83.1	84	84.7	85.4	86.1	86.7
Prince Edward Island	78.2	78.7	80	81.1	82.1	83	83.8	84.6	85.4	86.1	86.7	87.4
Nova Scotia	78.3	78.4	79.5	80.6	81.6	82.5	83.3	84.2	84.9	85.6	86.3	86.9
New Brunswick	77.9	78.8	80	81	82	82.9	83.8	84.5	85.3	86	86.6	87.2
Quebec	79.3	79.8	80.7	81.7	82.6	83.4	84.2	85	85.7	86.3	86.9	87.5
Ontario	79.6	80.1	81.1	82.1	83	83.8	84.6	85.4	86.1	86.7	87.3	87.9
Manitoba	77.5	78.1	79.4	80.6	81.7	82.6	83.5	84.4	85.1	85.8	86.5	87.1
Saskatchewan	77.2	77.7	79.1	80.3	81.4	82.5	83.5	84.4	85.2	86	86.7	87.3
Alberta	78.8	79.4	80.6	81.6	82.6	83.5	84.3	85.1	85.8	86.5	87.1	87.7
British Columbia	79.9	80.4	81.5	82.4	83.3	84.2	85	85.7	86.4	87	87.6	88.1
Yukon	75.4	75.9	77.1	78.2	79.2	80.2	81.1	81.9	82.7	83.4	84.1	84.7
Northwest Territories	76.2	76.7	77.9	78.9	79.9	80.9	81.7	82.5	83.3	84	84.6	85.2
Nunavut	69.7	70.3	71.9	73.4	74.7	75.9	77.1	78.1	79	79.9	80.7	81.4

46 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈표 IV-4〉 캐나다 중위가정에 의한 여성 기대수명 전망

Females	2010	2012 -13	2017 -18	2022 -23	2027 -28	2032 -33	2037 -38	2042 -43	2047 -48	2052 -53	2057 -58	2062 -63
Canada	83.4	83.8	84.5	85.1	85.7	86.3	86.8	87.3	87.8	88.3	88.7	89.2
Newfoundland and Labrador	82.1	82.3	83.1	83.8	84.4	85	85.6	86.1	86.6	87.1	87.6	88.1
Prince Edward Island	83	83.5	84.3	84.9	85.5	86.1	86.7	87.2	87.7	88.2	88.7	89.1
Nova Scotia	82.9	82.9	83.7	84.4	85	85.6	86.2	86.8	87.3	87.8	88.3	88.7
New Brunswick	82.5	83.4	84.2	84.9	85.5	86	86.6	87.1	87.6	88.1	88.5	89
Quebec	83.5	83.9	84.5	85.1	85.7	86.3	86.9	87.4	87.9	88.3	88.8	89.2
Ontario	83.8	84.1	84.8	85.4	86	86.5	87	87.5	88	88.5	88.9	89.3
Manitoba	82	82.4	83.3	84.1	84.8	85.5	86.2	86.8	87.3	87.8	88.3	88.8
Saskatchewan	82.1	82.5	83.3	84.1	84.9	85.6	86.2	86.8	87.4	87.9	88.4	88.9
Alberta	83.3	83.7	84.5	85.1	85.7	86.3	86.8	87.4	87.9	88.3	88.8	89.2
British Columbia	84	84.4	85	85.6	86.2	86.7	87.3	87.8	88.2	88.7	89.1	89.5
Yukon	80.3	80.7	81.4	82.1	82.8	83.5	84.1	84.7	85.2	85.8	86.3	86.8
Northwest Territories	79.9	80.3	81	81.8	82.4	83.1	83.7	84.3	84.9	85.5	86	86.5
Nunavut	73.8	74.2	75.2	76.1	77	77.9	78.8	79.6	80.3	81.1	81.8	82.4

3. 호주

호주는 2013년 11월에 2012년~2101년까지 장래인구를 전망하고 이를 발표하였다. 그 중 사망률은 고위가정과 중위가정 두 가지를 사용하고 있는 것이 다른 국가와 차이가 있다. 고위가정의 경우 남자와 여성의 기대여명이 2009년 0.25년, 0.14년씩 증가해 2061년이 되면 남성의 경우 92.1세, 여성은 93.6세에 이를 것으로 보았다. 중위가정의 경우 0.25년, 0.19년씩 2016년까지 증가하지만 그 이후로는 기대여명의 증가율이 감소할 것으로 전망하였다. 2061년에는 남성 85.2세, 여성 88.3

세에 이를 것으로 전망하였다. 2031년까지 성별, 연령별 사망률은 위와 같은 패턴이 계속됨을 가정하였다(〈표 IV-5〉).

지난 전망 결과인 2008년 자료와 차이점은 중위가정 사망률에서 2004년~2006년 남성 0.3세, 여성 0.25세로 가정하였으나 2013년 추계에서는 그 수치보다 낮게 보았다. 증가율이 점차 감소한다는 것을 예상했던 2008년의 가정과 일관성을 보이는 모습이다.

〈표 IV-5〉 2016년 이후 호주의 기대여명

	Life expectancy at birth		Increase per year		Diff.
	Males	Females	Males	Females	
declining improvement in life expectancy (Medium Assumption)					
2015-16	80.83	85.06	0.25	0.19	4.23
2020-21	81.83	85.81	0.20	0.15	3.98
2025-26	82.58	86.36	0.15	0.11	3.78
2030-31	83.08	86.76	0.10	0.08	3.68
2060-61	85.18	88.26	0.07	0.05	3.08
Constant improvement in life expectancy(High assumption)					
2015-16	80.83	85.06	0.25	0.19	4.23
2020-21	82.08	86.01	0.25	0.19	3.93
2025-26	83.33	86.96	0.25	0.19	3.63
2030-31	84.58	87.91	0.25	0.19	3.33
2060-61	92.08	93.61	0.25	0.19	1.53

자료: 호주 통계청

호주의 사망률 추계방법은 두 단계로 볼 수 있는데 하나는 각각의 전망연도의 기대여명을 전망한 후 사망률 연령곡선을 이동시켜가며 기대여명을 반영하여 생명표로 작성하는 것이다. 사망률 연령곡선의 이동은 미래에도 현재와 크게 변하지 않는다는 가정을 두고 전망한다.

4. 영국

2014년 3월 영국은 2012년~2112년까지 국가 장래인구전망을 제시하였다. 2012년 기반의 전망자료에는 향후 25년인 2037년까지를 집중 조명하며 그 이후로 2112년까지 전망하였다. 전망 연령은 89세까지는 각 세별로, 90세 이상의 경우에는 104세까지 계산하고, 105세 이상 연령으로 크게 세 그룹으로 구분해 계산하였다. 2012년에 사용하였던 방법과 동일하게 90세 이상의 연령별 인구전망치는 Kannisto-Thatcher survivor ratio method를 사용하였다. 영국의 경우 잉글랜드, 스코틀랜드, 웨일스 등 지역, 영토별로 나누어 각각 전망 후 합하는 방식을 사용하였는데 스코틀랜드의 경우 인구전망의 상한 연령이 다른 지역과 맞지 않는 등 예외적인 사항이 있기도 하다.

영국의 사망률 전망은 과거의 사망률 추세를 외삽법으로 추정하였다. 2037년에 모든 연령에서 사망률이 1.2%로 수렴하도록 설계하고 그 이후에는 1.2%로 수렴하도록 설계하였다. 1922년~1939년 사이에 출생한 인구의 경우 지난 25년간 그 이전, 이후에 태어난 사람보다 사망률이 크게 개선되었는데 이것은 영국 영토에 속한 모든 지역에서 확인되는 공통적인 특징이다. 역시 영국도 저, 중, 고위 가정으로 나누어서 가정을 다양화하고 있으며 2012년 기준년으로 $\pm 2\%$, 2037년 타겟년도에는 $\pm 1.2\%$ 의 차이를 두고 가정을 다양화 하였다(〈표 IV-6〉, 〈표 IV-7〉).

〈표 IV-6〉 영국 영토분류별 기대수명

Males	2012	2012	2037	2037	2062	2062
	Period	Cohort	Period	Cohort	Period	Cohort
United Kingdom	79.0	90.6	84.1	94.3	87.3	98.0
England	79.3	90.8	84.4	94.5	87.5	98.1
Wales	78.3	90.0	83.6	93	86.8	95.1
Northern Ireland	78.1	89.9	83.3	93.7	86.6	97.4
Scotland	76.8	88.6	82	92.6	85.4	96.5
Females						
United Kingdom	82.7	93.9	87.3	97.3	90.3	100.7
England	82.9	94.1	87.6	97.5	90.5	100.9
Wales	82.1	93.5	87	97	90	100.4
Northern Ireland	82.3	93.4	86.9	96.9	89.8	100.3
Scotland	80.8	92.2	85.5	95.8	88.6	99.4

자료: Historic and Projected Mortality Data from the Period and Cohort Life Tables, 2012-based, UK, 1981-2062

〈표 IV-7〉 영국의 가정별 기대수명

Males	1982	1982	2012	2012	2037	2037	2062	2062
	Period	Cohort	Period	Cohort	Period	Cohort	Period	Cohort
Principal	13.0	14.2	18.3	21.2	22.3	24.1	24.9	27.0
High	13.0	14.2	18.3	22.4	24.1	28.7	29.4	35.7
Low	13.0	14.2	18.3	20.3	20.7	20.7	20.7	20.7
Females								
Principal	17.0	18.0	20.7	23.9	24.7	26.7	27.2	29.5
High	17.0	18.0	20.7	25.2	26.3	31.2	31.4	37.9
Low	17.0	18.0	20.7	22.9	23.2	23.2	23.2	23.2

자료: 전계서

50 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

5. 일본

일본의 인구전망은 2012년 1월에 발표하여 2011년~2110년까지 전망한 자료를 제시하였다. 사망률 추계방법은 연령, 성별로 생존율을 제시하고 이는 미래생명표를 구성하는데 사용하였다. LC 모형을 사용하여 일본이 전 세계에서 기대수명이 가장 높고 고 연령층 사망이 늦어지는 경향을 반영해 과거 연령별 사망률 곡선에 사망이 늦어지는 것을 선형 미분모델을 사용해 LC 모형으로 추정하였다. 고령연령 110세까지 남녀 사망률을 계산하였다.

2060년 중위 남성의 기대수명은 84.19세, 여성의 경우는 90.93세이다. 고위가정(높은 사망률 가정한 경우-국가 비교시 저위 기대수명 가정에 해당) 남성의 기대수명은 83.22세, 여성의 경우 89.41세이다. 저위 가정에서 남성의 기대수명은 85.14세, 여성의 경우 91.17세이다(표 IV-8)。

〈표 IV-8〉 일본의 가정별 기대수명

YEAR	Medium mortality			High mortality			Low mortality		
	Male	Female	diff.	Male	Female	diff.	Male	Female	diff.
2010	79.64	86.39	6.75	79.64	86.39	6.75	79.64	86.39	6.75
2011	79.27	85.93	6.66	78.59	85.23	6.64	79.89	86.56	6.67
2012	79.96	86.67	6.72	79.34	86.05	6.71	80.57	87.3	6.73
2013	80.09	86.8	6.72	79.47	86.17	6.71	80.7	87.43	6.73
2014	80.21	86.93	6.72	79.59	86.3	6.71	80.83	87.56	6.73
2015	80.34	87.05	6.72	79.71	86.42	6.71	80.96	87.69	6.73
2016	80.46	87.18	6.72	79.83	86.54	6.71	81.09	87.81	6.73
2017	80.58	87.3	6.72	79.95	86.66	6.71	81.21	87.94	6.73
2018	80.7	87.42	6.72	80.06	86.77	6.71	81.33	88.06	6.73
2019	80.81	87.53	6.72	80.17	86.88	6.71	81.45	88.18	6.73
2020	80.93	87.65	6.72	80.28	86.99	6.71	81.57	88.3	6.73
2030	81.95	88.68	6.73	81.25	87.97	6.72	82.65	89.39	6.74
2040	82.82	89.55	6.73	82.03	88.76	6.72	83.59	90.34	6.75
2050	83.55	90.29	6.74	82.68	89.41	6.73	84.42	91.17	6.75
2060	84.19	90.93	6.75	83.22	89.96	6.74	85.14	91.9	6.76

자료: Population Projections for Japan(January 2012): 2011 to 2060

6. 한국

한국의 사망률은 저, 중, 고위 3 가정으로 2060년까지 추계하고 있다. 확률론 모형인 LL 모형을 이용해 성별, 연령별 사망확률을 추정하였다. 0세의 사망률이 급격하게 감소하는 경향이 있어 2055년까지 일본의 감소속도를 적용해 영아사망확률을 추정하였다. 75세 이상의 경우 사망률을 추계할 기초자료가 부족하여 2모수 로지스틱 모형으로 사망확률을 추정하였다. 이외에 1~100세는 확률론적 모형인 LL 모형을 사용하였고 기대수명을 계산할 때 상한연령을 기준 95세 이상에서 100세 이상으로 확장하였다(<표 IV-9>).

<표 IV-9> 가정별 기대수명, 1970-2060(한국)

	가정	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060
남자 (세)	중위	67.29	72.25	77.20	79.31	81.44	83.42	85.09	86.59
	고위			77.20	81.64	83.97	85.97	87.66	89.09
	저위			77.20	76.87	78.67	80.45	82.07	83.64
여자 (세)	중위	75.51	79.60	84.07	85.67	86.98	88.21	89.28	90.30
	고위			84.07	87.67	89.21	90.44	91.57	92.53
	저위			84.07	83.54	84.59	85.73	86.82	87.81

자료: 통계청 장래인구추계(2010 인구주택총조사 기준)

한국은 LL 모형을 사용해 사망률을 추계하였다. 타 국가와 비교해보았을 때 캐나다가 LL 모형을 사용해서 사망률을 추계하기는 하였지만 최근 발표한 장래인구추계에서는 LC 모형을 LL 모형과 함께 접목해서 사망률 추계를 시도하였다. 각 국가마다 인구구조가 상이한 특징 때문에 어떤 추계방식이 옳고 그르다고 결론 내리기 어렵다. 본 연구에서는 이런 점을 정확히 이해하고 여러 사망률 추계방식 중 최신의 방법이라 할

52 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

수 있는 모형을 적용하려고 하였고 이에 따라 국민연금 수급자의 수익비와 재정에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

지금까지의 내용을 국가별로 비교하면 <표 IV-10>와 같이 요약할 수 있다.

<표 IV-10> 국가별 비교 요약

국가	추계방식	특징	추계상한 연령	발표 연도
미국	평균수명 변화값(평균수명의 상한값, 기대여명 값과의 차이)에 지수감소함수 가정	◦다인종국가의 특징으로 히스페닉 계와 비히스페닉계로 분류 및 인종별로 세분화	115세 (2012년 상한연령 100세 가정)	2014년 12월
캐나다	Lee-Carter(1992) with Li-Lee(2005), 특정 연령 사망률의 로그값, ARIMA, AR(1), 외삽법 사용	◦지난 사망률 추계에는 인구전망 자료에 지역, 영토별(캐나다의 경우 영토, 지역이 흩어진 특징이 있음)으로 Li-Lee를 사용함, ◦2015년 발표에는 Extended Lee-Carter 모형을 사용	110세	2015년 5월
호주	각 전망연도의 기대여명 계산 후 사망률 연령곡선을 이동시켜 생명표를 작성	◦고위, 중위만 가정함		2013년 11월
영국	과거의 사망률 추계를 외삽법으로 추정	◦89세까지는 각세별 전망, 90세~104세 전망, 105세 이상 연령으로 전망 ◦영토별로 나뉘져 있는 특징을 살려 영토를 기준으로 기대수명을 전망(따라서 각 영토마다 기준이 일정하지 않다는 한계점 존재)		2014년 3월
일본	연령, 성별로 생존율을 제시, 미래생명표를 작성, Lee-Carter모형을 사용함	◦고연령층 사망이 늦어지는 경향을 반영해 사망률을 곡선에 반영 (선행미분모델을 사용)	110세	2012년 1월
한국	성별, 연령별 사망률을 추정, Li and Lee 모델 사용	◦0세의 사망률은 일본에서 사용한 영아사망확률을 채택 ◦75세 이상의 경우 기초자료 부족으로 2모수 로지스틱 모형으로 사망률을 추정	100세 이상 (이전 버전에서 95세 가정)	2011년 12월

V. 국민연금 노령연금 수급자 수익비 전망

국민연금의 노령연금 수급자의 수익비를 산출하기 위해서 먼저 사망률을 전망해야 한다. 사망률 전망모형으로는 CBD 확장모형을 사용하였다. III장의 고 연령에 대한 적합성 테스트 결과 남자는 CBD 확장모형의 적합성이 높게 나타났고 여자의 경우 2-요소 LC 모형이 가장 높게 나타났으나 여자의 경우 CBD 확장 모형과의 차이가 미미하고 CBD 계열의 모형이 원래 고 연령에 사용하기 위한 모형이므로 남자와 여자 모두 CBD 확장모형을 사용하였다.

수익비를 계산하기 위하여 고려한 또 한 가지 중요한 사항은 국민전체가 아닌 국민연금 수급자의 기대여명을 반영하였다는 점이다. 국민연금 수급자의 기대여명이 국민 전체의 기대여명보다 높은 경향이 있으므로 이러한 차이를 고려하여야 정확한 수익비를 산출할 수 있다.

본 장에서는 먼저 수급자와 관련된 국민연금의 현황을 소개한 후 CBD 확장모형을 사용하여 사망률을 전망한다. 그 다음 국민연금 노령연금 수급자의 사망률과의 차이를 반영한 후 기대여명을 계산하여 마지막으로 노령연금 수급자의 수익비를 산출한다.

1. 수급자 관련 국민연금의 현황

국민연금 재정추계 모형에 가장 큰 틀은 가입자 추계와 수급자 추계이다. 가입자 추계는 국민연금에 수입부분을 대부분 설명할 수 있고 수급자 추계는 지출부분을 설명할 수 있다. 따라서 가입자 추계와 수급자 추계를 얼마만큼 정확하게 하느냐에 따라서 국민연금 재정추계 결과의 신뢰성을 결정하게 된다. 향후를 전망하는 추계를 위해서는 무엇보다 동향을 살펴보는 것이 의미 있는 작업이 될 것이다. 본 장에서는 수급자

54 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

동향을 파악하고 이를 위한 인구통계학적 구조와 급여부분을 확인하고자 한다.

국민연금연구원에서는 매년 국민연금자료를 수록한 통계연보를 발간한다. 2015년 제27호 통계연보(2014년 12월 31일 말 기준의 국민연금통계연보)에 따르면 매해년 수급건수와 그 금액이 증가하고 있다. 제3차 재정추계 결과에서도 2043년에 수지차(수입과 지출의 차이)가 마이너스 (-)로 변환되어 기금적립액은 17년만인 2060년에 고갈되는 것으로 전망하고 있다. 국민연금 제도의 지속가능성을 위협하는 것은 우리나라의 인구구조를 지적할 수 있다. 우리나라는 합계출산율 1.23명 수준으로 출생인구는 점점 감소하고 그로인해 생산가능인구도 감소할 것으로 전망한다. 반면에 기대수명은 계속해서 길어지고 그로인해 고령인구가 점점 많아지는 것도 국민연금의 지속가능성을 위협한다. 고령인구가 많아지는 것은 국민연금의 급여지출과 관계가 있는 부분으로 기대수명이 길어져 급여지출이 예상된 지출액보다 더 커질 수 있고 이는 기금소진을 앞당기는 문제로 귀결될 수 있다.

정부는 저출산·고령사회에 대한 문제의식을 가지고 근본적인 해결책을 찾기 위해 논의하고 있다. 국민연금에서도 이 두 이슈에 대해서 문제의식을 가지는 것이 무엇보다 중요하다. 저출산은 잠재가입자의 수가 감소하는 문제와 관련이 있고 고령사회는 잠재수급자가 폭발적으로 증가해 쉽게 감소하지 않는다는 특성 때문이다. 가입자와 수급자의 비대칭성은 가입자에게 부담을 수급자의 수급액 감소 또는 부족으로 이어질 가능성이 높다. 그렇게 되면 결국 국민연금 제도의 지속가능성을 위협하는 문제가 된다.

다음의 <표 V-1>은 2010년~2014년 연금수급건과 연금지출금액을 통계연보에서 발췌 정리한 것이다. <표 V-2>는 2010~2014년 일시금 수급건과 수급지출액을 발췌 정리하였다.

〈표 V-1〉 2010년~2014년 연금수급건 수와 연금지출금액

(단위: 건, 백만 원)

구 분	연금				
	소 계	노 령	장 애	유 족	
2014	수급자	3,586,805	2,947,422	75,387	563,996
	금액	13,087,468	11,295,917	331,604	1,459,947
2013	수급자	3,440,693	2,840,660	75,041	524,992
	금액	12,361,973	10,705,594	326,168	1,330,211
2012	수급자	3,310,211	2,748,455	75,934	485,822
	금액	10,837,244	9,327,087	314,463	1,195,694
2011	수급자	3,015,244	2,489,614	75,895	449,735
	금액	9,273,039	7,905,180	305,547	1,062,312
2010	수급자	2,820,649	2,330,128	76,280	414,241
	금액	8,107,420	6,861,876	296,305	949,239

자료: 2014년 국민연금통계연보 자료 발췌 정리

〈표 V-2〉 2010년~2014년 일시금 수급건과 수급지출액

(단위: 건, 백만 원)

구 분	일시금				
	소 계	장 애	반 환	사 망	
2014	수급자	161,325	2,651	146,353	12,321
	금액	692,475	34,471	618,469	39,535
2013	수급자	193,077	2,993	179,440	10,644
	금액	750,779	38,737	679,145	32,897
2012	수급자	189,311	2,862	175,716	10,733
	금액	713,510	34,654	648,045	30,811
2011	수급자	151,739	3,480	136,628	11,631
	금액	546,257	41,919	475,051	29,287
2010	수급자	154,687	3,447	141,347	9,893
	금액	528,047	37,299	465,123	25,625

자료: 2014년 국민연금통계연보 자료 발췌 정리

56 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

2014년 통계연보에 따르면 노령연금 수급건수는 294만 건, 장애연금은 7만5천 건, 유족은 56만 3천 건으로 집계된다. 2014년 한해 노령연금으로 지출된 총 금액은 11조 2959억 원으로 건당 연 기준 약 383만 원에 월로 환산하면 31만원 수준으로 집계된다.

〈표 V-3〉은 65세 이상 인구대비 성별 수급자 현황을 정리한 것이다. 2014년 통계연보에 따르면 우리나라 65세 이상 인구는 652만 명으로 집계되고 그 중 국민연금 수급자는 227만 명으로 집계된다. 이는 우리나라 65세 이상 고령자 중 34.87%에 해당하는 비율이다. 남성과 여성 을 비교해보면 65세 이상 남녀 인구비율은 남성은 42%(272만 명), 여성은 58%(379만 명)를 구성하고 있다. 하지만 수급자 비율은 남성 60%(137만 명), 여성 40%(89만 명)로 역전되는 현상을 보이는데 이것은 남성의 경우 사회참여율이 여성보다 높은 것과 관련지어 생각해 볼 수 있다. 제도권 안에서 국민연금에 10년 이상 가입하고 수급대상자에 해당하게 되는 남성이 훨씬 많은 것이다.

〈표 V-3〉 65세 이상 인구대비 성별 수급자 현황

(단위: 명, %)

	인구	총 수급자	노령연금 수급자	장애연금 수급자	유족연금 수급자	비율
계	6,520,607	2,273,816	1,981,184	13,634	278,998	34.87
남	2,726,895	1,376,395	1,338,543	10,900	26,952	21.11
여	3,793,712	897,421	642,641	2,734	252,046	13.76

1988년에 처음 시작된 국민연금은 제도 시행이 27년 남짓으로 제도 초기에는 가입자가 주를 이루었다. 이전에는 수급자의 수급대상 연령을 60세로 설정하였으나 재정부담을 완화하고자 수급연령을 65세로 상향조정하게 되었다. 이때 출생연도별로 점진적으로 수급시기를 조정하여 다

음과 같이 그 수급시기가 변경되었다. 조기노령연금의 경우 수급시기 도달 전에 연금을 청구한 경우 지급되는 급여로 기본적인 노령연금의 기본조건인 가입기간 10년 이상을 충족시킨 수급대상자 중에 소득 있는 업무에 종사하지 않고 60세 이전에 급여를 신청하는 경우에 해당한다. 다음 〈표 V-4〉는 출생년도별로 조정된 연금수급시기를 정리한 것이다.

〈표 V-4〉 출생연도별 연금수급시기

출생년도	수급시기(조기)
‘53년~’56년	61세(56세)
‘57년~’60년	62세(57세)
‘61년~’64년	63세(58세)
‘65년~’68년	64세(59세)
‘69년~	65세(60세)

2. CBD 확장모형의 모수 추정 방법

사망확률의 미래 전망을 위해 사용한 데이터는 통계청의 2001년부터 2013년까지의 간이 생명표 중 60세 ~ 95세의 생존자 수와 사망자 수이다. 그 이전의 데이터는 한계연령이 100세보다 낮고 최근의 고연령의 개선속도가 과거와 다르기 때문에 최근의 개선속도를 반영하기 위함이다. 사망확률 전망에는 적합성이 우수한 CBD 확장모형을 사용한다²⁾.

미래 사망확률 전망을 위해서는 $A(t) = (A_1(t), A_2(t), A_3(t), A_4(t))'$ 를 전망해야 한다. 먼저 식 CBD 확장모형의 형태를 로짓 형태로 변형하여 2001년부터 2013년까지 각 연도별로 8개(60, 65, ..., 95세)의 연령별

2) III장의 적합성 테스트에 사용한 데이터와 V장에서 사용한 실제 데이터가 다르므로 CBD 확장모형이 가장 적합성이 높다고 결론지을 수 없지만 일반적으로 CBD 모형은 고연령에 사용하기 위한 모형이므로 CBD 모형의 변형인 CBD 확장모형을 V장에서 사용하였다.

58 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

사망률 자료를 이용하여 회귀분석을 통하여 $A(t)$ 를 추정한다. 그 다음 $A(t)$ 를 식 (2)와 같이 4차원의 상수를 갖는 임의보행(two dimensional random walk with drift) 모형을 적용하여 미래에 대해 전망한다. 추정절차는 다음과 같이 요약할 수 있다:

- (a) 2001년에서 2013년까지 연도별로 8개 (60, 65, …, 95세)의 연령별 사망률 자료(간이생명표의 생존자수와 사망자수)를 이용하여 식 (4)로부터 $A(2001), A(2002), \dots, A(2013)$ 를 회귀분석으로 추정

- (b) $A(t+1) - A(t), t = 2001, \dots, 2012$ 의 평균을 $\mu =$

$$\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4)' \text{로 정의}$$

- (c) \hat{V} 계산:

$$\hat{V} = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{13} & v_{14} \\ v_{21} & v_{22} & v_{23} & v_{24} \\ v_{31} & v_{32} & v_{33} & v_{34} \\ v_{41} & v_{42} & v_{43} & v_{44} \end{pmatrix}$$

v_{ij} 는 $[A_i(t+1) - A_i(t)] - \mu_i$ $\times [A_j(t+1) - A_j(t)] - \mu_j$ 의 평균 ($i, j = 1, \dots, 4, t = 2001, \dots, 2012$)

- (d) \hat{V} 를 촐래스키 분해하여 C 를 산출

- (e) $Z(t+1)$ 를 4차원의 표준화 정규분포를 따르는 난수표를 사용하여 발생

- (f) 산출된 모수들을 식(4)에 대입하여 사망률(또는 사망확률) 계산

- (g) (e)와 (f)를 미래의 각 연도에 대해 100번 반복하여 평균한 사망확률을 그 연도의 전망된 사망확률로 사용

3. 전망 결과

위의 추정 절차를 적용한 결과 남자의 경우는

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} -0.0428729 \\ 0.0012455 \\ -0.0000002 \\ -0.0000022 \end{pmatrix},$$

$$\hat{V} = \hat{C}\hat{C}^T = \begin{pmatrix} 4.44 \times 10^{-4} & 1.94 \times 10^{-5} & -1.40 \times 10^{-6} & -6.33 \times 10^{-8} \\ 1.94 \times 10^{-5} & 1.97 \times 10^{-6} & 1.80 \times 10^{-8} & -6.61 \times 10^{-10} \\ -1.40 \times 10^{-6} & 1.80 \times 10^{-8} & 2.98 \times 10^{-8} & 1.26 \times 10^{-9} \\ -6.33 \times 10^{-8} & -6.61 \times 10^{-10} & 1.26 \times 10^{-9} & 5.88 \times 10^{-11} \end{pmatrix}$$

로 나타났고, 여자의 경우는

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} -0.0573073 \\ 0.0009264 \\ 0.0000484 \\ -0.0000007 \end{pmatrix},$$

$$\hat{V} = \hat{C}\hat{C}^T = \begin{pmatrix} 7.06 \times 10^{-4} & 3.91 \times 10^{-5} & -1.77 \times 10^{-6} & -6.17 \times 10^{-8} \\ 3.91 \times 10^{-5} & 8.13 \times 10^{-6} & -1.89 \times 10^{-7} & -2.26 \times 10^{-8} \\ -1.77 \times 10^{-6} & -1.89 \times 10^{-7} & 1.97 \times 10^{-8} & 1.19 \times 10^{-9} \\ -6.17 \times 10^{-8} & -2.26 \times 10^{-8} & 1.19 \times 10^{-9} & 1.15 \times 10^{-10} \end{pmatrix}$$

로 나타났다. $\hat{\mu}_1$ 은 남자와 여자 모두 음의 값이므로 전반적인 사망률이 개선되어 월음을 의미한다. 연령증가에 따른 사망률 변화를 알아보기 위해서는 $\hat{\mu}_2$, $\hat{\mu}_3$, 그리고 $\hat{\mu}_4$ 의 크기를 함께 고려해야 한다. 남자의 경우 $\hat{\mu}_2$, $\hat{\mu}_3$, 그리고 $\hat{\mu}_4$ 의 부호는 각각 +, -, -로 나타나 연령의 일차원적

60 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

증가에 따른 사망률 개선은 전반적인 개선정도에 비해 느린 영향을 주고, 연령의 이차원과 삼차원적 증가에 따른 개선은 빠른 영향을 주지만 -부호의 절대값이 +부호의 절대값에 비해 매우 작으므로 이 요소들을 결합할 경우 전체적으로 연령 증가에 따른 사망률 개선은 전반적인 개선에 비해 느려지게 된다. 여자의 경우는 $\hat{\mu}_2$, $\hat{\mu}_3$, 그리고 $\hat{\mu}_4$ 의 부호가 각각 +, +, -로 나타나 연령의 일차원과 이차원적 증가에 따른 사망률 개선은 전반적인 개선에 비해 느린 영향을 주고, 삼차원적 증가에 따른 개선은 빠른 영향을 주지만 -부호의 절대값이 매우 작아 이들을 모두 결합하게 되면 연령 증가에 따른 사망률 개선은 전반적인 사망률 개선에 비해 남자와 마찬가지로 느려지게 된다. 남자와 여자의 사망률 개선정도를 비교하면 남자의 $\hat{\mu}_1$ ($=-0.0429$)이 여자의 $\hat{\mu}_1$ ($=-0.0573$)보다 높아 전반적인 사망 개선율은 여자가 남자보다 높지만 연령증가에 따른 사망률 개선 정도는 여자가 남자보다 더 느린 것으로 나타났다.

만약 1983년~2013년 데이터³⁾²²를 이용하면 남자의 경우,

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} -0.0441595 \\ 0.0007093 \\ 0.0000479 \\ -0.0000059 \end{pmatrix},$$

$$\hat{V} = \hat{C}\hat{C}^T = \begin{pmatrix} 1.74 \times 10^{-4} & -4.72 \times 10^{-7} & -1.42 \times 10^{-6} & -7.73 \times 10^{-8} \\ -4.72 \times 10^{-7} & 9.79 \times 10^{-6} & -3.20 \times 10^{-8} & -1.71 \times 10^{-7} \\ -1.42 \times 10^{-6} & -3.20 \times 10^{-8} & 6.45 \times 10^{-8} & 4.49 \times 10^{-9} \\ -7.73 \times 10^{-8} & -1.71 \times 10^{-7} & 4.49 \times 10^{-9} & 3.80 \times 10^{-9} \end{pmatrix}$$

가 되고, 여자의 경우,

3) 1983년~2013년 데이터의 연령이 60세부터 75세이므로 2001년~2013년과의 정확한 비교는 아님.

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} -0.0461511 \\ 0.0008793 \\ 0.0000652 \\ -0.0000037 \end{pmatrix},$$

$$\hat{V} = \hat{C}\hat{C}^T = \begin{pmatrix} 3.88 \times 10^{-4} & 1.47 \times 10^{-5} & -1.79 \times 10^{-6} & -7.04 \times 10^{-8} \\ 1.47 \times 10^{-5} & 1.72 \times 10^{-5} & -1.05 \times 10^{-7} & -2.59 \times 10^{-7} \\ -1.79 \times 10^{-6} & -1.05 \times 10^{-7} & 2.73 \times 10^{-8} & 1.76 \times 10^{-9} \\ -7.04 \times 10^{-8} & -2.59 \times 10^{-7} & 1.76 \times 10^{-9} & 4.86 \times 10^{-9} \end{pmatrix}$$

가 된다. 남자의 경우 $\hat{\mu}_1$ 값이 2001년~2013년 데이터를 사용한 경우보다 낮게 나타났고 여자의 경우 $\hat{\mu}_1$ 값이 2001년~2013년 데이터를 사용한 경우보다 높게 나타났는데 이러한 사실은 사망 개선율이 2001년 이후가 2001년 이전보다 남자는 약간 낮아졌고 여자는 높아졌음을 의미한다. <그림 V-1>은 $A(t)$ 의 연도별 추이를 나타낸다. 남자와 여자의 경우 모두 $A_1(t)$ 는 감소하고 $A_2(t)$ 는 대체로 증가하는 경향을 보인다. 이러한 경향은 위에서 설명한 μ_1 과 μ_2 의 부호와 일치한다. $A_3(t)$ 는 남자의 경우 2006년을 제외하면 큰 차이가 없고($\mu_3=-0.0000002$) 여자의 경우 대체로 증가하는 경향을 보인다($\mu_3=0.0000484$). $A_4(t)$ 는 남자의 경우 2006년을 제외하면 서서히 감소하고($\mu_4=-0.0000022$) 여자의 경우는 2003~2006년까지 감소하다가 2007년에 크게 증가하는 경향을 보이지만 전체적으로 약간 감소하는 것으로 나타난다($\mu_4=-0.0000007$). 실제 수치를 대입해 비교해 보면 고연령의 개선추이는 전반적 개선추이보다 상대적으로 느리게 나타난다.

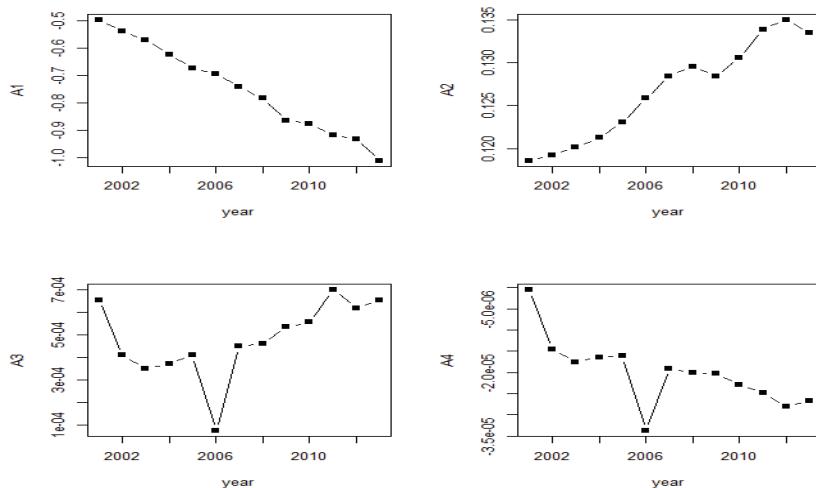
2006년 추정치는 다른 기간의 추정치와 차이가 있는데 이에 대한 분석은 다음과 같다. 여자의 경우 A_2 추정치가 다른 기간보다 높게 나타나는 것은 2006년의 연령증가에 따른 사망확률 증가율의 연령에 대한 평균을 다른 기간과 비교해 보면 알 수 있다. 2004년~2008년의 증가율

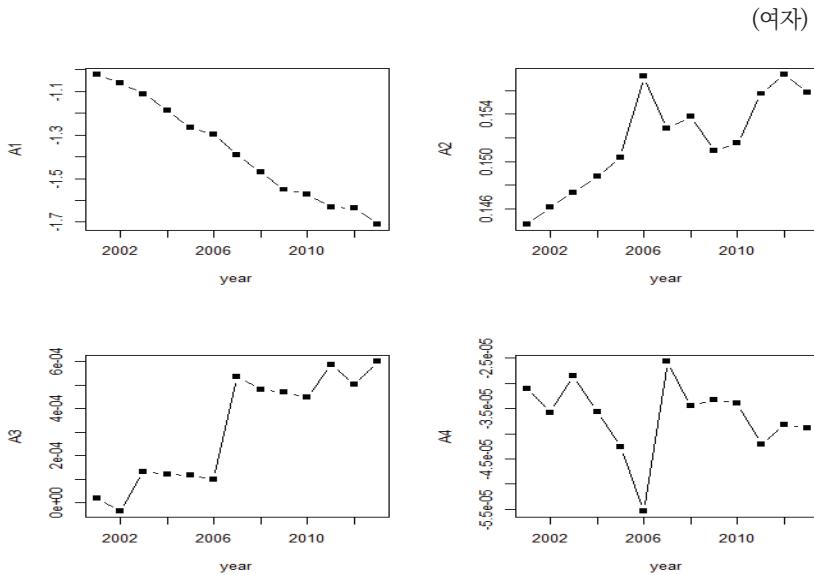
62 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

평균을 계산해보면 각각 0.631, 0.641, 0.668, 0.677, 0.686으로 2006년의 추정치가 전체적인 증가추세보다 약간 높은 것으로 나타난다. 남자의 경우 A_3 추정치가 낮게 나타난 것은 연령별 사망률 증가율을 산출한 후 이 증가율 간의 증가율을 계산하여 연령에 따른 평균을 산출하여 타 연도와 비교해 보면 알 수 있다. 2004년~2008년의 평균은 각각 -1.123, -1.101, -1.244, -1.153, -1.105로 나타나 2006년의 추정치가 타 연도에 비해 낮다. A_4 에 대해서는 A_1, A_2, A_3 에 의한 효과를 제거한 후 분석해야 하므로 분석이 쉽지 않다. A_2 와 A_3 분석으로 미루어 볼 때 2006년의 연령별 사망률 증가율의 행태가 타 연도와 차이가 나기 때문일 것으로 판단된다.

〈그림 V-1〉 $A_1 \sim A_4$ 추세 (2001년 ~ 2013년)

(남자)

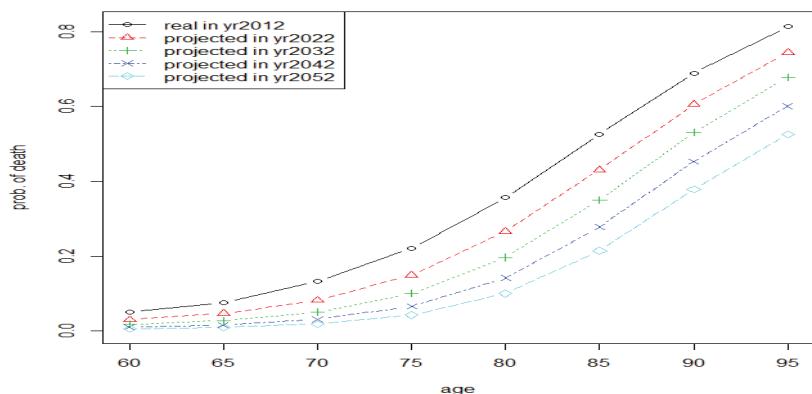




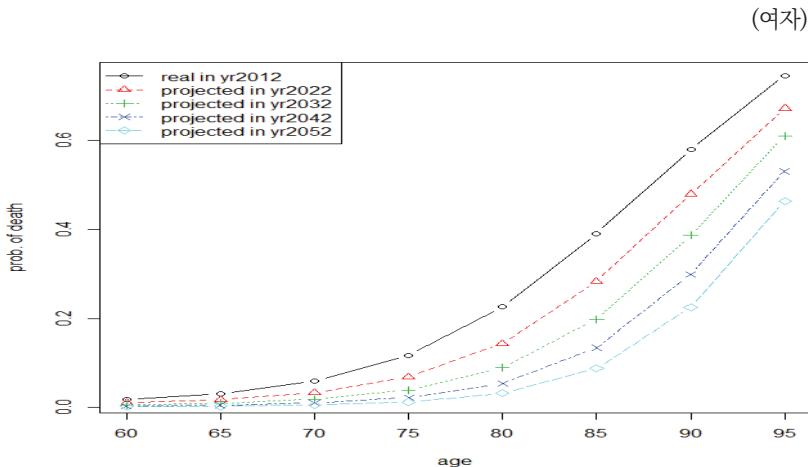
〈그림 V-2〉는 위에서 추정한 결과를 사용하여 CBD 확장모형에 따라 2022년부터 2052년까지 추계된 사망확률을 보여준다. 남녀 모두 사망률의 지속적인 개선이 일어나고 있음을 알 수 있다.

〈그림 V-2〉 CBD 확장모형을 이용한 사망확률 전망

(남자)



64 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석



4. 노령연금 수급자 사망확률 수준 결정

국민연금의 노령연금 수급자 기대여명과 수익비를 추정하기 위해서 노령연금 수급자의 사망확률을 전망해야 한다. 하지만 국민연금 제도가 1988년에 시작되었고 첫 수급자는 1993년에야 발생하여 제도 초기에 수급자와 사망자 수가 매우 적었다. 따라서 전망에 사용하기 위해 자료가 어느 정도 쌓인 2000년대 후반 이후의 데이터(연도별 연초 생존자수와 연초부터 연말까지 사망자수)를 사용한다. 그리고 데이터를 평활화하기 위해 각 세별 사망확률을 5세 구간단위로 변경한다. 하지만 사용 가능한 데이터 기간이 매우 짧아 노령연금 수급자 데이터를 사용하여 직접 전망하기에는 무리가 있다. 따라서 통계청 자료를 사용하여 국민 전체 사망확률을 CBD 확장모형으로 전망한 후 2000년대 후반 이후의 노령연금 수급자 경험 사망확률과 동시대의 국민 전체 사망확률과의 차이를 보정하여 노령연금 수급자의 미래 사망확률을 결정한다.⁴⁾

4) 79세의 사망자수는 2007년 이후의 자료에만 존재하고 84세의 사망자수는 2012년 이후 자료에만 존재하여 60~79세의 사망확률은 2007년 이후의 자료를, 80~84세 사망확률은 2012년 이후의 자료를 사용하였다.

〈표 V-5〉와 〈그림 V-3〉은 2007년부터 2013년까지 노령연금 수급자 사망확률과 통계청 사망확률을 비교한 것이다. 80세~84세 연령구간은 사망자 수의 부족으로 2012년과 2013년만을 비교하였다. 통계청 사망 확률 대비 노령연금 수급자 사망확률 비율이 연도별로 큰 차이를 보이고 있지 않다. 하지만 데이터가 부족한 2009년 이전 75~79세 구간의 사망확률 비율은 남녀 모두 2009년 이후와 차이가 있는 것으로 나타났다.

〈표 V-5〉 국민전체 사망확률과 국민연금 노령연금 수급자 국민연금 비교

(1) 노령연금 수급자의 사망확률

연령	성별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
60~64		0.0420	0.0409	0.0395	0.0375	0.0361	0.0343	0.0354
65~69		0.0826	0.0796	0.0747	0.0709	0.0660	0.0626	0.0600
70~74	남자	0.1310	0.1311	0.1263	0.1249	0.1176	0.1172	0.1101
75~79		0.1813	0.1958	0.2005	0.2036	0.1986	0.2021	0.1877
80~84						0.3140	0.3002	
60~64		0.0147	0.0132	0.0128	0.0123	0.0106	0.0095	0.0116
65~69		0.0307	0.0295	0.0283	0.0271	0.0246	0.0235	0.0226
70~74	여자	0.0638	0.0583	0.0588	0.0533	0.0499	0.0504	0.0453
75~79		0.1278	0.1223	0.0999	0.1022	0.0980	0.1002	0.0926
80~84						0.1354	0.2089	

(2) 국민전체 사망확률

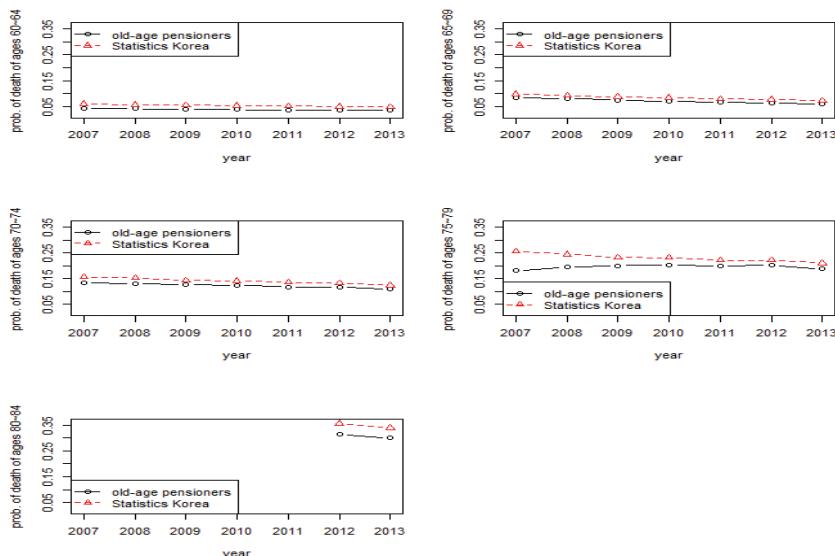
연령	성별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
60~64		0.0596	0.0568	0.0552	0.0539	0.0516	0.0500	0.0479
65~69		0.0980	0.0927	0.0877	0.0842	0.0796	0.0763	0.0718
70~74	남자	0.1566	0.1530	0.1436	0.1409	0.1356	0.1322	0.1243
75~79		0.2560	0.2442	0.2324	0.2315	0.2213	0.2213	0.2098
80~84						0.3564	0.3382	
60~64		0.0229	0.0213	0.0206	0.0198	0.0189	0.0176	0.0174
65~69		0.0399	0.037	0.0352	0.0347	0.0324	0.0302	0.0289
70~74	여자	0.0756	0.070	0.0661	0.0637	0.0592	0.0593	0.0563
75~79		0.1469	0.1355	0.1285	0.1260	0.1181	0.1166	0.1100
80~84						0.2264	0.2140	

66 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

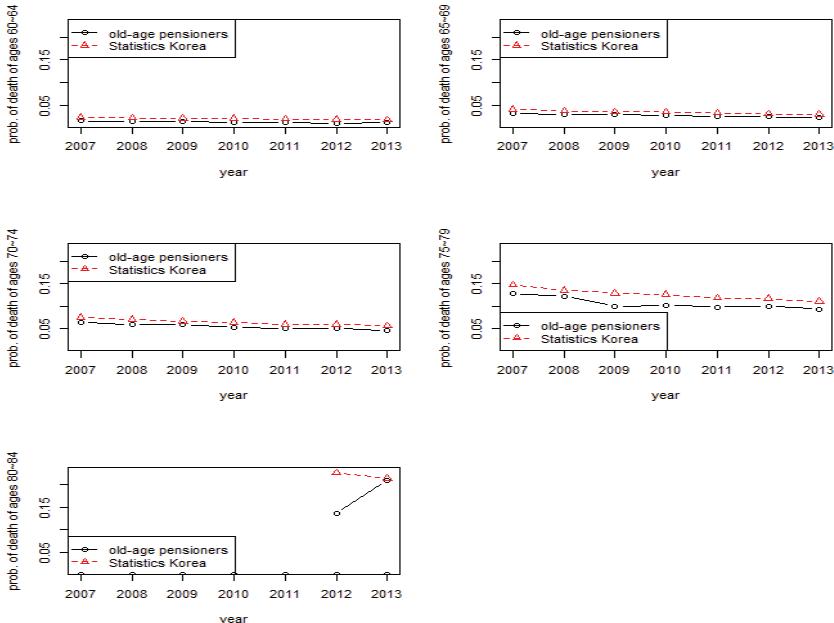
(1)/(2)

연령	성별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
60~64		0.7049	0.7203	0.7159	0.6951	0.6993	0.6861	0.7397
65~69		0.8425	0.8587	0.8512	0.8422	0.8295	0.8198	0.8350
70~74	남자	0.8491	0.8569	0.8800	0.8863	0.8670	0.8863	0.8858
75~79		0.7085	0.8018	0.8625	0.8795	0.8976	0.9132	0.8947
80~84							0.8811	0.8876
60~64		0.6416	0.6176	0.6230	0.6182	0.5630	0.5414	0.6634
65~69		0.7684	0.7993	0.8036	0.7801	0.7596	0.7777	0.7818
70~74	여자	0.8439	0.8286	0.8890	0.8370	0.8430	0.8496	0.8050
75~79		0.8697	0.9030	0.7775	0.8109	0.8294	0.8589	0.8418
80~84							0.5981	0.9759

〈그림 V-3〉 국민전체 사망확률과 국민연금 노령연금 수급자 국민연금 비교
(남자)



(여자)



75~79세 구간에서 통계청 사망률을 대비 노령연금 수급자 사망률 비율 추이가 2009년 이후와 이전의 차이가 크므로 2009년 이전의 데이터를 제외하고 사망률을 산출한다. 즉, 60~79세의 경우 2009년~2013년의 노령연금 수급자의 사망률과 동시대의 통계청 사망률 비율의 평균을 노령연금 수급자의 사망률로 정의하여 CBD 확장 모형으로 추계된 사망률에 곱하여 노령연금 수급자의 미래 사망률을 산출한다. 80~84세의 경우는 2012년과 2013년의 평균을 사용하여 계수로 사용한다. 그리고 80~84세 구간의 계수는 실제로 추계된 80~85세 사망률에 적용하여 사망률을 산출한다. 이와 같은 방식으로 산출된 노령연금 사망률 계수가 <표 V-6>에 나타나 있다. 남녀별 계수를 비교하면 모든 연령대에서 남자가 여자보다 더 높은 것으로 나타난다.

68 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈표 V-6〉 노령연금 수급자와 국민전체의 사망확률 비율 (2009년~2013년 평균)

성별	연령 60~64	연령 65~69	연령 70~74	연령 75~79	연령 80~84
남자	0.70723	0.83554	0.88108	0.88950	0.88437*
여자	0.60180	0.78052	0.84472	0.82370	0.78699*

주: * 는 2012년~2013년 평균. * 는 실제로 80~84세가 아닌 80~95세에 적용하였음

미래 수급자의 사망확률 전망방법 절차를 요약하면 아래와 같다:

- (a) CBD 확장모형으로 미래 사망확률을 전망
- (b) 노령연금 사망확률 계수 = [과거 경험 국민연금 노령연금 수급자 사망확률 \div 동 연도의 국민전체 경험 사망확률]의 연도에 대한 평균(60-64세, …, 75-79세에 대해서는 2009~2013년의 평균을 사용하고 80-84세에 대해서는 2012년과 2013년의 평균을 사용)
- (c) 미래 국민연금 노령연금 수급자 사망확률 = (a) \times (b)

5. 노령연금 수급자 기대여명 추정

연령별 기대여명은 현 세대와 미래 세대가 다를 것이므로 미래로 전망된 사망확률을 사용하여 시기에 맞는 기대여명을 계산한다. 〈표 V-7〉과 〈그림 V-4〉는 CBD 확장모형에 의한 2012년, 2022년, 2032년, 그리고 2042년 기대여명 전망 결과와 이 결과에 사망확률 계수를 적용하여 계산한 노령연금 수급자 기대여명을 보여준다. 2012년 60세 국민 전체 기대여명과 여기에 사망확률 계수를 적용한 국민연금 수급자의 60세 기대여명이 남자의 경우 각각 21.56세와 22.99세로 나타났고 여자의 경우 각각 26.53세와 28.60세로 나타났다. 2022년 60세 국민 전체 기대여명과 여기에 사망확률 계수를 적용한 국민연금 수급자의 60세 기대

여명은 남자의 경우 각각 24.76세와 26.07세로 나타났고 여자의 경우 각각 29.71세와 31.57세로 나타났다. 2032년 60세 국민 전체 기대여명과 국민연금 수급자의 60세 기대여명은 남자의 경우 각각 27.55세와 28.73세로 나타났고 여자의 경우 각각 32.41세와 34.03세로 나타났다. 2042년의 경우도 60세 국민 전체의 기대여명과 국민연금 수급자의 60세 기대여명은 남자의 경우 각각 30.05세와 31.10세, 여자의 경우 각각 34.65세와 35.99세로 나타나 모든 경우에서 1세 이상의 차이를 보이고 있다.

하지만 국민연금은 전체 국민을 대상으로 하므로 본 장에서와 같은 국민연금 수급자와 국민전체와의 사망률의 차이는 시간이 지남에 따라 사각지대가 줄어들게 되면 좁혀질 수 있다. 따라서 향후에 이러한 차이가 어떻게 변화하는지에 대한 검토가 필요할 것이다.

70 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈표 V-7〉 CBD 확장모형에 의한 사망확률과 기대여명

연도 (남)	연령	국민전체		노령연금 수급자
		사망확률	기대여명	
2012	60~64	0.05002	21.56 yrs	0.03538 22.99 yrs
	65~69	0.07632	17.56	0.06377 18.74
	70~74	0.13217	13.81	0.11645 14.85
	75~79	0.22129	10.53	0.19684 11.48
	80~84	0.35635	7.81	0.31514 8.67
	85~89	0.52556	5.75	0.46479 6.52
	90~94	0.68848	4.35	0.60887 5.00
	95~99	0.81399	3.43	0.71987 3.90
	100+	1.00000	2.50	1.00000 2.50
2022	60~64	0.02999	24.76	0.02121 26.07
	65~69	0.04712	20.45	0.03937 21.58
	70~74	0.08160	16.33	0.07189 17.36
	75~79	0.14798	12.56	0.13163 13.51
	80~84	0.26346	9.31	0.23300 10.18
	85~89	0.42913	6.74	0.37951 7.51
	90~94	0.60927	4.94	0.53882 5.58
	95~99	0.75332	3.73	0.66621 4.17
	100+	1.00000	2.50	1.00000 2.50
2032	60~64	0.01796	27.55	0.01270 28.73
	65~69	0.02805	23.01	0.02344 24.06
	70~74	0.05058	18.60	0.04457 19.58
	75~79	0.09891	14.46	0.08798 15.38
	80~84	0.19381	10.77	0.17140 11.62
	85~89	0.34800	7.76	0.30776 8.51
	90~94	0.53336	5.56	0.47168 6.18
	95~99	0.68685	4.07	0.60743 4.46
	100+	1.00000	2.50	1.00000 2.50
2042	60~64	0.01070	30.05	0.00757 31.10
	65~69	0.01659	25.35	0.01386 26.32
	70~74	0.03101	20.74	0.02732 21.65
	75~79	0.06493	16.32	0.05776 17.19
	80~84	0.13913	12.28	0.12304 13.09
	85~89	0.27470	8.86	0.24294 9.57
	90~94	0.45612	6.27	0.40337 6.84
	95~99	0.61495	4.43	0.54384 4.78
	100+	1.00000	2.50	1.00000 2.50

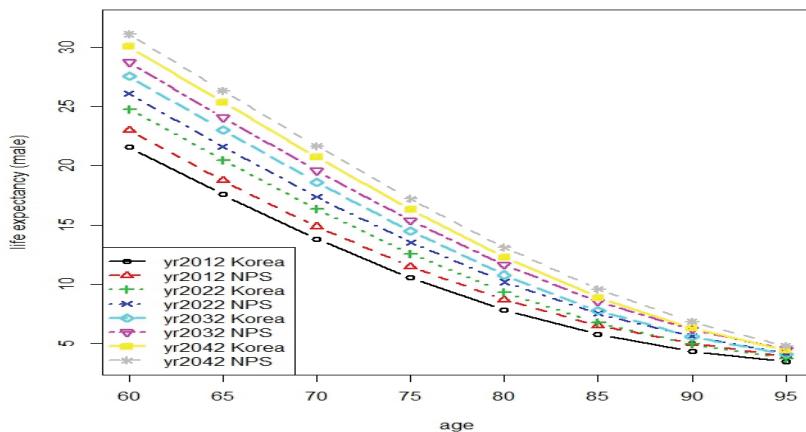
V. 국민연금 노령연금 수급자 수익비 전망 71

연도 (여)	연령	국민전체		노령연금 수급자	
		사망확률	기대여명	사망확률	기대여명
2012	60~64	0.01759	26.53 yrs	0.01059	28.60 yrs
	65~69	0.03020	21.96	0.02357	23.88
	70~74	0.05931	17.56	0.05010	19.39
	75~79	0.11663	13.51	0.09607	15.28
	80~84	0.22640	9.97	0.22094	11.64
	85~89	0.39060	7.15	0.38117	8.63
	90~94	0.57950	5.14	0.56551	6.34
	95~99	0.74540	3.77	0.72741	4.57
	100+	1.00000	2.50	1.00000	2.50
	60~64	0.01059	29.71	0.00637	31.57
2022	65~69	0.01763	25.00	0.01376	26.76
	70~74	0.03317	20.40	0.02802	22.10
	75~79	0.06765	16.02	0.05572	17.66
	80~84	0.14146	12.00	0.11133	13.56
	85~89	0.28009	8.56	0.22043	9.94
	90~94	0.48086	5.92	0.37843	7.05
	95~99	0.68232	4.09	0.53698	4.82
	100+	1.00000	2.50	1.00000	2.50
	60~64	0.00617	32.41	0.00372	34.03
	65~69	0.00981	27.60	0.00766	29.14
2032	70~74	0.01832	22.85	0.01547	24.35
	75~79	0.03861	18.23	0.03180	19.69
	80~84	0.08724	13.86	0.06866	15.26
	85~89	0.19491	9.94	0.15339	11.20
	90~94	0.38617	6.75	0.30391	7.77
	95~99	0.61652	4.42	0.48519	5.07
	100+	1.00000	2.50	1.00000	2.50
	60~64	0.00359	34.65	0.00216	35.99
	65~69	0.00546	29.76	0.00426	31.07
	70~74	0.01008	24.91	0.00852	26.19
2042	75~79	0.02179	20.14	0.01794	21.39
	80~84	0.05250	15.53	0.04131	16.74
	85~89	0.13084	11.25	0.10297	12.35
	90~94	0.30043	7.57	0.23644	8.48
	95~99	0.55019	4.75	0.43300	5.34
	100+	1.00000	2.50	1.00000	2.50

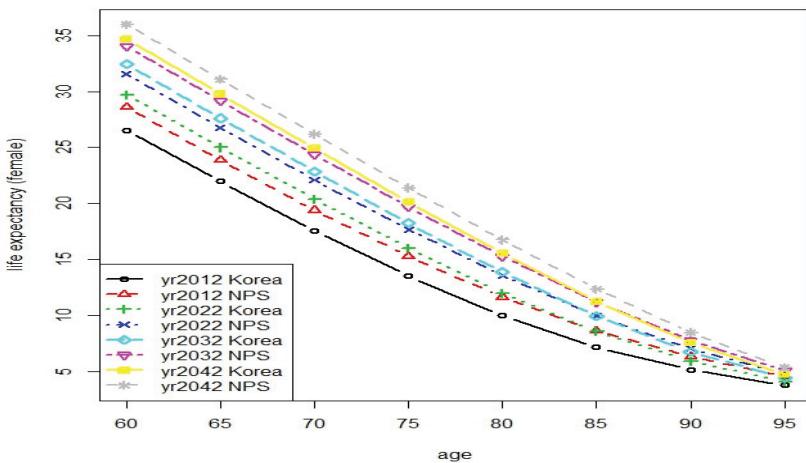
72 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈그림 V-4〉 기대여명 비교 (국민전체 vs. 국민연금 노령연금 수급자)

(남자)



(여자)



6. 노령연금 수급자의 수익비 추정

위에서 계산한 기대여명을 사용하여 2012년, 2022년, 2032년, 그리고 2042년 각각 노령연금 수급을 시작하는 시점에서의 수익비를 산출한다. 2012년은 국민연금 수령 연령이 60세(1952년생), 2022년은 62세(1960년생), 2032년은 64세(1968년생), 그리고 2042년은 65세(1977년생)이므로 연도별로 다른 국민연금 노령연금 수령 연령을 고려한다. 수익비를 추정하기 위한 가정은 다음과 같다:

- (a) 가입기간 40세부터 59세까지 20년인 사업장 가입자
- (b) 가입자 소득은 각 연도 A 값의 0.5배, A 값, A 값의 1.5배의 3가지 경우로 구분
- (c) 수익비 산출시 기여금과 사망 시까지 받게 될 연금 수급액의 현재 가치는 연도별 최초 수급 시점으로 환산하고 이 때 사용하는 환율은 A 값 증가율로 설정(A 값은 2014년까지는 실제 값을 사용하였고 그 이후는 제3차 재정추계 전망 값을 사용)
- (d) 연금액은 물가상승률에 연동되므로 이를 고려함. 물가상승률은 제3차 재정추계 전망치로 설정
- (e) 5세 단위로 산출된 기대여명을 1세 단위로 환산할 경우 균등분포를 가정. 예를 들어 60세 기대여명이 30년이고 65세 기대여명이 27년이라면 62세 기대여명은 $30 + (27 - 30) \times 2/5 = 28.8$ 년

수익비를 계산하기 위해서는 사망 시까지의 총 급여액을 계산해야 한다. 국민연금은 확정급여형으로 가입기간에 따른 기본연금액 산식에 기초하여 급여가 결정된다. 먼저 국민연금의 기본연금액 산식은 아래와 같다:

$$[2.4(A + 0.75B) \times P_1/P + 1.8(A + B) \times P_2/P + 1.5(A + B) \times P_3/P + 1.485(A + B) \times P_4/P + \dots + 1.2(A + B) \times P_{23}/P] \times (1 + 0.05n/12)$$

74 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

A: 연금수급 전 3년간의 평균소득월액의 평균액

B: 가입자 개인의 가입기간 중 기준소득월액의 평균액

P: 가입월수(P_1 : 1988~1998년, P_2 : 1999~2007년, P_3 : 2008년,

P_4 : 2009년, P_{23} : 2028년 이후)

n: 20년 초과 가입월수

또한 기본연금액 계산을 위해 적용 비례상수를 알아야 한다. 40년 가입 기준을 적용하여 가입기간별 소득대체율과 적용 비례상수는 〈표 V-8〉과 같다.

〈표 V-8〉 가입기간에 따른 소득대체율과 비례상수(40년 가입기준)

가입기간	1988~1998(P_1)	1999~2007(P_2)	2008~2027 ($P_3 \sim P_{22}$)	2028년 이후 (P_{23})
비례상수	2.4	1.8	매년 0.015pt 감소함 (1.5 → 1.215)	1.2
소득대체율	70%	60%	매년 0.5%pt 감소함 (50% → 40.5%)	40%

위의 식에 의해 계산된 기본연금액은 연금 수급 시작 시점에 지급하고 연금 수급이 시작되고 난 후에는 연금액의 실질가치를 보장하기 위하여 매년 물가변동률에 따라 기본연금액을 조정한다. 다음으로 수익비 산출을 위해 총 기여액을 계산한다. 연금 수급 시점까지의 총 기여액을 계산하기 위해 연도별 기여율을 알아야 한다. 기여율은 국민연금 시행 초기 3%로 시작하여 현재는 9%로 상향되었다(〈표 V-9〉).

〈표 V-9〉 기여율

(사업장가입자)		
1988년 ~ 1992년	1993년 ~ 1997년	1998년 이후
3%	6%	9%

주: 고용주와 고용인이 각각 50% 부담

(지역가입자)						
1995.7~ 2000.6	2000.7~ 2001.6	2001.7~ 2002.6	2002.7~ 2003.6	2003.7~ 2004.6	2004.7~ 2005.6	2005.7 이후
3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%

주: 가입자가 100% 부담

마지막으로 수익비 산출에 고려해야 할 사항은 국민연금 수령 연령이다. 국민연금은 평균수명이 늘어남에 따라 급여 수급 시점을 늦추도록 규정하고 있으므로 수익비 산출시 이러한 연령변화를 고려해야 한다. 출생연도에 따른 국민연금 수령 연령은 〈표 V-4〉와 같다.

위에서 설명한 방법에 따라 국민연금 수급자의 기대여명에 따른 수익비를 계산할 수 있다. 〈표 V-10〉은 2012년, 2022년, 2032년, 그리고 2042년에 대해 각 연도별 최초 연금 수급시점에서의 예상 수익비를 나타낸다. 수익비 산출을 위해 평균소득월액(B값)이 A값의 0.5배인 저 소득자, A값인 평균 소득자, 그리고 A값의 1.5배인 고 소득자로 구분하였고, 각각의 경우에 대해서 국민전체에 대한 기대여명과 여기에 국민연금 수급자 사망확률 계수를 적용하여 산출한 기대여명을 사용한 수익비를 산출하였다. 이때 사용한 A값은 2014년까지는 실제 값이고 그 이후는 제3차 재정추계 전망 값이다. 결과를 분석하면 먼저, 기대여명에 따라 수익비가 달라지는데 이는 국민연금은 사망할 때까지 지급하는 종신 연금이기 때문이다. 노령연금 수급자의 기대여명이 국민전체의 기대여명 보다 높기 때문에 수익비가 남자의 경우 약 2.9~4.7%, 여자의 경우 약

76 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

3.0~5.1% 더 높게 나타난다. 이러한 차이는 시간이 지남에 따라 줄어드는데 그 이유는 연금 수급 연령이 높아지게 되어 기대여명의 차이가 줄어들게 되기 때문이다. 하지만 수급 연령이 65세가 되면 고정되므로 그 이후에는 수급 연령이 높아짐에 따른 기대여명의 차이가 줄어드는 효과는 발생하지 않을 것이다.

소득수준에 따른 수익비는 노령연금 수급자 기대여명을 적용한 경우와 국민전체의 기대여명을 적용한 경우에 관계없이 평균소득자는 고소득자의 약 1.50~1.53배, 저소득자의 약 0.82~0.83배 정도인 것으로 나타났다. 또한 기대여명 차이가 남자보다 여자의 경우가 약간 더 크므로 수익비의 차이도 남자보다 여자의 경우가 약간 더 큰 것으로 나타났다.

한편 시간에 따른 수익비의 크기를 비교하면 연금수급 연령이 높아짐에도 불구하고 최초 수급 시점에서의 기대여명은 점차적으로 늘어나지만 수익비는 오히려 감소하고 있다. 그 이유는 재정부담을 줄이기 위하여 <표 V-8>과 같이 급여산식의 비례상수를 점차적으로 줄이도록 규정하고 있기 때문이다.

〈표 V-10〉 수익비(Benefit-Contribution Ratio)

연도 (남) (60세)	총기여액 (원)	연금수령 연령에서의 기대여명	총급여액(원)	수익비
2012년 (60세)	18,047,495*	21.56 (국민전체)	85,473,441*	4.75*
	36,094,991**		111,837,817**	3.10**
	54,142,486***		138,202,192***	2.55***
2022년 (62세)			89,369,308	4.95
		22.99 (국민연금)	116,935,368	3.24
			144,501,427	2.67
2032년 (64세)			135,639,051	3.70
		23.03 (국민전체)	180,852,069	2.47
	36,649,422		226,065,086	2.06
2042년 (65세)	73,298,844		141,018,145	3.85
	109,948,266	24.27 (국민연금)	188,024,194	2.57
			235,030,242	2.14
2032년 (64세)			233,084,639	3.53
		23.92 (국민전체)	310,779,518	2.35
	66,019,342		388,474,398	1.96
2042년 (65세)	132,038,683		241,197,001	3.65
	198,058,025	25.00 (국민연금)	321,596,002	2.44
			401,995,002	2.03
2042년 (65세)			360,526,714	3.49
		25.35 (국민전체)	480,702,286	2.33
	103,284,968		600,877,857	1.94
	206,569,937		371,100,758	3.59
	309,854,905	26.32 (국민연금)	494,801,011	2.40
			618,501,264	2.00

주: * - 저 소득자 ($B=0.5^*A$), ** - 평균 소득자 ($B=A$), *** - 고 소득자 ($B=1.5^*A$)

78 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

연도 (여)	총기여액 (원)	연금수령 연령에서의 기대여명	총급여액(원)	수익비
2012년 (60세)	18,047,495*	26.53 (Nation)	98,417,778*	5.45*
	36,094,991**		128,774,848**	3.57**
	54,142,486***		159,131,917***	2.94***
		28.60 (NPS)	103,395,003	5.73
			135,287,304	3.75
			167,179,604	3.09
2022년 (62세)	36,649,422		155,718,451	4.25
	73,298,844	27.82 (Nation)	207,624,602	2.83
	109,948,266		259,530,752	2.36
		29.65 (NPS)	162,897,760	4.44
			217,197,014	2.96
			271,496,267	2.47
2032년 (64세)	66,019,342		266,723,003	4.04
	132,038,683	28.56 (Nation)	355,630,670	2.69
	198,058,025		444,538,338	2.24
		30.12 (NPS)	277,372,079	4.20
			369,829,438	2.80
			462,286,798	2.33
2042년 (65세)	103,284,968		407,071,990	3.94
	206,569,937	29.76 (Nation)	542,762,654	2.63
	309,854,905		678,453,317	2.19
		31.07 (NPS)	420,180,285	4.07
			560,240,380	2.71
			700,300,475	2.26

주: * - 저 소득자 ($B=0.5*A$), ** - 평균 소득자 ($B=A$), *** - 고 소득자 ($B=1.5*A$)

VII. 재정효과

적합성 테스트 결과를 통해 적합성이 가장 높은 모형을 사용하여 사망률을 전망한다. 그리고 전망한 결과를 제3차 재정추계모형의 사망률과 인구전망자료에 입력하여 국민연금의 재정이 어떻게 나타나는지 알아본다.

1. 사망률 전망

전체 연령에 대한 적합성 테스트 결과 남자는 2-요소 LC 모형이, 여자는 LL 모형이 적합성이 가장 높은 것으로 나타나 남자는 2-요소 LC 모형을 사용하고 여자는 LL 모형을 사용하여 사망률을 전망하였다. 전망에 사용한 사망률 자료는 1983~2013년 기간의 자료를 이용하였다. 이 기간의 한계연령이 연도별로 다르고 100세 이상의 자료가 없으므로 최장훈·김형수(2014)의 방법으로 사망률을 100세 이상으로 연장한 후 전망 모형의 입력 자료로 사용하였다. 본 연구에 사용한 한계연령은 남자와 여자 모두 112세이다.

각 전망모형으로 사망률을 전망하여 기대수명을 계산한 결과가 〈표 VI-1〉에 나타나 있다. 남자의 경우 기대수명이 2020년 80.3세에서 2060년 89.9세로 증가하는 것으로 나타나는데 이러한 결과는 통계청에서 전망한 기대수명보다 2020년에는 1세 더 높은 것으로 나타났고 이러한 차이는 계속 증가하여 2060년에는 3.3세 더 높아지는 것으로 나타났다. 여자의 경우는 기대수명이 2020년 86.7세에서 2060년 93세로 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과도 남자와 마찬가지로 통계청에서 전망한 기대수명보다 더 높았으나 남자의 경우보다는 차이가 적은 것으로 나타났다. 이와 같이 기대수명이 통계청 결과와 차이

80 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

가 나는 이유는 두 가지로 구분해 볼 수 있다. 첫 번째 이유는 모형⁵⁾에서 오는 차이이다. 100세 이상 사망률을 포함하였고 정합성 테스트를 통하여 최근의 추세에 가장 잘 맞는 모형을 선택하였으므로 통계청 결과보다 기대수명이 늘어나는 효과가 있다. 두 번째 이유는 사용한 과거 데이터 기간에서 오는 차이로 볼 수 있다. 통계청은 1970년~2010년 데이터를 사용하여 전망하였으나 본 연구에서는 1983년~2013년 데이터를 사용하여 전망하였다. 최장훈·김형수(2014)에 의하면 데이터 사용 시작 시점이 늦어질수록 사망률 개선효과가 큰 것으로 나타났으므로 두 번째 이유도 기대수명을 연장하는 효과가 있다.

〈표 VI-1〉 기대수명 비교

연도(단위: 세)		2020	2030	2040	2050	2060
통계청	남자	79.3	81.4	83.4	85.1	86.6
	여자	85.7	87.0	88.2	89.3	90.3
2-요소 LC*	남자	80.3	83.4	85.9	88.1	89.9
	LL*	86.7	88.7	90.4	91.8	93.0

주: * 사용한 과거 사망률 기간: 1983~2013년

2. 인구구조

재정전망을 산출하기 위해서는 전망된 사망률과 함께 인구전망 결과도 재정추계모형의 입력 자료로 사용하여야 한다. 따라서 인구전망도 전망된 사망률을 사용하여 재정추계모형에 사용된 인구전망 모형을 통하여 산출하였다. 그 결과가 〈표 VI-2〉에 나타나 있다. 통계청 전망결과와의 비교를 위해 통계청 전망결과를 팔호로 표시하였다.

전망된 전체 인구수를 살펴보면 2020년 51,680천명에서 2040년

5) 모형은 100세 이상 사망률을 포함하는 데 사용한 모형과 추계를 위한 모형을 의미한다.

52,294천명으로 늘어나지만 그 이후 감소하여 2060년 46,309천명으로 줄어든다. 이 결과는 통계청 인구전망 결과보다 2020년에는 245천명 더 많고 차이가 계속 증가하여 2060년에는 2,350천명 더 많은 것으로 나타났다.

근로연령인 18~64세의 인구는 2015년 35,310천명에서 2020년 35,407천명으로 약간 증가하지만 그 이후 계속 감소하여 2060년 21,015천명으로 축소되고 2083년에는 16,195천명으로 축소되는 것으로 나타났다. 이 수치는 통계청 결과보다는 인구가 약간 더 높은 것이다.

65세 이상 인구는 2015년 6,602천명(13.0%)에서 점차적으로 증가하여 2060년 19,901천명(43.0%)에 이르나, 이후 다소 감소하여 2083년 16,082천명(44.2%)에 도달한다. 통계청 자료에 의하면 65세 이상 인구는 2015년 6,624천명(13.1%)에서 지속적으로 증가하여 2050년 17,991천명(39.5%)에 도달하나, 그 이후 점차 감소하여 2083년 13,848천명(40.7%)으로 감소한다. 따라서 최고 인구에 도달하는 연도가 통계청 인구 자료보다 10년 더 연장되고 최고 인구수도 통계청 자료보다 높게 나타났다.

이에 따라, 노인부양비 즉, 18~64세 인구 대비 65세 이상 인구 비율은 2015년 18.7%에서 계속 증가하여 2070년 101.8%에 도달하여 2070년에는 근로연령인구보다 노인인구가 더 많아지게 된다. 그 이후 노인부양비는 약간 감소하여 2083년에 99.3%가 된다. 노인부양비 증가 속도는 통계청 자료에 의한 노인부양비 증가속도보다 더 빠른 것이다.

82 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈표 VI-2〉 인구구조 및 노인부양비

(단위 : 천명, %)	인 구			구성비			노인부양비 (나)/(가)	
	계	18세 미만	18~64세 (가)	65세 이상 (나)	18세 미만	18~64 세		
2015	50,782 (50,617)	8,870 (8,886)	35,310 (35,107)	6,602 (6,624)	17.5 (17.6)	69.5 (69.4)	13.0 (13.1)	18.7 (18.9)
2020	51,680 (51,435)	8,125 (8,159)	35,407 (35,193)	8,148 (8,084)	15.7 (15.9)	68.5 (68.4)	15.8 (15.7)	23.0 (23.0)
2025	52,366 (51,972)	8,041 (8,090)	33,770 (33,552)	10,556 (10,331)	15.4 (15.6)	64.5 (64.6)	20.2 (19.9)	31.3 (30.8)
2030	52,788 (52,160)	7,896 (7,899)	31,754 (31,570)	13,137 (12,691)	15.0 (15.1)	60.2 (60.5)	24.9 (24.3)	41.4 (40.2)
2035	52,788 (51,888)	7,576 (7,561)	29,758 (29,577)	15,455 (14,751)	14.4 (14.6)	56.4 (57.0)	29.3 (28.4)	51.9 (49.9)
2040	52,294 (51,091)	7,067 (7,015)	27,724 (27,575)	17,503 (16,501)	13.5 (13.7)	53.0 (54.0)	33.5 (32.3)	63.1 (59.8)
2045	51,355 (49,810)	6,458 (6,395)	26,071 (25,947)	18,826 (17,468)	12.6 (12.8)	50.8 (52.1)	36.7 (35.1)	72.2 (67.3)
2050	50,001 (48,121)	5,911 (5,875)	24,353 (24,255)	19,737 (17,991)	11.8 (12.2)	48.7 (50.4)	39.5 (37.4)	81.0 (74.2)
2055	48,285 (46,125)	5,571 (5,560)	22,936 (22,852)	19,778 (17,713)	11.5 (12.1)	47.5 (49.5)	41.0 (38.4)	86.2 (77.5)
2060	46,309 (43,959)	5,393 (5,382)	21,015 (20,956)	19,901 (17,622)	11.6 (12.2)	45.4 (47.7)	43.0 (40.1)	94.7 (84.1)
2065	44,177 (41,863)	5,221 (5,201)	19,323 (19,270)	19,633 (17,392)	11.8 (12.4)	43.7 (46.0)	44.4 (41.5)	101.6 (90.3)
2070	41,964 (39,628)	4,966 (4,931)	18,334 (18,281)	18,664 (16,416)	11.8 (12.4)	43.7 (46.1)	44.5 (41.4)	101.8 (89.8)
2075	39,743 (37,389)	4,626 (4,585)	17,559 (17,497)	17,558 (15,308)	11.6 (12.3)	44.2 (46.8)	44.2 (40.9)	100.0 (87.5)
2080	37,591 (35,232)	4,265 (4,230)	16,715 (16,640)	16,611 (14,362)	11.3 (12.0)	44.5 (47.2)	44.2 (40.8)	99.4 (86.3)
2083	36,349 (33,994)	4,072 (4,043)	16,195 (16,102)	16,082 (13,848)	11.2 (11.9)	44.6 (47.4)	44.2 (40.7)	99.3 (86.0)

주: ()안은 제3차 재정추계결과

3. 가입자 및 노령연금 수급자 수

가입자 수는 2015년 20,761천명에서 점차적으로 감소하여 2083년 11,057천명이 된다. 이 수치는 제3차 재정추계에 의한 가입자 수보다 2015년에는 약 140천명 더 많고 시간이 흐를수록 차이가 점차적으로 줄어들어 2083년에는 약 82천명 더 많게 나타났다.

노령연금수급자 수는 2015년 3,003천명에서 제도가 성숙함에 따라 점차적으로 증가하여 2065년 16,706천명에 도달한 후 감소한다. 제3차 재정추계 결과보다 2015년에는 9천명 더 많으나 차이가 지속적으로 커져 2083년에는 2,654천명 더 많은 것으로 나타났다. 2065년 이후 수급자가 감소하는데 제도가 성숙한 상태에서 1980년 이후 저출산세대가 은퇴연령에 도달함으로서 발생하는 현상이다(국민연금재정추계위원회, 2013).

제도부양비 즉, 가입자 수 대비 노령연금수급자 수는 2015년 14.5%에서 제도의 성숙과 인구의 고령화로 인해 지속적으로 증가하여 2083년 135%에 도달한다. 제도부양비 증가속도도 제3차 재정추계 결과에 의한 제도부양비 증가속도보다 더 빠르다(〈표 VI-3〉, 〈그림 VI-1〉, 〈그림 VI-2〉).

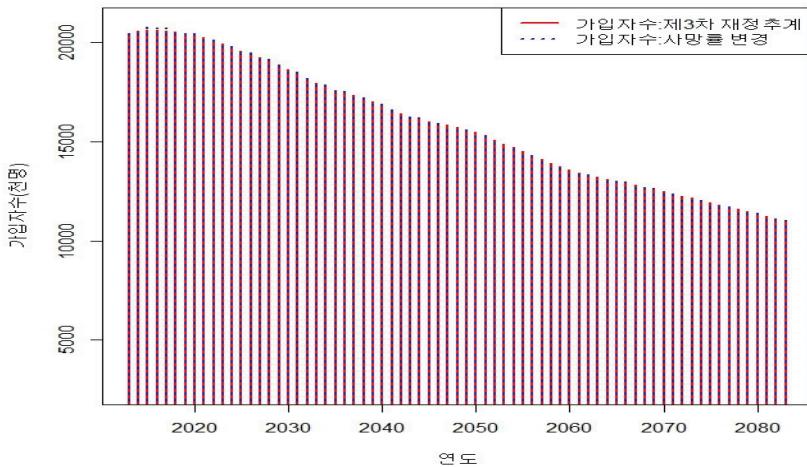
84 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈표 VI-3〉 가입자 수 및 노령연금 수급자 수

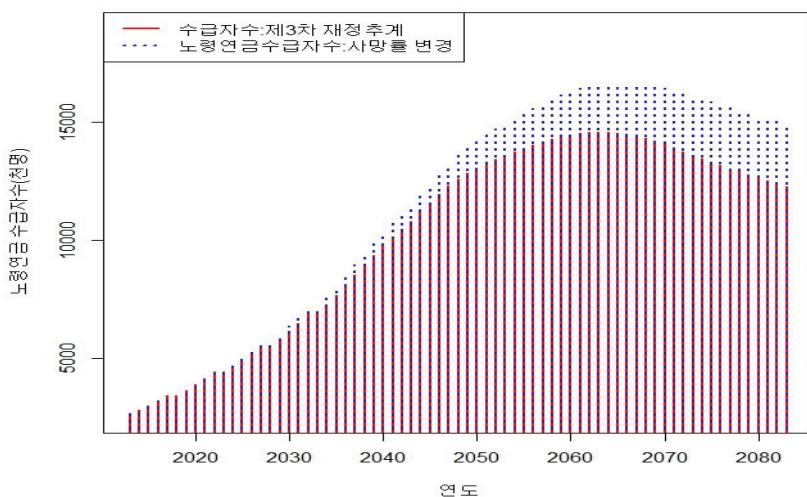
(단위: 천 명, %)	가입자수 (가)	노령연금 수급자 수 (나)	제도부양비 (나)/(가)
2015	20,761 (20,621)	3,003 (2,994)	14.5 (14.5)
2020	20,515 (20,367)	3,920 (3,881)	19.1 (19.1)
2025	19,722 (19,579)	5,059 (4,949)	25.7 (25.3)
2030	18,750 (18,627)	6,362 (6,138)	33.9 (33.0)
2035	17,718 (17,599)	8,055 (7,680)	45.5 (43.6)
2040	16,915 (16,823)	10,316 (9,743)	61.0 (57.9)
2045	16,062 (16,015)	12,397 (11,573)	77.2 (72.3)
2050	15,501 (15,479)	14,239 (13,088)	91.9 (84.6)
2055	14,518 (14,508)	15,392 (13,889)	106.0 (95.7)
2060	13,598 (13,573)	16,318 (14,475)	120.0 (106.6)
2065	13,044 (13,010)	16,706 (14,563)	128.1 (111.9)
2070	12,543 (12,497)	16,457 (14,072)	131.2 (112.6)
2075	11,977 (11,937)	15,871 (13,330)	132.5 (111.7)
2080	11,417 (11,356)	15,272 (12,649)	133.8 (111.4)
2083	11,057 (10,975)	14,931 (12,277)	135.0 (111.9)

주: ()안은 제3차 재정추계결과

〈그림 VI-1〉 가입자수



〈그림 VI-2〉 수급자수



4. 재정추계결과

국민연금의 재정방식은 부분적립방식으로 완전적립방식의 보험료 보다는 낮지만 초기에 부과방식비용률을 상회하는 보험료율을 적용하여 지금 까지 상당한 적립기금이 축적되어 왔다. 향후 20~30년간은 제도가 미성숙한 단계에서 성숙한 단계로 접어드는 과정에 있으므로 지출보다는 수입이 많은 구조를 유지할 것이다(국민연금재정추계위원회, 2013). 하지만 점차 지출이 증가하게 되어 2032년부터 당년도 지출이 보험료수입을 상회하게 되고, 2043년에는 지출이 총수입(보험료수입+기금투자수입)을 상회하게 되어 당년도 수지적자가 발생한다. 지출이 보험료수입을 상회하게 되는 시기는 제3차 재정추계결과보다 1년 연장되지만 당년도 수지적자가 발생하기 직전 연도인 2042년에 최고 2,514조원에 이르고 이후 급속히 감소하여 2058년에 소진되는 것으로 나타난다. 제3차 재정추계 결과로는 최고 적립기금은 2043년 2,561조원이고 2060년에 적립기금이 소진되어 새로운 사망률을 적용할 경우 기금소진시점이 2년 당겨지는 것으로 나타났다(<표 VI-4>, <그림 VI-3>, <그림 VI-4>).

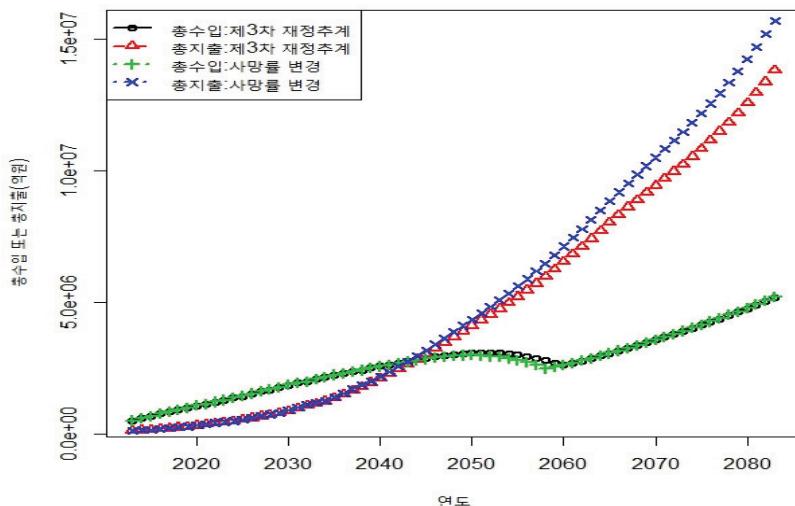
〈표 VI-4〉 재정수지전망

연도	적립기금 (십억 원)	수입(십억 원)		지출(십억 원)		수지차 (십억 원)
		총수입	보험료수입	총지출	연금급여	
2015	514,953 (514,130)	69,883 (69,574)	37,648 (37,383)	18,444 (18,448)	17,845 (17,849)	51,439 (51,126)
2020	850,258 (847,171)	109,709 (109,098)	54,492 (54,073)	33,990 (33,923)	33,554 (33,487)	75,718 (75,175)
2025	1,266,589 (1,260,709)	145,551 (144,640)	73,806 (73,224)	56,690 (56,327)	56,098 (55,735)	88,861 (88,313)
2030	1,739,610 (1,732,381)	188,001 (186,913)	95,734 (95,041)	91,071 (89,953)	90,294 (89,176)	96,930 (96,960)
2035	2,186,272 (2,184,180)	226,055 (225,068)	118,007 (117,173)	141,662 (138,809)	140,673 (137,826)	84,400 (86,259)
2040	2,475,173 (2,494,494)	258,451 (258,427)	142,384 (141,595)	220,003 (213,773)	218,793 (212,563)	38,448 (44,654)
2042	2,515,411 (2,551,231)	270,481 (271,289)	151,917 (151,246)	256,937 (248,743)	255,626 (247,432)	13,544 (22,546)
2043	2,515,020 (2,561,489)	276,260 (277,586)	157,380 (156,765)	276,651 (267,328)	275,286 (265,963)	-391 (10,258)
2044	2,499,766 (2,558,741)	281,831 (283,749)	163,317 (162,747)	297,084 (286,498)	295,663 (285,076)	-15,254 (-2,748)
2045	2,467,720 (2,541,358)	286,788 (289,420)	169,388 (168,889)	318,835 (306,804)	317,355 (305,324)	-32,047 (-17,383)
2050	2,009,351 (2,200,519)	301,693 (309,781)	203,501 (203,282)	436,540 (414,088)	434,740 (412,288)	-134,847 (-104,308)
2055	918,575 (1,334,483)	282,290 (300,993)	231,069 (231,040)	562,485 (525,383)	560,295 (523,193)	-280,195 (-224,390)
2058	-152,010 (472,597)	249,273 (279,724)	249,273 (249,034)	649,345 (601,552)	646,882 (599,089)	-400,073 (-321,828)
2060	- (-280,716)	263,759 (263,375)	263,759 (263,375)	713,544 (657,820)	710,880 (655,155)	-449,785 (-394,445)
2065		308,021 (307,180)	308,021 (307,180)	884,805 (806,934)	881,563 (803,692)	-576,785 (-499,754)
2070		359,634 (358,101)	359,634 (358,101)	1,050,859 (948,255)	1,046,915 (944,311)	-691,226 (-590,154)
2075		416,329 (414,588)	416,329 (414,588)	1,218,814 (1,089,567)	1,214,015 (1,084,768)	-802,485 (-674,979)
2080		480,677 (477,892)	480,677 (477,892)	1,423,747 (1,263,650)	1,417,909 (1,257,811)	-943,070 (-785,757)
2083		522,864 (518,944)	522,864 (518,944)	1,570,490 (1,388,539)	1,563,922 (1,381,971)	-1,047,626 (-869,595)

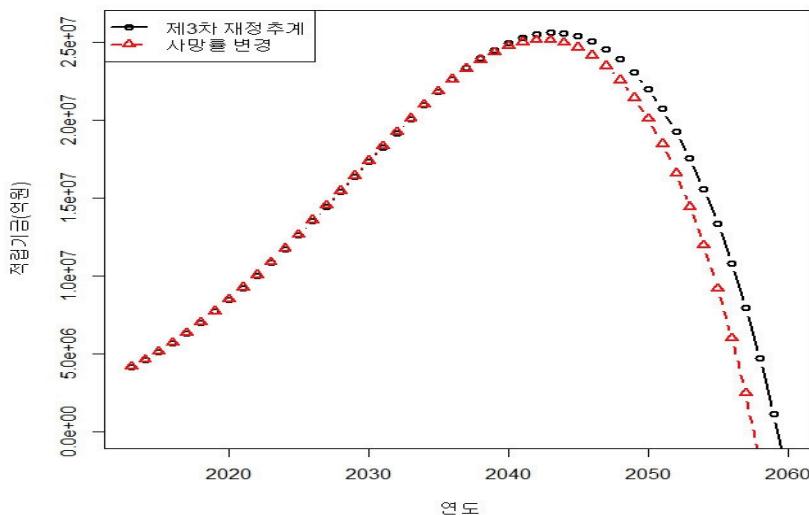
주: ()안은 제3차 재정추계결과

88 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 시장률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

〈그림 VI-3〉 총수입과 총지출 전망



〈그림 VI-4〉 재정수지전망



VII. 요약 및 결론

본 연구는 사망률 전망모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금 수급자의 수익비와 재정 효과 분석에 관한 연구이다.

사망률 전망모형은 1-요소 LC 모형, 2-요소 LC 모형, LL 모형, CBD 모형, 그리고 CBD 확장모형들을 적합성 테스트를 통하여 추계 결과와 실제 사망률과의 차이가 가장 적은 모형을 전망 모형으로 선택하였다. 적합성 테스트는 전 연령과 고 연령으로 구분하여 전 연령에 대해서는 남자는 2-요소 LC 모형이, 여자는 LL 모형의 적합성이 가장 높게 나왔고 고 연령에 대해서는 남자는 CBD 확장 모형이, 여자는 2-요소 LC 모형의 적합성이 가장 높게 나왔다.

그 다음으로 전망된 사망률을 이용하여 국민연금 노령연금 수급자의 수익비를 계산하였다. 수익비는 수급자의 기대여명을 사용하여 산출하였으므로 전체 연령이 아닌 고 연령에 대해 적합성이 높게 나타난 CBD 확장 모형을 사용하였다. 수익비 산출시 사망률 전망 모형의 선택 외에 또 한 가지 중요하게 고려한 사항은 국민 전체의 사망률을 사용하지 않고 국민연금 추계에 보다 정확한 정보를 제공할 수 있는 국민연금 수급자의 사망률을 고려하였다는 점이다. 국민연금 수급자의 과거 사망률을 분석한 결과 국민전체의 사망률보다 낮게 나타나 이러한 차이를 사망률 전망에 반영하여 노령연금 수급자의 기대여명을 계산하고 수익비를 산출하였다. 산출 결과를 살펴보면 노령연금 수급자의 기대여명이 국민전체의 기대여명보다 높기 때문에 즉 국민연금 수급자가 더 긴 기대여명을 영위하기 때문에 국민전체의 기대여명을 사용한 경우보다 남자의 경우 약 2.9~4.7%, 여자의 경우 약 3.0~5.1%씩 수익비가 더 높게 나타났다. 하지만 이러한 차이는 시간이 지남에 따라 줄어드는데 그 이유는 연금 수급 연령이 높아지게 되어 기대여명의 차이가 줄어들게 되기 때문이다.

90 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

소득수준에 따른 수익비는 평균소득자($B=A$)는 고소득자($B=1.5A$)의 약 1.50~1.53배, 저소득자($B=0.5A$)의 약 0.82~0.83배 정도인 것으로 나타났다. 또한 기대여명 차이가 남자보다 여자의 경우가 약간 더 크므로 수익비의 차이도 남자보다 여자의 경우가 약간 더 큰 것으로 나타났다.

재정효과를 살펴보기 위한 사망률 전망모형은 전 연령에 대한 적합성 테스트 결과 남자는 2-요소 LC 모형을, 여자는 LL 모형을 사용하였다. 이 모형들을 사용하여 기대수명을 계산한 결과 통계청에서 전망한 기대수명보다 남자와 여자 모두 높게 나타났다. 2060년 기대수명을 비교하면 남자는 89.9세로 통계청보다 약 3세 높고 여자는 93.0세로 통계청보다 약 2.7세 높게 나타났다. 이러한 차이는 모형에서 오는 차이, 과거 사망률을 적용한 기간에서 오는 차이, 그리고 한계연령에서 오는 차이를 들 수 있다. 통계청은 남자와 여자 모두 LL모형을 사용하였기 때문에 방법론이 다른 남자의 경우 차이를 보였다. 사망률을 적용한 기간도 통계청은 1970~2010년이고 본 연구에서는 1983~2013년으로 차이를 보였다. 1983년 이전의 데이터를 사용하지 않은 이유는 그 이전의 자료는 적합성에 대한 신뢰가 그 이후보다 낮다고 판단하였기 때문이다. 또한 한계연령을 통계청에서는 100세로 연장하였으나 본 연구에서는 남자 112세, 여자 114세로 연장하여 이에 의한 차이도 발생하였다. 기대여명이 늘어났기 때문에 인구의 노령화도 심화되어 18~64세 인구 대비 65세 이상 인구 비율인 노인부양비도 더 높아지게 되었고 이에 따라 국민연금 가입자 대비 수급자 비율인 제도부양비도 제3차 재정추계 결과보다 높은 것으로 나타났다. 따라서 기금 고갈 시점도 기존의 2060년에서 2년 앞당겨진 2058년으로 나타났다.

국가별로 사망률 추계방법을 비교해보았을 때 어떤 특정한 연구가 우세하다고 결론 내리기는 어렵다. 그 이유는 각 국가의 인구구조를 반영, 그 특징을 충분히 고려해 장래 인구추계를 수행하기 때문이다. 코호트 별로 나누어 사망률, 출산율, 이민자증가율 등을 나누어 가정하고 이를

바탕으로 추계한다는 방법은 모든 국가의 장래인구추계방법으로 동일하였다.

그러나 각 국가마다 인구구조의 특징이 뚜렷하게 다르기 때문에 전국가가 동일한 사망률 추계를 적용하기는 어렵다고 보인다. 예를 들어 미국의 경우 다인종 이민국가라는 큰 특징으로 장래 인구추계의 가정이 인종별로 나누어 이뤄진다. 반면에 일본이나 한국과 같이 단일 민족의 경우에는 인종별 구분보다는 성별, 연령별로 구분하고 장수국가로 100세 이상 인구를 따로 고려하는 등 차이가 분명하게 존재하였다. 따라서 현재 사용하고 있는 인구추계 방식이 해당 국가의 인구구조를 정확하게 반영하고 있다고 장담하기가 어려운 실정으로 그래서 더욱이 다양한 방법론을 사용해 사망률 추계를 연구하는 것이 필요하다고 보인다. 본 연구가 가지는 강점은 우리나라의 고령사회로 진입하고 있는 인구구조의 특징을 반영해 고연령에서 적합성이 있는 연구를 밝혀내고 이를 국민연금의 관점에서 확인하였는데 있다. 본 연구는 기존에 통계청에서 제시하는 Li and Lee 방법론(LL 모형)이 아닌 다른 방법론을 사용해 연구하고 나아가 국민연금에 미치는 영향 정도를 현재 3차 재정추계 모형에 적용해 결과를 도출하고자 하였다.

본 연구의 결과에서 알 수 있듯이 사망률은 국민연금 수급자의 수익비와 재정에 영향을 주는 중요한 요소이다. 본 연구에서 살펴봤듯이 수익비와 재정 전망을 위해 사용한 사망률의 적합성이 모형에 따라 다르게 나타나 사용목적에 따라 다른 모형을 사용해야 정확한 전망이 가능할 것이다. 사망률은 단지 국민연금 뿐 아니라 국가의 사회전반에 걸친 여러 정책들에 영향을 줄 수 있는 요소이므로 사망률의 정확한 전망이 우선되어야 하고 이에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다.

마지막으로 본 연구의 한계는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 적합성 테스트로 2011~2013년의 전망결과와 실제 사망률과의 차이만 고려하였으나 향후에는 이를 좀 더 일반화 할

92 사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한 국민연금의 수익비와 재정효과 분석

필요가 있을 것이다. 2011~2013년의 적합성이 높다고 모든 시기의 적합성이 높다고 결론짓기는 어렵기 때문이다.

둘째, 수익비 계산에 사용한 기대여명에 코호트 효과를 고려하지 못한 것을 들 수 있다. 코호트 효과를 반영하면 기대여명이 더 늘어날 것이므로 이에 대한 연구가 필요할 것이다. 이는 국민연금 수급자 자료의 부족으로 인한 것이므로 현재 기금 500조 시대에서 앞으로 예상하는 1000조, 2000조 시대가 도래함에 따라 수급자 자료는 충분히 축적될 것이라고 기대되고 분석자료가 충분히 축적된 후에 개선, 보완 연구를 시도해 보고자 한다.

셋째, 수익비와 재정전망을 위한 부문별로 사망모형을 다르게 적용하고 있어 보다 통합적인 혹은 종합적인 접근방법에 대한 논의가 필요할 것으로 생각되고 사망률 추정에 사용한 자료의 구간에 대한 검증이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 강중철 · 이도수 · 성주호, “장수리스크를 고려한 사망률 추정방법에 관한 연구”, 리스크 관리연구, 17(1), 2006, pp. 153-178.
- 국민연금재정추계위원회, 『2013 국민연금재정계산-국민연금 장기재정추계』, 2013.
- 김성용 · 김기환 · 박유성, “우리나라의 초고령 사망률의 확장에 대한 연구”, 조사연구, 12(2), 2011, pp. 1-26.
- 김세중, “극단치 이론을 이용한 고연령 사망률과 한계연령 추정에 관한 연구”, 리스크 관리연구, 24(1), 2013, pp. 129-150.
- 박유성 · 장선희 · 김성용, “사망률 추계를 위한 오차수정 Lee-Carter 모형”, 조사연구, 14(2), 2013, pp. 19-47.
- 백지선 · 정미옥, 『장래인구추계를 위한 사망력 모형 연구』, 통계청, 2011.
- 백철, “Gompertz사망함수에 의한 고연령 사망률의 추정 절차”, 계리학연구, 4(1), 2012, pp. 59-77.
- 최장훈 · 김형수, 『고연령 사망률 추정과 미래 사망률 전망방식 개선에 관한 연구』, 국민연금연구원, 2014.
- 통계청 사회통계국 인구동향과, 『2010~2060 장래인구추계』, 2011.
- Australian Bureau of Statistics, 『Population Projections, Australia, 2012(base) to 2101』, 2013.
- Booth, H., Maindonald, J., and Smith, L., “Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline”, Population Studies, 56, 2002, pp. 325-336.
- Brass, W., “Mortality Models and Their Users in Demography”, Transactions of the Faculty of Actuaries, 33(239), 1971-73, pp. 123-142.

- Cairns, Andrew J.G., Blake, David, and Dowd Kevin, “A Two-Factor Model for Stochastic Mortality with Parameter Uncertainty: Theory and Calibration”, *The Journal of Risk and Insurance*, 73(4), 2006, pp. 687-718.
- Coal, Ansley J. and Guo, Guang, “Revised Regional Model Life Tables at Very Low Levels of Mortality”, *Population Index*, 55(4), 1989, pp. 613-643.
- Gompertz, B., “On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality and on a New Mode of Determining Life Contingencies”, *The Royal Society of London, Philosophical Transactions, Series A*, 115, 1825, pp. 513-585.
- Himes, Christine L., Preston, Samuel H., and Condran, Gretchen A., “A Relational Model of Mortality at Older Ages in Low Mortality Countries”, *Population Studies*, 48(2), 1994, pp. 269-291.
- Lee, Ronald D. and Carter, Lawrence R., “Modeling and Forecasting U.S. Mortality”, *Journal of the American Statistical Association*, 87(419), 1992, pp. 659-671.
- Lee, Ronald D. and Miller, Timothy, “Evaluating the Performance of the Lee-Carter Methods for Forecasting Mortality”, *Demography*, 38(4), 2001, pp. 537-549.
- Li, Nan and Lee, Ronald, “Coherent mortality forecasts for a group of populations: An extension of the Lee-Carter method”, *Demography*, 42(3), 2005, pp. 575-594.
- Li, J.S.H., Hardy, M.R., and Tan, K.S., “Threshold life tables and their applications”, *North American Actuarial Journal*, 12, 2008, pp. 99-115.
- Makeham, W. M., “On the Law of Mortality and the Construction of

- Annuity Tables, The Assurance magazine, and Journal of the Institute of Actuaries 8(6), 1860, pp. 301-310.
- National Institute of Population and Social Security Research, 『Population Projections for Japan(January 2012): 2011 to 2060』, 2012.
- Office for National Statistics(ONS) UK, 『Background and Methodology, 2014-based National Population Projections』, 2014.
- Statistics Canada, 『Population Projections for canada(2013 to 2063), Provinces and Territories(2013 to 2038): Technical Report on Methodology and Assumptions, 2015.
- U.S. Census Bureau, 『Methodology, Assumptions, and Inputs for the 2014 National Projections』, 2014.
- Waldron, Hilary, “Literature Review of Long-Term Mortality Projections”, Social Security Bulletin, 66(1), pp. 16-30.

국민연금연구원 발간보고서 목록

2014년도

연구보고서 2014-01	가입기간별 기초율을 적용한 국민연금 장기재정전망(II)	박성민	2014.12
연구보고서 2014-02	공적연금 가입자 추계 방법 연구	박주완, 한정림	2014.12
연구보고서 2014-03	국민연금 이력자료에 의한 계층별 특성치의 통계적 추정	최기홍, 신승희	2014.12
연구보고서 2014-04	국민연금제도변수 중기 전망 연구	성명기, 최장훈	2014.12
연구보고서 2014-05	국민연금과 거시경제 모의실험모형 연구	성명기	2014.12
연구보고서 2014-06	국민연금 포트폴리오의 최적공분산 추정에 관한 연구	최영민	2014.12
연구보고서 2014-07	경제적불평등과 노후최저보장제도의 관계 및 시사점 -OECD국가를중심으로	이상봉, 서대석	2015.3
연구보고서 2014-09	국민연금의 재정평가 지표에 대한 비교연구	최기홍, 김형수	2015.3
연구보고서 2014-10	남부유럽 연금개혁 연구	권혁창, 정창률 외	2015.3
연구보고서 2014-11	독거노인의 생애노동이력과 이전소득 효과 연구	송현주, 성혜영 외	2015.3
연구보고서 2014-12	부도위험을 고려한 주식 포트폴리오 구성과 거래전략에 관한연구	강대일, 조재호 외	2015.3
연구보고서 2014-13	고연령 사망률 추정과 미래 사망률 전망방식 개선에 관한 연구	최장훈, 김형수	2015.3
연구보고서 2014-14	시간변동성 성과평가지표를 이용한 국민연금기금의 성과평기에 관한 연구	정문경, 황정욱 외	2015.3

연구보고서 2014-15	우리나라 다층노후소득보장체계의 연금소득 추정	한정림, 박주완	2015.3
연구보고서 2014-16	유족연금 및 중복급여 산출방법 개선방안	신경혜, 신승희	2015.3
연구보고서 2014-17	환경, 사회, 지배구조요인(ESG)을 이용한 투자 전략에 관한 연구	손경우, 주상철	2015.3
정책보고서 2014-01	국민연금 국내부동산 벤치마크 사용자지수 산출에 관한 연구	노상윤, 민성훈 외	2014.12
정책보고서 2014-02	국민연금기금의 액티브 외화관리전략에 관한 연구	주상철, 손경우	2014.12
정책보고서 2014-03	공적연기금 리스크 관리체계의 국제비교	최영민, 박태영 외	2014.12
정책보고서 2014-04	국민연금 국내 인프라투자 벤치마크 지수 개선방안 연구	노상윤, 유승동 외	2014.12
정책보고서 2014-05	청년연장이 국민연금제도에 미치는 영향에 관한 연구	김현수, 김원식 외	2015.3
정책보고서 2014-06	2013년 국민연금 기금운용 성과평가 (공개)	강대일, 정문경 외	2015.3
정책보고서 2014-08	국민연금기금운용지침개선방안	박태영, 이정화	2015.3
정책보고서 2014-09	국민연금사각지대 완화를 위한 지역가입자 관리개선방안연구	정인영, 김경아 외	2015.3
정책보고서 2014-10	노인기초보장제도와 국민연금 간 역할분담관계에 관한연구	이용하, 최옥금 외	2015.3
정책보고서 2014-11	단시간 근로자 실태와 국민연금 적용방안	최옥금, 조영은	2015.3
정책보고서 2014-12	연금교육 활성화를 통한 노후준비 수준 제고 방안	성혜영, 송현주 외	2015.3
정책보고서 2014-13	우리나라 노년층의 노후소득격차 발생요인 분석과 지원방안연구	김경아, 김현수 외	2015.3

정책보고서 2014-14	우리나라 중·고령자들의 노동시장 특성과 국민연금제도 가입확대방안	유호선, 박주완 외	2015.3
조사보고서 2014-01	유족연금제도의 국제비교 연구	유호선, 김경아 외	2015.3
조사보고서 2014-02	장애인 소득보장체계의 국제비교연구	이용하, 정인영 외	2015.3
조사보고서 2014-03	중·고령자의 경제생활 및 노후준비실태 -제5차(2013년도)국민노후보장패널(KReIS)분석보고서-	송현주, 이은영 외	2015.3
용역보고서 2014-01	최적사회보장과 창조경제 -국민연금기금의 효율적 투자방안을 중심으로	임양택	2014.12
용역보고서 2014-02	1.독일연금통합의 전개과정 평가(고려대학교 산학협력단) 2.북한사회보장과 연금제도 운영실태 분석(신한대학교산학 협력단)	김원섭 이철수 외	2015.3
용역보고서 2014-03	국민연금 사각지대 개선방안 연구 (인제대학교 산학협력단, 충북대학교 산학협력단)	김재진, 이정우 외	2015.3
용역보고서 2014-04	반납·추납 보험료 대여사업 사업타당성 분석 및 수요도 조사(대구대학교 산학협력단)	전승훈	2015.3
용역보고서 2014-05	일반국민과 공무원의 노후보장체계 국제비교 연구	김상호, 배준호 외	2015.6
연차보고서 2014-01	2015년 국민연금기금의 자산배분 -ALM분석을 중심으로(비공개)	기금정책 팀	2014.12
프로젝트 2014-01	OECD 주요 국가의 기초보장 급여적정성 평가방법	이용하, 최옥금 외	2015.3

2013년도

연구보고서 2013-01	소득계층별 국민연금 수급부담구조 분석	최기홍 한정림	2013.12
연구보고서 2013-02	주요 거시경제변수 동태적 전망모형 개발	성명기 박무환	2013.12

연구보고서 2013-03	고령화가 자산가격에 미치는 영향과 장기전망 연구	성명기	2013.12
연구보고서 2013-04	OECD 주요 국가들의 연금개혁의 효과성 연구	권혁창	2013.12
연구보고서 2013-05	시장구조에 따른 자산군 분류체계에 관한 연구	강대일 황정욱	2013.12
연구보고서 2013-06	국민연금 해외주식 포트폴리오의 변동성 활용에 관한 연구	최영민 주상철	2013.12
연구보고서 2013-07	가입기간별 기초율을 적용한 국민연금 장기재정전망(Ⅰ)	박성민 신승희	2013.12
연구보고서 2013-08	중고령자의 은퇴와 조기 수급률에 관한 연구	신경혜 권혁진 신승희	2013.12
연구보고서 2013-09	국민연금 재정화 정책의 세대별 생애효과 분석	최기홍 김형수	2013.12
연구보고서 2013-10	국민연금 가입자의 가입이력과 급여수준 분석	우해봉 한정림	2013.12
연구보고서 2013-11	국민연금 국내주식 위탁운용규모와 수익에 관한 연구	정문경 박영규	2013.12
연구보고서 2013-13	우리나라 가구의 자산보유 실태와 자산형성 요인 분석	김현수 김경아	2013.12
연구보고서 2013-14	베이비부머세대의 노후소득보장실태 및 지원방안 연구	김경아 김현수	2013.12
연구보고서 2013-15	자동조정장치에 의한 급여 결정방식에 관한 연구	최장훈 신승희	2013.12
정책보고서 2013-01	국민연금 보완제도로서 개인연금의 역할 정립 및 발전방향에 관한 연구	이용하	2013.12
정책보고서 2013-02	국민연금 사회보험료 지원의 합리적 운영방안 연구	최옥금	2013.12
정책보고서 2013-03	연금개혁을 위한 사회적 합의 과정에 관한 연구	유호선	2013.12

정책보고서 2013-04	국민연금 국내부동산 벤치마크 지수개발에 관한 연구(Ⅰ)	노상윤 태엄철	2013.12
정책보고서 2013-05	국민연금 국내 채권투자방식에 대한 정책대안 연구 -미국 OASDI 사례 중심으로	박태영 김영은	2013.12
정책보고서 2013-06	국민연금기금의 환위험 관리 개선방안	주상철 최영민	2013.12
정책보고서 2013-07	시장영향력을 고려한 기금운용방안 -주주권 행사를 중심으로-	김순호 김영은	2013.12
정책보고서 2013-09	국민연금법과 장애인복지법의 장애개념 및 장애판정체계 비교 연구	정인영 윤상동	2013.12
정책보고서 2013-10	공공영역 노후설계 서비스의 역할과 기능	성혜영	2013.12
조사보고서 2013-01	우리나라 중·고령자의 성공적 노후와 노인관련제도에 대한 인지 및 이용실태 -제4차(2012년도) 국민노후보장패널부가조사 기초분석 보고서 -	송현주 이은영 외	2013.12
용역보고서 2013-01	대위권 행사시 일시금 환산제도 도입방안 연구	전주대 신학협력단	2013.12
용역보고서 2013-02	신규복지사업 수익성분석에 대한 연구	한국비용 편익분석 연구원	2013.12
연차보고서 2013-02	국민연금 중기재정전망(2014 ~ 2018)	박성민 신경혜 외	2013.12
Working Paper 2013-01	소규모 개방경제 DSGE모형을 이용한 통화정책의 거시경제 파급효과 분석	박무환	2013.12
Working Paper 2013-03	R 프로그램을 이용한 기금운용분석I - 국민연금 국내주식 위탁펀드의 현금유입이 펀드의 운용행태에 미치는 영향 분석	정문경	2013.12
Working Paper 2013-04	동아시아 국가의 연금제도 비교	성혜영	2013.12

Working Paper 2013-05	국민연금 자산이 노후소득에 미치는 영향 분석과 한국인의 은퇴준비정도 추정	김현수 최기홍	2013.12
프로젝트 2013-01	주요 국외패널 비교연구와 국민노후보장패널에 주는 시사 점	김현수	2013.12
프로젝트 2013-02	국민노후보장패널조사(KReIS) 발전방안 연구	송현주	2013.12
프로젝트 2013-03	해외(미국, 일본) 재정추계 비교 연구	최장훈	2013.12
연구자료 2013-01	2013년 상반기 국민연금 기금운용 성과평가 보고서	황정욱 태엄철	2013.12

2012년도

연구보고서 2012-01	국민연금의 세대간 회계 : 방법론 및 모형개발	최기홍, 전영준 외	2012.12
연구보고서 2012-02	국민연금기금의 동태적 자산배분에 대한 연구	박태영	2012.12
연구보고서 2012-03	국민연금 국내주식 위탁운용의 성과평가에 관한 연구	정문경 외	2012.12
연구보고서 2012-04	패널회귀모형을 이용한 총요소생산성 추정 및 전망	박무환, 최기홍 외	2012.12
연구보고서 2012-05	가입자 소득분포의 재정추계 적용방안 연구	박성민, 신승희	2012.12
연구보고서 2012-06	국민연금 재정의 민감도분석 및 시뮬레이션	신경혜, 박무환 외	2012.12
연구보고서 2012-07	개방경제 DSGE모형을 이용한 GDP갭 추정 및 전망	박무환, 유병학 외	2012.12
연구보고서 2012-08	노후소득보장제도 유형별 연금제도 개혁 특성 - 유럽연합 국가를 중심으로	유호선, 이지은	2012.12

연구보고서 2012-09	국민연금 대체투자 벤치마크의 프리미엄 설정에 관한 연구	노상윤, 황정욱	2012.12
연구보고서 2012-10	OECD 국가의 노후최저소득보장 제도운영 현황과 시사점	우해봉	2012.12
연구보고서 2012-12	2012년 상반기 국민연금 기금운용성과 평가보고서	강대일, 황정욱	2012.12
정책보고서 2012-02	연금과세에 따른 실질 연금소득보장과 소득재분배 효과 분석	강성호, 권혁진 외	2012.12
정책보고서 2012-03	국민연금기금의 해지펀드 투자 운용방안	주상철	2012.12
정책보고서 2012-04	국민연금 지금개시연령 상향조정방안 연구	이용하, 김원섭 외	2012.12
정책보고서 2012-05	국민연금의 임의가입·임의계속가입제도 운영방안 연구	최옥금, 이지은	2012.12
정책보고서 2012-06	취약 근로계층의 다층노후소득보장체계에 관한 연구 - 국민연금을 중심으로	김경아, 한정림 외	2012.12
정책보고서 2012-08	중고령자 조기은퇴 요인과 조기 노령연금제도 개선 방안연구	김현수	2012.12
정책보고서 2012-09	국민연금 실물투자의 의의와 운용방안	김영은, 박성준	2012.12
조사보고서 2012-01	최근 운용환경 변화에 따른 해외주요연기금의 정책대응사례와 시사점	주상철, 김영은	2012.12
조사보고서 2012-02	제4차(2011년도) 우리나라 중·고령자의 경제생활 및 노후준비실태 -국민노후보장패널조사(KReIS)분석보고서-	권혁창, 송현주 외	2012.12
조사보고서 2012-03	해외 주요 연기금의 기금규모 및 운용현황	김영은	2012.12
용역보고서 2012-01	한국에 적합한 기부연금 도입방안	신기철, 이창수 외	2012.10
용역보고서 2012-02	장애인지원센터, 지방자치단체, 서비스제공기관과의 역할정립 및 연계방안 연구	이준우, 정지웅 외	2012.11

용역보고서 2012-03	해외 공·사연금제도	국민연금 연구원	2012.12
용역보고서 2012-04	국민연금기금이 국민경제 및 자본시장에 미치는 영향에 따른 장기기금운용방향	시장경제 연구원	2012.12
용역보고서 2012-06	SRI펀드의 사회책임요소 분석	숙명여대	2012.12
용역보고서 2012-07	산재보상과 보험과 국민연금의 중복 조정합리화 방안	공주대	2012.12
연차보고서 2012-01	2011년 국민연금 기금운용 성과평가	정문경, 노상윤 외	2012.10
연차보고서 2012-03	국민연금 중기 재정전망(2013~2017)	박성민, 신경혜 외	2012.12
정책자료 2012-01	국민연금 재정추계 수행조직 체계의 발전방안 연구	최장훈, 김현수	2012.12
정책자료 2012-02	연금부채 산출방법 비교검토	최장훈	2012.12
working paper 2012-01	ALM을 사용한 국민연금 기금운용 통합관리 타당성 조사	강대일	2012.12
working paper 2012-02	물가·임금·금리 중기 예측 모형개발연구	성명기	2012.12
working paper 2012-03	다층 노후소득보장연구 -연금연구회 소공부모임 연구결과-	김경아, 권혁창	2012.12
프로젝트 2012-01	국민연금 장기재정추계모형2011	재정추계 분석실	2012.4

저자 약력

• 최 장 훈

고려대학교 금속공학과

University of Illinois at UC 보험계리학 석사

University of Minnesota at Minneapolis 통계학 박사

University of Cincinnati, Florida State University 통계학과 방문조교수

국민연금연구원 부연구위원

현 보험연구원 연구위원

〈주요 저서〉

- ▶ “A Penalized Maximum Likelihood Approach to Sparse Factor Analysis”, Statistics and Its Interface, 3(4), 2010(공저)
- ▶ 『연금부채 산출방법 비교 검토』, 정책자료 2012-02, 국민연금연구원, 2012
- ▶ 『국민연금 재정추계 수행조직 체계의 발전방안 연구』, 정책자료 2012-01, 국민연금연구원, 2012
- ▶ 『자동조정장치에 의한 급여결정방식에 관한 연구』, 연구보고서 2013-15, 국민연금연구원, 2013
- ▶ 『해외(미국·일본) 재정추계 비교연구』, 프로젝트 2013-03, 국민연금 연구원, 2013
- ▶ “자동조정장치를 활용한 국민연금 균형재정에 관한 시뮬레이션 진단”, 『보험학회지』, 제97집, 2014(공저)
- ▶ “Lee-Carter 모형을 통한 데이터 적용 기간에 따른 사망률 추계 비교”, 『연금연구』, 제4권 제2호, 2014
- ▶ “Estimating the Benefit-Cost Ratios by Applying Life-Expectancies

of National Pension Old-Age Pensioners”, The Korean Journal of Applied Statistics, 28(4), 2015

- ▶ “통계청 생명표에 기초한 100세 이상 사망률 연장에 관한 연구”, 『한국자료분석학회』, 제18권 제1호, 2016(공저)

- 권 미 애

가톨릭대학교 경영학과 졸업

서울시립대학교 경제학 석사

현 국민연금연구원 주임연구원

연구보고서 2015-11
사망률 전망 모형의 선택과 전망된 사망률에 기초한
국민연금의 수익비와 재정효과 분석

2016년 3월 인쇄
2016년 3월 발행

발행인 : 문 형 표
편집인 : 김 성 숙
발행처 : 국민연금공단
국민연금연구원

전북 전주시 덕진구 기지로 180(만성동)
TEL : 063-713-6780 / FAX : 063-715-6564

ISBN 978-89-6338-307-1