

# 다단계 확률론적 방법론을 이용한 변액보험의 수익성 분석

## A Study on Profit Analysis of Variable Life Insurance by Nested Stochastic Modeling

심 현 우\*

Hyunoo Shim

변액보험에서 비대칭적 리스크 특성을 갖는 보증준비금의 경우 기존 연구와 실무에서 확률론적으로 평가되고 있지만, 이를 내포한 변액보험 상품 자체의 수익성은 결정론적으로 분석하여 왔다. 본 연구에서는 보증준비금에만 확률론적 시나리오가 적용되었던 1단계 확률론적 모형화의 한계를 인식하고, 원칙론적인 다단계 확률론적 모형화의 일반적 방법론을 제시하며, 이를 변액보험의 수익성분석에 적용하여 보았다. 분석 결과, 다단계 확률론적 현금흐름을 사용하면 결정론적 시나리오에서 최적가정치 추정시 발생하는 자의성을 제거할 수 있음을 밝혀내었으며, 수익성의 확률분포가 비대칭적인 모습을 띠는 것을 확인할 수 있었다. 또한 보증준비금 평가를 미래의 시장상황 변동에 따라 갱신하는 재산출식 다단계 확률론적 방법론을 적용한 결과, 변액보험 수익성 평가의 오차를 줄일 수 있었다. 재산출식 다단계 확률론적 방법론의 경우, 1년마다 보증준비금을 재산출하는 정도로도 수익성 평가목적으로는 충분하다는 사실을 발견하였다.

**국문 색인어:** 변액보험, 최저사망보증옵션, 수익성 분석, 확률론적 시나리오, Nested Stochastic Modeling, 보증준비금 재산출 방식, 수익 변동성

**한국연구재단 분류 연구분야 코드:** B051608

\* R&A Consulting 선임연구원(hyunoo.shim@risknactuary.com)

논문 투고일: 2014. 03. 16, 논문 최종 수정일: 2014. 04. 25, 논문 게재 확정일: 2014. 05. 16

## I. 서론

변액보험은 보험계약자가 납입한 보험료 중 기본적인 위험보장을 위한 위험보험료와 보험회사의 사업운용을 위한 사업비를 제외한 저축보험료를 수익성이 높은 유가증권으로 구성된 펀드에 투자하여, 펀드의 수익률 실적에 따라 투자수익을 계약자가 나누어 갖는 실적배당형 보험상품이다. 위험선호 경향을 가지는 보험계약의 피보험자는 금융시장에서 투자수익을 늘리고자 하는 투자자가 되기도 한다. 변액보험은 이렇게 생명보험의 기본적 역할인 피보험자 위험보장의 보험기능과 투자 실적에 따라 수익을 배분받는 실적배당기능을 동시에 원하는 보험계약자에게 제시하는 통합솔루션이다.

하지만, 이렇게 강한 투자적 성격으로 인해 운용펀드의 실적에 따라 많은 수익 또는 원금 손실을 경험할 수 있어 보험계약자는 높은 시장위험을 안게 되므로, 피보험자로부터 보험사로의 위험전가라는 보험의 기본취지와 맞지 않게 된다. 따라서, 운용펀드의 손실로 인한 하방리스크를 피보험자로부터 보험사에게 전가하기 위해, 일반적으로 변액종신 보험은 최저사망보증옵션을 내포하고 있다. 이는 피보험자가 투자실적에 관계없이, 사망시 일정금액 이상의 사망보험금을 받을 수 있도록 하는 옵션이다. 이것은 자본시장의 파생금융상품인 풋옵션과 마찬가지로, 투자실적이 상승하였을 때에는 행사가 되지 않다가 투자실적이 하락하였을 때 행사되어, 손실분만큼 보전해주는 기능을 한다. 이러한 보증옵션으로 인해 투자 위험의 상당 부분이 보험 회사로 전가가 되며, 이렇게 전가된 투자 위험의 관리, 다시 말해 보증옵션 자체의 위험 분석, 그리고 특히 보증옵션을 내포한 상품 자체의 수익성 분석이 절실한 상황이다.

현재 한국은 보험감독규제상, 이러한 최저사망보증옵션 자체의 장래 노출위험, 즉 보증준비금은 확률론적 시나리오를 사용하여 평가하고 있지만, 보증준비금을 포함하고 있는 전체 현금흐름 및 최종 처분가능이익 산출에서는 결정론적 시나리오를 따르도록 하여 산출하고 있다. 따라서, 보증준비금을 제외한 결정론적 현금흐름 방식은 확률론적으로 보증위험에 대응하는 현행 보증준비금 제도와 정합성

이 맞지 않으며, 결정론적인 현금흐름과 확률론적인 보증준비금 사이에는 어떠한 상관관계도 존재하지 않는다.

본 연구에서는 현재 이렇게 결정론적 시나리오에 의존함으로 인해 갖는 변액보험 수익성분석의 구조적 한계를 인식하고, 시나리오 선택과 같이 계리사의 판단에 의존하지 않는 계량적인 확률론적 방법론을 경제시나리오와 변액보험의 현금흐름 모형화에 적용함으로써, 변액보험의 객관적이고 합리적인 수익성분석을 수행하여 본다. 그러한 목표를 위해, 본 연구에서는 먼저 다단계 확률론적 방법론을 한국의 변액보험에 맞게 적용하여 개발하였다. 이러한 다단계 확률론적 방법론은 미국의 경우 FAP 133, Statement of Purpose 03-1, Fair value option(FAS 157, FAS 159), RBC C-3 Phase II, 그리고 포괄적으로 VA CARVM, PBA에 적용이 되고 있으며, 그 밖의 경우, IFRS Phase II, Solvency II, GAAP 등 모든 보험제도상 직간접적으로 적용이 되거나 적용이 될 예정이다.

변액보험과 보증옵션의 위험관리 중요성에 대한 인식이 확산되어 가면서, 최근에 이와 관련한 연구가 진행되어 오고 있다. 변액보험은 시장위험이 크므로 먼저 시나리오 선정이 중요한데, 보증준비금 산출시 사용하는 시나리오의 모형이나 모수에 관해 다음과 같은 연구가 있다. 유병학(2012)은 시나리오 모형의 모수를 베이지언 통계기법을 이용하여 산출하는 방법을 분석하였고, 이를 LN(Lognormal) 모형과 RSNL(Regime Switching LogNormal) 모형에 적용하여 보증준비금을 산출한 후 비교분석하였다. 노건엽(2012)은 주식시장에 실재하는 확률변동성에 주목하여, 확률론적 모형과 시계열적 모형을 분석한 뒤, RSNL2 모형을 가장 적합한 시나리오 모형으로 제시하였다. 김용희(2012)는 시계열적인 방법으로 주가수익률 시나리오를 생성하여 보증준비금을 산출하였으며, EGARCH(1,1)을 최적의 모형으로 제시하였다.

일반적인 종신상품에 대하여 심현우(2013)는 결정론적 현금흐름 방식으로 수익성 및 민감도를 분석하였다. 본 연구에서 다루고 있는 변액보험의 가격산정 및 가치평가 방법론과 관련하여, 김용희(2011)는 변액연금에 대하여 결정론적 방식으로 수익성 및 민감도를 분석하였다. Gaillardetz(2006)은 주가연계형 상품에 대하여

위험중립 측도 방식으로 가격을 평가하였으며, 김용희(2013)는 변액연금의 GLWB(Guaranteed Lifetime Withdrawal Benefit) 옵션에 관하여 분석하였다. Tiong(2000)은 세 가지 일반적인 주가지수연계형 연금 옵션에 관하여 Black-Scholes 방식으로 닫힌 형태의 가격산출 방법론을 제시하였는데, Ino(2011)는 이와 같이 Black-Scholes 공식을 응용하여 최저보증 옵션의 가격을 산출하는 게 일본의 경우 일반적이라고 소개하였다. 그 외에 보험개발원(2009, 2010, 2011)에서는 변액보험 중 보증옵션의 리스크 평가 방법에 대하여 잘 설명해 놓고 있다. 보험개발원(2012)은 보증옵션과 헷지자산을 함께 고려한 자산부채종합관리에 대하여 다단계 확률론적 방법론을 사용한 바 있다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 제II장에서는 변액보험의 현행 수익성분석 방법론을 확률론적 방법론과 대비하여 정리하며, 변액보험의 수익성분석을 위한 다단계 확률론적 모형을 제시한다. 특히, 다단계 모형 중 내부시나리오를 적용하는 방법에 따라 비재산출식과 재산출식으로 유형을 구분한다. 제III장에서는 본 연구에서 대상으로 선정한 상품과 계약자에 대하여 기술한다. 제IV장에서는 위 현행 방법론의 모형, 비재산출식과 재산출식 다단계 확률론적 모형을 각각 적용한 수익성 산출 결과를 비교해 본다. 또한 가장 적절한 모형을 모색한 후 응용하여 본다. 마지막으로 제V장에서는 연구 결과를 마무리하여 정리하며, 향후 연구 방향들을 살펴보도록 한다.

## II. 변액보험의 수익성분석 방법론

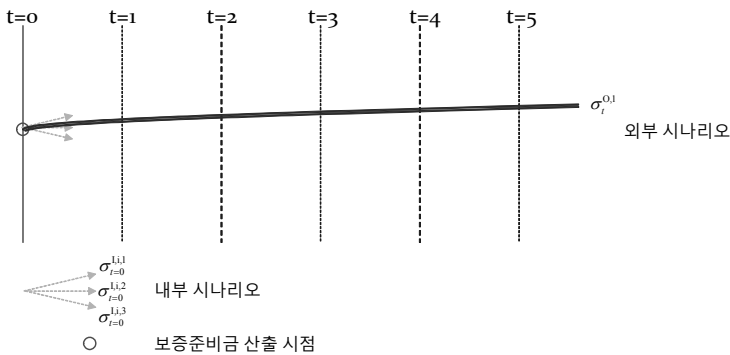
### 1. 현행 수익성분석 방법론

미국의 경우 2008년 금융위기를 겪고 주식수익률이 크게 하락하며, 2000년대 초반 이후 증가 추세에 있던 변액보험 시장의 성장이 증대한 고비를 맞게 되었고, 변액보험 수익성분석 방법을 다시 고민해 보는 계기가 되고 있다. 본 연구에서는, 현행 방식인 결정론적 수익성분석 방법이 가지는 가정치의 오평가 문제를 살펴볼

것이고, 새로운 방법론이 변액종신 보험의 수익성과 그 확률분포에 미치는 영향을 분석하는 데에 그 목적이 있다. 따라서, 결정론적 현금흐름과 확률론적 현금흐름을 비교분석하고, 기초자산의 비대칭적 수익률이 보험상품의 수익성에 미치는 영향을 파악해 보도록 한다.

현재 변액종신 보험의 수익성분석에서, 보증준비금 현금흐름과 보증준비금을 제외한 현금흐름은 개별적으로 고려되고 있다. <그림 1>은 현행 방법론을 나타내고 있다. 여기서 보증준비금은, 평가시점( $t=0$ )에  $N'$ 개의 내부시나리오( $\sigma_{t=0}^{I,i,j}$ , I=Inner)를 사용하여 확률론적으로 장래순손실액을 평가한 후,  $N'$ 개의 장래순손실액에 대하여 시점별로 CTE70값을 산출한 값으로 결정한다. 한편 최종 수익성은, 결정론적인 외부시나리오( $\sigma_{t=0}^{O,1}$ , O=Outer, 1개)를 적용하여 보증준비금을 제외한 각 시점별 현금흐름을 산출한 값과 확률론적 보증준비금을 결합하여 산출하며 그 결과를 분석한다. 즉, 현행 방식은 1단계 확률론적 방법론이며, <그림 1>에서는 그 중 3개의 내부시나리오를 가진 예시를 보여준다. 본 연구에서 현금흐름에 적용하는 결정론적 시나리오는 평균 주식수익률을 자산수익률로 사용하였다.

<그림 1> 현행 수익성분석 방법론



결정론적 외부시나리오와 확률론적 시나리오가 결합한, 한국의 이러한 현행 방식은 독특한데, 예를 들어 Reynolds(2008)는 변액보험에서 결정론적 외부시나리오의 모형을 고려하지 않았다. 하지만, 한국에서 일반적으로 수행되고 있는 변액보

험 가격결정 모형은 현재까지 결정론적 현금흐름에 국한되어 있는 점을 감안하여, 이 방식을 이용하여 제III장에서 분석을 수행할 것이다.

이러한 방식에는 세 가지 한계가 존재하는데, 첫째, 적용된 외부시나리오의 선택에 따라 수익성의 결과가 다르게 나타난다. 둘째, 변액보험의 경우 시장위험에 의한 변동성이 큰데, 선택된 외부시나리오가 최적 가정치라 하더라도 수익성의 변동성을 통계적으로 측정할 수 없다. 셋째, 보증준비금은 풋옵션과 같이 시장상황의 변동에 따라 평가액이 변화하지만, 현행 방식으로는 이를 초기시점에만 산출하고 재평가하지 않음으로써, 이러한 동적인 변동성을 반영하지 못하고 있다. 다음 절에서 설명하는 다단계 확률론적 방법론은 이러한 세 가지 한계를 극복할 수 있다.

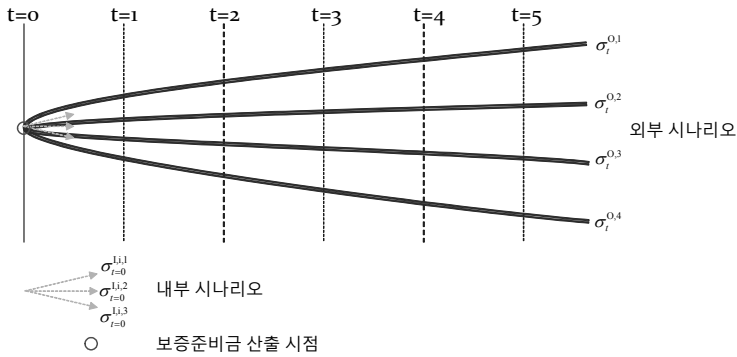
## 2. 다단계 확률론적 수익성분석 방법론

### 가. 비재산출식 다단계 확률론적 모형화

본 연구에서는 다단계 확률론적 방법론을 비재산출식과 재산출식, 두 가지로 구분하여 분석하였다. 이 두 유형의 차이는, 보증준비금을 동적으로 장래시점에 재산출하느냐(재산출식), 아니냐(비재산출식)에 있다.

먼저, <그림 2>은 다단계 확률론적 방법론을 사용한 모형 중 가장 간단한 비재산출식 모형을 나타내고 있다. Sun(2006)은 다단계 확률론적 모형에 대한 인식없이 이런 방법을 채용하고 있는데, 여기서 보증준비금 산출 방법은, 제II장 제1절의 현행 방식과 동일하게 확률론적 과정을 이용한다. 그리고, 처분가능이익은 결정론적이었던 현행 방식과 달리  $N^O$ 개의 확률론적 외부시나리오( $\sigma_t^{O,i}$ , O=Outer)를 적용하여 현금흐름을 산출한 후 확률론적 보증준비금을 결합하여 산출하며, 그 결과를 분석한다. 즉, 이 모형은 확률론적 외부시나리오를 적용한다는 점에서 현행 방식과 차이가 있다. 그리고 비재산출식이므로 보증준비금을 평가시점에 산출한 후 재평가하지 않는다. 비재산출식과 재산출식을 포함한 다단계 확률론적 방법론에 대한 자세한 설명은 다음 절에서 다루도록 한다.

〈그림 2〉 비재산출식 다단계 확률론적 방법론



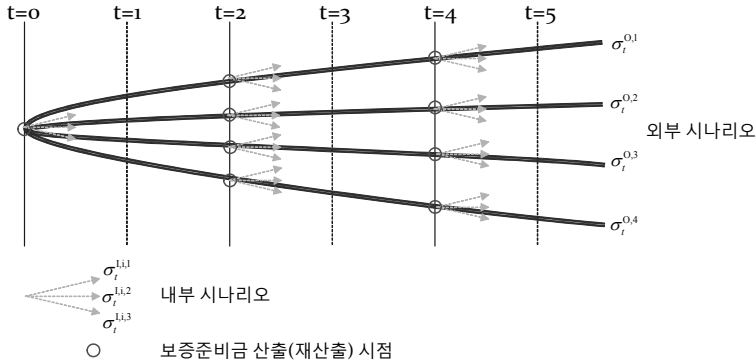
나. 재산출식 다단계 확률론적 모형

〈그림 3〉에 재산출식 확률론적 방법론을 예시하여 나타내었다. 앞에서 설명한 바와 같이 재산출식은 보증준비금을 장래시점에 재산출하는 것이 차이점이며, 예시인 〈그림 3〉에서 보증준비금은 t=0, 2, 4,...인 짝수년도에만 재산출되고 t=1, 3, 5,...인 홀수년도에서는 그 이전 시점인 t=0, 2, 4,...에서 산출된 1년 후의 보증준비금 예상값을 사용하고 있다.

이러한 다단계 확률론적 방법론은 조건부 확률론적 가격결정(Conditional Stochastic Pricing)이라고도 불리는데, 일반적으로 이 방법론을 통한 산출 과정은 다음 두 단계를 포함한다. 첫째는 현실세계 외부시나리오를 사용한 현금흐름 산출, 둘째는 위험중립 내부시나리오를 사용한 부채평가이다<sup>1)</sup>. 이 방법론을 변액보험에 적용하면 내부시나리오를 사용하는 평가대상 부채란 보증준비금이 된다. 여기서, 내부 확률론적 보증준비금은 특정 개수의 내부시나리오와 내부 월별 현금흐름을 사용하여 매 재산출주기마다 산출하고, 외부 확률론적 현금흐름은 또 다른 외부시나리오를 사용하여 산출하되, 매 주기마다 재평가된 보증준비금을 사용한다.

1) Knispel(2011)은 risk-neutral measure를 계리의 부채평가에 적용하는 이론적 배경을 설명하고 있다.

〈그림 3〉 재산출식 다단계 확률론적 방법론



본 연구에서는 주식수익률에 관한 외부시나리오와 내부시나리오로서 현실세계(Real-world) 시나리오를 사용하였다. 현실세계 시나리오란 과거의 역사적 자료를 바탕으로 미래에 발생할 것으로 현재에 예측되는 변수들의 실제 발생가능한 값을 보여주기 때문에, 실제 발생확률과 그에 따르는 기대값을 필요로 하는 외부시나리오의 경우에는 주로 현실세계 시나리오가 쓰인다. 내부시나리오로는, 보증 옵션 준비금, 이연가능신계약비나, 기타 시장가치로 평가해야 하는 회계항목들을 산출하기 위해 위험중립(Risk-neutral) 시나리오를 쓰는 것이 미국의 PBA나 유럽의 Solvency II, 국제적 회계기준인 IFRS의 일반적 원리이지만, 본 연구에서는 한국 보험감독규정에 따라 꼬리위험의 평균위험수준의 측도인 CTE값으로 보증준비금을 산출하는 것이 목적이므로 실제 발생확률을 정확히 표현할 수 있는 현실세계 시나리오를 사용하여 평가하였다.

한편, 다단계 확률론적 방법론에서 중요한 사실은 외부시나리오와 내부시나리오를 정합성있게 연결하여 경로를 설정하는 과정이 필요하다는 점이다. 〈그림 3〉에서 외부시나리오  $\sigma_t^{0,i}$ 는 장래의 고정된 시점( $t=1, 2, 3, \dots$ )에서 평가된 역사적 통계 및 시장 정보를 바탕으로 하여 산출된 시나리오이다. 다단계 확률론적 과정이 1단계 확률론적 과정과 다른 점은 추가로 내부시나리오(또는 외부시나리오)가 존재한다는 점인데, 이 내부시나리오,  $\sigma_t^{i,j}$ 는 고정된 시점( $t=0$ )이 아닌, 이 시나리오를 적용하여 평가할 항목(보증준비금, 자산 등)이 장래에 재산출되는 시점(〈그림

3)의 경우  $t=2, t=4, \dots$ )에서 허용 및 평가된 금융 정보를 이용하여 산출된 시나리오라는 점이 다르다. 특히, 내부시나리오가 시장기준(MC) 시나리오인 경우, 시장에서 거래되는 금융상품의 응당 가격으로부터 시장정보를 산출해 내므로 이러한 사실은 매우 중요하다. 다시 말하면, 내부시나리오는 다음과 같은 Markov 성질을 갖추어야 한다.

$$P(X_t = x_t) = P(X_t = x_t | X_{t-1} = x_{t-1})$$

여기서  $x_t$ 은 변수  $X$ 의  $t$ 시점의 값이며, 이 식은  $t$ 시점에 변수  $X$ 가  $x_t$ 값을 가질 확률은  $t$ 이전의 금융정보의 값에 의존함을 뜻하며, 또한 이 값은 현재( $t-1$ ) 금융 시장이 가진 정보에만 의존함을 뜻한다. 내부시나리오는 그 시나리오가 적용되기 시작하는 평가시점에 주어진 외부시나리오의 값을 토대로 다시 모수 추정을 하여 시나리오를 재추정해야 함을 의미한다. 예를 들어, <그림 3>에서  $t=2$ 일 때 내부시나리오  $\{\sigma_{t=2}^{I,i,j} | i = 1, \dots, N^O, j = 1, \dots, N^I\}$ 는 다음과 같이 외부시나리오의 함수이며 각 외부시나리오마다 다른 종류의 내부시나리오를 생성해야 한다.

$$\sigma_{t=2}^{I,i,j} = \sigma_{t=2}^{I,j}(\sigma_{t=2}^{O,i})$$

이처럼 외부시나리오와 내부시나리오를 정합성을 유지한 채 연결하는 것뿐만 아니라, 각 계약자의 각 시점의 정보를 그대로 활용하여 보증준비금을 평가하는 문제가 중요하다. 보증준비금은 미래 시나리오뿐 아니라 평가시점의 특별계정 적립금 잔액 및 수입보험료가 얼마이냐에 따라 다르게 산출되기 때문이다. 각  $i$ 번째 외부시나리오,  $\sigma_{t=2}^{O,i}$ 마다 내부시나리오들,  $\{\sigma_{t=2}^{I,i,j} | j = 1, N^I\}$ 가 각 시점에 동일하더라도, 각  $i$ 번째 상황마다 계약자의 특별계정 적립금은 차이가 난다. 본 연구에서는 시장기준 시나리오 대신 역사적 통계를 따르는 현실세계 시나리오를 사용하였으므로, 현 시점( $t=0$ )의 정보를 기초로 하여 산출된 시나리오를 적용하였다.

수익성지표, PM(Profit Margin)은 다음과 같이 계산하였다.

$$PM = \frac{\sum_{t=0}^M DE_t \times v^t}{\sum_{t=0}^M P_t^G \times v^t} = \text{Profit Margin}$$

$DE_t$ : 배분가능이익

$P_t^G$ : 영업보험료

본 연구의 제IV장에서 다룰 수익성 산출시에는, 다단계 확률론적 방법론이 수익성에 미치는 직접적인 영향을 분석하기 위해서 배분가능이익의 계산을 단순화하기로 한다. 먼저, 지급여력 요구자본( $RC_t$ )을 0으로 가정하며, 이 때 자본비용은 0이 되고, 배분가능이익( $DE_t$ )은 곧 세후손익( $PAT_t$ )이 된다. 둘째, 법인세율( $c^{tax}$ )을 0으로 가정하여, 배분가능이익은 세전손익으로 가정하도록 한다( $DE_t = PBT_t$ ).

이러한 다단계 확률론적 방법론의 특징은 다음과 같다. 첫째, 원론적, 개념적, 객관적 방법이다. 둘째, 내부 확률론적 시나리오는 Solvency II와 IFRS Phase II와 같이, 장부가액이 아닌 시장가액으로 평가하는 현대적인 회계기준 원리에 입각한 시장기준 평가방식이 일반적이다. 셋째, 스트레스 테스트나 민감도 분석과 같이 발생확률이 무시된 채 위험의 심도만 평가하는 분석과 달리, 빈도와 심도를 동시에 고려한다. 넷째, 동적 헤지전략과 같이 동적 경영전략을 장래시점에 반영할 수 있다. 동시에 확률론적 분석이 필요한 여러 대상에 대하여 통합성, 일관성있게 모형화하여 분석이 가능하다. Zhang(2010)은 변액연금의 가격결정에서 다단계 확률론적 방법론과 같은 통합된 위험관리를 강조하고 있다. 다섯째, 원칙론적 방법이므로 근사적 방법론과의 비교시 기준이 되는 척도이다.

Reynolds(2008)가 예측하는 바에 따르면, 다단계 확률론적 방법론을 현대의 계산능 수준에서 실제로 적용하기 위해서는 다음과 같은 고려가 필요하다. 첫째는 현금흐름 계산량의 자릿수(order of magnitude)이다. 예를 들어, 외부시나리오 200개를 사용하여 50년간 매월 외부 현금흐름을 산출하며, 각 현금흐름 지점

(node)에서 보증준비금 계산을 위하여 1,000개의 내부시나리오 경로를 사용한다면,  $200 \times 50 \times 12 \times 1,000 = 1.2$ 억 개의 시나리오 계산량이 요구된다.

### III. 모형의 가정 및 시나리오

#### 1. 상품정보, 계약자 정보 및 가정치

본 연구의 모형과 산출물들은 실제 원수보험사에서 적용하고 있는 가정치의 범위 내에서 아래와 같은 수준으로 모형화가 이루어졌지만, 변액보험들은 기존의 전통적 보험과 달리, 현금흐름의 특성이 상품의 구조에 따라 상당히 다르다는 점을 감안할 때에, 이러한 가정과 제IV장의 분석결과들을 다른 상품에 적용할 때에는 주의를 요한다.

본 연구에서 대상으로 삼은 피보험자 집단은 <표 1>과 같다. 가입나이를 10년 간격으로 설정하였으며, 납입기간은 5년 간격으로 설정하여, 총 16명을 계약자 표본으로 설정하였다. 성별은 남자이며, 여자인 경우에도 거의 유사한 결과를 얻었으므로 생략하였다.

<표 1> 대상 피보험자군

성별	가입나이(세)	보험기간	납입기간(년)	가입금액
남자	20, 30, 40, 50	종신	5, 10, 15, 20	1억

상품의 특성은 다음과 같다. 변액보험 운용펀드의 주식비중은 100%으로 설정하여 주식수익률 시나리오에 관해서만 초점을 맞추었다. GMDB보증비용은 영업보험료 대비 4%로, 운용보수는 적립금 대비 0.8%로 설정하였다. 제II장에서 설명한 바와 같이 법인세율을 0, RBC 비율을 0으로 가정하여, 세전손익을 그대로 처분가능이익으로 간주하였다. 모형에 영향을 미치는 중요한 변수 중, 산출에 사용된 예정사업비는 <표 2>에 나타내었고, 최저사망보증옵션에서 보증하는 사망보험금

은 다음과 같다.

$$\text{사망보험금} = \text{Max}(\text{가입금액}, \text{기납입보험료}, \text{특별계정적립금}, 0)$$

〈표 2〉 예정사업비 가정치

구분	기준 및 설명	값
예정이율		4%
계약체결비	초년도 고정금액	5,000원
계약체결비	초년도 영업보험료	70%, 85%, 100%, 115% (납입기간 각 5, 10, 15, 20년)
계약유지비(손해사정비)	영업보험료	5%
계약유지비	고정비	10,000원
계약유지비	영업보험료	5%
물가상승률	계약유지비에 적용	3.5%

해약률은 1년차 10% 이후 매년 1%씩 하락하여 6년차 이후 5%로 일정하게 설정하였으며, 수당은 1년차의 경우 납입기간에 따라 30%(5년), 40%(10년), 50%(15년), 60%(20년)이며 2, 3, 4년차의 경우 10%로 설정하였다.

## 2. 시나리오 생성 및 검증

본 연구에서 계약자적립금은 모두 주식에 투자하는 것으로 가정하였다. 변액보험의 계약자적립금, GMDB 보증비용 및 보증준비금은 미래의 주식수익률 모형 및 시나리오의 선택에 따라 영향을 받는다. 본 연구에서는 과거 주가지수 통계를 사용하였으며 주식수익률 모형 중 Lognormal 모형을 사용하여 현실세계 시나리오를 생성하였고, 외부 확률론적 현금흐름과 내부 확률론적 현금흐름에 동일한 현실세계 시나리오 모형을 적용하였다. 이 모형에서,  $t$ 시점의 주가  $S_t$ 는 다음과 같은 확률과정론을 따른다.

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_t$$

$$S_t = S_0 \exp\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t\right]$$

$$r_t = \text{Log}\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)$$

$r_t$ 는 주식의 연속수익률이다. 각 시점의 주식수익률은 다음과 같이 평균  $\mu$ , 표준편차  $\sigma$ 를 갖는 정규분포를 따르며, 평균과 표준편차는 상수이다.

$$r_t = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right) + \sigma(W_t - W_{t-1}) \sim N(\mu, \sigma), W_0 = 0$$

$$S_t = S_0 \exp[r_1 + r_2 + \dots + r_t]$$

외부시나리오와 내부시나리오의 필요한 시점에 모두 100개를 산출하여 적용하였다. 현실세계 시나리오의 모수 추정은 2000년 1월부터 2012년 6월까지의 KOSPI200 지수로부터 산출하였으며, 산출된 모수는 다음 <표 3>과 같다. Lognormal 모형은 정규분포 곡선과 유사하지만, 양의 왜도를 가진다.

한편, 생성된 시나리오가 모형의 요건에 맞게 설계되었는지를 확인하는 방법에는 Box plot이나 Q-Q plot을 그려서 이론과 표본을 비교하는 도식적인 방법이 존재하고, 표본으로부터 모집단의 적률(moment)을 측정하여 이론값과 비교하는 방법 등을 생각해 볼 수 있다.

<표 3> Lognormal 모형 시나리오의 모수 추정결과

모수	연수익률의 평균( $\mu$ )	연수익률의 표준편차( $\sigma$ )
값	7.36%	25.38%

## IV. 다단계 확률론적 방법론을 이용한 수익성분석

### 1. 현행 수익성분석 방법론의 산출결과

이번 장에서는 제II장 제1절에서 설명한 현행 수익성분석 방법론을 사용하여 제III장 제1절에서 설정한 피보험자군을 대상으로 수익성을 산출하였다. 여기서 결정론적 시나리오의 주식수익률은 확률론적 시나리오 생성시 추정된 모수와 같은 연평균 7.36% 수익률을 사용하였으며, 보증준비금은 제II장에서 생성한 확률론적 시나리오를 사용하여 산출하였다.

그 결과를 다음 <표 4>에 나타내었으며, 평균적으로 11.3%의 profit margin으로 산출되었고, 피보험자의 특성(가입나이) 및 계약 속성(납입기간)에 따라 수익성의 차이가 상당히 존재함을 보여준다. 이는 보증비용을 Micro-pricing 방식으로 피보험자의 속성에 따라 산출하여 반영하지 않고, Macro-pricing 방식으로 피보험자 집단에 대한 평균값을 공통으로 적용하였기 때문에 발생한 현상으로 추측된다.

한편, 가입나이가 많을수록, 납입기간이 길수록 수익성이 낮은 것으로 드러났다. 산출대상 피보험자가 저연령에서 고연령으로 갈수록 수익성이 낮아지는 것은, 보험계약시 가입나이가 고연령일수록 계약 이후 같은 시간이 경과한 후 사망자 수가 더 높은 반면, 특별계정 적립금이 가입금액만큼 충분한 액수에 도달하기 전에 사망에 도달할 확률이 더 높고, 따라서 사망시 지급하는 보험금의 최저보증금액도 그만큼 크기 때문이다.

<표 4> 현행 방법론의 수익성분석 결과

가입나이 \ 납입기간	5	10	15	20	평균
20	16.5%	16.0%	15.5%	14.6%	15.6%
30	13.6%	12.7%	11.8%	10.9%	12.2%
40	11.3%	10.1%	9.1%	7.8%	9.6%
50	9.7%	8.4%	7.2%	6.0%	7.8%
평균	12.8%	11.8%	10.9%	9.8%	11.3%

제II장에서 현행 방법론에는 세 가지 한계가 존재한다고 하였다. 첫째, 적용된 결정론적 외부시나리오의 선택에 따라 수익성의 결과가 다르고, 둘째, 그 외부시나리오가 합리적인 최적가정이라 하더라도 수익성의 변동성을 통계적으로 계량화할 수 없으며, 셋째, 보증준비금의 동적인 변동성을 반영하지 못한다는 점이다. 이 중에서 첫 번째 사항에 대해 아래에서 살펴보도록 한다.

〈표 5〉은 외부시나리오의 주식수익률 가정치의 설정값에 따른 수익성의 민감도를 보여준다. 이 표에서 0% 해당값은 〈표 4〉에서 쓰인 값과 같은 기준값으로 연평균수익률 7.36%가 계속 유지되는 시나리오를 가정하였을 때의 PM이며, 나머지 2%, 1%, -1%, -2%는 이 기준값에서 각각 해당하는 만큼 Offset을 더하여 긍정적이거나 부정적인 시나리오의 결과를 나타낸다.

예상할 수 있는 바와 같이, 긍정적인 시나리오(2%, 1%)에서는 수익성이 높게 나타나며, 부정적인 시나리오(-1%, -2%)에서는 수익성이 낮게 나타난다. 〈표 5〉에서는 40세 남자의 경우 대해서만 산출하였지만, 이러한 경향성은 모든 피보험자(모든 가입연령대와 모든 납입기간)에 걸쳐 동일하게 나타나며, 기준값과 가정치 사이의 차이가 클수록 수익성 차이도 크게 나타난다. 여기서 중요한 사실은 이러한 민감도 분석은 실제 수익성 확률분포 및 시장위험의 비대칭적 리스크분포를 나타내지 못한다는 한계를 지닌다는 점이다.

〈표 5〉 현행 결정론적 현금흐름 모형화시, PM의 임의추정 주식수익률에 대한 민감도(예시: 40세 피보험자의 경우)

수익률 차이	2%	1%	0%	-1%	-2%
평균	10.0%	9.8%	9.6%	9.4%	9.2%

비재산출식 다단계 확률론적 모형은 위에서 설명한 현행 모형의 이러한 첫 번째 한계 및 두 번째 한계를 해결하며, 재산출식은 세 번째 한계도 해결하는 방법이다. 재산출식의 결과를 살펴 보기에 앞서, 다음 제2절에서는 보다 간단한 비재산출식 다단계 확률론적 모형화의 결과를 살펴보고 현행 방법론과 비교해 보도록 한다.

## 2. 비재산출식 다단계 확률론적 모형의 산출결과

현행 방법론과 다단계 확률론적 방법론의 첫 번째 차이는 확률론적 외부시나리오를 사용하느냐의 여부이다. 다단계 확률론적 모형 중 비재산출식모형을 사용하였을 때 profit margin은 평균적으로 10.3%으로 산출되었으며, 이는 현행 방법론의 결과인 11.3%보다 낮은 값이다.

한편, 제II장 제1절에서 현행 방법론은 수익성의 변동성을 나타내지 못한다는 두 번째 한계를 지적하였다. 보증준비금만 확률론적 시나리오를 사용하는 1단계 확률론적 모형인 현행 방법론과 달리, 다단계 확률론적 모형에서는 현금흐름까지도 확률론적 시나리오를 사용함으로써, 현금흐름 및 처분가능이익 등에 대해 아래와 같이 확률분포를 산출해 볼 수 있다.

변액보험 수익의 변동성은 시장위험이 그 대부분을 차지하고, 그 시장위험은 기초자산인 주식의 가격변동성에 기인하는 것이긴 하지만, 수익의 확률분포와 주식수익률의 확률분포는 같을 이유가 존재하지 않는다. 두 모형의 표본분포로부터 모집단의 비편향 통계량을 비교하여 다음 <표 6>에 나타내어 보았다. Lognormal 시나리오는 양의 왜도(Skewness)와 양의 첨도(Kurtosis)를 가지지만, 확률론적 모형의 Profit Margin의 경우 음의 왜도와 음의 첨도를 가짐을 알 수 있다. 수익은 주식수익률 시나리오로부터 출발하여 산출된 값이지만, 장래순손실액 현재의 CTE70값으로 보증준비금을 산출하는 등 다단계 확률론적 시나리오를 거치면서 서로 다른 확률분포를 가지게 됨을 알 수 있다.

여기서 수익의 확률분포는 다음과 같은 의미를 지닌다. 음의 왜도를 가지는 수익성 확률분포를 가진 투자자산은 위험회피 성향을 가진 투자자가 투자를 회피하는 대상이다. 즉, 이 경우 2차 모멘트인 분산으로는 정확한 위험을 표현하지 못하는 과소평가된 꼬리위험(Tail Risk)이 존재한다. 그리고 profit margin이 음의 첨도를 가지므로 표준정규분포보다 넓게 퍼져서 분포하므로 분산으로는 위험의 특성을 모두 나타내지 못한다.

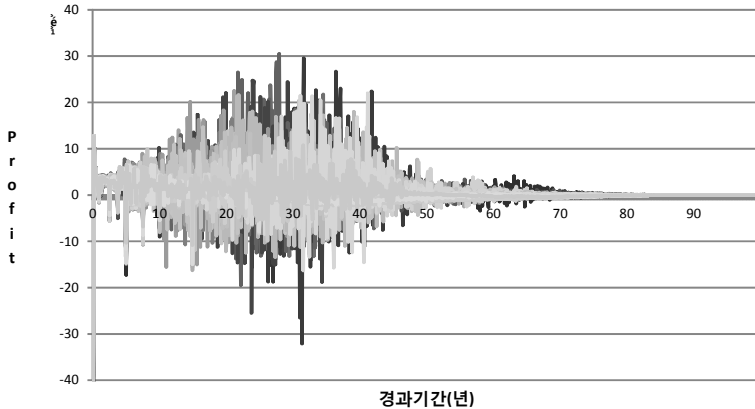
본 연구에서는 Lognormal 시나리오 모형을 사용하였는데, 주식수익률의 확률분

포와 최저사망보증옵션은 기초자산의 시장상황에 따라 가치가 변동하는 파생 금융수단이므로, 주식수익률 시나리오를 다르게 적용할 경우 모형의 최종산출값인 Profit Margin의 확률분포도 다르게 나타날 것으로 예측된다.

〈표 6〉 Lognormal 주식수익률과 Profit Margin의 통계량

	Lognormal모형의 확률분포	Profit Margin의 확률분포
Skewness	0.79	-0.90
Kurtosis	1.13	-0.68

〈그림 4〉 모든 시나리오에 대한 각 시점별 처분가능이익(계약시점~100년 후)



한편, Profit Margin뿐만 아니라, 다른 현금흐름 항목들에 대해서도 시나리오별 결과를 산출해 볼 수 있다. 〈그림 4〉에서는 모든 외부시나리오 100개에 대하여 시점별 처분가능이익을 산출해 보았다. 이 그림에서 확인할 수 있는 점은 첫째, 변동성이 점점 커지다가 경과기간이 어느 정도 지난 이후(대략 30년 후)에는 변동성이 감소하는 추세를 보인다는 점이다. 둘째, 변동성의 크기 자체가 매우 커서, 평균적으로는 처분가능이익이 순이익이지만, 나쁜 시나리오의 경우 큰 손실을 입게 되기도 한다는 점이다.

지금까지 살펴본 간단한 비재산출식 다단계 확률론적 방법론을 확장하여 다음 제IV장 제3절에서는 재산출식 방법론의 결과를 나타내었다.

### 3. 재산출식 다단계 확률론적 모형의 산출결과

지금까지 살펴본 비재산출식 다단계 확률론적 방법론은 외부시나리오와 내부시나리오가 분리되어 있으므로 엄밀한 의미에서는 다단계 확률론적 모형이라고 볼 수 없다. 다단계 확률론적 모형의 핵심은 내부시나리오를 이용하여 보증준비금을 장래 현금흐름 시점마다 재산출한다는 점에 있기 때문이다. 재산출주기가 1개월인 완전한 재산출식 다단계 확률론적 모형으로 산출한 결과, profit margin은 10.6%로 나타났으며, 다른 모형과의 구체적인 비교는 다음 절인 제IV장 제4절에서 수행하도록 한다.

### 4. 수익성 비교 분석

제IV장 제1절~제3절에서 다른 세 가지 방법론의 결과를 <표 7>에 요약하여 나타내었다. 본 연구에서 살펴본 최저사망보증유선을 내포한 변액보험의 수익성은 ‘현행 모형 > 재산출식 다단계 확률론적 모형 > 비재산출식 다단계 확률론적 모형’ 순으로 높게 평가되고 있다고 정리된다. 완전한 재산출식 모형은 비재산출식과 현행 모형 사이의 중간의 결과를 보여주고 있다.

<표 7> 방법론 비교

모형	비재산출식 다단계	재산출식 다단계	현행
평균 PM	10.3%	10.6%	11.3%

모형의 차이점을 계약자별로 상세히 비교하기 위하여, 먼저 <표 8>에서 ‘비재산출식 다단계 확률론적 모형의 PM - 현행 모형의 PM’을 나타내어 보았다. 비재산출식 다단계 모형은 모든 보험계약에 대해서 0.4%~1.7% 정도 수익성이 더 낮게 평가되었다. <표 8>에서 확인할 수 있는 또 다른 점은, 가입나이가 증가할수록 평가방법론 차이에 의한 수익성결과 차이가 더 크게 나타난다는 점이다. 예를 들어, 20세 가입자의 경우 두 방법론의 차이는 평균적으로 0.4%에 불과하지만, 50세 가입자의 경우 그 차이는 1.7%로 확대되었다. 이는, 사망률이 커서 보증준비금을 더 많

이 쌓아야 하는 피보험자는 시장위험에 대한 민감도가 더 크기 때문에 이러한 평가방법론 차이에 더 민감한 것으로 분석된다.

〈표 8〉 비재산출식 다단계 확률론적 모형의 PM - 현행 모형의 PM

납입기간 가입나이	5	10	15	20	평균
20	-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%	-0.4%
30	-0.6%	-0.7%	-0.7%	-0.7%	-0.7%
40	-1.0%	-1.2%	-1.2%	-1.1%	-1.1%
50	-1.6%	-1.8%	-1.7%	-1.6%	-1.7%
평균	-0.9%	-1.0%	-1.0%	-1.0%	-1.0%

재산출식 다단계 확률론 모형도 마찬가지로 현행 모형과 비교한 〈표 9〉에서 확인할 수 있듯이, 현행 모형보다 수익성이 낮게 평가됨을 알 수 있다. 즉, 비재산출식이든 재산출식이든 산출주기와는 상관없이, 세전손익의 관점에서 현행 평가방법론은 수익성을 과다평가하고 있다고 분석된다.

〈표 9〉 재산출식 다단계 확률론적 모형의 PM - 현행 모형의 PM

납입기간 가입나이	5	10	15	20	평균
20	-0.2%	-0.3%	-0.4%	-0.4%	-0.3%
30	-0.4%	-0.5%	-0.6%	-0.6%	-0.5%
40	-0.6%	-0.8%	-0.8%	-0.9%	-0.8%
50	-1.0%	-1.2%	-1.3%	-1.2%	-1.2%
평균	-0.6%	-0.7%	-0.8%	-0.8%	-0.7%

이러한 완전한 다단계 확률론적 모형은 외부시나리오 100개, 내부시나리오 100개, 보증준비금 현금흐름 재산출 횟수 대략 1,000개(종신 평균보험기간 80년 × 12개월)의 분기 노드를 가지고 있으므로, 전산상 연산량은  $100 \times 100 \times 1,000 = 1$ 천만 개의 현금흐름 장래투사가 필요하다. 이는, 동일한 외부시나리오 100개를 사용하여 확률론적 현금흐름을 산출하는 일반종신보험의 1단계 확률론적 모형과 비교해 보았을

때에도, 10만 배 정도 처리량이 많다. 따라서, 이러한 산출량을 줄이는 방법으로 재산출주기를 조절하는 것을 생각해 볼 수 있다. 이 경우 늘어난 재산출주기가 평가 결과에 어떻게 영향을 주는지 다음 절에서 살펴보도록 한다.

## 5. 다단계 확률론적 방법론의 응용

### 가. 재산출주기의 영향

본 연구에서 현금흐름의 산출주기는 1개월이다. 완전한 재산출식 다단계 확률론적 모형은 앞에서 설정한대로 모든 현금흐름 시점(매월)마다 보증준비금을 재산출하는 것이다. 하지만, 본 연구에서는 위 제IV장 제4절에서 살펴본 이유로, 이러한 완전한 방법론 이외에도 재산출주기가 한 달이 아닌 1년 또는 그 이상으로 보증준비금 평가를 덜 자주 수행하는 경우에 대하여도 수익성을 산출하여 비교해 보고자 한다.

재산출주기가 미치는 영향을 분석하기 위하여 재산출주기를 없음(모형1), 12년(모형2), 1년(모형3), 1개월(모형4)로 달리 모형들을 설정하였다. 모형1은 기존의 비재산출식 모형이며, 모형4는 기존의 완전한 재산출식 모형이고, 모형2와 모형4가 이 절에서 새로 산출한 부분적 재산출식 모형이다. 모형2, 3, 4 사이의 재산출주기 비율은 동일하게 12로 가정하여, 산출결과의 재산출주기 의존성을 좀 더 정량적으로 파악할 수 있도록 하였다. 그리고 <표 10>에 그 산출결과를 비교하여 나타내었다.

<표 10> 재산출식 다단계 확률론적 모형의 PM - 현행 모형의 PM

가입나이 \ $\Delta$ PM(%)	모형2 - 모형1	모형3 - 모형1	모형4 - 모형1
20	0.06%	0.10%	0.11%
30	0.12%	0.20%	0.21%
40	0.20%	0.33%	0.34%
50	0.25%	0.46%	0.49%
평균	0.16%	0.27%	0.29%

표에서 보는 바와 같이, 산출결과는 재산출주기에 규모불변량(scale invariant)하지 않다. 모든 피보험자에 대하여 일관성있게 재산출주기가 짧아질수록(모형4), 비재산출식 모형(모형1)과 차이가 증가하였다. 또한 이 격차는 앞에서 설명한 바와 같은 이유로 가입나이가 많을수록 재산출주기에 민감하게 벌어졌다.

한편, 다음과 같은 비율을 정의하여 재산출주기 감소시 산출결과가 어떻게 수렴하는지 여부를 측정하여 <표 11>에 나타내어 보았다.

$a_n$ : profit margin (n = 모형1, 2, 3, 4)

$$b_n = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

표에서 확인할 수 있듯이, 12배씩 주기가 기하학적으로 짧아질 때  $b_n$ (모형간 수익률 비)이 평균적으로 1.020, 1.014, 1.002의 비율로 수렴한다. 따라서, 이 다단계 확률론적 모형은 100개의 적은 시나리오 사용과 주식수익률의 높은 변동성에도 불구하고 안정적인 결과를 보여주는 모형으로 확인되었다.

특히,  $b_3$ 는 거의 1에 가까운 값을 나타내며, 재산출주기를 1년으로 설정한 부분적 모형과 재산출주기가 1개월인 완전한 모형 사이에는, 그 결과에 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 재산출주기를 1개월에서 1년 정도로 늘리는 것은 결과에 큰 영향을 주지 않으므로, 이런 근사적 방법은 계산량을 줄일 수 있는 하나의 좋은 방법이 된다. IAA(2010)는 모형의 효율성 향상 관점에서 기타 방법을 제시하고 있다.

<표 11> 모형간 수익률 비,  $b_n$

비율	$b_1$	$b_2$	$b_3$
평균	1.020	1.014	1.002

### 나. 보증준비금 적립액 차이의 영향

현재 한국 보험제도상 보증준비금은 장래순손실액의 CTE70값으로 적립하도록 되어 있다. 이 절에서는 CTE70이 아닌 CTE80과 CTE90 등 다른 수준의 보증준비금 적립액을 가정하여 산출하여 봄으로써, 보증준비금 적립액 수준이 수익성에 미치는 영향을 다단계 확률론적 방법으로 살펴보도록 한다. 이 방법론은 수익률의 평균 예상치뿐 아니라 그 변동성도 같이 살펴볼 수 있다는 데에 그 의의가 있다.

보험계약자 포트폴리오에 대하여 산출한 평균 수익성과 평균 변동성을 <표 12>에 나타내었다. 준비금 적립시 위험회피 성향을 더 강화하여 CTE70에서 CTE90으로 상향 적립하였을 경우, 평균적으로 수익성은 떨어지는 것으로 나타났다. CTE70과 CTE80값은 비슷하지만, CTE90까지 극단적으로 많이 준비금을 적립하는 경우 수익성은 크게 하락하였다. 한편, 평균적으로 변동성 또한 감소하는 현상이 나타났으며, 마찬가지로 CTE70과 CTE80의 경우는 변동성이 유사하지만, CTE90의 경우 변동성이 크게 줄었다.

이러한 결과는 재무관리의 기본원칙인 고위험 고수익(High Risk - High Return)과 일맥상통한다. 위험관리의 수준(보증준비금)을 낮추면, 수익률이 높아지는 반면 위험도도 또한 높아지기 때문이다. 투자의 관점에서 최선의 전략을 선택하기 위해 수익성과 변동성을 동시에 고려해 보면, 보증준비금을 많이 적립하는 경우 (CTE70 → CTE90) 변동성은 1/3 정도 줄어들지만 수익성은 1/2 정도 줄어들게 되므로, 변액보험의 경우 지나치게 보증준비금을 많이 적립하는 것은 투자자의 관점에서 비합리적인 선택이 될 수 있다.

<표 12> 보증준비금 적립수준이 profit margin과 그 변동성에 미치는 영향

	CTE70	CTE80	CTE90
Profit Margin	10.6%	10.4%	5.3%
표준편차	1.53%	1.52%	1.02%

## V. 결론

변액보험의 초기 양적 성장요인은 첫째, 금융시장에서 2000년대 초반의 주식시장의 활황, 파생금융상품의 개발 등 금융시장의 고도화 요인, 둘째, 보험, 은행, 증권 등 자본시장의 통합화 요인이 꼽힌다. 점차 저금리 시대가 고착화되어 가고 있는 현재 한국 금융시장에 놓인 투자자의 상황을 비추어 볼 때, 앞으로도 전체 보험 시장에서 변액보험이 차지하는 비중이 확대되어 갈 것이고, 그리고 보험 회사와 계약자 사이에서 사망 위험과 투자 위험을 놓고 새로운 이익 균형점을 찾아갈 것으로 전망된다.

하지만 변액보험 실무 및 연구의 질적인 수준을 살펴보면, 분산처리로 인한 속도의 향상과 진보된 소프트웨어 도입 등 기술적 발전으로 인해 과거에는 불가능하였던 다단계 확률론적 모형 구현이 최근에 들어서야 가능하게 되었고, 변액보험 계약으로 발생하는 현금흐름 및 각종 행동 등 장래 예측을 좀 더 원칙론적으로 평가할 수 있게 되었다.

본 연구에서는 확률론적 과정의 이산화 형태 중 하나인 binomial tree 모형으로부터 출발된 다단계 확률론적 과정을 변액보험 모형화에 적용하여 수익성분석에 활용하는 방법을 연구하였다. 분석결과 첫째, 현행 결정론적 현금흐름 방식은 구조상 적절한 주식수익률을 최적가정치로 결정하는 데에 주관적 판단이 개입할 여지가 있음을 확인하였다.

둘째, 다단계 확률론적 방법론을 적용하여 산출한 후 현행 방식과 비교한 결과, 변액보험의 가치는 현행 방식이 확률론적 방식보다 과대평가하고 있는 것으로 나타났다. 두 방식 모두 같은 연평균 주식수익률을 시나리오의 모수로 사용하였지만, 다단계 확률론적 방법론은 변동성 모수를 추가로 사용한 점이 다르다. 한편, 다단계 확률론적 방법은 각종 지표의 확률분포를 측정할 수 있는 장점이 있어서 profit margin의 확률분포를 산출한 결과, 수익성의 변동성이 상당한 수준이며 확률분포는 음의 왜도와 음의 첨도를 가지고 있는 것으로 나타났다.

한편, 다단계 확률론적 방법론만이 가지는 이슈로 재산출주기의 설정 문제가

있다. 재산출주기가 평가결과에 미치는 영향을 살펴보았는데, 주기가 짧아질수록 평가지표가 뚜렷이 수렴하며 모형의 안정성을 보여주었고, 재산출주기를 1년 정도로 근사적으로 설정해도 결과적으로 큰 차이가 없었다. 마지막으로, 보증준비금을 CTE70이 아닌 CTE80, 90과 같이 더 많이 적립하는 모형을 가정하여 산출한 결과, 예상대로 수익성은 더 낮아졌지만, 다단계 확률론적 방법론에 의해 변동성 또한 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 사용한 방법을 응용하면, 보증옵션이나 금리연동형 상품의 경우에 동적인 헷지전략이 미래 현금흐름에 미치는 영향을 분석하는 것이 가능해진다. 보험회사의 전사적 부채관리 관점에서는, 능동적인 헷지전략뿐 아니라, 부채 사이의 역상관관계로 인한 상쇄 효과도 중요한데, 변액보험을 대상으로 자가 위험 헷지 전략을 수립하는 과정에서 이 다단계 확률론적 산출방법론이 어떤 새로운 관점을 제시해 줄 수 있는지도 생각해 볼 수 있을 것이다.

한편, 본 연구에서는 현행 방법론과의 비교를 위하여 내부시나리오를 현실세계 시나리오를 사용하였다. Lebel(2009)은 미국의 경우, 변액연금 보증옵션의 보증비용을 평가하는 과정에 현실세계 시나리오를 사용하여 평균값이나 백분위값으로 채택하는 비율이 2006년 기준 45%에서 2008년 기준 26%으로 크게 줄어든 반면, 위험중립 시나리오를 사용한 비율은 2006년 24%에서 61%로 크게 늘어났다는 사실을 발표하였다. 앞으로 내부시나리오로 시장기준 시나리오를 사용하여 정합성있게 외부시나리오와 연결하는 과제가 남아있으며, 이를 다단계 확률론적 방법론에 이를 반영하는 것도 향후 연구의 방향이 될 것이다.

또한 본 연구에서 수익성분석은 미소 보험가격산출방식(Micro-pricing)의 접근 방법으로 각 개별계약을 대상으로 수익성분석을 하였지만, 보증비용의 경우 이러한 각론적 방법이 사용되지 않았다. 대수의 법칙 적용에 한계가 존재하는 변액보험에서 다단계 확률론적 방법론을 사용하여, 개별계약들을 따로 정밀하게 가격산출을 해보는 것도 향후 과제가 될 것이다.

## 참고문헌

- 권용재, “변액연금 최저연금적립금보증 요구자본 계산 시 확률론적 시나리오 방식 적용 연구”, 보험학회지, 보험학회, 2010. 12, pp. 1-33.
- 김용희·김창기, “변액 연금 상품의 보증 옵션 분석”, 보험금융연구, 보험연구원, 2011. 5, pp. 3-25.
- \_\_\_\_\_, “추가수익률 추정 모델 선택에 따른 변액 연금 최저보증준비금 분석”, 보험금융연구, 보험연구원, 2012. 11, pp. 99-131.
- \_\_\_\_\_, “변액보험에 부과된 최저실적배당연금액 보증옵션에 대한 연구”, 보험금융연구, 보험연구원, 2013. 5, pp. 141-172.
- 노건엽, “변액보험의 보증준비금 평가시 확률변동성 특성을 통한 주식수익률 시나리오 적용연구”, 보험금융연구, 보험연구원, 2012. 2, pp. 3-34.
- 보험개발원 계리실무워킹그룹 헷지전략분석 T/F, “변액보험 평가를 위한 헷지 및 포트폴리오보험 전략 분석”, 보험개발원, 2012. 3.
- 보험개발원 변액연금 보증준비금 T/F, “변액보험 보증준비금 평가 보고서”, 보험개발원, 2009.
- \_\_\_\_\_, “변액보험 보증준비금 평가 실무 처리방안”, 보험개발원, 2010.
- 보험개발원 자산시나리오 작업반, “자산시나리오 산출 보고서”, 보험개발원, 2011.
- 심현우, “현금흐름방식 보험료 산출체계의 수익성 및 민감도 분석”, 계리학연구, 5권 1호, 한국계리학회, 2013, pp. 67-90.
- 엄영호, 김계홍, “변액연금의 가치산정 및 리스크 분석”, 보험학회지, 보험학회, 2009. 12, pp. 105-137.
- Gaillardetz, P. and Lin, X.S., “Valuation of Equity-Linked Insurance and Annuity Products with Binomial Models”, *North American Actuarial Journal*, Vol. 10, No. 4, 2006, pp. 117-144.

- IAA (International Actuarial Association), *Stochastic Modeling: Theory and Reality from an Actuarial Perspective*, IAA, 2010.
- Ino, R., Variable Annuity Development in Japan, Risk and Opportunity - China Variable Annuities Seminar, August 2011.
- Knispel, T., Stahl, G., and Stefan Weber, "From the Equivalence Principle to Market Consistent Valuation", *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, Vol. 113, No. 3, 2011, pp. 139-172
- Lebel, D. and Campbell, B.C., Case Study: Market-consistent Pricing, Economic Capital and Market-Consistent Embedded Value: Bringing it all Together, February 2009.
- Reynolds, C.W. and Man, S.H., "Nested Stochastic Pricing: A Case Study", *Product Matters!*, No. 72, June 2008(a)
- \_\_\_\_\_, "Nested Stochastic Pricing: The Time Has Come", *Product Matters!*, No. 71, June 2008(b)
- Sun, F., "Pricing and Risk Management of Variable Annuities with Multiple Guaranteed Minimum Benefits", *The Actuarial Practice Forum*, October 2006.
- Tiong S., "Valuing Equity-Indexed Annuities", *North American Actuarial Journal*, Vol. 4, No. 4, 2000, pp. 149-163.
- Zhang, F., "Integrating Robust Risk Management Into Pricing: New Thinking for VA Writers", *Risk and Rewards Newsletter*, No. 55, February 2010, pp. 34-36.

## Abstract

For variable life insurance with GMXB(Guaranteed Minimum Benefit), the reserves for GMXB as a component of profit analysis are evaluated using stochastic scenario models, but the profit analysis as a whole is still performed via deterministic modeling methodologies. In this study, we recognize limitation of the above one-step methodology where stochastic modeling is applied only to reserves for GMXB; therefore, we extend it and develop principle-based nested stochastic modeling and then adapt it to profit analysis of variable life insurance. The detailed analysis reveals that the nested stochastic modeling eliminates the arbitrariness of best estimate assumptions arising from deterministic models and that the probability distribution of profit is asymmetric. Also, we show that the error in profit margin estimation can be reduced by fully-recalculating nested stochastic modeling, which recalculates the reserves for GMDB with new current market information loaded. The recalculation period of one year is found to be sufficient for the purpose of profit analysis of variable insurance.

※ **Key words:** Variable Insurance, GMDB, Profit Analysis, Stochastic Scenario, Nested Stochastic Modeling, Method of Recalculating GMXB Reserves, Volatility of Profit

