

보험료 납입에 대한 동적 계약자행동

- 변액유니버설종신보험의 GMWB와 GMDB를 중심으로 -

Dynamic Policyholder Behavior for Insurance Premium Payment

- Focused on Values of Guaranteed Minimum Withdrawal Benefit
and Guaranteed Minimum Death Benefit in Variable Universal
Whole-life Insurance -

심 현 우* · 박 성 순** · 최 양 호***

Hyunoo Shim · Sungsoon Park · Yangho Choi

보험계약자가 보험기간 내에 결정하는 행위는 계약의 가치에 영향을 미친다. 변액유니버설종신보험에 내포된 GMWB 및 GMDB 보증옵션의 비용은 유니버설의 보험료 자유납입 기능으로 인한 보험료의 납입수준 변화에 영향을 받게 되는데, 보험료 납입률에 미치는 계약자의 동적인 행위는 지금까지 보험부채에 관한 연구에서 고려되지 않아 왔다. 이에 처음으로 본 연구에서는 계약자의 동적인 보험료 납입에 관한 적립액비율 모형과 금리차 모형, 두 가지 모형을 제시하며, 모형의 모수를 추정하였다. 분석결과, 적립액비율 승법모형이 가장 적합한 것으로 나타났다. 보험료가 지속적으로 100% 납입된 기본납 시나리오와 계약자 행동을 반영한 동적납 모형 시나리오의 보험료 납입률이 GMWB와 GMDB 보증비용에 어떤 영향을 미치는지 살펴본 결과, 기본납인 경우에 비해 동적납인 경우 보증비용이 적은 것으로 나타났다. 예정이율이 증가할수록, 생활자금 지급기간이 길수록, 해지율이 감소할수록 보증비용이 증가하였으며, 기본납입에 비해 동적납입의 경우 민감도가 적었다.

국문 색인어: 동적 계약자행동, 동적납입률 모형, 생활자금지급형 변액유니버설종신보험, 최저중도 인출금보증, 최저사망보험금보증

한국연구재단 분류 연구분야 코드: B051601, B051608, C030805

* 한양대학교 보험계리학과 부교수(hyunooshim@hanyang.ac.kr), 제1저자

** 한양대학교 금융보험학과, 삼성생명 상품개발팀 수석(ss0901.park@samsung.com), 공동저자

*** 한양대학교 보험계리학과 부교수(ychoi@hanyang.ac.kr), 교신저자

논문 투고일: 2020. 6. 29, 논문 최종 수정일: 2021. 3. 25, 논문 게재 확정일: 2021. 8. 20

I. 서론

IFRS17에 따르면, 종신보험의 부채는 현재 시점의 공정가격으로 평가해야 한다. 이 때 현금흐름에 영향을 미치는 모든 가능한 정보를 이용하여 보험계약자의 행동을 반영하는 것이 원칙이다. 특히, 변액보험에 내재한 보증옵션의 경우 보험계약자의 행동에 따라 그 현금흐름이 큰 영향을 받기 때문에, 보험계약자의 행동을 현금흐름과 가치평가에 적절하게 반영하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서 다루는 변액유니버설종신보험은 이러한 보험계약자 행동의 반영이 필요한 상품이다. 유니버설보험은 자유납입 기능이 있어 계약 당시 약정한 보험료의 전부가 납입되는 것이 아니라 약정보험료의 일부를 보험계약자가 선택적으로 납입하는 상품이다. 따라서 계약자 행동이 변액종신보험에 내포한 보증비용에 영향을 줄 수 있다.

현재 시중에서 판매되고 있는 종신보험의 유형은 크게 금리연동형종신보험과 변액종신보험으로 나눌 수 있다. 금리연동형종신보험은 사망 시 사망보험금 보증 이외에도 생존 시 해지환급금 보증을 포함한다. 반면, 변액종신보험은 사망에 대한 보증은 있으나, 해지환급금, 중도인출금, 또는 적립액에 대한 보증을 포함하지 않아 저금리기에 보험소비자의 다양한 요구수준을 잘 반영하지 못하고 있었다. 이에 최근 변액종신보험도 적립액에 대한 보증을 포함하여 설계하게 되었고, 대표적 상품으로 생활자금지급형 변액유니버설종신보험(이하 ‘생활자금 변액종신’)이 있다. 생활자금 변액종신은 일정기간이 지난 이후부터 매년 자동으로 가입금액을 감액하고 이 감액분을 생활자금으로 지급한다. 이를 위해 예정적립액을 보증하는 것을 생활자금보증액이라고 하는데, 이 금액은 최저중도인출금보증(guaranteed minimum withdrawal benefit, 이하 ‘GMWB’)에 해당한다. 또한, 생활자금 지급기간 종료 후 생존 시 남아있는 사망보험금에 대하여 보증하는 것을 이 보험이 추가적으로 내포하는데, 이는 최저사망보험금보증(guaranteed minimum death benefit, 이하 ‘GMDB’)에 해당한다. 따라서 생활자금 변액종신을 이용하는 경우 보험료 납입행위가 생존급부(생존 시 생활자금 보증수준)와 사망급부(사망 시 사망보험금 보증수준)에 미치는 영향을 함께 파악할 수 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 유니버설기능과 GMWB 및 GMDB 보증이 내재한 생활자금

변액종신을 대상으로 보험료의 동적납입 행태를 모형화한다. 본 연구의 중요한 의의는 보험계약자의 납입행동 중 기본보험료 대비 보험료의 납입률(이하 ‘보험료 납입률’)을 결정하는 경제적 요인을 찾는 데에 있다. 선행연구에서 보험계약자 행동의 중요성이 많이 언급되어 오긴 했으나 주로 동적해지율 모형에 한정이 되어 있었다. 그리고 2년 이후 자유납 기능이 있는 대부분의 유니버설 상품들을 대상으로 삼은 선행연구의 경우에도 기본보험료가 100% 납입된다는 가정을 적용하는 한계가 있었다. 본 연구에서 고려하는 모형은 보증 가치와 실제적립액 차이에 따른 보험료 동적납입률 모형, 그리고 실제투자수익률과 예정이율 차이에 따른 보험료 동적납입률 모형 두 가지이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 보험계약자의 계약자행동 및 관련 모형에 대한 선행연구를 살펴본다. 제3장에서는 보험료의 동적납입에 대한 연구모형을 정의하고 생활자금 변액종신의 GMWB 및 GMDB 발생액을 정의한다. 제4장에서는 생활자금 변액 유니버설종신보험, 대표계약 및 계리적 가정을 기술한다. 제5장에서는 모형의 모수를 추정하고 분석한다. 그리고 보험료가 기본납입률로 납입된 경우와 동적납입률 시나리오에 따라 납입된 경우로 나누어 보증비용과 민감도를 분석한다. 마지막으로 제6장에서는 본 연구의 결과를 요약한다.

II. 선행 연구

한국에 변액보험은 유니버설 기능이 없는 종신보험 형태로 2001년 7월 최초 도입된 후 2002년 9월 변액연금보험, 2003년 7월 변액유니버설적립보험, 2004년 변액유니버설종신보험으로 발전하였다. 이로 인해 국내 변액보험의 보증비용과 관련한 학계와 산업계의 논의는 2008년이 되어서야 서서히 시작되었는데, 2008년 보험개발원은 실무에 종사하는 선임계리사들을 주축으로 각종 세미나 및 정책연구 발표를 통해 변액보증비용에 대한 현금흐름 모델링, 자산이익률 시나리오 생성기법, 계리적 가정의 정합성 등에 대한 논의를 시작하였다. 이후 2010년 3월 24일에 비로소 보증비용과 관련한 규정화(감독업무시행세칙)가 시작되었고, 이 시점을 통해 보증비용 평가에 대한 논의가 본격화되었다.

변액보험의 각종 보증옵션들에 대한 개별적인 연구는 보증옵션 중 비교적 위험이 크지 않은 변액연금의 최저연금적립금보증(guaranteed minimum annuity benefit, 이하 'GMAB')을 대상으로 연구가 시작되었다. 그러다가 변액연금보험의 생존급부보증(guaranteed lifetime benefit, 이하 'GLB') 및 변액종신보험의 위험이 큰 GMDB에 관한 연구로 이어졌으며, 최근에는 적립액의 일부를 지급보증하는 GMWB형태로 확장되었다. 예를 들어, 김용희·김창기(2011)는 변액연금의 GMAB 및 GMDB를 분석하였으며, 정해석(2010)은 GLB의 하나인 최저종신중도인출금보증(guaranteed lifetime withdrawal benefit, 이하 'GLWB') 옵션을 대상으로 주가 및 채권수익률에 대하여 기하브라운 운동 모형을 적용하여 해당 보증리스크를 분석하였고, 이창욱 외(2010)는 변액연금의 GLWB에 대한 보증준비금을 CTE(70) 위험측도로 산출하였다. 심현우(2014)는 변액보험의 GMDB 가치를 피보험자별로 산출한 후, 계약의 조건에 따라 보증수수료율에 차이가 존재하고 위험측도의 선택, 위험회피 수준의 선택 등도 보증가치 추정량의 큰 차등요인임을 보여주었다. 배태한 외(2015)는 지수분포조합을 활용하여 변액연금의 GMDB 가치 수준을 분석하였다. 또한, 오창수·백진욱(2016)은 Lee-Carter 확률적 사망률 모형 시나리오를 가정한 후 변액보험의 최저보증으로 인해 보험회사가 추가적으로 부담하는 장래현금흐름을 통해 GMAB와 GMDB를 서로 비교하고 분석하였다.

Campbell et al.(2014)은 생명보험과 연금보험에서 보험계약자행동의 모델링에 대한 문헌을 검토하고 선행연구, 산업동향을 조사하였다. 그 결과, 신뢰할 만한 데이터의 부족으로 인해 보험계약자 행동 모델링은 여전히 도전 과제로 남아 있는 상황이며 행동경제학이나 편향제거(de-biasing) 접근법 등을 통해서 보험계약자 행동의 편향성을 개선할 수 있다고 설명하였다. Bauer et al.(2017)은 생명보험계약에서 보험계약자의 행동에 대한 이해가 보험회사의 위험관리에 중요함을 실증분석을 통해 보여주었다.

계약자행동은 주로 계약자의 해지 선택과 관련한 동적해지율 모형에 관하여 다음과 같은 선행연구가 이루어졌다. Knoller et al.(2016)은 변액연금보험에서 해지에 대한 동적옵션을 평가하였으며, 해지에 대한 변동은 이자율의 영향을 받음을 일본 변액연금상품의 분석을 통해 보여주었다. Xue(2010)는 실제적립액과 보증적립액의 비율에 따른 동적해지율 모형

으로 Exponential 모형을 제시하였으며, American Academy of Actuaries(2005)는 실제적립액과 보증적립액의 비율에 따라 비례하되 해지조정계수에 상한과 하한을 설정할 수 있는 동적해지율 모형을 제시하였다. 오창수·박규서(2016)는 IFRS17 도입 시 Hull-White One-factor 모형을 이용하여 생성한 이자율 시나리오와 동적해지율 모형을 적용하여 금리연동형 종신보험의 이율보증을 평가하였고, 오창수·은재경(2017)은 위험중립 모형인 Libor Market 모형을 사용하여 생성한 이자율 시나리오와 동적해지율을 적용하여 금리연동형 종신보험의 보증형태별 비용과 TVOG를 고려한 신계약가치를 산출하였다.

보험계약자의 기타 계약자행동에 관한 분석으로는 다음과 같은 선행연구를 발견할 수 있다. 김대규(2017)는 계약자행동의 가정 수립에 관한 연구에서 보험회사의 실제 표본에 적합시킨 승수방식과 로지스틱 모형을 사용한 동적해지율 모델링, 추가납입률과 중도인출률에 대한 연구를 수행하였다. 오창수·김수은(2018)은 금리연동형보험의 중도인출에 관한 몇 가지 계약자행동 모형들을 설계하여, 모형별로 GMSB(guaranteed minimum surrender benefit) 인출옵션에 대한 보증비용을 분석하였다.

한편, 보험료 납입과 관련한 계약자행동에 관련한 연구 중 Gatzert and Schmeiser(2008)는 생명보험계약에서 계약자의 보험료 납입에 대한 잠재적 위험 평가를 하였으며 보험료 납입이 계약자 이익에 영향을 준다는 점을 밝혔다. 보증이 존재하는 상황에서 보험료 납입에 대한 중지, 재개 등 자유로운 옵션이 부가된 경우 옵션비용은 증가하는 것으로 분석하였다. 본 연구는 그러한 자유로운 납입옵션이 옵션가치에 영향을 미칠 가능성에 주목하였다. 그래서 선행연구들의 동적계약자 행동을 고려하여 보험료의 동적납입률 모형을 설계하고, 그러한 자유납입 모형이 보증비용에 미치는 효과를 아래에서 분석하고자 한다.

Ⅲ. 연구 모형

1. 보험료 동적납입률 모형

가. 적립액비율 방식 보험료 동적납입률 모형

본 연구에서는 실제적립액과 예정적립액의 차이에 따라 보험계약자 행동을 반영한 동적납입률 모형을 먼저 살펴본다. 선행연구에서 오창수·박규서(2016)는 동적해지율에 대하여 실제적립액과 예정적립액의 차이에 따른 적립액비율 방식으로 모형을 고려하였는데, <Table 1>에 그 모형을 나타내었다. 여기서, 과거 투자수익률의 누적된 결과가 현재의 실제적립액이며, 예정이율의 누적된 결과가 예정적립액이다.

<Table 1> AAA Model for Dynamic Lapse Rate

Dynamic Lapse Rate = Base Lapse Rate $\times \lambda$
$\lambda = \min \left[U, \max \left[L, 1 - M \left(\frac{GV}{AV} - D \right) \right] \right]$

Note: The above variables and parameters are defined as below:

- λ : Adjustment Factor of Dynamic Lapse Rate
- GV : Expected Accumulated Value
- AV : Real Accumulated Value
- M : Sensitivity Factor ($0 < M < \infty$)
- D : Trigger Point ($0 \leq D < \infty$)
- U : Upper Bound of Adjustment Factor ($0 < U \leq 1/\text{Base Lapse Rate}, U > L$)
- L : Lower Bound of Adjustment Factor ($0 \leq L < 1/\text{Base Lapse Rate}, L < U$)

이 동적해지율 모형은 미래가치의 관점에서 다음과 같은 계약자행동 기대에 기초하고 있다. 일단, 유발점 $D = 0$ 이라고 가정하자. 보증이 되지 않는 실제적립액(투자수익률 적용)이 보증이 되는 예정적립액(보험료 산출이율 적용)보다 작으면($AV < GV$) 실제적립액 대비 계약유지 시 향후에 얻는 보증액의 추가적인 가치가 양의 값이므로($GV - AV > 0$), 보험

계약자들이 보험계약의 해지를 기본해지율보다 적게 한다($\lambda < 1$). $AV > GV$ 인 경우는 반대이다. Knoller et al.(2016)은 가격상태(moneyness)를 SV (surrender value)와 GV (guaranteed value)의 비율로 정의하고 이를 통하여 해지율의 동적인 변화를 설명하고자 하였다.

한편, 보험계약자의 납입에 대한 의사결정은 위의 해지에 대한 의사결정과 어떤 관계를 가질지 알 수 없으나, 보험료의 납입행위도 보험계약의 가치를 변화시키는 행위인 만큼 보험료의 납입에 대한 의사결정도 AV 와 GV 의 비교에 기초하여 행해질 것이라고 예상할 수 있다. 만약 그러한 현상이 실재한다면, 동적납입률 모형의 결정요인에 대한 합리적인 후보변수로서 AV 와 GV 를 선택할 수 있다.

AV 와 GV 를 포함하는 동적납입률 모형은 다음 두 가지로 더 구분할 수 있다. 보험료의 납입률을 ρ 라고 하자. 납입률은 예정된 기본보험료 대비 계약자가 실제로 납입한 보험료의 비율을 의미한다. 동적납입률은 이 비율이 여러 변수의 값에 따라 동적으로 변화하는 경우를 의미한다. 첫째, 다음 식 (1)과 같이 ρ 를 GV 와 AV 의 함수 f 로 설명하고자 하는 것이 적립액방식 동적납입률 모형 유형이다.

$$\rho = f(GV, AV; c, U, L, M, D) \quad (1)$$

이 모형은 GV 와 AV 가 크기를 가지는 변수이므로 어떤 경우에 한계를 가질 수 있다. 둘째, 그래서 더 구체적으로 f 가 GV 와 AV 의 비율의 함수인 경우 아래 식 (2)와 같이 적립액비율방식 동적납입률 모형 유형(이하 ‘적립액비율방식 모형’)이 된다.

$$\rho = f(GV/AV; c, U, L, M, D) \text{ or } f(AV/GV; c, U, L, M, D) \quad (2)$$

이 모형은 보험료 납입에 관한 계약자행동의 판단 근거가 되는 보증의 내가격(In-the-Moneyness)과 외가격(Out-of-the-Moneyness) 성격 및 영역이 계약의 실제 적립액과 예정적립액의 비율로써 구분이 된다고 가정하는 것이다. 우리는 이 함수의 형태에 따라 동적납입률 모형을 4가지로 더 세분화하여 <Table 2>에 나타내었다. <Table 2>는 GV/AV 또는 AV/GV 가 변수인지, 그리고 승법인지 가법인지에 따라 적립액비율

방식 동적납입률 모형을 구분한 표이다. 앞으로 혼동의 여지가 없을 때, 시점을 나타내는 아래첨자는 생략하도록 한다. 예를 들어, ρ 는 t 시점의 동적납입률 ρ_t 를 의미한다.

〈Table 2〉 List of Dynamic Payment Models Based on Ratios of Account Values

Model	Dynamic Payment Rate, ρ
Multiplicative Dynamic Payment Model 1	$\rho = \min[U, \max[L, c \times \pi]]$ $\pi = 1 + M \left(\frac{GV}{AV} - D \right)$
Multiplicative Dynamic Payment Model 2	$\rho = \min[U, \max[L, c \times \pi]]$ $\pi = 1 + M \left(\frac{AV}{GV} - D \right)$
Additive Dynamic Payment Model 1	$\rho = \min[U, \max[L, c + \pi]]$ $\pi = 1 + M \left(\frac{GV}{AV} - D \right)$
Additive Dynamic Payment Model 2	$\rho = \min[U, \max[L, c + \pi]]$ $\pi = 1 + M \left(\frac{AV}{GV} - D \right)$

Note: A subscript index for time is omitted. For example, ρ represents dynamic payment rate at time t , which is ρ_t . The variables and parameters are defined as below:

- c : Average Payment Rate
- π : Adjustment Factor of Dynamic Payment
- GV : Guaranteed Accumulated Value of Account ($V^{(G)}$)
- AV : Real Accumulated Value of Account ($V^{(A)}$)
- M : Sensitivity Factor ($-\infty < M < \infty$)
- D : Trigger Point ($0 \leq D < \infty$)
- U : Upper Bound of Adjustment Factor
($0 < U < \infty, U > L$)
- L : Lower Bound of Adjustment Factor
($0 \leq L < \infty, L < U$)

승법모형은 평균납입률에 승법계수(multiplicative factor) 또는 승법동적계수(multiplicative dynamic factor)인 보험료 납입 조정계수 π 를 곱하여 동적납입률을 추정하는 모형이고, 가법모형은 평균납입률에 가법계수(additive factor) 또는 가법동적계수(additive dynamic factor)인 보험료 납입 조정계수 π 를 더하여 동적납입률을 추정하는 모형이다.

승법모형 1과 승법모형 2, 그리고 가법모형 1과 가법모형 2 사이의 차이는 계약자의 납

입을 결정하는 변인이 AV 대비 GV (승법모형 1, 가법모형 1)인지, GV 대비 AV (가법모형 1, 가법모형 2)인지에 달려 있다. 오창수·박규서(2016)는 보증이 설계된 계약의 계약자가 현재 실제적립액을 기준으로 보증액의 수준을 비교하여 그 둘의 비율에 따라 선형적으로 해지를 결정한다고 가정한다. 반면, 본 연구에서 보험료 납입 시 계약자가 그러한 비율 가정 뿐만 아니라 역으로 보증액을 기준으로 실제적립액의 수준을 비교하여 그 둘의 비율에 따라 선형적으로 납입을 결정하는 가정도 고려하였다. 본 연구에서 적립액비율 가법모형들은 가설로 제시만 하며 적립액비율 승법모형 1, 2 가설만을 검증하고 분석하기로 한다.

〈Table 2〉의 승법모형 1과 승법모형 2를 전개하여 쓴 비선형 최소자승회귀분석 식은 각각 다음 식 (3), (4)와 같다.

$$\rho = \min \left[U, \max \left[L, c \times \left(1 + b + M \frac{GV}{AV} \right) \right] \right] + \epsilon \quad (3)$$

$$\rho = \min \left[U, \max \left[L, c \times \left(1 + b + M \frac{AV}{GV} \right) \right] \right] + \epsilon \quad (4)$$

ρ : Dynamic Payment Rate

$b = -MD$

c : Average Payment Rate

〈Table 1〉의 동적해지율 모형에서는 기본해지율이 해지조정계수에 곱해져 있는 반면, 식 (3)과 (4)의 동적납입률 모형에서는 평균납입률이 납입조정계수 함수의 인자로 포함되어 있다는 차이가 있다. 여기서 Levenberg-Marquardt 알고리즘을 이용하여 잔차를 최소화하는 모수를 찾아서 본 연구의 분석에 적용하였다.

나. 금리차 방식 보험료 동적납입률 모형

여기서는 앞서 살펴보았던 동적납입률 모형 외에 금리차(투자수익률과 예정이율의 차이) 방식에 따른 보험료 동적납입률 모형을 살펴보고자 한다. 오창수·박규서(2016) 및 오창수·김수은(2018)은 금리차 방식 동적해지율 모형을 고려하였다. 해당 연구에서 가정한 대상상품은 금리연동형상품이고, 계약자들이 금리차(또는 금리갭)에 민감하게 반응할 것이라고 하는 기대에 기초하고 있다. 변액유니버설종신은 과거 투자수익률에 의해 적립금

을 지급하는 것이기 때문에 일반적으로 적립액비율이 계약자행동과 밀접하게 관련이 있다고 생각된다. 하지만 계약자행동이 과거의 정보뿐만 아니라 현재의 정보에도 의존할 수도 있다. 만약 그렇다면 보증지급액이 과거 계약초기부터 기설계되어 알려진 상태에서도, 현 시장금리의 변동에 맞추어 계약자의 보험료 납입행동도 변화할 수도 있다는 가능성을 살펴볼 필요가 있다. 다음 식 (5)와 같이 보험료 납입률 ρ 를 Gap (금리차)의 함수 f 로 설명하고자 하는 것이 금리차 방식 승법 동적납입률 모형 유형(이하 ‘금리차방식 모형’)이다.

$$\begin{aligned}\rho &= f(Gap; c, X_1, X_2, U, L) \text{ or } f(Gap; c, X_1, X_2, X_3, X_4, U, N, L) \\ &= c \times \pi\end{aligned}\quad (5)$$

〈Table 3〉에 금리차방식 동적납입률 모형에 해당하는 π 의 식을 나타내었고 〈Table 4〉에 모형의 변수들을 설명하였다. 적립액비율방식 모형과 달리 금리차방식 모형은 GV, AV 대신 금리차 Gap 을 이용한다는 면에서 차이가 있으며, 3단계 모형과 5단계 모형으로 세분화하였다.

〈Table 3〉 List of Dynamic Payment Models Based on Interest Rate Gap

Model	Interest Rate Gap	Adjustment Factor of Dynamic Payment (π)
Three-step Dynamic Payment Model	$Gap < X_1$	L
	$X_1 \leq Gap < X_2$	$L + (U - L) \times \frac{Gap - X_1}{X_2 - X_1}$
	$X_2 \leq Gap$	U
Five-step Dynamic Payment Model	$Gap < X_1$	L
	$X_1 \leq Gap < X_2$	$L + (N - L) \times \frac{Gap - X_1}{X_2 - X_1}$
	$X_2 \leq Gap < X_3$	N
	$X_3 \leq Gap < X_4$	$N + (U - N) \times \frac{Gap - X_3}{X_4 - X_3}$
	$X_4 \leq Gap$	U

〈Table 4〉 Definition of Variables and Parameters used in 〈Table 3〉

Category	Variable / Parameter
Common Parameters	π = Adjustment Factor of Dynamic Payment
	Gap = Interest Rate Gap ($= i^{(A)} - i^{(G)}$)
	U = Upper Bound of Adjustment Factor ($0 < U < \infty, U > N$)
	N = Middle Point of Adjustment Factor ($0 < N < \infty, L < N < U$)
	L = Lower Bound of Adjustment Factor ($0 \leq L < \infty, L < N$)
Parameters of three-step model	X_1 = Lower boundary of policyholder's response region
	X_2 = Upper boundary of policyholder's response region ($X_1 < X_2$)
Parameters of five-step model	X_1 = Lower boundary of policyholder's response region 1
	X_2 = Upper boundary of policyholder's response region 1
	X_3 = Lower boundary of policyholder's response region 2
	X_4 = Upper boundary of policyholder's response region 2 ($X_1 < X_2 < X_3 < X_4$)

여기서, $Gap = i^{(A)} - i^{(G)}$, $i^{(A)}$ = 투자수익률, $i^{(G)}$ = 보증이율이다. 3단계 모형은 Gap 이 X_1 과 X_2 사이일 때 계약자의 납입행동이 동적으로 변한다고 가정하고 납입 조정계수 값이 상한과 하한 사이에서 변화한다. Gap 이 매우 낮은 경우에는 동적납입률이 무한히 작아지는 것이 아니라 하한 L 에 의해 제한되고, Gap 이 매우 높은 경우에는 동적납입률이 무한히 커지는 것이 아니라 상한 U 에 의해 제한되는 모형이다. 반면, 5단계 모형은 상한과 하한이 있다는 점에서 3단계 모형과 유사하나, 작은 Gap 에 대해서는 계약자가 무시하여 계약자행동에 변화가 없다고 가정하는 점이 특징이다. 따라서 Gap 이 X_2 과 X_3 사이의 중간 단계인 경우 납입조정계수가 중간값인 N 으로 고정된다. 그리고 Gap 이 적당히 작아서 X_1 과 X_2 사이일 때가 계약자의 납입행동이 동적으로 변하는 첫 번째 구역이며, Gap 이 적당히 커서 X_3 과 X_4 사이일 때가 계약자의 납입행동이 동적으로 변하는 두 번째 구역이다. 본 연구에서 5단계 금리차 모형은 가설로 제시만 하며 3단계 금리차 모형 가설만을 검증하고 분석하기로 한다.

3단계 금리차 모형의 비선형 최소자승회귀분석 식은 다음 식 (6)과 같다.

$$\rho = c \times \pi + \epsilon \quad (6)$$

$$\pi = \begin{cases} L & , \text{Gap} < X_1 \\ \left[L + (U - L) \times \frac{\text{Gap} - X_1}{X_2 - X_1} \right] & , X_1 \leq \text{Gap} < X_2 \\ U & , X_2 \leq \text{Gap} \end{cases} \quad (7)$$

ρ : Dynamic Payment Rate
 c : Average Payment Rate

위 식에서 $X_1 \leq \text{Gap} < X_2$ 인 경우, π 는 다음과 같이 다시 적을 수 있다.

$$\begin{aligned} \pi &= L + M(\text{Gap} - X_1) \\ &= 1 + b + M \cdot \text{Gap} \\ M &= \frac{U - L}{X_2 - X_1} \\ b &= L - MX_1 - 1 \\ X_1 &= \frac{L - b - 1}{M} \\ X_2 &= \frac{U - b - 1}{M} \end{aligned} \quad (8)$$

여기서 Levenberg-Marquardt 알고리즘을 이용하여 잔차를 최소화하는 모수를 찾아서 본 연구의 분석에 적용하였다.

2. 생활자금 변액유니버설종신의 GMWB 및 GMDB 산출모형

본 연구의 생활자금 변액유니버설종신보험에는 최저생활자금보증(GMWB) 및 최저사망보험금보증(GMDB) 옵션이 포함되어 있다. GMWB는 다음과 같은 이유로 포함되었다. 최근 의료기술의 발달로 기대수명이 증가하고 저금리로 인해 노후기의 안정적 생활자금 수급을 원하는 소비자의 욕구가 증가하였다. 그래서 그동안 금리연동형종신에서만 내포되어 있던 해지환급금보증, 중도인출금보증, 또는 적립액보증을 변액종신에도 제공하는 형태의 하나가 최저생활자금보증이다. 미래 생활자금지급기간 동안 일정한 생활자금을 지급할 것을 보증하는 것이다.

한편, 변액보험은 계약자로부터 수취한 보험료를 투자성과에 따라 지급하는 상품으로

투자성과에 따라 실제적립액이 증가 또는 감소한다. 실제적립액이 감소하더라도 유지된 계약에서 종신까지 사망보증을 해야 하기 때문에 최저사망보험금보증(GMDB)이 포함된다. 전통적인 변액종신의 GMDB의 유효시기는 실제적립액이 소멸되는 시기부터 예정적립액이 소멸되는 기간까지이므로 보험료의 납입과 투자수익률에 영향을 받게 된다. 예를 들어, 기본보험료가 전부 납입된 기본납보다 적게 납입되거나 투자수익률이 낮으면, 실제적립액이 예상보다 빨리 감소되어 GMDB 시작시기가 이르게 되므로, GMDB보증비용이 늘어나게 된다.

전통적인 변액종신의 경우는 종신까지 사망보험금이 고정인 반면, 생활자금 변액종신의 경우는 생활자금 지급액만큼 사망보험금을 감액하여 사망보험금이 줄어든다(인출의 효과). 따라서 생활자금에 대한 GMWB와 잔존 사망보험금에 대한 GMDB는 서로 보완적인 관계에 있다고 할 수 있다.

이러한 보증옵션의 가치를 추정하기 위해서는 여러 가정을 적용한 현금흐름 시나리오를 통해 시나리오별 보험료 납입액과 적립액을 산출하고 보증손실금액(claim)과 보증비용(fee)의 기댓값을 산정해야 한다. 먼저 보험료 납입액을 산출하는 과정은 다음과 같다. 유니버설종신에서 계약자가 납입하는 보험료는 기본납입보험료와 추가납입보험료로 구성된다. 기본보험료는 보험계약체결 시 약정한 보험료를 의미하는데, 유니버설 상품은 의무납입기간(2년) 이후 보험료를 자유롭게 납입할 수 있는 옵션이 있다. 본 연구는 추가보험료를 감안하지 않으며 의미의 혼동이 없는 경우 기본납입보험료를 기본보험료로 칭한다. 의무납입기간 이후의 보험료 납입액은 시나리오마다 달라져서 적립액에 영향을 주게 된다. 투자수익률로 부리한 실제적립액($V_t^{(A)}$)과 예정이율로 부리한 예정적립액($V_t^{(G)}$)은 각각 다음 식 (9), (10)과 같다.

$$V_t^{(A)} = (V_{t-1}^{(A)} - LP_{t-1}^{(A)} + PP_{t-1} \cdot \rho_{t-1}) \cdot (1 + i_{t-1}^{(A)})^{1/12} \quad (9)$$

$$V_t^{(G)} = (V_{t-1}^{(G)} - LP_{t-1}^{(G)} + PP_{t-1} \cdot \rho_{t-1}) \cdot (1 + i_{t-1}^{(G)})^{1/12} \quad (10)$$

$$V_0^{(A)} = V_0^{(G)} = 0$$

- $i_{t-1}^{(A)}$: $t-1$ 시점의 투자수익률(월)
 $i_{t-1}^{(G)}$: $t-1$ 시점의 보증이율(예정이율, 월)
 $LP_{t-1}^{(A)}$: $t-1$ 시점에 $V_t^{(A)}$ 를 기준으로 계산한 위험보험료, 계약체결비용, 계약관리비용의 합계
 $LP_{t-1}^{(G)}$: $t-1$ 시점에 $V_t^{(G)}$ 를 기준으로 계산한 위험보험료, 계약체결비용, 계약관리비용의 합계
 PP_{t-1} : $t-1$ 시점의 기본보험료
 ρ_{t-1} : $t-1$ 시점의 보험료 동적납입률
 $V_t^{(A)}$: t 시점의 실제적립액
 $V_t^{(G)}$: t 시점의 예정적립액

위 식의 $V_t^{(A)}$, $V_t^{(G)}$ 와 아래의 변수들은 모두 이자율시나리오에 따라 달라지는 값이며, 각 시나리오의 이자율 $i_t^{(A)}$, $i_t^{(G)}$ 은 생략하여 표기하도록 한다. 최저생활자금보증(GMWB)의 비용 $GMWBC_t$ 는 t 시점에 실제적립액($V_t^{(A)}$)이 예정적립액($V_t^{(G)}$)보다 작은 경우 생활자금을 지급하기 위해 그 부족분을 보증하는 비용이다. 이 때, $V_t^{(G)}$ 가 최저생활자금보증이며 $GMWBC_t$ 는 식 (11)과 같다. 그리고 생활자금이 지급된 이후 감액된 사망보험금을 보장하기 위해 발생하는 최저사망보험금보증(GMDB)의 비용 $GMDBC_t$ 는 식 (12)와 같이 표현된다.

$$GMWBC_t = {}_{t-1}p_x \times \max(V_t^{(G)} - V_t^{(A)}, 0) \times A_t \times I_t \quad (11)$$

$$GMDBC_t = {}_{t-1}p_x \cdot \max(V_{t-1}^{(A)}, {}_tS) \cdot q_{x+t-1} \quad (12)$$

(단, $V^{(A)} < 0$, $V^{(G)} < 0$ 가 되는 시간 구간)

- A_t : 생활자금 지급률 = t 시점 잔존 적립금 대비 중도인출금의 비율
 I_t : $\begin{cases} 1, & t \text{가 } 12 \text{의 배수,} \\ 0, & \text{그 외.} \end{cases}$
 ${}_{t-1}p_x$: x 세인 계약자가 사망/해지로 탈퇴하지 않고 $t-1$ 시점에 계약을 유지하고 있을 확률
 q_{x+t-1} : x 세인 계약자가 $t = [t-1, t)$ 에 사망할 확률
 ${}_tS$: 생활자금이 지급된 이후, t 시점의 사망보험금

$GMWBC_t$ 들의 기대현재가치 AV_GMWBC 는 보증금액인 예정적립액($V_t^{(G)}$)보다 실제 투자수익률을 적용한 실제적립액($V_t^{(A)}$)이 적을 경우 그 차액을 위험중립 시나리오

별 현재가치로 계산한 값의 평균이며 식 (13)과 같다. $GMDBC_t$ 들의 기대현재가치 AV_GMDBC 는 실제적립액이 0이 된 후 예정적립액이 0이 될 때까지, 생활자금을 지급하고 남은 잔존 가입금액을 보증하는 금액을 위험중립 시나리오별 현재가치로 계산한 값의 평균이며 식 (14)와 같다.

$$\begin{aligned} AV_GMWBC &= E \left[\sum_{t=1}^{12 \cdot (E_{age} - x)} (1 + r_t)^{-t} GMWBC_t \right] \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{12 \cdot (E_{age} - x)} (1 + r_t^{(i)})^{-t} GMWBC_t^{(i)} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} AV_GMDBC &= E \left[\sum_{t=1}^{12 \cdot (w - x)} (1 + r_t)^{-t} GMDBC_t \right] \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{12 \cdot (w - x)} (1 + r_t^{(i)})^{-t} GMDBC_t^{(i)} \end{aligned} \quad (14)$$

S_{age} : 생활자금 개시나이

E_{age} : 생활자금 종료나이 (= $S_{age} + e - 1$)

e : 생활자금 지급기간(년)

r_t : t 기간 평균 무위험 수익률(월 단위)

$r_t^{(i)}$: i 번째 이자율 시나리오의 t 시점 r_t 측정값

n : 이자율 시나리오 개수

w : 종국 연령

$GMWBC_t^{(i)}$: i 번째 이자율 시나리오의 t 시점 $GMWBC_t$ 측정값

$GMDBC_t^{(i)}$: i 번째 이자율 시나리오의 t 시점 $GMDBC_t$ 측정값

IV. 분석상품 정보 및 계리적 가정

1. 분석상품 정보

본 연구에서 분석하고자 하는 생활자금 변액유니버설종신보험 및 대표계약에 대한 개괄적인 내용을 <Table 5>에 나타내었다.

〈Table 5〉 Summary of Variable Universal Whole-life Insurance Product with Living Expense Benefit & Description of a Contract

Item	Description				
Product	Variable Universal Whole-life Insurance with Living Expense Benefit				
Contract	Gender	Age at Entry	Face Amount		
	Male	40 years-old	100,000,000		
	Payment Period	Payment Frequency	Coverage Period		
	20 years	Monthly	Whole-life		
Guarantee	Guaranteed Minimum Withdrawal Benefit (Guaranteed Minimum Living Expense Benefit), Guaranteed Minimum Death Benefit				
Guaranteed Rate of Interest (Assumed Rate of Interest)	3.0%				
Mortality Rate	The 9 th life table of Republic of Korea				
Early Withdrawal/ Additional Premium Payment	Nothing				
Premium Discount / Bonus	Nothing				
Eligibility Age of Living Expense Benefit	65 years-old				
Living Expense Benefit Option	Selected or Not Selected				
Period of Living Expense Benefit	20 years				
Living Expense Benefit Rate (A_t)	4.5%				
Asset Allocation of Fund	Bond 50%, Stock 50%				
Expense	Item			Fee	
	Acquisition Expense		$\alpha 1$	Per Face Amount	10/1000
			$\alpha 2$	Per Annualized Net Premium	100%
	Operational Expense	Maintenance Expense	In Payment ($\beta 1$)	Per Face Amount	1/1000
			In Payment ($\beta 2$)	Per Gross Premium	8%
			Paid-up (β')	Per Face Amount	0.5/1000
			Other Expense	In Payment ($\beta 3$)	Per Gross Premium

2. 계리적 가정

본 연구는 경제적 가정으로 할인율, 채권 및 주식펀드의 수익률을 포함하며 계리적 가정으로 위험률, 해지율, 보험료 납입률, 펀드선택비중, 판매 속성 등을 반영한다.

가. 할인율 및 채권/주식펀드 수익률

할인율 및 채권/주식펀드 수익률의 시나리오는 분석의 객관성 및 비교가능성을 위해 금융감독원에서 정하는 변액보험 표준시나리오를 활용하였다. 금융감독원장이 제공하는 시장지수별 표준 자산이익률 시나리오는 국내주식형, 국내배당주식형, 국내채권형, 국내단기채권형, 해외선진국 주식형, 해외이머징 주식형, 무위험수익률 7종류로 구성된다. 이 중 무위험수익률을 할인율(r_t) 시나리오로, 나머지 자산이익률을 채권/주식펀드 수익률($i_t^{(A)}$) 시나리오로 활용하였다.

나. 사망률 및 해지율

사망률은 제9회 경험생명표의 담보별, 성별, 연령별 참조사망률을 적용하였다. 후속연구에서는 확률적 사망률의 적용을 고려할 수도 있을 것이다. 해지율의 경우, '2019 산업통계를 활용하여 산출한 생명보험 계리적 가정'(보험개발원 2019) 중 납입중인 종신보험의 경과연도별 최종 해지율을 참고하여 설정하였으며, 그 값들을 <Table 6>에 나타내었다.

<Table 6> Lapse Rate by Contract Age

Contract Age (Years)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lapse Rate (%)	10	20	9	9	8	8	7	7	6	6
Contract Age (Years)	11	12	13	14	15	16	17	18	19+	-
Lapse Rate (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	4	-

다. 보험료 납입률

자료의 계약별로 기본보험료 대비 기본납입률 ρ 를 다음 식 (15)와 같이 산출한다.

$$\rho = \min \left[\frac{\text{실제납입한 보험료}}{\text{기본보험료}}, 1 \right] \quad (15)$$

동적납입률 모형의 보험료 평균납입률 c 에 대한 추정값은 ‘2018 생명보험 계약자행동 가정 산출방안 연구’ 중 보장성 변액보험 보험료의 계약별 기본납입률의 평균인 83.2%(보험개발원 2018a)를 적용하였다.

V. 분석결과

본 장에서는 먼저 보험료 동적납입률 모형을 분석하고 기본보험료 납입 시나리오, 동적납입 시나리오에 대하여 보증비용을 분석한 후, 마지막으로 여러 변수에 대한 보증비용의 민감도를 분석한다.

1. 동적납입률 모형 추정

본 연구에서 적립액비율 모형 중에서는 ‘승법모형 1, 2’를 고려하였고, 금리차 모형 중에서는 ‘3단계 금리차 승법모형’을 고려하였다. 승법모형 1, 2의 모수들을 추정하기 위하여, 2013년 이후 생활자금 변액종신상품의 보유계약 946건을 추출한 뒤 48월차의 GV , AV , 납입률 ρ 를 산출하여 모형을 적합시켰다. 3단계 금리차 모형의 모수들을 추정하기 위하여, 2013년 이후 생활자금 변액종신상품의 보유계약 월별 50건씩, 관측값 18,113개를 추출한 뒤 Gap , 납입률 ρ 를 산출하여 모형을 적합시켰다.

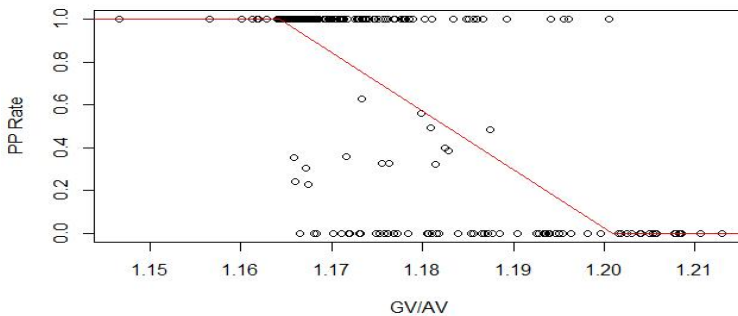
먼저 적립액비율 모형의 결과는 다음과 같다. 납입률의 최댓값에 제한이 없는 경우 $U = \infty$ 로 놓을 수 있지만, 실제로 보험료를 무한히 납입할 수 있는 것은 아니다. 한국의 경우, 보험기간 중 ‘(기본보험료+추가납입보험료)×납입기간’을 한도로 계약자가 최대로 납입할 수 있으며 이를 총보험료 한도라고 한다. 여기서, 추가납입보험료는 한국 감독규정 상 기본보험료의 1배를 한도로 한다. 본 연구에서는 최대 기본보험료까지 납입하는 경우를 고려하고 추가납입에 대해서는 고려하지 않으므로, ‘ $U = 1$ ’로 설정한다. 납입률의 최솟값이 0이므로 $L = 0$ 으로 놓는다. $\rho \in [0, 1]$ 이다. 납입조정계수 π 를 결정하는 주요 모수의 추정값을 <Table 7>에 나타내었다.

〈Table 7〉 Parameter Estimates of Dynamic Payment Models: Multiplicative Accumulated Value Ratio Models

Parameter	Multiplicative Model 1		Multiplicative Model 2	
	Estimate (Standard Error)	t-value	Estimate (Standard Error)	t-value
M	-32.828 (1.263)	-25.99	45.489 (1.748)	26.03
b	38.424 (1.474)	25.93	-38.867 (1.498)	-26.08
D	1.170	-	0.854	-
BIC	480.107		481.351	
Residual Deviance	32.626		32.584	
Null Deviance	79.57			

분석결과 승법모형2가 승법모형1에 비해 잔차이탈도(residual deviance)를 더 줄이긴 하지만 BIC 기준에서는 승법모형1이 승법모형2에 비해 더 적합하므로, 승법모형1을 보증 비용 및 민감도 분석의 기본 모형으로 선택하고 이를 기준으로 분석하도록 한다. 그럼에도 불구하고 두 모형의 차이는 크지 않다. 납입률과 GV/AV 사이의 관계를 나타내는 산점도 및 적합된 승법모형1의 적합선을 〈Figure 1〉에 나타내었다.

〈Figure 1〉 Scatter Plot of Payment Rate('PP Rate') vs GV/AV , and the Fitted Line of Multiplicative Accumulated Value Ratio Model 1: individual data(black empty circle) and the fitted line(red line)



모수 추정값 중 D 는 다음과 같이 해석할 수 있다. 승법모형1의 경우 $D > 1$ 인데, GV 가 AV 보다 충분히 큰 경우에만 낮은 납입률로 보험료 납입이 발생하며, 그렇지 않은 경우 납입률이 높다. 승법모형2는 반대로 $D < 1$ 이지만 같은 방식으로 해석할 수 있다.

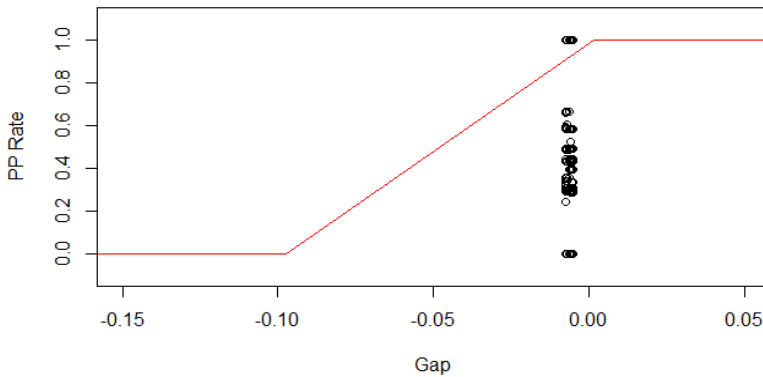
승법모형1의 경우 $M < 0$ 인데 보험료 납입을 투자 선택의 관점에서 바라보아 다음과 같이 M 을 해석할 수 있다. 과거 투자수익률이 적용된 현재 실제적립액이 보증이율이 적용된 현재 예정적립액보다 적은 경우($AV < GV$), 보험계약자는 변액계정의 과거 투자수익률 성과가 예정했던 보증이율보다 저조한 것으로 인식하여 시장에 존재하는 다른 투자대안을 선택하고 현 변액보험의 펀드에 소극적인 투자(보험료 납입 감소)를 선택한다($\rho \rightarrow 0$). 반대로 현재 실제적립액이 현재 예정적립액보다 큰 경우($AV > GV$), 반대로 보험계약자는 과거 투자수익률 성과가 예정이율보다 우위에 있는 것으로 인식하여 다른 투자대안을 포기하고 현 변액보험의 펀드에 적극적인 투자(보험료 납입 증가)를 선택한다($\rho \rightarrow 1$).

3단계 금리차 승법모형의 결과는 다음과 같다. 납입조정계수 π 를 결정하는 주요 변수의 추정값을 <Table 8>에 나타내었다. $U = 1/c = 1.202$ 이며, $L = 0$ 이다. 금리차 모형은 영모형에 비해 잔차이탈도의 감소가 거의 없다. 그리고 납입률과 금리차인 Gap 사이의 관계를 나타내는 산점도 및 적합한 3단계 금리차 승법모형의 적합선을 <Figure 2>와 <Figure 3>(<Figure 2>의 확대된 그림)에 나타내었는데, 금리차와 납입률의 상관관계가 매우 낮은 것을 알 수 있다. 이 둘을 종합해 보면 3단계 금리차방식 동적납입률 모형의 적합도가 매우 떨어지는 것으로 보인다. 따라서 여기서부터 이후 분석에서는 ‘적립액비율방식 승법모형 1’만을 분석모형으로 사용하였다.

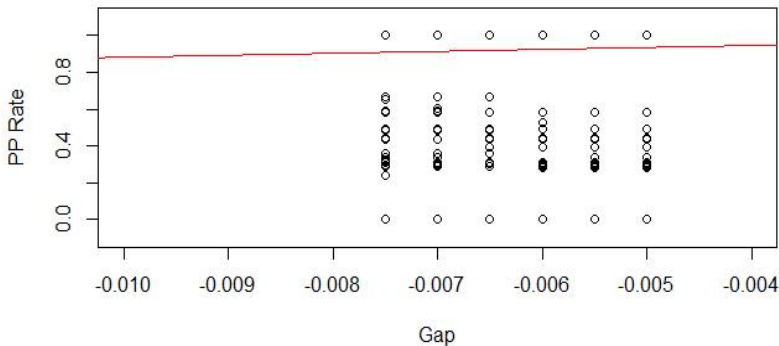
<Table 8> Parameter Estimates of Dynamic Payment Model: 3-step Interest Rate Gap Model

Parameter	3-step Interest Rate Gap Model	
	Estimate (Standard Error)	t-value
M	12.158 (2.272)	5.352
b	0.185 (0.014)	-1.215
X_1	-0.097	
X_2	0.001	
Residual Deviance	1238.688	
Null Deviance	1241	

〈Figure 2〉 Scatter Plot of Payment Rate('PP Rate') vs GV/AV , and the Fitted Line of 3-step Interest Rate Gap Model: individual data(black empty circle) and the fitted line(red line)



〈Figure 3〉 Enlarged Plot near the Center of 〈Figure 2〉



2. 보증비용 분석

보험회사들이 변액종신보험의 보험료 및 수익성을 분석할 때 보험료 납입행위에 대한 가정으로 기본납입 상황(매 납입회차별 기본보험료의 100%를 정상적으로 계속 납입) 또는 평균납입 상황(매 납입회차별 평균납입률로 보험료를 계속 납입) 중 하나를 택하고 있다. 여기서는 대부분의 보험사가 적용하고 있는 기본납입 시나리오와 계약자의 동적인 납입행동 시나리오 시 보증비용에 어떤 차이가 발생하는지 살펴본다. 그리고 생활자금 수령 여부는 계약자의 선택 옵션이므로 생활자금 수령 선택/미선택 계약에 따라 상기의 기본납

입, 동적납입 시나리오가 어떤 차이를 낳는지 다차원적으로 분석하여 본다. <Table 9>에 그 결과를 나타내었다.

<Table 9> Values of Guarantees Estimated under the Two Scenarios: Base Payment and Dynamic Payment in the Multiplicative Accumulated Value Ratio Model 1

Scenario	Living Expense Benefit Option	AV_GMWB (3)	AV_GMDB (4)	Total (3+4)
Base Payment	Not Selected (1)	-	1,175,694	1,175,694
	Selected (2)	1,464,934	122,778	1,587,712
	Difference (2-1)	+1,464,934	-1,046,985	+412,018 (+35.0%)
Dynamic Payment	Not Selected (1)	0	652,769	652,769
	Selected (2)	261,867	410,793	672,660
	Difference (2-1)	+261,867	-241,976	+19,89 (+3.1%)

<Table 9>에서 생활자금 미선택 계약과 생활자금 선택 계약을 비교하여 볼 때 먼저 확인할 수 있는 점은 생활자금 미선택 계약에서 항상 GMWB비용이 없고 GMDB비용만 존재한다는 것이다. 그 이유는 생활자금에 대한 보증이 GMWB로 인식되기 때문이다. 반면, 생활자금 선택 계약에서 GMWB비용이 발생하는 대신에 생활자금 미선택 계약에 비해 GMDB비용이 적다는 점을 알 수 있다. 그 이유는 생활자금 GMWB의 존재에 의하여 생활자금 지급기간 동안 생존 시 적립액의 일부를 지급한 후 남은 잔존 적립액을 기준으로 사망보증금액의 크기가 매겨지는데 그 사망보증금액의 크기 자체가 감소하기 때문이다. 다만, 생활자금 미선택 계약 대비 생활자금 선택 계약의 GMWB 증가분이 GMDB 감소분보다 크기 때문에, 생활자금 선택 계약의 보증비용 총합이 미선택 계약의 그것보다 크다. 예를 들어, 기본납입의 경우 생활자금 선택 계약의 보증비용 총량(1,587,712)이 미선택 계약의 경우(1,175,694)보다 약 35% 크다.

기본납입과 동적납입을 비교하면, 동적납입의 경우가 대체로 기본납입보다 보증비용이 적게 평가된다. 생활자금 미선택 계약의 경우 동적납입 시나리오가 기본납입 시나리오에 비해 GMDB 보증비용이 낮는데, 그 이유는 보험료 납입액 크기 자체가 기본납입에 비해 더 작기 때문이다. 생활자금 선택 계약에서 관측할 수 있는 점은 동적납입이 기본납입의 경우보다 GMWB 보증비용이 낮고 GMDB 보증비용이 높은 편이라는 점이다. 그 이유는

생활자금 미선택 계약과 마찬가지로 보험료 납입액이 기본납입에 비해 적어서 중도인출금을 보증해야 할 예정적립액의 크기가 작은 데에 있다. 보험료 납입을 감소가 적립액의 감소 → GMWB의 감소 → GMDb의 증가로 그 효과가 이어진다. 단, 생존급부인 GMWB 감소분이 사망급부인 GMDb 증가분보다 크기 때문에, 보증비용 합계액은 기본납입 시나리오에 비해 작다.

전체 총 보증비용 관점에서 보면, 생활자금 선택 옵션에 따른 보증Gap(생활자금 선택 시 보증 Claim에서 생활자금 미선택 시 보증 Claim을 뺀 차액)이 기본납입 시나리오에서는 큰(35.0%) 반면 동적납입 시나리오에서는 작다(3.1%). 의무적인 기본납입 대신 선택적인 동적납입 시에 계약자들은 생활자금 옵션 선택과 상관없이 보증의 가치를 일정하게 유지하도록 납입행위를 조절한다고 추측할 수 있다.

3. 보증비용의 민감도 분석

가. 예정이율 민감도

본 절에서는 보험계약일 이후 특정 설명변수가 여러 요인에 의해 영구적으로 충격을 받았을 때 보증비용이 얼마나 변화하는지 민감도를 측정하고자 한다. 먼저 예정이율을 민감도의 충격변수로 정하여 분석한 후 <Table 10>에 그 결과를 나타내었다. 예정이율이 낮아지면 예정 기본보험료가 증가한다. GMWB의 경우, 그러한 보험료 증가효과와 예정적립액에 부리되는 이자의 감소효과가 혼재하여 예정적립액이 증가할 수도, 감소할 수도 있다. 반면 보험료 증가 효과로 실제적립액은 증가한다. 종합하면 예정적립액과 실제적립액 차이인 GMWB 클레임은 증가할 수도 있고 감소할 수도 있다. 예정이율이 낮아지면 GMDb는 낮아지는데, 그 이유는 보험료의 증가로 예정적립액이 소멸될 확률이 작아지기 때문이다.

예정이율이 감소하면 총 보증비용이 감소한다. 기본납입의 총 보증비용에 비해 동적납입의 총 보증비용이 예정이율 변화에 덜 민감한 것으로 나타났다. 한편, 앞 V.2절에서 발견한 기본납입과 동적납입 사이에 존재하는 경향은 예정이율이 달라지더라도 동일하게 관측된다.

〈Table 10〉 Sensitivity of GMWB and GMDB to Sensitivity Factor of Assumed Rate of Interest(The Selected Dynamic Payment Model of Base Premium is Multiplicative Accumulated Value Ratio Model 1.)

Assumed Rate of Interest	Scenario	<i>AV_GMWB</i> (3)	<i>AV_GMDB</i> (4)	Total (3+4)
2.0% (1)	Base Payment	1,181,083	65,927	1,247,010
	Dynamic Payment	322,890	344,479	667,369
3.0% (2)	Base Payment	1,464,934	122,778	1,587,712
	Dynamic Payment	261,867	410,793	672,660
Difference (1-2)	Base Payment	-283,851	-56,851	-340,702
	Dynamic Payment	61,023	-66,314	-5,291

나. 생활자금 지급기간 민감도

월별 생활자금 지급률(4.5%)이 동일하다고 가정하고 생활자금 지급기간을 민감도 충격 변수로 정하여 보증비용을 분석한 결과를 〈Table 11〉에 나타내었다. 생활자금 지급기간 차이에 대한 기본납입 시나리오와 동적납입 시나리오의 경향은 반대이다. 기본납입의 경우 생활자금 지급기간이 짧을수록, GMWB는 낮아지나 실제납입액이 커져서 GMDB는 커진다. 동적납입의 경우 생활자금 지급기간이 짧을수록, GMWB는 높아지고 실제납입액이 줄어들어 GMDB는 작아진다. 두 시나리오의 경향은 반대지만, 앞서 설명한 바와 유사하게 GMWB와 GMDB는 서로 역의 관계에 있다.

생활자금 지급기간이 감소하는 경우 전체 보증비용은 감소하긴 하지만 크게 감소하지 않는 것으로 보여, 계약상에 생활자금 지급기간을 어떻게 설정하는 것과 총 보증비용과는 크게 연관이 없는 것으로 나타났다. 기본납입의 총 보증비용에 비해 특히 동적납입의 총 보증비용이 지급기간 설정 변화에 덜 민감한 것으로 나타났다.

〈Table 11〉 Sensitivity of GMWB and GMDB to Sensitivity Factor of Living Expense Benefit Period (The Selected Dynamic Payment Model of Base Premium is Multiplicative Accumulated Value Ratio Model 1.)

Living Expense Benefit Period	Scenario	<i>AV_GMWB</i> (3)	<i>AV_GMDB</i> (4)	Total (3+4)
10 Years (1)	Base Payment	823,049	631,986	1,455,035
	Dynamic Payment	489,544	180,354	669,898
20 Years (2)	Base Payment	1,464,934	122,778	1,587,712
	Dynamic Payment	261,867	410,793	672,660
Difference (1-2)	Base Payment	-641,885	509,208	-132,677
	Dynamic Payment	227,677	-230,439	-2,762

다. 해지율 민감도

본 연구에서 적용한 해지율은 동적계약자 행동을 반영하지 않은 상수 값을 가지는 기본 해지율인데, 〈Table 12〉에 해지율 변화에 대한 보증비용의 민감도를 나타내었다. 해지율이 증가하면 유지자 수의 감소 및 납입보험료 감소로 GMWB, GMDB, 합계 모두 보증비용이 감소한다.

〈Table 12〉 Sensitivity of GMWB and GMDB to Sensitivity Factor of Lapse Rate (The Selected Dynamic Payment Model of Base Premium is Multiplicative Accumulated Value Ratio Model 1.)

Change in Lapse Rate	Scenario	<i>AV_GMWB</i> (1)	<i>AV_GMDB</i> (2)	Total (1+2)
+10%	Base Payment	1,181,794	99,277	1,281,071
	Dynamic Payment	213,740	348,678	562,418
0%	Base Payment	1,464,934	122,778	1,587,712
	Dynamic Payment	261,867	410,793	672,660
-10%	Base Payment	1,813,054	164,134	1,977,188
	Dynamic Payment	320,348	483,578	803,926

VI. 결론

본 연구는 계약자행동에 관한 계리적 가정 중 선행연구에서 다루지 않았던 보험료 동적 납입률을 적립액비율 모형과 금리차 모형으로 모형화하였으며, 생활자금형 변액유니버설 종신보험의 GMWB와 GMDB 보증옵션을 대상으로 동적납입률이 보증비용에 미치는 영향과 민감도를 분석하였다. 분석대상 상품은 일정 기간 이후 가입금액을 감액하여 그 감액분을 생활자금으로 지급할 것을 보증하는 GMWB와 생활자금 지급완료 후에도 잔존한 사망보험금(감액된 가입금액)을 보증하는 GMDB를 포함한다.

적립액비율 모형은 보증이 되는 예정적립금과 실제적립금의 가치비교를 통해 계약자가 자유납입액을 조절할 것이라는 가정에 기초한 모형이며, 금리차 모형은 현재 시중금리와 계약의 예정이율의 비교를 통해 계약자가 자유납입액을 선택할 것이라는 가정에 기반을 둔 모형이다. 이 모형들의 모수를 추정하고 모형을 검증한 결과, 금리차 모형은 설명력이 부족한 반면 적립액비율 승법모형이 적합한 것으로 나타났다. 후자의 모형에 따르면 예정 적립액에 비해 실제적립액이 적은 경우 계약자가 보험료 납입을 줄인다.

분석을 위해 기본보험료의 100%를 계속 납입하는 기본납입 시나리오와 각 시점별 적립액에 따라 계약자의 행동을 반영한 동적납입 시나리오를 마련하여 보증비용을 산출해 보았다. 분석 결과, 계정으로 보험료가 완전히 불입되는 기본납입 시나리오에 비해 계약자의 선택에 의존하는 동적납입 시나리오의 총 보증비용이 적었다. 분석대상 상품의 설계상 특징으로 인하여, 동적납입 시나리오에서 기본납입 시나리오 대비 납입액 감소로 GMWB는 감소하는 반면, 생활자금 지급액 감소로 반대급부인 GMDB는 증가하였다. GMWB와 GMDB의 총 보증비용은 생활자금 지급옵션 선택에 따라 차이가 나는데, 기본납입에 비해 동적납입 시 옵션선택에 덜 민감한 것으로 나타났다. 또한, 예정이율, 생활자금 지급기간, 해지율 수준별로 보증비용의 민감도를 분석하였다. 예정이율이 증가할수록, 생활자금 지급기간이 길수록, 해지율이 감소할수록 보증비용이 증가하였다. 그리고 공통적으로 기본납입에 비해 동적납입의 경우 민감도가 적었다.

현재 대부분의 한국 보험회사들은 보증비용을 산출할 때 보험료의 실제납입 행태를 반영하지 않고 기본보험료의 100%가 납입될 것을 가정하고 있다. 따라서 실제 계약자 행동

에 가까운 보험료 동적납입률을 반영하여 평가한 보증비용과 비교한다면, 한국 보험회사들의 보증비용은 과대평가된 것일 수 있다. 본 연구는 계약자행동 가정 중 보험료 동적납입률 모형을 제안한 선구적 연구로써 의의가 있다. 그러나 보험료 납입의사를 결정하기 위해 연구모형에서 필요한 요인인 납입시점별 적립금가치는 계약자가 정량적으로 평가하거나 합리적으로 판단하기 어려운 정보비대칭적인 면이 존재하므로, 모형이 계약자의 납입 결정을 완전히 설명하지 못하는 한계가 있다. 이에 후속 연구에서는 계약의 보험료 납입 시 효용과 전망이론 등을 근거로 하여 더 면밀하게 계약자행동을 분석할 필요가 있다. 또한 최저해지환급금보증(GMSB)과 같은 다른 보증옵션에도 동적납입에 대한 연구를 확대하는 방향도 생각해 볼 필요가 있다.

참고문헌

- 고상희 (2012), “계약자행동에 따른 변액보험 보증옵션 수수료 분석”, 석사학위논문, 한양대학교 대학원.
- (Translated in English) Koh, S. (2012). “Analysis of the Impact of Policyholder Behavior on Variable Insurance Guarantee Option Fee”, Master Thesis, Graduate School of Hanyang University.
- 김대규 (2017), “계약자행동 가정 산출방안 연구 - 추가납입중도인출 및 동적해지율”, 한국계리학회 특별세미나.
- (Translated in English) Kim, D. (2017). “A Study on the Calculation of Policyholder Behavior Assumption”, Korean Academy of Actuarial Science Special Seminar.
- 김용희·김창기 (2011), “변액 연금 상품의 보증 옵션 분석”, **보험금융연구**, 제22권 제2호, pp. 3-25.
- (Translated in English) Kim, E., and C., Kim (2011). “Analyzing Guarantees in Variable Annuities”, *Journal of Insurance and Finance*, 22(2):3-25.
- 노건엽·박경국 (2014), “IFRS4 2단계 하에서의 보험부채 평가목적 할인율에 관한 연구”, **리스크관리연구**, 제25권 제3호, pp. 73-111.
- (Translated in English) Noh, G., and K., Park (2014). “A Study on Discount Rates for Insurance Liability Valuation under IFRS4 Phase II”, *The Journal of Risk Management*, 25(3):73-111.
- 박선영 (2014), “금리연동형 상품의 적정 최저보증이율에 관한 연구”, 석사학위논문, 성균관대학교.
- (Translated in English) Park, S. (2014). “Study on the Adequate Minimum Guaranteed Interest Rates of Floating Rate Products”, Master Thesis, Sungkyunkwan University.

배태한·Tran Thi Thanh Huong·고방원 (2015), “지수분포조합을 이용한 최저사망 보증옵션의 가치평가”, **리스크관리연구**, 제26권 제3호, pp. 71-99.

(Translated in English) Bae, T., T., Huong and B., Ko (2015). “On the Valuation of GMDB Options Using a Combination of Exponentials”, *The Journal of Risk Management*, 26(3):71-99.

보험개발원 (2016), “2016 산업통계를 활용하여 산출한 생명보험 계리적 가정”, **계리실무 Practice**.

(Translated in English) Korea Insurance Development Institute (2016). “2016 Actuarial Assumptions of Life Insurance Estimated by Using Industrial Statistics”, *Actuarial Practice*.

_____ (2017), “IFRS17 실무적용방안 마련”, **보험 계리리스크 검토보고서**.

(Translated in English) Korea Insurance Development Institute (2017). “IFRS17 Preparation for Applying to Practice”, *Review Report on Insurance Actuarial Risk*.

_____ (2018a), “2018 생명보험 계약자행동가정 산출방안 연구”, **보험 계리리스크 검토보고서**.

(Translated in English) Korea Insurance Development Institute (2018a). “2018 A Study on Estimating Policyholder Behavior of Life Insurance”, *Review Report on Insurance Actuarial Risk*.

_____ (2018b), **KIDI 보험회계 및 리스크 INSIGHT**, 제4호.

(Translated in English) Korea Insurance Development Institute (2018b). *KIDI Insurance Accounting and Risk INSIGHT*, 4.

_____ (2019), “2019 산업통계를 활용하여 산출한 생명보험 계리적 가정”, **계리실무 Practice**.

(Translated in English) Korea Insurance Development Institute (2019). “2019 Actuarial Assumptions of Life Insurance Estimated by Using Industrial Statistics”, *Actuarial Practice*.

심현우 (2014), “다단계 확률론적 방법론을 이용한 변액보험의 수익성 분석”, **보험금융연구**, 제25권 제2호, pp. 111-137.

(Translated in English) Shim, H. (2014). “A Study on Profit Analysis of Variable Life Insurance by Nested Stochastic Modeling”, *Journal of Insurance and Finance*, 25(2):111-137.

양해직 (2010), “보장성 부분금리연동형의 GMIR 평가에 관한 연구”, 석사학위논문, 한양대학교 대학원.

(Translated in English) Yang, H. (2010). “A Study on Evaluation of the GMIR for Protection-Oriented, Partially Interest-Crediting Protection Product”, Master Thesis, Graduate School of Hanyang University.

오창수 (2017), “국제회계기준하의 보험계약부채 공정가치 산출에 관한 연구”, **보험금융연구**, 제28권 제4호, pp. 127-178.

(Translated in English) Ouh, C. (2017). “A Study on the Fair Value of Insurance Contract Liabilities under IFRS”, *Journal of Insurance and Finance*, 28(4):127-178.

오창수·김경희·박규서·박형관·유인현·이준호·조석희 (2016), “보험계약 국제회계 기준 (IFRS 17)하의 회계모형의 적용”, **계리학연구**, 제8권 제2호, pp. 55-92.

(Translated in English) Ouh, C. et al. (2016). “A Study on Accounting Model under IFRS 17”, *The Journal of Actuarial Science*, 8(2):55-92.

오창수·김수은 (2018), “IFRS17의 계약자행동을 반영한 금리연동형보험의 GMSB 비용 분석”, **보험금융연구**, 제29권 제1호, pp. 35-65.

(Translated in English) Ouh, C., and S., Kim (2018). “Analysis of the Cost of Guaranteed Minimum Surrender Benefit(GMSB) for Interest Sensitive Life Insurance considering Policyholder Behaviour under IFRS 17”, *Journal of Insurance and Finance*, 29(1):35-65.

오창수·노건엽 (2016), “보증준비금제도 발전방안”, 한국계리학회 정책세미나.

- (Translated in English) Ouh, C., and G., Noh (2016). "Improvement of Regulation on Guarantee Reserves", Korean Academy of Actuarial Science Policy Seminar.
- 오창수·박규서 (2016), "국제회계기준(IFRS4)하에서의 이율보증평가 - 동적해지율 적용을 중심으로 -", **보험금융연구**, 제27권 제1호, pp. 51-79.
- (Translated in English) Ouh, C., and K., Park (2016). "A Study on the Valuation of Interest Rate Guarantees under IFRS with Dynamic Lapse Rates", *Journal of Insurance and Finance*, 27(1):51-79.
- 오창수·백진욱 (2016), "변액보험 최저보증준비금에 관한 영향 연구", **계리학연구**, 제8권 제2호, pp. 3-30.
- (Translated in English) Ouh, C., and J., Baek (2016). "A Study on the reserve of GMAB and GMDB under Lee Carter Model", *The Journal of Actuarial Science*, 8(2):3-30.
- 오창수·은재경 (2017), "IFRS17 도입에 따른 종신보험의 보증형태별 보증비용 및 수익성 분석", **보험금융연구**, 제28권 제3호, pp. 25-52.
- (Translated in English) Ouh, C., and J., Eun (2017). "A Study on the Guarantee Costs and the Profitability Analysis of Whole Life Insurance by Different Guarantee Type according to Introduction of IFRS17", *Journal of Insurance and Finance*, 28(3):25-52.
- 이창욱·이성호·오창영 (2010), "최저종신중도인출금보증 옵션이 부가된 변액연금의 보증준비금 분석", **리스크관리연구**, 제21권 제2호, pp. 97-124.
- (Translated in English) Lee, C. et al. (2010). "Analysing the Guarantee Reserves for Variable Annuities embedded with Guaranteed Lifetime Withdrawal Benefit Options", *The Journal of Risk Management*, 21(2):97-124.
- 정해석 (2010), "변액연금보험의 생존급부보증(GLB)옵션에 관한 연구", **리스크관리연구**, 제21권 제2호, pp. 31-65.

(Translated in English) Jeong, H. (2010). “A Study on Guaranteed Living Benefit options in Variable Annuity”, *The Journal of Risk Management*, 21(2):31-65.

American Academy of Actuaries (2005). “Recommended Approach for Setting Regulatory Risk-Based Capital Requirements for Variable Annuities and Similar Products”, Retrieved from https://www.naic.org/documents/committees_e_capad_lrbc_2_LCASD ocFinal.pdf, 2020. 6. 1.

Anna, R. (2003). “Fair Valuation of a Guaranteed Life Insurance Participating Contract Embedding a Surrender Option”, *The Journal of Risk and Insurance*, 70(3):461-487.

Bauer, D., J., Gao, T., Moenig, E., Ulm and N., Zhu (2017). “Policyholder Exercise Behavior in Life Insurance: The State of Affairs”, *North American Actuarial Journal*, 21(4):485-501.

Campbell, J., M., Chan, K., Li, L., Lombardi, L., Lombardi, M., Purushotham and A., Rao (2014). “Modeling of Policyholder Behavior for Life Insurance and Annuity Products - A survey and literature review”, *Society of Actuaries 2014 Report*, Retrieved from <https://www.soa.org/resources/research-reports/2014/research-2014-modeling-policy>, 2020. 6. 1.

Conwill, S., F., Yoshihiko and I., Kenjiro (2013). “Dynamic lapse risk in an era of quantitative easing”, *Milliman Research Report*.

European Insurance and Occupational Pensions Authority (2015). “Guidelines on the implementation of the long-term guarantee measures”, Retrieved from https://www.eiopa.europa.eu/content/guidelines-implementation-long-term-guarantee-measures_en, 2020. 6. 1.

- Gatzert, N., and H., Schmeiser (2008). "Assessing The Risk Potential of Premium Payment Options in Participating Life Insurance Contracts", *The Journal of Risk and Insurance*, 75(3):691-712.
- International Accounting Standards Board (2017). "IFRS 17 Insurance Contracts", Retrieved from <https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-17-insurance-contracts/>, 2020. 6. 1.
- Knoller, C., G., Kraut and P., Schoenmaekers (2016). "On the Propensity to Surrender a Variable Annuity Contract: An Empirical Analysis of Dynamic Policyholder Behavior", *The Journal of Risk and Insurance*, 83(4):979-1006.
- Xue, Y. (2010). "Interactions Between Dynamic Lapses and Interest Rates in Stochastic Modeling", *Product Matters!*, Society of Actuaries, (77):8-12.

Abstract

A policyholder's decision made in the policy period affects the contractual value. The values of GMWB and GMDB embedded in variable universal whole-life insurance are affected by the change in premium payment level due to the feature of flexible premium payment. Nevertheless, the dynamic policyholder behavior driving premium payment has not been considered in the studies on insurance liabilities so far. Thus, for the first time, this study suggests two models - the account value ratio model and the interest rate gap model for policyholder's dynamic payment of insurance premium, and we estimate the models' parameters. As a result of analysis, a multiplicative-type account value ratio model is shown to be the best model. We analyze how the premium payment level affects values of GMWB and GMDB in the two scenarios, which are the base payment scenario of paying constant 100% premium and the dynamic payment model scenario reflecting the policyholder's behaviour. The results show that the values of guarantees in the dynamic payment scenario are lower than in the base payment scenario. We present that the values of guarantees increase as the assumed rate of interest increases, the living expense benefit period becomes longer, and the lapse rate decreases. The sensitivity in the dynamic payment scenario is lower, compared to the base scenario.

※ Key words: Dynamic Policyholder Behavior, Dynamic Payment Rate Model, Variable Universal Whole-life Insurance with Living Expense Benefit, Guaranteed Minimum Withdrawal Benefit, Guaranteed Minimum Death Benefit