

시물레이션을 활용한 DC형 퇴직연금의 Pension Risk 분석

한중현 · 성주호* · 서동원

Pension Risk Analysis in DC plans using Stochastic Simulation

Jong-Hyun Han · Joo-Ho Sung* · Dong-Won Seo

ABSTRACT

This study calculates the employee receives severance pay scale are paid from the company in the DC system. In addition, by utilizing the reserve growth model were studied in accordance with shortfall risk levels generated by stochastic asset allocation. For the analysis, from 2004 to 2013 using the KOSPI returns and total bond yields were simulated. Scenario 1 is when compared to the severance reserve is insufficient. Scenario 2 is the same as if toy reserve this severance pay. During one period, depending on the asset allocation of stocks and bonds was confirmed that the probability pension risk does not occur. And we suggest that members of DC pension risk endeavor with the government and companies to avoid.

Key words : DC plan, Pension Risk, Shortfall Risk, Stochastic Asset Allocation

요 약

본 연구는 DC제도에서 근로자가 회사로부터 지급받는 퇴직금 추계액을 사용하여 마련해야 할 퇴직금 규모를 설정하였다. 또한 적립금 성장모형을 활용하여 자산의 수익률과 배분에 따른 시물레이션 결과로 추계액과 적립금 비교를 통하여 shortfall risk 발생수준을 확률적으로 연구하여 가장 적절한 자산배분포트폴리오를 알아보았다. 이를 위해 2004년부터 2013년까지 KOSPI와 종합채권수익률을 기초로 시물레이션 분석을 하였으며 적립금이 추계액보다 부족한 경우와 동일한 경우 2개의 시나리오를 설정하였다. 이를 통해 1기간 동안 주식과 채권의 자산배분에 따라 연금리스크가 발생하지 않을 확률을 확인하였고 연금리스크가 발생하지 않도록 DC가입자, 정부, 기업들이 노력할 것을 제안한다.

주요어 : DC연금, 연금리스크, 부족금 리스크, 확률적 자산 배분

1. 서 론

저출산, 고령화, 조기은퇴 등으로 인한 노후소득보장문제가 최근 사회적 문제로 큰 이슈가 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 사회적 안정장치를 만들기 위해 다양한 개선방안이 제시되어 왔다. 이에 대한 대표적 노후소득 보장제도 중 하나로 2005년 도입된 퇴직연금제도가 있다. 퇴직연금제도는 근로자의 노후생활을 안정시켜 재직 시에는 생산성을 제고하고, 퇴직 후에는 사망 시점까

지의 소득 안정성을 제공해 왔다. 또한 개인적인 소득보장 측면뿐만 아니라 사회적 문제들에 대하여 완충적 역할을 담당하고 있다.

퇴직연금제도는 크게 확정급여형(Defined Benefit: 이하 DB), 확정기여형(Defined Contribution: 이하 DC), 개인퇴직연금제도(Individual Retirement Pension: 이하 IRP)로 구분된다.

DB형 제도는 퇴직급여 수준이 근로기간과 퇴직 시의 임금수준에 따라 사전적으로 결정되며, 사용자가 납입할 부담금 수준이 사용자의 적립금 운용결과에 따라 변동되는 연금 제도이다. 반면 DC제도는 사용자의 부담금 수준이 매년 근로자 연간 임금의 1/12 이상으로 사전에 확정되어 있으며, 근로자가 받을 퇴직급여는 근로자의 적립금 운용결과에 따라 변동하는 제도이다. 따라서 만약 근로자 스스로 운용한 결과가 DB에서 보장하는 임금상승률만큼

Received: 26 November 2014, **Revised:** 11 December 2014, **Accepted:** 17 December 2014

***Corresponding Author:** Joo-Ho Sung

E-mail: jhsung@khu.ac.kr

School of Management, Kyung Hee University

의 수익률을 달성하지 못한다면 DB제도보다 낮은 수준의 퇴직급여 수급위험이 존재한다. 현재 지나치게 안전자산 중심으로 자산배분이 이루어지고 있는 우리나라 DC 상황에서 적절한 위험자산 선택을 통해 이러한 위험을 감소시킬 필요가 있다.

따라서 DC제도를 선택한 종업원들이 DB제도보다 높은 수준의 퇴직급여를 확보하기 위하여 확보해야 할 자산 운용수익의 정도와 수익확보를 위한 자산배분을 어떻게 해야 할지에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서 제시할 DC 자산운용 분석에 앞서 퇴직연금제도에서 자산운용 방안에 대한 선행연구는 다음과 같다. 해외 선행연구의 경우 Brinson, Hood and Beebower (1995)는 DB 퇴직연금의 실증자료 분석을 통하여 타이밍에 의한 투자보다 전략적 자산배분 결과 총수익 변동성의 93.6% 기여도가 있다고 하였고, Cairns, Blake and Dowd (2006)은 DC에서 라이프사이클 자산운용의 최적화를 확률론적으로 설명하였다. 또한 Blake, Cairns and Dowd (2001)의 접근방식에 의하면 DB와 DC의 성과를 비교하여 DB대비 DC의 펀드운용적립금이 높지 않은 경우를 연금리스크(Pension Risk)라고 하였다.

국내연구로는 류건식·이경화·김동겸(2008)은 채권수익률, 주식수익률, 임금상승률, 할인율을 가정하여 DB의 자산과 부채를 분석하여 자산중심의 운용이 부채 중심의 운용보다 주식비중이 높아진다고 하였다. 손성동·김혜량·권기동(2013)은 주요기업의 DB자산운용 현황을 분석하고 퇴직연금관련 재무변수와 사외적립비율간의 상관분석결과 퇴직연금의 운용전략은 반드시 필요하다는 것을 설명하였다. 성주호·김인걸·최은호(2013)은 경험적 지표(주식·채권 수익률)를 사용하여 DC형 자산운용 성과분석을 수행하였으며, 향후 일정 수준 이상의 적극적 자산운용을 위해 현행 규제의 완화 및 보완 필요성을 주장하였다.

이러한 퇴직연금 운용전략은 다양한 시뮬레이션 분석을 활용하여 결정할 수 있다. 본 연구에서는 상관관계를 고려하여 주식과 채권의 자산 포트폴리오 성과를 산출하였고, 적립금 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 분석하였다. 이를 통해 자산과 부채를 연계하여 최적의 자산배분을 결정하고자 하였다.

시뮬레이션 분석을 위해 DC제도를 바탕으로 근로자가 회사로부터 지급받는 법정최소부담금을 기준펀드(Benchmark fund)로 설정하였다. 그 후 근로자퇴직급여보장법에 최소 퇴직금으로 정의하고 있는 퇴직금 추계액을 사용하여 준비해야 할 퇴직금 규모를 설정한다. 또한 적립금 성장모형을 활용하여 자산의 수익률과 배분에 따른 시뮬레이션 결

과를 가지고, 추계액과 적립금 비교를 하였다. 시뮬레이션 시나리오는 DC형 가입자의 가입 시점의 적립비율(Funded ratio)을 상태 별로 분석하였다. 이후 각 시나리오 별 부족리스크(shortfall risk)의 수준을 확률적으로 연구하여 가장 적절한 자산배분포트폴리오를 알아보고자 하였다. 즉, 본 연구에서는 국내 근로자퇴직급여보장법에서 규정하고 있는 최소퇴직금을 DC가입자들이 달성하기 위한 자산배분을 확률적으로 분석하였다.

이를 위해 2장에서는 전반적인 DC 운용 현황 및 시장의 현황을 살펴보고, 3장에서는 시뮬레이션을 위한 DC의 부채 및 자산운용평가모형을 제시할 것이다. 4장에서는 연구 모형에 따른 시뮬레이션 결과를 제시하고, 마지막으 로 5장에서는 결론 및 한계점을 제시한다.

2. DC 운용 현황 및 시장환경 변화

2.1 DC 적립금 및 운용현황

Table 1의 제도별 적립액 현황을 살펴보면, DC제도의 적립금액은 '14년 6월말 현재 19조 328억원이고, 퇴직연금 전체 적립금의 21.7%로 지난 '14년 3월말에 비하여 비중이 0.5%p 증가하였다. 현재 우리나라는 대기업을 중심으로 DB 비중(69.1%)이 여전히 높은 실정이나 DC형을 선호하는 중소기업의 신규가입 증가 및 기존가입자의 DC전환으로 지속적으로 상승하고 있다.

Table 2의 제도유형별 적립액 현황을 보면, 운용방법별로는 전체 적립금중 원리금보장상품 비중이 92.6% (81조 418억원)이며, 실적배당형 상품비중은 6.0%(5조 2,642억원)에 불과한 실정이지만, DC가 DB에 비하여 실적배당형 상품을 운용하는 비중이 더 높게 나타난다.

Table 1. Amount of fund by pension plan (DB/DC/IRP)
(단위: 억 원,%)

구 분	DB	DC	기업형 IRP	개인형 IRP	합 계
14년 3월 (비중)	600,856 (70.5)	180,893 (21.2)	6,895 (0.8)	64,193 (7.5)	852,837 (100.0)
14년 6월 (비중)	604,869 (69.1)	190,328 (21.7)	6,967 (0.8)	72,938 (8.3)	875,102 (100.0)
증감액	600,856	180,893	6,895	64,193	852,837

자료: 금융감독원 퇴직연금 통계(2014.7)

Table 2. Amount of fund by type of investment and pension plan (DB/DC/IRP)

(단위: 억 원, %)

구 분	DB	DC	기업형 IRP	개인형 IRP	합계
원리금보장형 (비중)	593,641 (98.1)	150,769 (79.2)	6,312 (90.6)	59,696 (81.8)	810,418 (92.6)
실적배당형 (비중)	8,507 (1.4)	36,939 (19.4)	621 (8.9)	6,575 (9.0)	52,642 (6.0)
대기자금 (비중)	2,721 (0.4)	2,620 (1.4)	34 (0.5)	6,667 (9.1)	12,042 (1.4)
합계 (비중)	604,869 (100.0)	190,328 (100.0)	6,967 (100.0)	72,938 (100.0)	875,102 (100.0)

자료: 금융감독원 퇴직연금 통계(2014.7)

2.2 시장환경의 변화

우리나라를 포함한 최근의 세계경제는 다양한 금융충격으로 어려움을 겪고 있다. ‘90년대 말 아시아 경제위기로 우리나라도 IMF의 금융구제를 받는 것으로 시작하여 2008년 금융위기로 촉발된 경기침체 여파가 여전히 세계경제의 발목을 잡고 있다. 이를 해결하기 위해 미국, 유럽, 일본 등 주요 선진국들은 저금리, 양적안화 정책을 추진하고 있다. 이러한 상황에서 우리나라도 경제위기를 극복하기 위해 기준금리를 꾸준히 인하하여 경기부양을 하고자 노력하고 있다. Table 3은 우리나라의 기준금리의 추이를 보여주고 있다.

또한 경기 침체의 영향으로 우리나라 근로자의 임금상승률도 하락해왔다. 협약임금상승률이란 상시근로자 100인 이상 사업장의 노사가 임금협약을 통해 인상하기로 사전에 합의한 인상률을 말한다. 통계청의 협약임금 상승률 자료에 의하면 금융위기가 있었던 2008년 말 이후 2009년의 협약임금 상승률은 1.7%로 역대 최저를 기록했으나 이후 예전의 상승률 기조를 보이다가 2013년에 하락하였다.

Table 3. Reference rate trend (2008~2014)

(단위: %)

08년 12월	09년 12월	10년 12월	11년 12월	12년 12월	13년 12월	14년 10월
3.00	2.00	2.50	3.25	2.75	2.50	2.00

Table 4. Salary increase rate trend (2004~2013)

(단위: 연, %)

04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	평균
5.2	4.7	4.8	4.8	4.9	1.7	4.8	5.1	4.7	3.5	4.42

자료: 통계청 협약임금상승률(2014.9)

3. DC 부채 및 자산운용 평가모형

3.1 부채 및 자산운용 평가방법

본 연구는 DC형 가입자의 연금자산이 DB형 가입자의 연금자산보다 적게 될 가능성인 연금리스크를 분석하기 위해 DB형 퇴직연금제도에서 산출하는 추계액 방식을 활용한다. 일반적으로 DC형 가입자는 자신의 법정 퇴직금보다 높은 수익을 기대하기 때문에 퇴직금추계액을 참조금으로 하는 것이 합리적이다. 즉, 추계액 방식을 사용하여 산출된 연금채무를 참조금으로 설정하고, 이를 DC 연금자산과 비교하여 연금리스크를 측정한다. 이를 위해 가장 먼저 추계액 방식을 활용하여 각 시나리오 별로 연금채무를 산출한다. 다음으로 자산운용(주식채권) 비중을 변화시켜 산출되는 각 연금자산(즉, DC형 연금자산)의 규모를 산출한다. 이를 통해 각 시나리오와 시뮬레이션 모형에 따라 산출된 연금채무와 연금자산의 비율인 적립비율을 산출하여 부족리스크(shortfall risk)를 확인함으로써 연금리스크를 추정한다.

3.2 추계액 성장모형

확정기여형 연금제도에서 적립금은 근로자퇴직급여보장법에 최소퇴직금으로 정의하고 있는 퇴직금 추계액을 사용하였다. 추계액을 산출하는 모형은 다음과 같다.

t연도 말 퇴직금추계액(L_t)

$$L_t = S_t \times \frac{t+1}{12}, t = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

t연도 말 연봉(S_t)

$$S_t = S_{t-1} \times (1 + \omega_t) \quad (2)$$

(단, $\omega_t = t$ 연도의 협약임금상승률, $S_0 = 1,200$ 원)

협약임금상승률은 2014년 9월 통계청에서 발표한 자료를 활용하였고 Table 5는 성장모형을 사용하여 산출된 1기간의 퇴직금 추계액이다.

Table 5. Termination Liability

(단위 : 원)

기간	ω_t	S_{t-1}	S_t	L_t
t_0	4.42%	-	1,200	100.00
t_1	4.42%	1,200	1,253	208.84

3.3 적립금 성장모형

확정기여형은 매년 납입되는 부담금을 기초로 t 기간 중에 실현된 투자수익률을 곱하여 t연도 말 적립금을 산출한다. 이 때 매년 납입되는 부담금(C_t)은 해당년도 연봉의 $\frac{1}{12}$ 이 된다.

$$F_t = F_{t-1} \times (1+i_t) + C_t \quad (3)$$

($i_t = t$ 연도 기간 중 실현된 투자수익률)

$$C_t = S_t \times \frac{1}{12} \quad (4)$$

($C_t = t$ 연도 말 납입해야하는 최소 법정 DC 부담금)

3.4 평가모형

1기간의 퇴직금 추계액(L_t)이 연금자산펀드 적립금(F_t)에 비하여 높다면 이를 연금리스크라고 할 수 있는데 이를 DC가입자들이 퇴직금 추계액 이상의 펀드적립금을 달성여부를 자산배분 비중에 따라 확률적으로 검증해 볼 수 있다. 즉, DC에서 퇴직 시점 적립금을 연금화 한다면 Blake et al (2001)이 정의한 연금리스크를 추정할 수 있지만 한국에서는 근로자퇴직급여보장법에서 연금화 의무사항이 없다. 따라서 연금화 직전 단계의 적립비율의 과소여부로 연금리스크를 대체할 수 있다.

DC가입자의 t연도 말 연금자산은 F_t , t연도 말 퇴직금 추계액을 L_t 라고 하면, t연도 말 DC 적립비율(FR_t)은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$FR_t = \frac{F_t}{L_t} \quad (5)$$

연금리스크는 t연도말 적립비율이 1보다 작을 경우 발생한다.

4. 시나리오 설정 및 분석결과

4.1 자산운용 시나리오 설정

본 연구에서는 t_0 시점에서 추계액 대비 적립금이 부족할 경우와 일치하는 경우로 각각 시나리오를 가정한다. 시나리오 1은 t_0 시점에서 추계액 대비 적립금이 부족한 경우로 추계액 대비 DC 연금자산이 80%($F_0 = 80, L_0 = 100$)

라고 임의 가정하였다. 시나리오 2는 t_0 시점에서 추계액과 적립금이 정확히 일치하는 경우로 추계액 대비 DC 연금자산이 100%($F_0 = 100, L_0 = 100$)라고 가정한다. 이를 위해 시나리오 1에서는 자산배분에 따라 1기간이 경과한 후 부족(shortfall)이 발생하지 않을 확률을 각각 살펴본다. 시나리오 2에서는 자산배분 시점이 추계액과 일치하는 경우로 자산배분에 따라 1기간 경과한 후 부족이 발생하지 않을 확률을 각각 알아보고자 한다. 수익률은 주식과 채권의 과거 10년의 수익률을 사용하였다. 주식 수익률은 KOSPI의 2004년~2013년 연평균 수익률인 13.06%와 연평균 표준편차 26.80%을 사용한다. 채권의 경우 Fnguide(엑셀 기반의 금융정보제공 솔루션으로 기업 재무, 추가, 추정실적 데이터 등 다양한 가치평가 모델과 콘텐츠를 제공하는 프로그램)의 2004년~2013년 종합채권 수익률 6.65%, 연평균 표준편차 7.26%을 사용하였다. 또한, 두 자산 간의 상관관계수 -0.69를 반영하여 시뮬레이션 통계프로그램인 @RISK6를 활용하여 1000번의 시뮬레이션 실시하였다. 시뮬레이션의 결과로는 포트폴리오 수익률, 자산배분비율에 따른 부족 발생 백분위수, 그리고 VaR를 산출하였다.

VaR는 자산운용의 결과를 평가하는데 유용한 확률적 수단으로서 위험관리와 같은 분야에서 많이 활용되고 있다. VaR는 신뢰수준이 c% 일 때 $(100 - c)$ 분위수로부터 계산된다. 예를 들어 95% 신뢰수준을 이용하면 VaR는 5분위수로부터 계산되는데 여기서 5분위수는 분포의 하위 5%에 해당되는 값이 된다. 이번 연구에서도 DC의 자산운용수익 목표가 협약임금상승률을 초과하는지, 아니면 연금리스크가 발생하는지에 대하여 VaR 값을 통해서 확인할 수 있다.

4.2 자산운용 결과

시나리오1에 대한 자산운용 결과 주식(9):채권(1)의 자산배분을 할 경우 1기간 후 적립비율이 1보다 작을 확률(즉, 부족이 발생할 확률)은 약 79%이고, 이는 VaR 21% 수준의 적립비율이 1인 것이라 할 수 있다. 주식(7):채권(3)의 비율로 자산배분을 할 경우, 1기간 후 적립비율이 1보다 작을 확률은 88%이고, VaR 22% 수준의 적립비율이 1인 것을 확인할 수 있다. 주식(5):채권(5)의 비율인 경우에는 1기간 후 적립비율이 1보다 작을 확률이 97.3%, VaR 2.7% 수준의 적립비율이 1로 나타났다(부록 1 참조).

시나리오2에 대한 자산운용결과 주식(9):채권(1)의 자산배분을 할 경우 1기간 후 적립비율이 1보다 작을 확률은 약 38.1%이고, 이는 VaR 61.9% 수준의 적립비율이 1이며, 주식(7):채권(3)의 경우에는 적립비율이 1보다 작

을 확률이 36.6%, VaR 63.4% 수준일 때 적립비율이 1로 나타났다. 마지막으로 주식(5):채권(5)의 경우 적립비율이 1보다 작은 확률이 26.3% 였으며 VaR 73.7% 일 때 적립비율이 1로 나타났다(부록 2 참조).

1기간 후 적립비율이 1인 자산배분은 주식(9):채권(1)의 경우 백분위수 38.1 VaR 61.9%, 주식(7):채권(3)의 경우 백분위수 36.6 VaR 63.4%, 주식(5):채권(5)의 경우 백분위수 33.6 VaR 66.4%, 주식(2):채권(8)의 경우 백분위수 26.3 VaR 73.7%, 주식(9):채권(1)의 경우 백분위수 32.8 VaR 67.2% 확률수준에서 부족이 발생하지 않는다고 할 수 있다. VaR를 통한 확률을 보면 자산배분을 주식 20%, 채권 80% 하는 경우가 가장 높은 확률로 부족이 발생하지 않음을 알 수 있다(부록 2 참조).

5. 결론 및 한계점

분석결과를 요약하자면 다음과 같다.

시나리오1에서 확률은 높지 않으나 주식의 비중을 높일수록 적립비율을 최고 1.17까지 기대할 수 있다. 시나리오2에서는 주식 비중을 90%로 한다면 부족이 발생하지 않을 확률은 61.9%이지만 적립비율을 최고 1.38까지 기대할 수 있다. 주식의 비중을 50%로 한다면 부족이 발생하지 않을 확률은 66.4%로 높아지고, 적립비율은 최대 1.17을 기대할 수 있으므로 더 높은 적립금 마련을 원하는 가입자는 부족 확률이 조금 낮더라도 주식의 비중을 늘리는 방안을 택할 수 있을 것이다. 즉, DC가입자 자신이 원하는 적립금수준을 설정하고, 어느 정도의 리스크를 감내할 수 있을지를 고려하여 자산배분을 결정해야 한다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 이번 연구는 금융투자 상품 중 주식과 채권만을 가지고 분석한 결과이다. 그러나 현실에서는 ELS, 금, 은, 원유, 원자재 등 다양한 투자 상품에 투자할 수 있는 기회가 있다. 그러므로 다양한 자산을 포함한 포트폴리오에 대하여 연구가 필요할 것이다.

그러나 이번 분석은 1기간만을 분석한 것이다. 시나리오1에서처럼 적립금이 부족하면 1기간에 부족분을 채우기에는 쉽지 않을 수 있다. 그러나 만약 다가간 투자하는 것을 분석한다면 더 좋은 결과를 기대할 수 있을 것이다. 일반적으로 금융투자시장에서는 투자기간이 장기일수록 높은 수익률을 기대할 수 있다. 그러므로 1기간(1년)의 분석결과를 기초로 다가간 시물레이션 분석이 필요할 것이다.

DC가입자들에게 있어서 투자에 대한 리스크는 숙명과 같아 리스크를 부담하는 만큼 더 큰 수익의 기회도 있기 마련이다. DC를 선택한 이상 투자결과에 대한 책임은 본

인이 수용할 수밖에 없다. 그러므로 DC가입자들은 본인이 가지고 있는 투자성향과 기대확률을 설정하고, 이에 맞는 자산배분을 해야 할 것이다. 따라서 DC가입자는 투자를 위한 가입자교육에 적극적으로 참가하는 등 금융시장을 이해하려는 노력을 해야 하며, 퇴직연금의 이해관계자인 정부, 기업들은 은퇴 후를 대비하기 위한 개인의 노력을 뒷받침할 수 있도록 제도보완과 정보제공지원을 위해 함께 노력해야 할 것이다.

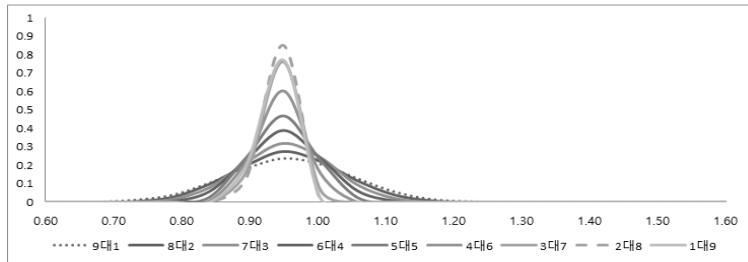
References

1. Addoum, J.M., van Binsbergen, J.H. and Brandt, M.W., "Asset Allocation and Managerial Assumptions in Corporate Pension Plans", working paper, Duke University, November, 2010.
2. Bank of Korea, <http://www.bok.or.kr/>
3. Blake, D., Pension Finance, Wiley, 2006.
4. Blake, D., Cairns, A.J.G. and Dowd, K., "Pension metrics: stochastic pension plan design ad value-at-risk during the accumulation phase", Insurance: Mathematics and Economics 29, pp. 187-215, 2001.
5. Bonds & Securities index (Fnguide)
6. Brinson, G.P., Hood, L.R. and Beebower, G.L., "Determinants of Portfolio Performance", The Financial Analysts Journal, Vol. 51, No. 1 January/February, 1995.
7. Cairns, A.J.G, Blake, D. and Dowd, K., "stochastic lifestyling: optimal dynamic asset allocation for defined contribution pension plans", Journal of Economic Dynamic & Control, Vol. 30, 2006.
8. Financial Supervisory Service, <http://www.fss.or.kr/>
9. Kim, S.I., Sung, J.H., Park, J.B. and Kim, Y.T., Management of Retirement Pension, Hongmoonsa, 2012.
11. KOSTAT, <http://www.kostat.go.kr/>
12. Lee, B.J. and Ryu, K.S., Principles of Private Pension, Korea Insurance Development Institute, 2006.
13. Ministry of Employment and Labor, <http://www.moel.go.kr/>
14. Ryu, K.S., Lee, K.H. and Lee, D.K., Asset Management in DB Pension Plan, Korea Insurance Development Institute, 2008.
15. Son, S.D., Kim, H.R. and Kwon, K.D., Retirement Pension Asset Management Reality in KOSPI 200 Companies and Implication, KPA Study, Vol 3, No.1, 2013.
16. Sung, J.H., Comprehensive Guide to Pension Technology, Korea Investment & Securities, 2011.
17. Sung, J.H., Kim, I.G., and Choi, Y.H., An Ex-Post Analysis on Asset Allocation of DC Retirement Pension Funds and Regulatory Suggestions, KSA Study, Vol 3, No.2, 2013.
18. Sung, J.H., Pension Science : Pension Financing & Valuation, Bobmunsa, 2013.

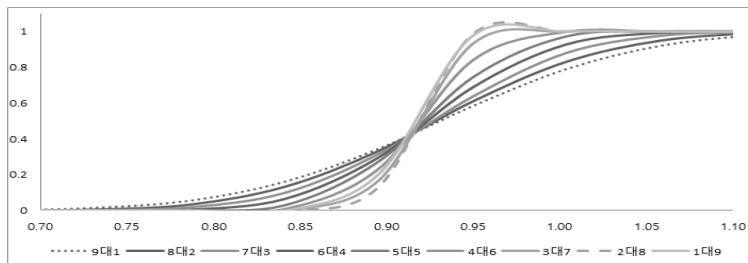
Appendix 1. Scenario1¹⁾ pdf(table, figure) & cdf

DC Funded Ratio	주식(9):채권(1)		주식(7):채권(3)		주식(5):채권(5)		주식(3):채권(7)		주식(1):채권(9)	
	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)
1.60	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.55	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.49	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.44	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.38	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.33	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.27	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.22	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.17	99.5	0.5	100	0	100	0	100	0	100	0
1.11	97.8	2.2	99.8	0.2	100	0	100	0	100	0
1.06	92.0	8.0	97.6	2.4	100	0	100	0	100	0
1.00	79.0	21.0	88.0	12.0	97.3	2.7	100	0	100	0
0.95	58.3	41.7	63.6	46.4	74.3	25.7	93.0	7.0	97.5	2.5
0.90	34.5	75.5	31.6	68.4	27.4	76.6	16.8	83.2	20.3	79.7
0.84	16.1	83.9	9.9	90.1	3.0	97.0	0.1	99.9	0	100
0.79	5.6	94.4	1.9	98.1	0.2	99.8	0	100	0	100
0.73	1.6	98.4	0.2	99.8	0	100	0	100	0	100
0.68	0.3	99.7	0	100	0	100	0	100	0	100
0.62	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
0.57	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100

pdf(probability distribution function) of scenario 1 (figure)



cdf(cumulative distribution function) of scenario 1 (figure)

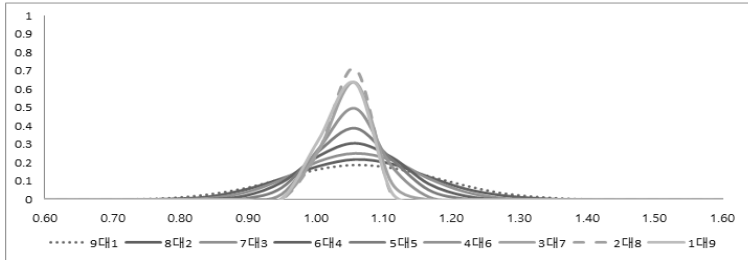


1) t_0 시점에서 추계액 대비 DC 연금자산이 80%($F_0=80, L_0=100$)라고 가정함.

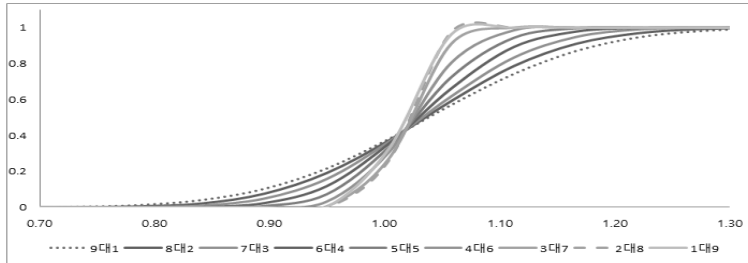
Appendix 2. Scenario2²⁾ pdf(table, figure) & cdf

DC Funded Ratio	주식(9):채권(1)		주식(7):채권(3)		주식(5):채권(5)		주식(3):채권(7)		주식(1):채권(9)	
	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)	Percentile	VaR (%)
1.60	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.55	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.49	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.44	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
1.38	99.9	0.1	100	0	100	0	100	0	100	0
1.33	99.5	0.5	100	0	100	0	100	0	100	0
1.27	98.1	1.9	99.8	0.2	100	0	100	0	100	0
1.22	94.6	5.4	99.0	1.0	100	0	100	0	100	0
1.17	87.0	13.0	94.8	5.2	99.6	0.4	100	0	100	0
1.11	74.2	25.8	83.3	16.7	94.3	5.7	100	0	100	0
1.06	57.0	43.0	61.8	28.2	72.5	27.5	97.6	2.4	96.3	3.7
1.00	38.1	61.9	36.6	63.4	33.6	66.4	26.3	73.7	32.8	67.2
0.95	21.6	88.4	15.8	84.2	7.3	92.7	0	99.4	0.3	99.7
0.90	10.3	89.7	4.9	95.1	0.8	99.2	0	100	0	100
0.84	4.1	95.9	1.0	99.0	0.2	99.8	0	100	0	100
0.79	1.3	98.7	0.2	99.8	0	100	0	100	0	100
0.73	0.4	99.6	0	100	0	100	0	100	0	100
0.68	0.1	99.9	0	100	0	100	0	100	0	100
0.62	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100
0.57	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100

pdf(probability distribution function) of scenario 2 (figure)



cdf(cumulative distribution function) of scenario 2 (figure)



2) t_0 시점에서 추계액 대비 DC 연금자산이 100%($F_0=100$, $L_0=100$)라고 가정함.



한 중 현 (davidh900@naver.com)

1994 경희대학교 경제학부 학사
2013 경희대학교 경영학과 석사과정

관심분야 : Asset Allocation, Pension ALM



성 주 호 (jhsung@khu.ac.kr)

1986 서울대학교 계산통계학 학사
1989 서울대학교 통계학 석사
1997 Cass Business School, City University, London 금융보험학 박사
1997~1999 보험개발원 보험연구소
1999~2003 홍익대학교 상경대학
2003~현재 경희대학교 경영대학 교수

관심분야 : Pension Funding & Valuation, Pension Finance, Risk Management with ALM



서 동 원 (dwseo@khu.ac.kr)

1991 성균관대학교 산업공학 학사
1996 성균관대학교 대학원 산업공학 석사
2002 Georgia Institute of Technology, 산업공학 박사
2003~현재 경희대학교 경영대학 경영학부 교수

관심분야 : 확률과정론, Series Expansion, (Max,+)-algebra, 시뮬레이션