



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

碩士學位 請求論文
指導教授 李 恒 碩

주택연금 모형을 활용한 사망률 예측모델 분석

成均館大學校 一般大學院

保險計理學科

朴 商 大

碩士學位請求論文

주택연금

모형을

활용한

사망률

예측모델

분석

2021

박
商
大

碩士學位 請求論文
指導教授 李 恒 碩

주택연금 모형을 활용한
사망률 예측모델 분석

Actuarial analysis of mortality prediction model
using reverse mortgage model

成均館大學校 一般大學院

保險計理學科

朴 商 大

碩士學位 請求論文
指導教授 李 恒 碩

주택연금 모형을 활용한
사망률 예측모델 분석

Actuarial analysis of mortality prediction model
using reverse mortgage model

이 論文을 保險計理學 碩士學位請求論文으로 提出합니다.

2020 年 10 月 日

成均館大學校 一般大學院

保險計理學科

朴 商 大

이 論文을 朴商大의 保險計理學
碩士學位 論文으로 認定함.

2020 年 12 月 日

審査委員長

審査委員

審査委員

목차

제1장 서론	1
1. 연구배경	1
제2장 본론	5
1. 기초자료	5
2. 방법론	5
2.1) 기존 Lee-Carter 모형 소개	5
2.2) 왜도를 활용한 Lee-Carter모형 소개	8
2.3) 모형을 활용한 사망률 추계	12
3. 주택연금 모형을 활용한 사망확률 예측모델 실증 분석	13
3.1) 주택연금 모형과 월 지급금 산출 방법 소개	13
3.2) 실증 분석을 위한 생명표 간 사망확률 비교	15
3.3) 생명표(완전생명표, 전통적LC모형 생명표, 왜도활용LC모형 생명표)별 실증분석	16
3.3.1) 주택연금 모형 기초변수 및 개선 사망률 설명	16
3.3.2) 주택연금 모형을 활용하여 산출한 월 지급금을 통한 사망예측 모델 실증분석	18
제3장 결론	22
참고문헌	24
ABSTRACT	26

표목차

- 표 1. 생명표 별 사망확률 비교
- 표 2. 주택연금 모형에 사용 된 기초변수
- 표 3. 생명표(기간생명표와 코호트 생명표) 간의 월 지급금(단위: 원) 비교
- 표 4. 전통적LC생명표와 왜도활용LC생명표 간의 월 지급금(단위: 원) 비교

그림목차

- 그림 1. 주택연금 연간 누적 가입자 수¹⁾ (최초 가입 시점 기준, 단위: 명)
- 그림 2. Lee-Carter 모델로 추정 한 모수 (분석기간: 1970~2018)
- 그림 3. 경험분석 통계기간별 사망률 모수 비교
- 그림 4. 왜도 활용 LC 모형의 단계별 과정 (Lee, Baek, Kim, 2016, p.49.)
- 그림 5. T_{55} 의 왜도 (전통적 LC모형)
- 그림 6. T_{55} 와 k_t 간의 관계식 (분석기간: 1970~2018년)
- 그림 7. 확률변수 T_{55} 의 왜도 추정 값
- 그림 8. 사망률 모수 추정 값
- 그림 9. 분석기간 별 55세 사망확률 비교 그래프
- 그림 10. 예측모델 별 사망확률 추계 그래프
- 그림 11. 기간생명표와 코호트 생명표 예시
- 그림 12. 생명표(기간생명표와 코호트 생명표) 간의 월 지급금 비교(단위: 원)
- 그림 13. 전통적LC생명표와 왜도활용LC생명표 간의 월 지급금 비교(단위: 원)

1) 주택금융공사 홈페이지 주택연금 이용현황

논문요약

주택연금 모형을 활용한 사망률 예측모델 분석

주택연금 가입자가 지속적으로 증가하고 있는 현재 연금 공급자 및 수급자 모두에게 영향을 주는 장수리스크 관리가 중요해지고 있다. 장수리스크의 적절한 관리를 위해선 사망률의 보다 정확한 예측이 필요로 되어 진다. 이를 위해 본 연구에서는 주택연금 모형을 활용하여 사망률 예측 모델을 비교 분석하였으며, 공급자의 보다 적절한 모델 선택을 위해 다양한 결과를 제공하고자 하였다. 주택연금 모형은 연생을 가정하였으며, 사망률 예측 모델로는 Lee-Carter모형(전통적LC모형), 왜도를 활용한 Lee-Carter모형(왜도활용LC모형)을 적용하였다. 추가로 현행방식과 다르게 개선을 반영한 코호트 방식을 함께 비교하였다. 왜도활용LC모형은 전통적LC모형의 과도한 사망률 개선 효과를 완화시켜주는 모형으로 주택 연금 모형을 활용하여 월 지급금을 비교해본 결과 전통적LC모형에 비해 더 큰 월 지급금이 산출되었다. 비록 월 지급금은 더 큰 값이지만, 그만큼 장수 리스크의 왜곡이 줄 수 있다는 데 의의가 있다. 추가로 살펴본 개선을 반영한 코호트 방식을 통해선 월 지급금의 감소효과를 볼 수 있었고, 연금 공급자에겐 월 지급금 부담의 감소의 효과를 기대할 수 있고 더불어 연금 수급자에게도 합리적인 기초 변수 적용의 이론적 기반을 제공했다는 데 의의가 있는 연구이다.

주제어 : Lee-Carter 모형, 장수리스크, 주택연금, 사망률 추계, 왜도

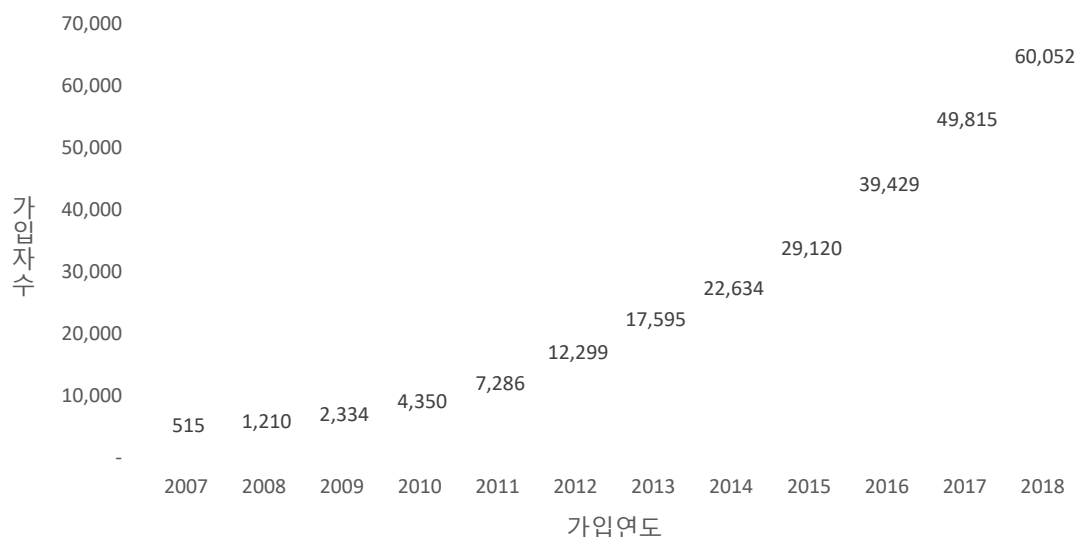
제1장 서론

1. 연구배경

우리나라는 2017년 총 인구 중 65세 이상 고령인구가 차지하는 비율이 14% 이상인 고령사회에 진입하였고, 2026년엔 비율이 20% 이상인 초고령사회에 진입할 것으로 예측되고 있다. 이와 더불어 의료기술의 발달 등으로 인해 기대수명이 연장되어 지속적으로 사망률이 개선되는 추세를 보이고 있다. 기대수명의 연장은 공적연금과 사적연금의 수요와 필요성을 증가시키는 동시에 수급자, 공급자 모두에게 리스크 요인으로 부각되고 있다. 사망률의 개선으로 인한 장수 리스크의 대표적인 예로 연금 수급자의 입장에선 사망 이전에 수령할 수 있는 재원이 소진 될 위험 그리고 연금 공급자 입장에선 기대수명이 늘어 지급해야 할 금액이 증가하는 데 따른 재정적 위험을 들 수 있다. 그러므로 이러한 개선 추세를 적절히 반영하여 사망률을 적절히 예측하는 것은 중요한 연구과제라고 볼 수 있다. 장수 리스크에 영향을 받는 연금은 다양하나 본 연구에선 고령사회로 인해 수요가 점점 증가하는 주택연금에 초점을 두고 분석하였다.

주택연금이란 만 55세 이상(주택소유자 또는 배우자)의 대한민국 국민이 9억원 이하 소유주택을 담보로 맡기고 평생 혹은 일정한 기간 동안 매월 연금방식으로 노후 생활 자금을 지급받는 국가 보증의 금융상품(역모기지론)이다. 월지급금은 부부 중 마지막 생존자가 사망할 때까지 지급 받게 된다. 모기지론은 집을 매입할 때 해당 주택을 담보로 제공하고 장기주택자금을 대출 받는 제도인데 주택연금은 이와 반대인 역모기지론으로 이미 집을 소유하고 사람이 해당 주택을 담보로 제공하면 생활 자금을 금융기관에서 빌려주는 제도이다. 주택연금의 연간 누적 가입자 수는 <그림

1>에서 볼 수 있듯이 지속적으로 증가하여 2017년에는 49,815명 2018년에는 60,052명이 가입했다. 전국적으로 평균 가입자 연령은 72세, 평균 월지급금은 102만원, 평균 주택가격은 3억이었으며, 가입자의 지역 비중은 수도권이 68.2% 비수도권이 31.8%를 차지하였다.



<그림 1> 주택연금 연간 누적 가입자 수²⁾ (최초 가입 시점 기준, 단위: 명)

<그림 1>에서 볼 수 있듯이 주택연금 가입자는 지속적으로 증가하는 추세이며, 2020년6월 기준 76,158명이 가입하였다. 2020년 기준 통계청 자료에 따르면 남자의 기대여명은 80세, 여자의 기대여명은 86세 수준이다. 직장인들의 평균 은퇴 나이는 50~60세이므로 은퇴 이후의 기간이 점점 길어져 노후 대비의 중요성이 높아지고 있고 연금에 대한 관심도 많아지고 있다. 그러므로 지속적인 연금 운용을 위해선 판매 실적뿐만 아니라 주택연금의 리스크 관리에도 집중해야 할 시기이다. 주택연금 월 지급금에 영향을 주는 주요 변수는 4가지 정도가 있으며, 다음의 변수들의 예측 값이 실제와 차이가 많이 나는 경우 리스크가 될 수 있다. 주요 변수로는 연금산정 이자율, 주택가격상승률, 물가상승률, 사망률이 있다. 최초 주택연금 월지급금 산정

2) 주택금융공사 홈페이지 주택연금 이용현황

시 위의 변수들의 장래 변동을 고려하여 결정된 지급금이 가입자의 종신(종신행인 경우)까지 변동 없이 동일하게 지급되기 때문에 초기에 정확한 예측은 연금 공급자 및 수급자 모두에게 중요한 부분이다. 본 연구에선 위의 변수 중 장수리스크와 관련이 있는 사망률에 대해 다루었으며, 적절한 사망률 예측모델의 선택을 위해 주택연금 모형을 활용하여 사망률 예측모델을 분석하였다. 앞서 언급했듯이 주택연금은 부부 중 마지막 생존자가 생존할 때까지 월 지급금을 지급하므로, 주택연금 모형은 연생 모형을 적용하였다.

사망률 예측모델과 주택연금 관련 선행연구 중 사망률 예측모델과 관련된 연구는 다음과 같다. Lee, R.D. and Carter, L. (1992) 「Modeling and Forecasting the Time Series of U.S. Mortality」 연구에서 처음으로 Lee-Carter(이하 LC모형) 사망률 예측모델을 소개하였다. 다만, LC 모형의 한계점으로 코호트 효과를 반영하지 못하는 점과 사망률 지수를 추정하고 미래 값을 직접 예측하기 때문에 장래 사망률이 지나치게 개선되는 현상 등을 들 수 있다. 이러한 이유에도 불구하고 LC 모형의 직관성, 단순성 및 추정의 용이함 등으로 인해 현재까지도 사망률 연구에 자주 사용되고 있다. 이후 Li와 Lee (2005), Kim (2012) 등의 연구와 같은 기존 선행연구들은 LC 모형의 한계점 수정에 대해 집중하고 있다. 그 중 이항석, 백창룡, 김지현 (2016) 「왜도 예측을 이용한 Lee-Carter모형의 사망률 예측」의 연구에서는 사망률 지수와 왜도의 관계를 활용해 장래사망률 과도 개선을 완화시키는 방법을 제안했으며, 본 연구에서도 이 방법론을 활용하여 기존 LC 모형의 과도 개선을 줄이며 이렇게 추정된 장래 사망률을 이용한 코호트 생명표와 연생 생명표를 주택연금모형에 적용해보았다. 주택연금 관련 선행연구로는 다음의 연구들이 있다. 연생모형이 실제 주택연금 계리모형에 적용되기 전에 마승렬 (2007) 「역모기지 보증리스크의 증권화 방안」 연구에서 이미 미국의 역모기지상품의 경우 여자의 사망률을 이용하여 대출 종료 확률을 산출하고 있음을 보였고, 이후 장운욱 (2011) 「주택연금 보증료와 월지급금에 대한 연구: 이자율위험과 장수위험 모형의 적용」 연구에서 주

택연금과 관련해서 장수리스크 관리의 필요성을 주장하였다. 그러므로 본 연구에선 장수리스크를 적절히 관리하기 위해 주택연금에 영향을 주는 여러 변수들 중 장수리스크와 관련있는 사망률을 살펴보고, 주택연금 계리모형을 활용하여 사망률 예측 모형 별 실증 분석을 진행하였다. 본 실증 분석 결과를 기반으로 생명표의 직관적인 비교가 가능하고 장수리스크 관리 방안 중 하나인 적절한 생명표 선택에 도움을 줄 수 있을 것으로 보인다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 사용한 기초자료와 사망률 예측모형인 기존 LC모형과 왜도를 활용한 LC모형의 소개와 비교를 해보고자 한다. 3장에서는 주택연금 계리모형을 소개한 후 추계 사망률을 적용하여 주택연금 월 지급금 실증분석을 하고자 한다. 마지막 장에서는 본 연구의 시사점을 밝히고 향후 연구 주제 등에 대해 논의하고자 한다.

제2장 본 론

1. 기초 자료

본 연구에서 사용한 데이터는 1970년~2018년 성별 및 연령별 완전생명표와 생존자수를 사용하였으며, 자료는 대한민국 통계청에서 참고하였다.

2. 방법론

2.1) 기존 Lee-Carter 모형 소개

1992년 Lee, R.D. and Carter, L.에 의해 최초로 소개된 사망률 예측 모형이며 해당 모형의 단순성과 추정의 용이함으로 현재까지도 사망률 추계에 많이 사용되고 있다. LC모형은 식 (1)에서 볼 수 있듯이 사망률이 기간효과와 연령효과의 선형관계로 이루어져있다.

$$\ln \widehat{m}_{x,t} = \alpha_x + \beta_x \kappa_t + \epsilon_{x,t} \quad (1)$$

$\widehat{m}_{x,t}$ 는 x세의 t연도 사망률 관측치 이며, α_x 는 연령별 모수로 $\ln \widehat{m}_{x,t}$ 의 연령 및 모든 t에 대한 평균을 나타낸다. 모수 β_x 도 연령별 모수로 사망률 지수 κ_t 의 변동에 대한 연령별 민감도를 의미한다. 사망률 지수 κ_t 는 사망률의 개선과 가장 밀접한 관계가 있는 모수이며, 사망률이 개선될수록 해당 지수는 시간의 경과에 따라 감소하는 특성이 있다. 위 식의 모수들을 추정하기 위해서는 특이값 분해

(Singular Value Decomposition, SVD) 방법으로 추정한다. 그리고 사망률 지수와 연령별 모수인 β_x 의 유일해를 찾기 위해서 식 (2)와 같은 제약을 부과한다.

$$\sum_t \kappa_t = 0, \sum_x \beta_x = 1 \quad (2)$$

특이값 분해는 다차원의 변수를 낮은 차원으로 표현하는 주성분 분석의 주성분을 구하는 방법이다. 특이값 분해에 대한 설명은 이항석, 백창룡, 김지현 (2016) 「왜도 예측을 이용한 Lee-Carter모형의 사망률 예측」 연구를 참고하면 되고 모수 추정을 위한 특이값 분해의 세부 방법론에 대해선 더 이상 논하지 않는다. 본 연구에선 통계프로그램인 R을 이용하여 장래 사망확률을 추계하였고, 1970-2018년 완전생명표 자료를 사용하였다. 다만 사용하는 통계자료의 기간 별로 개선 정도의 차이가 존재할 수 있어, 두 기간(1970-2018년, 2001-2018년)으로 나누어 사망률 지수와 사망률을 추계 해보았다. 해당 기간의 생명표 자료를 활용하여 모수를 추정하고, 사망률 지수 κ_t 를 ARIMA모형으로 적합한 후 해당 지수의 예측치를 구하였다.

ARIMA(Auto Regressive Integrated Moving Average)는 자기회귀모형의 Auto Regressive와 이동평균 모형인 Moving Average로 이루어진 약자이다. 자기회귀모형은 과거와 현재의 상태와의 관계를 정의한 것이다. 이동평균 모형은 과거와 현재 상태의 오차와의 관계를 정의한 것이다. 즉, AR 모형은 이전 항의 상태에서 새로운 상태를 추정하는 것이고, MA모형은 이전 항의 오차에서 현재 항의 상태를 추정하는 것을 의미한다. 이 둘을 합치면 이전 항의 상태와 오차로부터 현재의 상태를 추정함을 의미한다. ARIMA모형과 ARMA와의 차이점은 시계열의 불안정성(Non-stationary)을 설명하기 위해 관측치 간의 차분(Difference)을 사용한다는 점이다. ARIMA모형의 모수는 3가지가 있다. AR모형의 차수 p, MA모형의 차수 q 그리고 차분을 의미하는 d가 있다. 시계열에 가장 적합한 ARIMA모형의 차수(p, d, q)를 찾기 위해서 대표적인 비교 기준인 Akaike 정보기준(AIC)과 베이지 정보기준

(BIC)를 활용한다. AIC와 BIC의 식은 (3)과 같다.

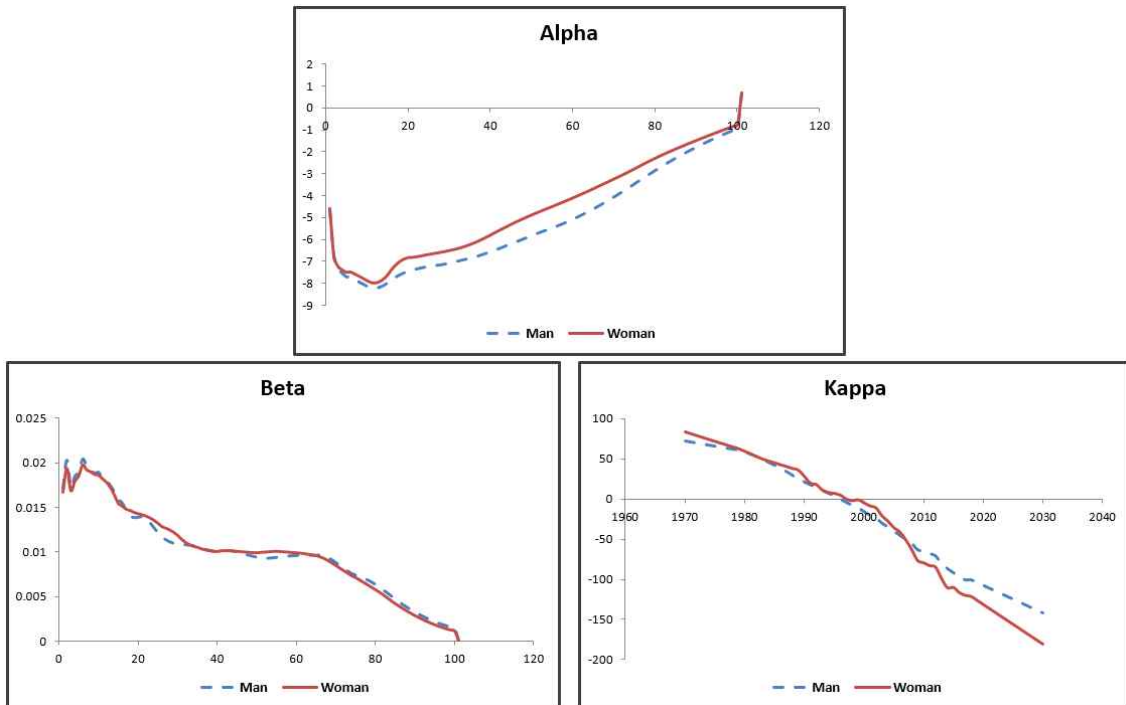
$$\begin{aligned} AIC &= -2\ln(l) + 2k, \\ BIC &= -2\ln(l) + k(\ln(n)) \end{aligned} \quad (3)$$

식 (3)에서 $\ln(l)$ 은 최대로그우드 함수이고, $2k, k(\ln(n))$ 은 페널티 항이다. k 는 추정에 사용되는 변수의 개수이며, n 은 추정에 사용된 자료의 수이다. 즉, 추정에 사용된 변수의 개수가 늘어나면 늘어날수록 페널티를 받게 되는 것이므로 AIC와 BIC는 작을수록 모형의 적합도가 높음을 의미한다. AIC 기준에 비해 BIC 기준의 페널티가 높아 변수의 개수를 줄이기 위해선 BIC를 채택해야하나, 본 연구에선 두 기준 모두를 이용하여 모형의 차수를 산출하였다. 앞서 말했듯이 분석 기간의 개선 정도에 따라 사망률 지수가 달라질 수 있어, 분석 기간을 (1970-2018년)과 (2001-2018년)으로 나누어 적용해보았고, R 프로그램의 'Forecast' 패키지를 사용하였다. 추정 결과 ARIMA(0,2,1)이 AIC, BIC 모두 다른 차수에 비해 낮게 나와 가장 적합한 모형으로 선택하였다. 식 (4)는 ARIMA(0,2,1) 모형의 수식이다.

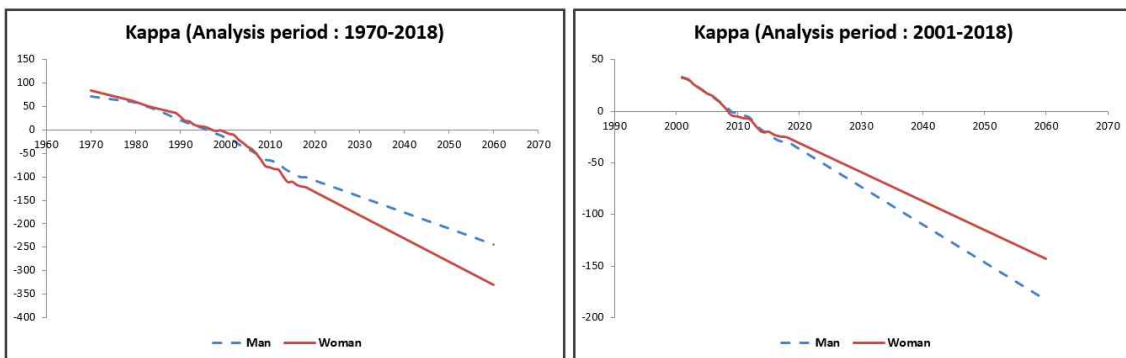
$$\kappa_t = 2\kappa_{t-1} - \kappa_{t-2} + \theta_{\epsilon_t}, \epsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (4)$$

위의 기준으로 추정한 연령별 모수와 사망률 모수는 <그림 2>와 같으며, 기초 통계 기간별 사망률 모수의 차이는 <그림 3>에서 볼 수 있다. <그림 3>에서 볼 수 있듯이 경험분석 통계기간별로 개선의 차이가 있음을 알 수 있다. (1970-2018년)으로 분석한 경우와 다르게 (2001-2018년)으로 분석한 경우 남자의 사망률 모수가 여자에 비해 보다 개선되었음을 알 수 있다. 즉, 여자 사망률 대비 남자의 사망률 개선 정도가 (1970-2018년) 보다는 (2001-2018년)에 더 컸음을 유추해볼 수 있다. 이렇듯 통계기간의 설정에 따라 사망률 예측에 영향을 줄 수 있으므로, 장래 사망률을 예측할 때 연구자는 신중한 자료 및 통계기간 선택이 필요하다.

적절히 통계기간을 선택한 후 모수들의 추정을 마치면 최종적으로 사망률 m_x 의 미래 예측 값을 구할 수 있다.



<그림 2> Lee-Carter 모델로 추정한 모수 (분석기간: 1970~2018)

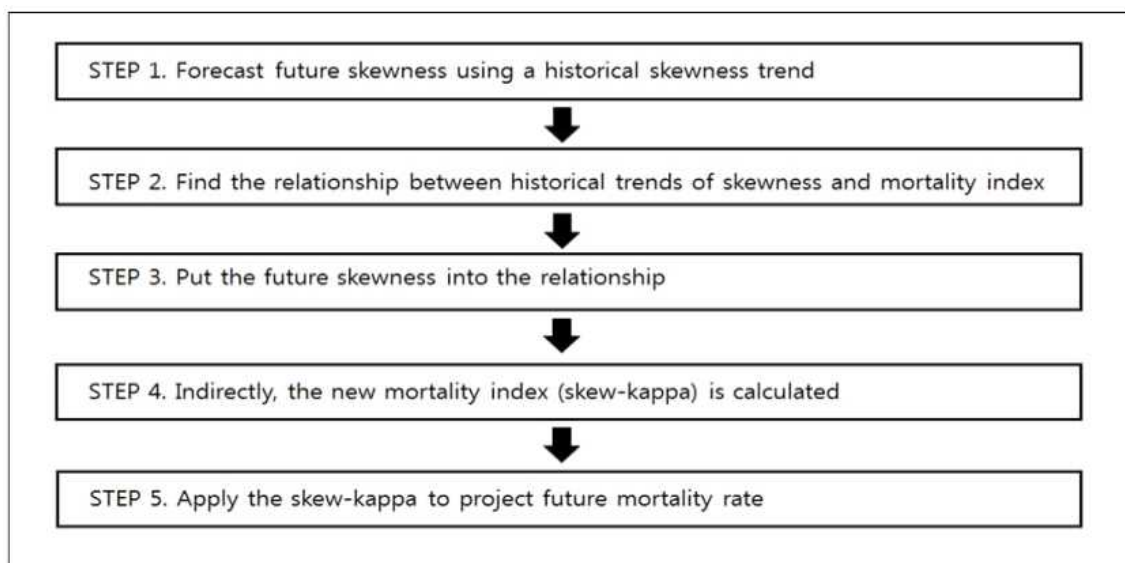


<그림 3> 경험분석 통계기간별 사망률 모수 비교

2.2) 왜도를 활용한 Lee-Carter모형 소개

앞서 소개한 Lee-Carter 모형의 한계점 중 하나인 장래 사망률을 과도하게 개선

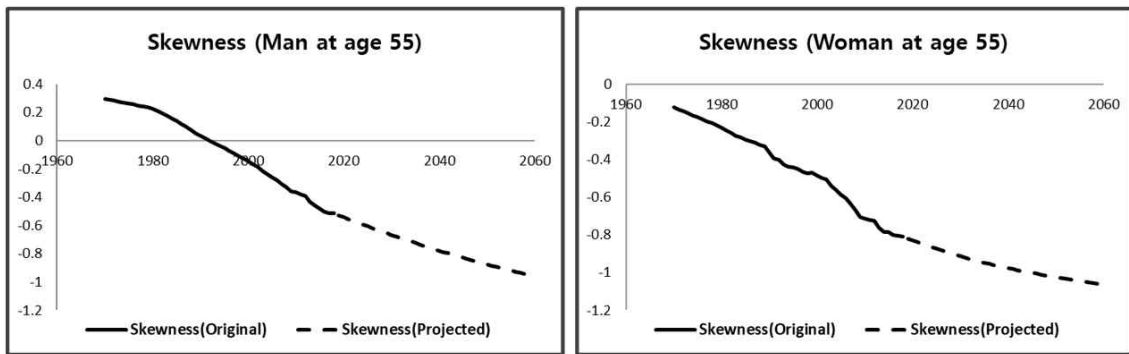
시키는 점을 보완해줄 방법론을 소개하겠다. Jeong, Kim (2011), Lee 등(2016)의 선행연구에서 기존 모형의 한계점들을 소개하며, 개선된 예측 방식의 필요성을 강조하고 있고, 이항석, 백창룡 등 (2016) 「왜도 예측을 이용한 Lee-Carter모형의 사망률 예측」 연구에서 왜도 예측을 이용한 개선된 LC 모형을 소개하였으며 기존 모형의 지나친 개선효과를 줄일 수 있는 방안을 보여주었다. 그러므로 본 연구에서도 이러한 결과를 바탕으로 왜도 활용 LC 모형을 장래 사망확률을 추계하는 방법으로 설정하고 실증분석에 사용하였다.



<그림 4> 왜도 활용 LC 모형의 단계별 과정 (Lee, Baek, Kim, 2016, p.49.)

<그림 5>는 확률 변수 T_{55} 에 대한 왜도를 나타낸 것이다. T_{55} 은 55세인 사람의 장래 생존기간의 확률 변수를 의미한다. 왜도가 0에 가까울수록 확률분포가 정규분포와 유사하다고 볼 수 있는 것이고, <그림 5>와 같이 왜도가 음수인 경우는 확률 밀도함수의 왼쪽 부분에 긴 꼬리를 가지며 중앙값을 포함한 자료가 오른쪽에 더 많이 분포 해있음을 의미한다(Left-Skewed). 다시 말해, 미래로 갈수록 생존기간이 늘어나며, 편중이 점점 심해질 것을 왜도의 지속적인 감소를 통해 알 수 있다. 이러한 현상은 사망률 모수의 장래 예측 값이 지속적으로 감소하는 형태이고 이로 인해

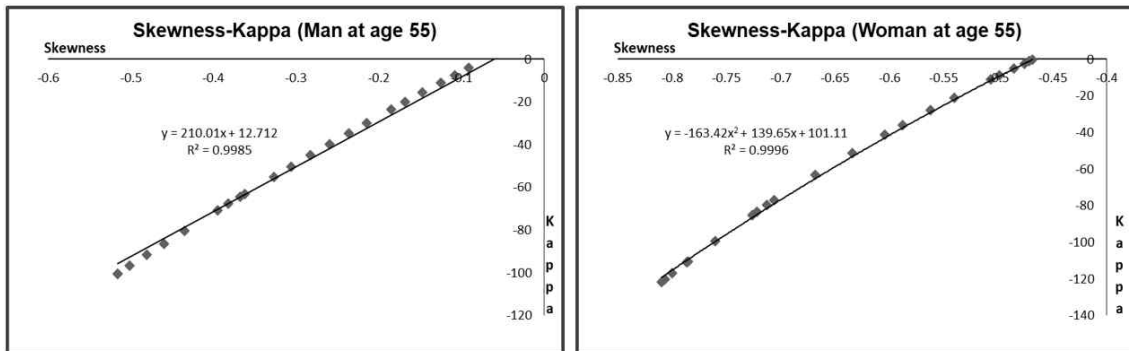
지나친 사망률 개선효과가 그대로 반영되어 장래 사망확률을 과소 추정하는 결과가 나타나는 것이다.



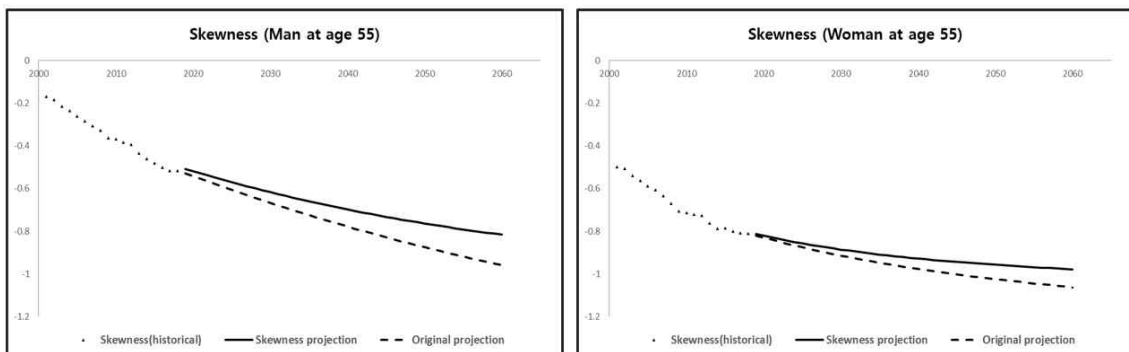
<그림 5> T_{55} 의 왜도 (전통적 LC모형)

이를 보완하기 위해 사용한 왜도 활용 LC모형은 상관관계를 보이는 생존기간의 확률변수(T_x)의 왜도와 사망률 모수(k_t)간의 관계식을 도출하여, 새로운 사망률 모수를 산출하여 사용하게 된다. 즉, 분석에 사용하는 통계기간(1970~2018년) 동안의 확률변수의 왜도와 사망률 모수 간의 관계가 2018년 이후에도 유지된다고 보고, 관계식을 이용해 새로운 사망률 모수를 추정하는 것이다. <그림 6>는 55세 남, 여 생존기간의 확률변수의 왜도와 사망률 모수 간의 관계를 표현한 그림과 식이다. 두 변수는 정비례 관계임을 알 수 있고, 관계식을 이용하면 새로운 사망률 모수를 추정할 수 있다. 기존 연구에선 선형의 관계식을 사용했으나, 선형의 관계식을 적용하면 여자의 경우 장래 추계 사망률의 초기 년도(2019~2023년) 사망률이 직전 대비 증가하는 현상을 보여, 본 연구에선 여자의 경우에 한해 2차 다항식의 관계식을 사용하였고, 남자는 기존과 동일하게 선형 관계식을 사용하였다. <그림 7>은 기존 예측 방식과 왜도 예측 방식으로 각각 추정한 장래 생존기간의 확률 변수의 왜도를 표현한 것이고, 기존 예측 방식에 비해 덜 편향되어 짐을 볼 수 있다. <그림 8>은 사망률 모수를 표현한 것이고, 이 또한 기존 예측 방식에 비해 왜도 예측 방식의 장래 사망률 개선 정도가 줄어들었음을 알 수 있다. 최종적으로 장래 생존기간의 확률변

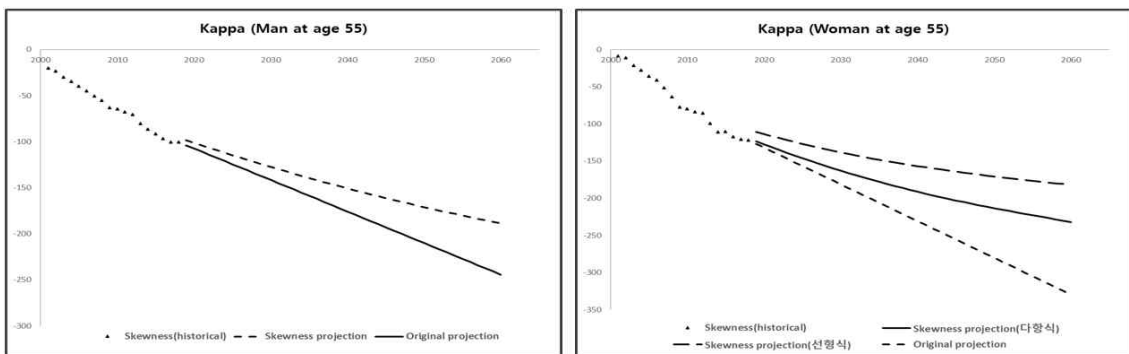
수의 왜도와 사망률 모수 간의 관계식을 활용하여 새로운 사망률 모수를 추정할 수 있고, 기존에 산출한 연령별 모수와 새로운 사망률 모수를 적용해 사망률을 예측할 수 있다. 사망률 예측에 대한 내용은 2.3)에서 소개하겠다.



<그림 6> T_{55} 와 k_t 간의 관계식 (분석기간: 1970~2018년)



<그림 7> 확률변수 T_{55} 의 왜도 추정 값



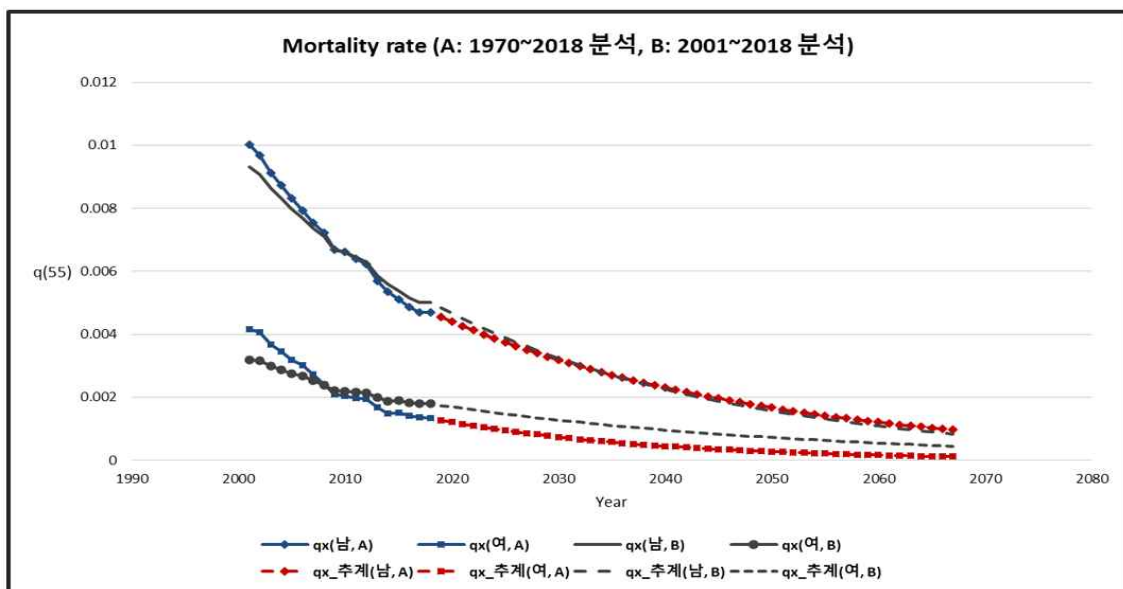
<그림 8> 사망률 모수 추정 값

2.3) 모형을 활용한 사망률 추계

전통적인 LC모형과 왜도를 활용한 LC모형은 사망률 모수(k_t) 추정 방법에 차이가 있고, 사망률 추계 방법은 동일하다. 두 가지 모형을 활용해 추정한 모수들을 식 (1)에 적용하여 사망률 m_x 의 장래 추정 값을 구하고, 사망확률을 도출해낸다. 본 연구에서는 소수 연령 구간에서의 사망자 수가 균등하게 분포한다는 UDD 가정에 식 (5)를 활용하여 장래 사망확률을 구한다.

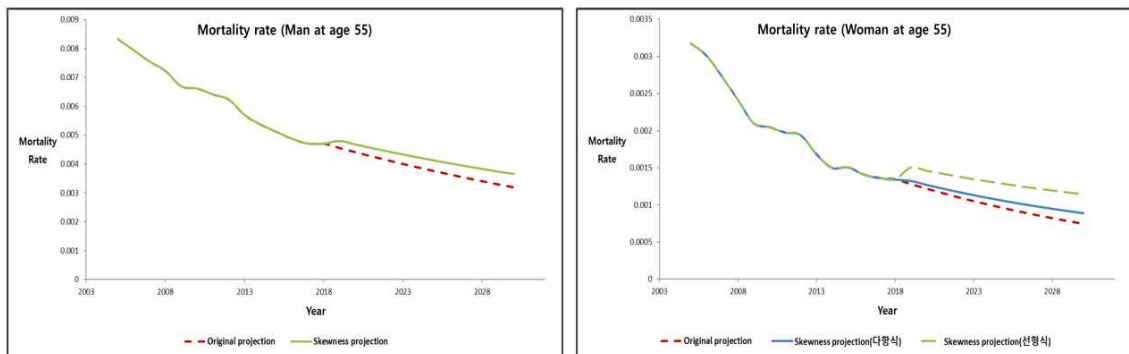
$$q_x = \frac{m_x}{1 + 0.5 \times m_x} \quad (5)$$

<그림 9>는 전통적인 LC모형을 활용하여 산출한 분석기간 별 55세 사망확률이다. 남자의 추계 결과는 유사하게 나왔고, 여자의 추계 결과는 2001~2018년 통계로 분석한 결과가 덜 개선되는 것으로 나왔다. 이는 여자의 사망률 개선정도가 최근에 비해 과거에 더 되었음을 생각해볼 수 있다.



<그림 9> 분석기간 별 55세 사망확률 비교 그래프

<그림10>은 전통적인 LC모형(Original projection)과 왜도를 활용한 LC모형(Skewness projection)으로 산출한 55세 사망확률이다(분석기간: 1970~2018년). 앞서 사망률 모수와 왜도 그래프를 통해 예측 했듯이 왜도를 활용한 LC모형이 전통적인 LC모형의 사망률 과도한 개선을 줄여줌을 볼 수 있다. 앞서 말했듯이, 2차 다항 관계식을 활용하여 추정한 모수로 사망확률을 추계하였다.



<그림 10> 예측모델 별 사망확률 추계 그래프

예측 모델 및 분석 기간 별 사망확률을 살펴보고, 예측 모델 별 사망확률 값이 주택연금 계리모형에 어떠한 영향을 줄지 실증분석을 이어서 진행해보고자 한다.

3. 주택연금 모형을 활용한 사망확률 예측모델 실증 분석

3.1) 주택연금 모형과 월 지급금 산출 방법 소개

주택금융공사에서는 주택연금 상품 설계 시 부부 가입의 경우 연생모형을 적용하고 있다. 본 절에서는 최대대출가능금액과 월 지급금을 산출하는 방법을 설명하고, 부부 가입의 경우 연생모형을 적용하는 방법에 대해서도 함께 소개하도록 한다. 주택연금 모형에 적용되는 주요 변수들을 이용하여 주택연금의 대출금을 산정하는 기본 구조는 식 (6)과 같다.

$$E[L] \leq E[MIP] \quad (6)$$

좌변의 기대손해액이 우변의 기대보증료 수입보다 작거나 같게 하는 최대대출가능 금액(principal limit)을 시행착오 방법을 이용하여 찾아낸다. 다시정리해보면 주택연금 가입자가 평생 동안 받을 수 있는 총 연금액을 대출 초기에 일시금으로 받고 이후엔 수령하는 연금이 없다는 극단적인 가정을 이용하게 된다. 식 (3.1)의 좌변, 우변에 들어가는 기대보증료와 기대손해액은 다음과 같이 단독 가입자일 경우 식 (7)과 식 (9)를 사용하게 되고, 부부 가입의 경우에는 연생모형을 적용한 식 (8)과 식 (10)을 사용하게 된다.

$$E[MIP] = \sum_{h=0}^{12(w-x)-1} MIP(h) \times v^h \times \frac{h}{12} p_x \quad (7)$$

$$E[MIP] = \sum_{h=0}^{12(w-x)-1} MIP(h) \times v^h \times \frac{h}{12} p_{xy} \quad (8)$$

$$E[L] = \sum_{h=0}^{12(w-x)-1} L(h+1) \times v^{h+1} \times \frac{h}{12} p_x \times \frac{1}{12} q_{x+\frac{h}{12}} \quad (9)$$

여기서 $E[MIP]$ = 기대보증료,
 $E[L]$ = 기대손해액,
 $L(h)$ = h 시점에서의 손해액 = $\max[0, (BAL(h) - H(h))]$,
 $BAL(h)$ = h 시점에서의 주택연금 가입자 총 채무액,
 i = 기대이율,
 $MIP(h)$ = h 시점에서의 보증료 = $BAL(h-1) \times$ 보증율,
 M = 주택가격 대비 최대대출가능금액(principal limit)의 비율
= principal limit factor ($M \times H(0)$ = 최대대출가능금액),
 $H(h)$ = h 시점에서의 주택가격,
 g = 평균주택가격상승률,

ω = 한계연령(생명표 상에서 생존자 수가 0인 연령),
 x = 주택연금 가입 연령,
 h = 개월

$$E[L] = \sum_{h=0}^{12(\omega-x)-1} L(h+1) \times v^{h+1} \times \left(\frac{h+1}{12} q_{xy} - \frac{h}{12} q_{xy} \right) \quad (10)$$

주택연금 계리모형에서 총 채무액과 h시점의 보증료 그리고 h시점의 주택가격은 다음의 식 (11)~식 (13)과 같이 다시 정리할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 BAL(0) &= M \times H(0) + MIP(0) = M \times H(0) + \text{초회보증율} \times H(0) \quad (11) \\
 &= (M + \text{초회보증율}) \times H(0) \\
 BAL(h) &= [BAL(h-1) + MIP(h)] \times (1+i) \\
 &= (M + \text{초회보증율}) \times H(0) \times (1 + \text{보증율})^h \times (1+i)^h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MIP(0) &= \text{초회보증율} \times H(0) \quad (12) \\
 MIP(h) &= \text{보증율} \times BAL(h-1) \\
 &= \text{보증율} \times (M + \text{초회보증율}) \times H(0) \times (1 + \text{보증율})^{h-1} \times (1+i)^{h-1}
 \end{aligned}$$

$$H(h) = H(0) \times (1+g)^h \quad (13)$$

주택가격 대비 대출 받을 수 있는 최대대출가능금액(principal limit)을 먼저 산정하고, 종신지급방식, 기간확정방식 등 가입자의 연금 지급 방식의 선택 사항에 따라 기간별 지급금을 산출하게 된다. 이런 순서로 계산을 하게 되면 가입자의 연금 지급 방식의 선택과 상관없이 항상 최대대출가능금액의 현재 가치가 동일하게 된다.

3.2) 실증 분석을 위한 생명표 간 사망확률 비교

본 연구의 실증 분석에는 총 3가지의 생명표를 사용하였다. 통계청의 완전생명표, 전통적인 LC모형으로 추계한 생명표, 왜도를 활용한 LC모형으로 추계한 생명표를 사용하였다. 통계청의 완전생명표는 5년 주기로 작성되는 장래 성 및 연령별 사망률 자료를 사용하였다(최근 2019년12월 발표). 앞서 살펴보았듯이, 전통적LC모형

의 사망률에 비해 왜도활용LC모형의 사망확률이 더 높을 것으로 기대되어지는데 주택연금 모형을 활용한 분석에서도 예상한 결과대로 나올지 확인하고자 실증 분석을 진행하게 되었다. 실증 분석을 하기에 앞서 적용한 생명표 간의 사망확률을 비교해보았고, 그 결과는 <표 1>에 정리하였다.

<표 1> 생명표 별 사망확률 비교

q_x		2019			2029			2039		
		㉠	㉡	㉢	㉠	㉡	㉢	㉠	㉡	㉢
남 자	55세	0.00476	0.00455	0.00459	0.00338	0.00330	0.00342	0.00242	0.00239	0.00261
	65세	0.01048	0.01017	0.01026	0.00747	0.00732	0.00760	0.00536	0.00526	0.00576
	75세	0.03063	0.03246	0.03267	0.02405	0.02545	0.02619	0.01896	0.01995	0.02134
여 자	55세	0.00169	0.00128	0.00133	0.00120	0.00078	0.00092	0.00086	0.00048	0.00069
	65세	0.00366	0.00338	0.00350	0.00260	0.00212	0.00248	0.00187	0.00133	0.00189
	75세	0.01389	0.01501	0.01538	0.01086	0.01074	0.01201	0.00859	0.00767	0.00987

㉠ = 완전생명표, ㉡ = 전통적LC생명표, ㉢ = 왜도활용LC생명표

3.3) 생명표(완전생명표, 전통적LC모형 생명표, 왜도활용LC모형 생명표)별 실증분석

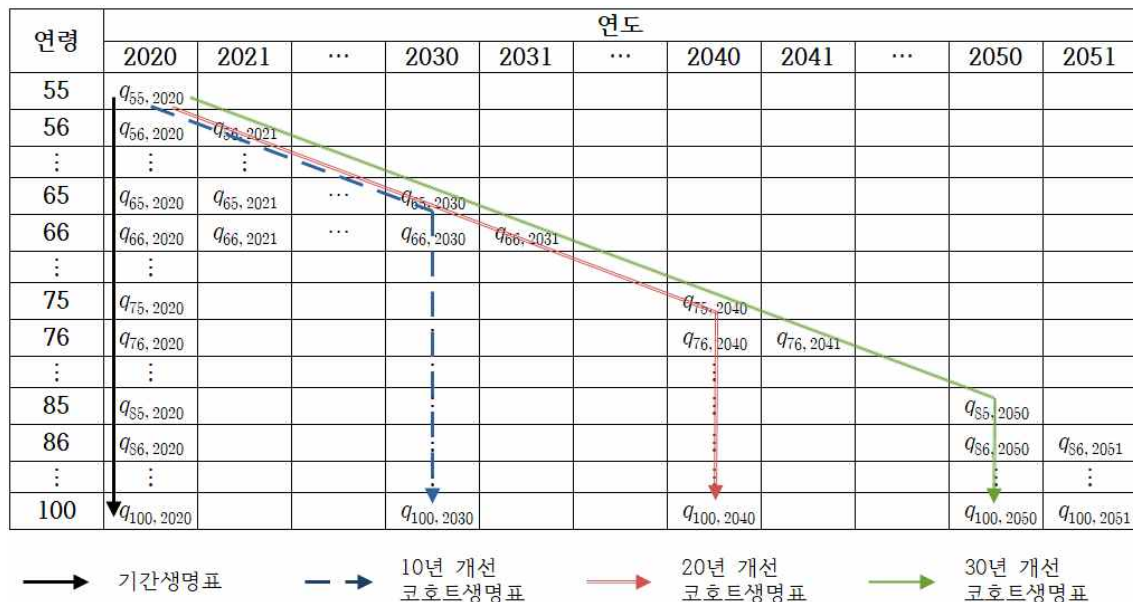
3.3.1) 주택연금 모형 기초변수 및 개선 사망률 설명

실증분석을 위해 활용한 주택연금 모형에 사용 된 기초변수는 <표 2>와 같다. 주택금융공사로 부터 제공 받은 변수들이지만, 최신 변수의 실시간 반영에는 한계가 있으므로 본 연구에서 산출한 월 지급금과 주택금융공사 홈페이지에서 제공하는 월 지급금 간에 차이가 있을 수 있음을 미리 밝힌다. 다만, 본 연구에서는 생명표 별 사망확률만이 변동변수 이므로 사망 예측 모델 간의 비교에는 충분히 유용한 자료가 될 것으로 기대된다.

<표 2> 주택연금 모형에 사용 된 기초변수

연령		(남자, 여자)	주택가격	300,000,000원
기대금리		5.56%	낙찰가율	70%
운용수익률		5.56%	경매율	30%
상승률		2.70%	주택평가율	91%
보증료	초기	1.50%	조기상환율	20%
	연	0.75%	지급기간	종신형

추가적으로 본 연구에선 연생모형을 가정하였고, 부부 가입자의 경우 (남자, 여자) 연령차가 4세라고 가정하였다. 생명표 별 실증분석에 앞서 추가로 고려해주어야 할 부분이 사망률의 개선이다. 현재 주택연금 모형에서는 가입시점의 생명표의 사망확률을 계속 사용한다. 즉, 55세의 계약자가 2020년에 가입을 한 경우 56세가 된 시점에도 2020년의 56세 사망확률을 사용한다. 향후 의료기술의 고도화 및 생명공학기술의 발달 등으로 인해 사망확률이 지속적으로 개선되고 있으므로, 계약자들에게 매년 개선되는 사망확률을 적용하는 것이 더 합리적이라고 보인다. 그러므로 본 연구에서는 기간 생명표 이외에 코호트 생명표를 활용한 실증분석을 진행하였다. 여기서 기간 생명표란 단연도 생명표로부터 연령별 사망확률을 사용한 것을 의미하고, 코호트 생명표란 매년 개선되는 사망확률을 사용하는 것을 의미한다. <그림 11>은 보다 직관적인 이해를 위한 그림이다.



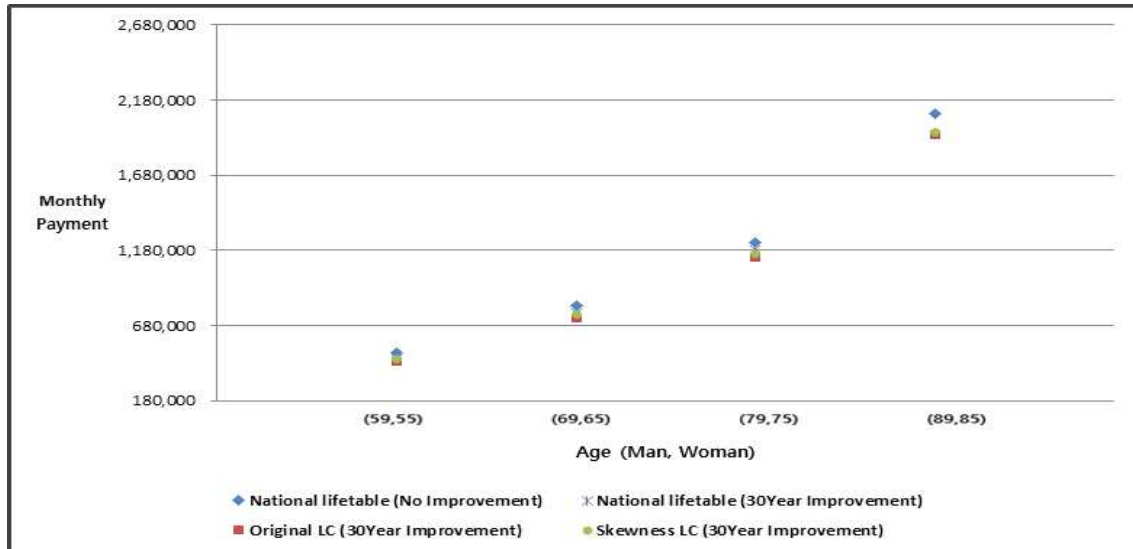
<그림 11> 기간생명표와 코호트 생명표 예시

개선 기간 10년, 20년, 30년의 의미는 각각 해당 연도까지만 사망확률을 개선시켜 적용시키고 이후 연령에 대해서는 기간생명표와 같이 마지막 개선 연도의 사망확률

을 적용시킴을 의미한다. 추계 생명표의 적용이다 보니 예측 오류 위험이 존재하고, 개선 적용 기간이 줄어들수록 예측 오류의 정도는 줄어들 것이다. 다만, 개선 적용 기간은 공급자가 선택할 사항이므로 적절한 선택을 돕기 위해 본 연구에선 개선 적용 기간 별 실증분석을 진행하였다.

3.3.2) 주택연금 모형을 활용하여 산출한 월 지급금을 통한 사망예측 모델 실증분석

앞서 설명한 주택연금 모형에 주어진 기초변수와 각 생명표 별 사망확률을 적용하여 월 지급금 분석을 진행하였다. 사망확률 산출에 사용한 분석기간은 1970~2018년이고, 부부의 연령 조합은 (남, 여) (59세, 55세), (69세, 65세), (79세, 75세), (89세, 85세)로 설정하였다. 또한 월 지급금 비교는 두 가지 그룹으로 나뉘어서 진행하였는데, 하나는 완전생명표(기간생명표), 완전생명표(30년 개선), 전통적LC생명표(30년 개선), 왜도활용LC생명표(30년 개선)이고, 다른 그룹은 전통적LC생명표(개선없음, 10, 20년 개선), 왜도활용LC생명표(개선없음, 10, 20년 개선)이다. 우선은 현행방식과 LC생명표 간의 비교를 통해 월 지급금 감소효과를 관찰하고, 이후 LC생명표의 한계점을 보완해줄 왜도활용LC생명표와 LC생명표 간의 심도 있는 분석을 위해 위와 같이 기준을 두었다. <그림 12>는 첫 번째 그룹의 생명표 간 월 지급금을 비교한 그림이다. <표 3>에서 볼 수 있듯이, 완전기간생명표를 적용했을 경우의 월 지급금이 가장 높았으며, 개선을 적용한 코호트 생명표를 반영한 경우 월 지급금이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 즉, 사망률 개선을 반영함으로써 사망확률이 감소하고 그만큼 기대수명이 늘어 월 지급금이 줄어드는 것이므로 합리적인 결과라고 볼 수 있다.



<그림 12> 생명표(기간생명표와 코호트 생명표) 간의 월 지급금 비교(단위: 원)

<표 3> 생명표(기간생명표와 코호트 생명표) 간의 월 지급금(단위: 원) 비교

(남자연령, 여자연령)		㉠	㉡	㉢	㉣
(59,55)	월 지급금	496,350	458,420	441,970	460,540
	비율	1.000	0.924	0.890	0.928
(69,65)	월 지급금	808,960	760,320	732,620	756,550
	비율	1.000	0.940	0.906	0.935
(79,75)	월 지급금	1,234,370	1,184,270	1,136,420	1,159,830
	비율	1.000	0.959	0.921	0.938
(89,85)	월 지급금	2,092,300	1,947,700	1,947,770	1,966,620
	비율	1.000	0.931	0.931	0.940

㉠ = 완전생명표(기간생명표, 개선 미적용)

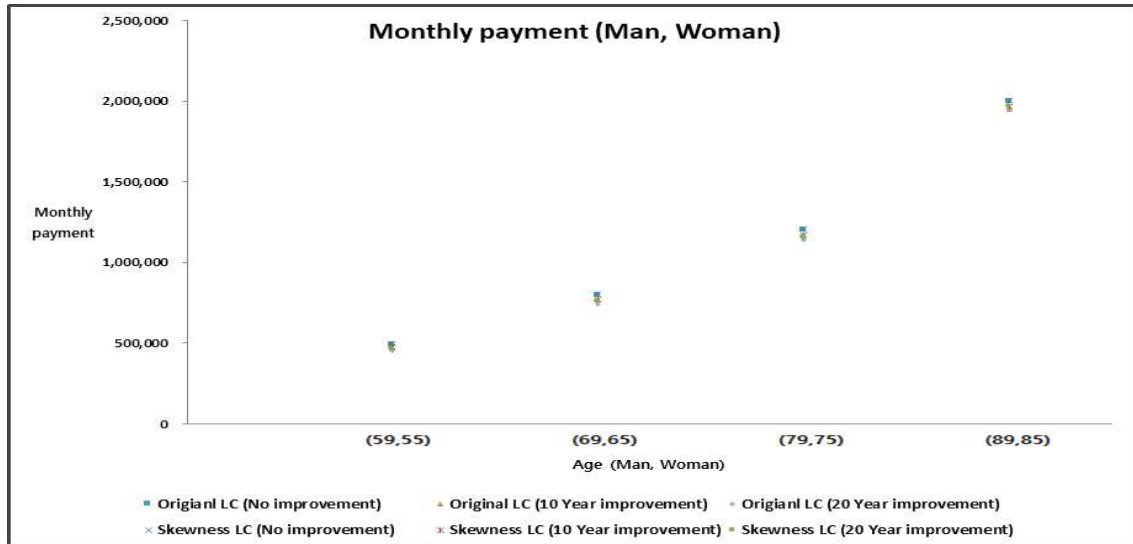
㉡ = 완전생명표(코호트생명표, 30년 개선 적용)

㉢ = 전통적LC생명표(코호트생명표, 30년 개선 적용)

㉣ = 왜도활용LC생명표(코호트생명표, 30년 개선 적용), 비율 = ㉠ 대비 월 지급금 비율을 의미함.

왜도활용LC생명표를 적용하여 구한 월 지급금 값은 현행 방식(㉠)에 비해 낮아 연금 공급자가 부담하는 지급금의 감소효과를 기대해볼 수 있으며, 전통적LC모형 결과에 비해 높은 월 지급금이 산출 되었으므로 이는 전통적LC모형의 과도한 사망률 개선이라는 한계점을 보완해주는 모형으로 생각해볼 수 있다. 그러므로 보다 심도 있는 비교 분석을 위해 전통적LC 모형에 의한 생명표와 왜도 활용 LC모형에 의한 생명표를 활용하여 두 번째 생명표 그룹 간의 실증분석을 진행하였다. 장래 사망률

이 과하게 개선되어지는 전통적LC생명표를 현행방식을 대신할 생명표로 적용하기에는 공급자에게 부담이 될 수 있다. 그러므로 이러한 한계점을 보완해주는 왜도활용LC모형의 적용을 고려해볼 수 있으며, 직관적인 비교를 위해 주택 연금 모형을 활용하여 산출한 월 지급금으로 비교 분석을 진행하였다. 추가적으로 의료 기술의 발달 등에 맞춰 시기에 맞는 사망확률을 적용할 수 있도록 코호트 생명표도 함께 비교하여 제시해보려 한다. 분석 결과에 대한 그림은 <그림 13>이고, <표 4>는 해당 결과의 월 지급금 금액과 전통적LC생명표 대비 왜도활용LC생명표의 월 지급금 비율을 나타낸 것이다. 앞서 예상한 대로 왜도활용LC모형이 전통적LC모형에 비해 지나친 사망개선을 줄여 주어 사망확률이 더 높고, 그로 인해 상대적으로 짧은 기간 동안 연금지급을 부담하면 되므로 더 높은 월 지급금이 나온 것을 확인할 수 있었다. 정리하자면, 현행 방식에 비해 전통적LC모형 또는 왜도활용LC모형을 적용하는 경우 연금 공급자의 부담을 줄일 수 있고, 왜도활용LC모형은 전통적LC모형의 한계점을 보완하는 모형이라고 볼 수 있다. 또한 코호트 생명표를 적용하게 되면 보다 시기적절한 사망확률을 고려할 수 있어 연금 수급자에게 안정적인 재원 공급, 연금 공급자에게 월 지급 부담의 감소라는 효과를 기대해볼 수 있다. 다만, 개선 기간의 선택은 예측 오류의 위험을 어느 정도까지 감수할지에 대한 선택이므로 본 연구에서 제시한 분석을 토대로 공급자가 선택하면 될 것이다.



<그림 13> 전통적LC생명표와 왜도활용LC생명표 간의 월 지급금 비교(단위: 원)

<표 4> 전통적LC생명표와 왜도활용LC생명표 간의 월 지급금(단위: 원) 비교

(남자연령, 여자연령)		㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥
(59,55)	월 지급금	491,030	493,650	469,680	477,290	453,120	466,500
	비율	1.000	1.005	1.000	1.016	1.000	1.030
(69,65)	월 지급금	795,840	799,870	762,570	774,520	739,750	760,000
	비율	1.000	1.005	1.000	1.016	1.000	1.027
(79,75)	월 지급금	1,199,260	1,204,950	1,154,140	1,170,730	1,136,750	1,159,970
	비율	1.000	1.005	1.000	1.014	1.000	1.020
(89,85)	월 지급금	1,995,430	2,002,620	1,949,450	1,967,780	1,947,700	1,966,620
	비율	1.000	1.004	1.000	1.009	1.000	1.010

㉠ = 전통적LC생명표(기간생명표, 개선 미적용)

㉡ = 왜도활용LC생명표(기간생명표, 개선 미적용)

㉢ = 전통적LC생명표(코호트생명표, 개선 10년 적용)

㉣ = 왜도활용LC생명표(코호트생명표, 개선 10년 적용)

㉤ = 전통적LC생명표(코호트생명표, 개선 20년 적용)

㉥ = 왜도활용LC생명표(코호트생명표, 개선 20년 적용), 비율 = 전통적LC생명표 대비 월 지급금 비율

제3장 결 론

최근 주택의 가격 상승과 노후 대비 중요성의 이슈화로 인해 주택연금 가입자가 지속적으로 증가하고 있고, 그로 인해 다양한 위험들에 노출 되어지고 있다. 위험 분석과 경감 방안마련이 적절히 이루어지지 않으면, 연금 공급자(주택금융공사)는 과대/과소의 연금 지급 부담, 연금 수급자(주택연금 가입자)는 연금 채원의 고갈이라는 위험에 노출 될 수 있다. 그러므로 본 연구를 통해 다양한 잠재적 위험들 중 장수 리스크 관리에 도움을 주고자 하였고, 적합한 사망률 예측 모델 선택을 돕기 위해 주택 연금 모형을 활용하여 예측 모델 간 실증 비교분석을 진행하였다.

본 연구에서 사용한 사망률 예측 모델은 Lee-Carter 모형(LC모형)과 왜도를 활용한 Lee-Carter 모형(왜도활용LC모형)이다. LC모형은 장래 사망률을 추계하는데 가장 대표적인 모형으로 지금까지도 다수의 연구에서 기초로 사용되고 있는 사망률 추계 방법론 중 하나이다. 하지만 선행연구에서 밝혔듯이 Lee-Carter 모형은 장래에 과도하게 사망률 개선을 시키는 한계점이 있으며, 이를 보완하기 위해 제시한 방법론이 왜도활용LC모형이다. 선행연구인 이항석, 백창룡, 김지현 (2016) 「왜도 예측을 이용한 Lee-Carter모형의 사망률 예측」에서 제시한 방법이며, 장래생존기간의 확률분포의 왜도와 사망률 모수(k_t)간의 관계식을 활용하여 새로운 사망률 모수를 추정하여 사망확률을 추계하는 방법이다. 그 결과 확률분포의 편중된 왜도와 장래 개선 정도를 줄여주는 효과를 보였다. 사망률 예측 모델의 모수를 추정하기 위해 사용한 자료의 분석기간은 1970~2018년(완전생명표)으로 설정하였다. 실증분석을 위해 활용한 주택연금 모형과 사용된 기초변수는 주택금융공사 제공 자료를 사용하였고, 주택가격만 2020년6월말 기준 평균 주택가격(출처: 한국주택금융공사 홈페이지)인 3억으로 조정하였다.

본 연구에선 기존 연구들과 달리 연생모형을 적용하여 부부 가입의 경우 최종 생존자 보장을 가정하였으며, 주택연금 모형을 활용하여 다양한 사망률 예측 모델의 생명표로 실증분석을 하였다. 또한 기존 주택연금 월 지급금 산출 방식과 다르게 개선 적용 생명표(코호트 생명표)를 적용하여 의료 기술의 발달 등을 적절히 반영한 사망확률을 사용하였고, 이로 인해 연금 수급자에게는 시대에 맞는 사망확률 적용, 연금 공급자에게는 연금 지급금액 부담을 줄일 수 있는 효과를 기대해볼 수 있었다. 그 결과 월 지급금은 다음과 같은 순으로 높았으며, 완전생명표 > 왜도활용LC생명표 > 전통적LC생명표, 개선을 적용하였을 때는 개선 기간이 길어질수록 월 지급금은 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 기존 방식과 다르게 개선 기간을 반영한 생명표를 비교함으로써 연금 공급자에 더불어 연금 수급자에게도 합리적인 기초 변수 적용의 이론적 기반을 제공했다는 데 의의가 있다.

결론적으로 이러한 분석 결과들은 연금 수급자에게는 합리적인 연금액을 지급하고, 연금 공급자에게는 장수 리스크 관리를 위해 선택 가능한 다양한 옵션을 제공한다는 데 의미가 있으며, 향후 실무적으로도 활용할 수 있는 이론적 기반이 될 것으로 기대되어진다. 본 연구에서는 주택연금의 잠재적 위험들 중 장수 리스크에 대해서만 다루었으나, 향후엔 장수 리스크 뿐만이 아닌 다른 위험을 고려하여 연구를 진행해보는 것도 좋을 것이다.

참 고 문 헌

- 이항석, 백창룡, 김지현 “왜도 예측을 이용한 Lee-Carter모형의 사망률 예측”
The Korean journal of applied statistics Vol. 29 No. 1, 2016년, p41-59
- 이항석, 박상대, 백혜연 “왜도 예측을 이용한 Lee-Carter모형의 주택연금
리스크분석“ The Korean journal of applied statistics Vol. 31 No. 1,
2018년, p77-96
- 백혜연, 노주희, 이항석 “Lee-Carter 모형에서 사망률 추정과 보험수리적 현가분석“
The Journal of the Korean Data Analysis Society Vol. 15 No. 3 2013,
p1553-1572
- 김세중 “Lee-Carter 모형을 이용한 사망률 예측에 관한 연구” The Journal of
Actuarial Science Vol. 4 No. 2, 2012년, p47-66
- 김세중 “장수리스크 측정을 위한 확률적 사망률 모형 비교연구” 한국보험학회
Vol. 93 2012년, p213-236
- RD Lee, LR Carter “Modeling and forecasting US mortality” The Journal of the
American statistical (1992)
- 백혜연, 이선주, 이항석 “연생모형을 이용한 역모기지의 분석” The Korean Journal
of Applied Statistics Vol. 26 No. 3, 2013년, p531-547
- 마승렬 “역모기지 보증리스크의 증권화 방안” 한국보험학회 Vol. 80 2008년, p63-90
- 장운욱, 엄영호, 김계홍 “주택연금 보증료와 월지급금에 대한 연구” 한국보험학회
Vol. 89 2011년, p1-39
- Li, N. and Lee, R. “Coherent mortality forecasts for a group of populations? An
extension of the Lee-Carter method“ Demography, 42, p575-594

- 최장훈 “Lee-Carter 모형을 통한 데이터 적용 기간에 따른 사망률 추계 비교” 한국
연금학회, Vol. 1 No. 2, 2014년, p46-69
- Lee, R. D. and Miller, T “Evaluating the performance of Lee-Carter method for
forecasting mortality“, Demography, 38, p537-549
- Hyndman, R. J. and Khandakar, Y. “Automatic time series forecasting: the
forecast package for R“, 2008, Journal of Statistical Software, 26(3)
- Hyndman, R. J. “Forecast: Forecasting functions for time series and linear
models. R package“ v8.2

ABSTRACT

Actuarial analysis of mortality prediction model using reverse mortgage model

SANGDAE PARK

Department of Actuarial Science

Sungkyunkwan University

As housing pension contractors continue to increase, longevity risk management that affects both pension providers and beneficiaries is becoming more important. For proper management of longevity risk, more accurate prediction of mortality is required. To this end, this study compared and analyzed the mortality prediction model using the reverse mortgage model, and tried to provide various results for the supplier's selection of a more appropriate model. The reverse mortgage model assumed years of life, and the Lee-Carter model (traditional LC model) and the Lee-Carter model using skewness (LC model using skewness) were applied as mortality prediction models. In addition, the cohort method reflecting the improvement was compared with the current method. The skewness-based LC model is a model that mitigates the effect of improving the excessive mortality rate of the traditional LC model. As a result of comparing monthly payments using the reverse mortgage model, a larger

monthly payment was calculated than the traditional LC model. Although the monthly payment is a larger value, it can be seen that it is meaningful that the distortion of the longevity risk can be reduced. Through the cohort method that reflected the additional improvement, we could see the effect of reducing monthly payments, and applying an appropriate probability of mortality to pension recipients, and expecting the effect of reducing the monthly payment burden to pension providers.

Subject : Lee-Carter model, Longevity risk, Reverse mortgage model, Mortality rate, Skew