

# 예금보험기금의 미국 외 선진국 국채 운용 필요성 검토

---

강규호(고려대학교 경제학과 교수)

김동환(예금보험공사 연구위원)



<https://doi.org/10.26588/kdic.2023.24.1.001>

## 예금보험기금의 미국 외 선진국 국채 운용 필요성 검토\*

강규호\*\*, 김동환\*\*\*

### 〈요 약〉

예금보험공사는 2022년부터 예보기금 운용대상자산에 미국 국채 포함을 진행하고 있다. 이에 본 연구는 미국뿐만 아니라 일본, 독일 등 주요국 국채로 예보기금 해외 채권 운용의 다변화 필요성 여부를 실증적으로 검토하였다. 실증분석 결과, 일본과 독일 국채로 해외 채권 투자대상을 확대하면 위험대비 수익률 측면에서 운용성과가 일부 개선되는 것으로 추정되었다. 특히 표본의 예측과 그에 기반한 최적자산배분 실험결과에 의하면 투자의 목적함수에 강건한 결과가 도출되었다. 결과적으로 해외 국채를 주요 선진국으로 확대할 경우 금융기관의 시스템 리스크에 취약한 구조가 개선되고, 유동성과 안정성을 유지하면서 적정 중장기 투자 비중을 충족하는 데도 기여할 가능성이 있다.

핵심 주제어: 투자다변화, 대규모 VAR, 베이지안 포트폴리오 최적화  
JEL 분류 번호: G11, G12, G17

접수일(2022년 12월 15일), 수정일(2023년 3월 20일), 게재확정일(2023년 6월 1일)

\* 본고는 2022년 예금보험공사의 외부연구지원으로 진행된 논문으로 예금보험공사의 공식견해와는 무관합니다.

\*\* (제1저자) 고려대학교 경제학과 교수, [kyuho@korea.ac.kr](mailto:kyuho@korea.ac.kr), 02-3290-5132

\*\*\* (교신저자) 예금보험공사 연구위원, [dhkim@kdic.or.kr](mailto:dhkim@kdic.or.kr), 02-758-1087

## I. 연구 배경 및 목적

예금보험공사는 1996년부터 금융기관 부실화로 인해 발생할 수 있는 예금자의 불확실성을 해소하고자 예금보험기금을 조성해 유사시에 금융기관을 대신하여 일정 금액의 예금보험금을 지급하고 있다. 기금의 주요 운용 자산은 국채, 공채 등 디폴트 위험이 낮은 채권과 예치금 등으로, 2021년 말 기준 총 운용 규모는 13조 7,930억원이며 예치금 54%, 국내채권 45%, 연기금투자펀(MMF) 1%로 구성되어있다.

예금보험기금은 대다수의 자산이 예치금 및 만기보유 채권으로 운용되는 만큼 금리 변동 등의 이벤트 발생 시에 기금의 전체 수익률이 감소하는 경향이 있다. 실제로 2020년(1.59%) 대비 2021년(0.73%)에 수익률이 0.86%pt 감소한 0.73%로 예금보험기금 자산운용지침<sup>1)</sup> 상의 목표수익률을 달성하지 못했으며, 이 중 특히 채권 수익률 감소가 두드러진다(2020년: 1.57% → 2021년: 0.21%).

또한 경기 침체 시 은행 등 금융기관 채권의 디폴트 위험이 상승하는데 기금 운용의 상당 부분이 금융기관 예치금으로 구성된 예금보험기금은 역설적으로 금융기관 부도 위험에서 자유로울 수 없는 상태이다.

〈표 1〉 예보기금 운용규모 및 수익률

(단위 : 억원, %)

연도	2019년		2020년		2021년	
	규모 (평균)	수익률	규모 (평균)	수익률	규모 (평균)	수익률
예치금	65,089	2.27	70,138	1.60	74,662	1.20
채권	50,193	2.19	54,300	1.57	61,393	0.21
연기금 투자펀						
(MMF)	957	1.75	2,729	1.04	1,875	0.82
(국공채)	304	0.55	351	3.75	-	-
합계	116,543	2.21	127,518	1.59	137,930	0.73

출처: 예금보험공사

1) 2021년도 예금보험기금채권상환기금 및 예금보험기금 자산운용지침, 예금보험공사

예보기금은 금융기관 예치금의 비중이 높은 만큼 금융기관의 시스템리스크에 취약하며, 예상치 못한 금융 리스크로 인해 국내 채권시장의 유동성이 악화되고 기금을 예치한 금융기관이 부실화 될 경우 예보기금의 사용이 원활하지 못할 가능성이 크다. 따라서 유동성이 풍부한 해외 국채를 기금 포트폴리오에 편입하게 되면 국내 금융시스템 불안 시 상대적으로 영향이 적은 해외채권에 투자된 기금을 활용함으로써 예금보험기금의 위기 대응력을 강화할 수 있다. 또한 국내 경기 침체나 금융시장 불안이 발생할 경우 외화 표시 해외 국채는 원화 약세로 인해 채권 매각 수익률이 상승하게 될 가능성이 높아 국내 금융 위기에 대한 위험분산 효과를 기대할 수 있다. 이러한 이유로 예금보험기금은 2022년부터 미국 국채를 기금의 5% 내외로 운용할 예정이다.

그러나 해외채권 투자의 대상을 미국 국채로 한정할 경우 위기 대응력과 위험분산에 한계가 있을 수 있다. 2022년 하반기와 같이 국내 채권시장뿐만 아니라 미국의 채권시장이 동시에 불안정해질 경우 미국 국채 투자를 통한 위험분산효과를 기대하기 어려워진다. 미국 국채의 금리가 급격히 상승하고 환율 변동성이 크게 증가하는 상황에서는 미국 국채의 유동화를 통한 예보기금의 투입이 원활하지 않을 수 있으며, 미국뿐만 아니라 유럽과 일본 등 여타 선진국 국채를 예보기금의 포트폴리오에 편입하여 추가적인 위험분산 및 환 리스크 헤지를 노리는 전략이 필요할 수 있다. 특히 위험분산 측면에서 해외 채권의 운용 다변화는 긍정적인 효과를 미칠 수 있다. 미국 국채와 비교해 일본과 독일 국채는 상대적으로 채권수익률의 변동성이 낮은 경향을 보인다.

〈표 2〉 2017년 이후 국채수익률(3년) 및 환율 변동성

(단위 : %)

구분		한국	미국	일본	독일
국채수익률	평균	1.77	1.61	-0.13	-0.50
	표준편차	0.72	1.04	0.06	0.49
	최소값	0.79	0.11	-0.37	-1.03
	최대값	4.50	4.65	0.02	2.07
일간 환율변동률(평균)			0.28	0.34	0.27

해외 국채를 기금에 편입하는 경우 위험 분산과 수익성 제고를 위해 포트폴리오 수익률곡선의 상하 이동 및 형태 변화를 모두 고려한 채권 투자 전략 수립이 필수적이다. 특히 미국뿐만 아니라 여타 선진국 국채 도입여부를 엄밀하게 검토하기 위해 국내외 국채 투자 포트폴리오 최적화 시스템을 구축하고 표본 외 실험을 통해 시스템의 운용성과를 평가할 필요성이 존재한다.

본 연구의 목적은 5가지로 분류할 수 있다. 1) 국내 공공성 연·기금 등의 외국 국채 운용 현황(운용전략, 비중, 운용수익률, 벤치마크 등)을 파악하고, 2) 우리나라 국고채와 미국 국채를 포함한 주요국 국채 투자운용 시스템을 개발하고자 한다. 특히 운용 시스템을 개발할 때 3) 선진국 국채 투자 다변화의 효과를 정량적으로 분석하여 다변화 필요성을 검토하고 4) 기타 선진국 국채의 추가 편입이 기금의 수익률, 안정성, 위기대응력 등에 미치는 기대효과 및 잠재적인 문제점을 파악한다. 마지막으로 5) 기대효과를 극대화하고 잠재적 문제점을 사전에 방지하기 위한 정책적 대응방안을 도출하는 것이 목표이다.

세부 연구목표로 미국, 일본, 독일 등 주요 선진국의 만기별 국채 또는 주요국 국채지수를 기금운용 대상자산으로 설정하고 통화와 만기별로 최적 자산배분을 시행하고자 한다. 아울러 기금운용성과는 원화표시 수익률이므로 해외 채권 투자 전략 수립 시 환차익과 금리변동 간 상관관계가 반영될 수 있도록 모형 내에서 환율과 수익률곡선을 동시에 예측한다. 환율 변동의 효과를 고려하기 위해 각국의 화폐로 표시된 채권의 수익률이 아닌, 원화표시 각국 채권 수익률을 이용해 모형으로부터 예측분포를 도출하고, 이를 기반으로 최적 포트폴리오를 제시하고자 한다. 또한 본 연구에서는 포트폴리오의 성과 비교를 위해 미국 국채만 포함된 포트폴리오와 다변화 포트폴리오의 성과를 정량적으로 비교하여 해외 채권 다변화의 필요성을 검증한다. 모형을 통해 도출되는 최적 포트폴리오는 전략적 채권 투자 계획 수립을 위한 운용 벤치마크 역할 혹은 실무자들의 액티브 채권 투자 판단을 사전적으로 검증해 줄 수 있는 참고 지표로서의 역할도 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

## II. 공공성 기금 해외채권 운용 사례

본 장에서는 예금보험기금 해외채권 운용의 참고 사례로 국민연금기금과 한국은행의 해외채권 운용 현황을 살펴본다. 해외채권 운용은 수반되는 환율 변동성 위험을 추가로 고려해야 한다는 단점이 있으나, 그럼에도 불구하고 분산투자효과 및 수익률 제고를 위해 다수의 공공성 기금이 해외채권을 포트폴리오에 편입해 운용하고 있다.

국내에서는 국민연금기금이 연기금 중에서 해외채권 운용 경험이 가장 많고, 장기간의 투자 과정에서 투자 전략과 운용 방식에 상당한 변화를 경험했기 때문에 국민연금기금의 해외채권 운용의 변화와 현황을 살펴보는 것은 향후 예금보험기금의 해외채권 운용에 상당한 도움이 될 것이라고 생각된다.<sup>2)</sup> 또한 한국은행 역시 대규모 외환보유액을 해외채권을 중심으로 운용하고 있고<sup>3)</sup> 수익성보다는 안정성과 유동성을 우선시하기 때문에, 역시 안정성과 유동화 가능성을 매우 중요하게 고려하는 예금보험기금의 해외채권 운용에 시사하는 바가 있을 것으로 생각된다.

### 1. 국민연금기금

국민연금기금은 2001년 외화표시 한국채권에 대한 투자를 시작으로 해외채권 투자를 지속적으로 확대해왔다. 2008년 9.2조원이었던 해외채권 투자는 2019년까지 30.5조원으로 연평균 2조원가량 증가하다가 2020년과 2021년에 연간 증가액이 14.4조원과 19조원으로 대폭 증가하였다. 2022년 상반기에도 국민연금기금의 전체 운용자산 규모는 감소하였으나 해외채권 투자 규모는 64.8조원으로 증가하였으며 이는 국민연금기금의 전체자산 대비 7.4%를 차지한다.<sup>4)</sup>

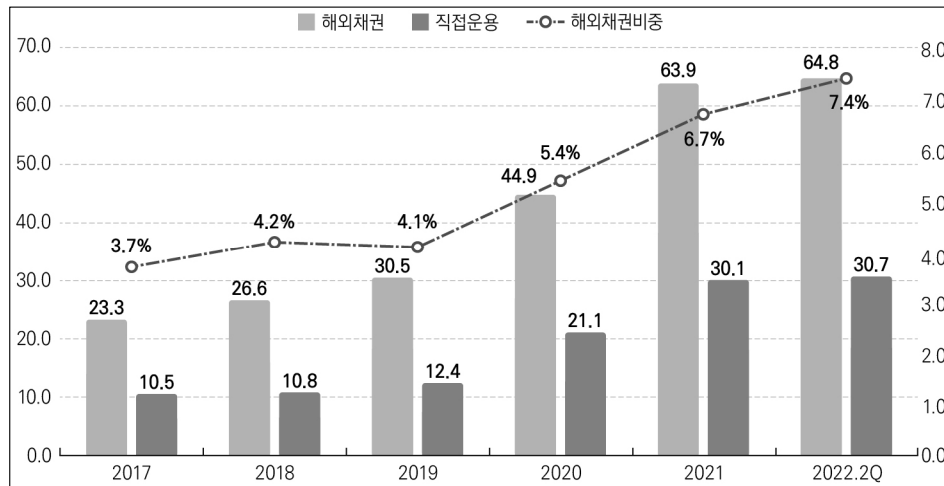
2) 공무원연금과 사학연금, 군인연금 등은 해외채권투자를 위탁운용사에 전적으로 의존하는 반면, 국민연금의 경우 직접투자의 비중이 상당히 높고 수익성 및 안정성을 모두 고려하여 다양한 투자 전략을 수행한다.

3) 한국은행 외환보유액 운용현황(<https://bok.or.kr/portal/main/contents.do?menuNo200413>)

4) 2022년 6월말 기준 국민연금기금의 금융부문 운용 규모는 881.1조원이며 이 중 35%인 300.6조원이 해외 주식과 채권에 투자되어 있다. 세부적으로는 해외주식 투자가 약 235.8조원으로

〈그림 1〉 국민연금 해외채권 투자규모 및 비중

(단위 : 조원, %)



출처: 국민연금기금 운용본부, 운용현황

해외채권 투자는 2008년 이후 위탁운용을 중심으로 투자가 확대되었다. 2011년 이후 직접운용의 비중은 45% 내외를 유지하고 있으며, 2022년 2분기 말 직접운용의 규모는 30.7조원으로 전체 해외채권투자의 47.3%를 차지한다.

해외채권투자의 대상은 크게 국채와 정부관련채, 회사채, 유동화증권이다. 투자 비중은 국채가 44.3%로 가장 높으며, 정부관련채가 15.9%, 회사채가 25.7%, 유동화증권이 14.1%이고, 외화표시 한국채권에 대한 투자는 현재 거의 시행되지 않는다. 지역별로는 미국 채권 투자가 37.6%로 가장 높은 비중을 차지하며, 일본(13.0%), 중국(7.5%), 영국(5.8%), 프랑스(5.2%) 등 선진국을 중심으로 분산되어있다. 채권 만기별로는 2020년을 기준으로 10년 이상 장기채권의 비중(36.3%)이 가장 높았으며, 신용등급별로는 Aaa등급(34.4%)과 A등급(30.5%)의 채권이 가장 큰 비중을 차지했고 Baa 이하의 비중은 20.5%였다.<sup>5)</sup>

국민연금의 해외채권 운용은 직접운용과 위탁운용 모두 벤치마크 포트폴리오에 근거해 투자 자산을 배분하고 운용부서가 향후 전망에 따라 포트폴리오 내 자산

26.7%이며, 해외채권 투자는 약 64.8조원으로 7.3%이다.

5) 2020년 국민연금 기금운용 성과평가(국민연금연구원 정책보고서(2021-07))



비중을 일부 조정하는 전략을 실시하고 있으며, 직접운용과 위탁운용에 서로 다른 벤치마크를 적용해 투자 위험을 분산한다. 2020년 하반기 이후 국민연금기금은 직접/위탁 운용에 더해 포트폴리오를 안정형과 수익형 두 종류로 운용하고 있는데, 안정형은 변동성이 적은 국공채 위주의 운용을 지향하는 반면, 수익형은 적극적인 포트폴리오 조정과 회사채 등 신용채 위주의 운용으로 목표 수익률 이상의 성과를 지향한다.

〈표 3〉 국민연금 해외채권투자 벤치마크 지수('20년~)

구분		벤치마크 지수
전체		NPS customized Index, ex-KRW Partial-Hedged(기타통화-USD), Unhedged(USD-KRW)
안정형	직접	Bloomberg Barclays Global Treasury and Gov't related A- 이상
	위탁	Bloomberg Barclays Global Aggregate ex-Corp
수익형	직접	Bloomberg Barclays Global Aggregate Corporate
	위탁	Bloomberg Barclays Global Aggregate ex-Corp 40% + Bloomberg Barclays Global Aggregate Corporate 50% + Bloomberg Barclays EM Local Currency core 5% + Bloomberg Barclays Global HY Corporate Very Liquid 5%

출처: 황준호 외(2021) '2020년 국민연금 기금운용 성과평가'

국민연금기금이 해외채권투자 포트폴리오를 안정형과 수익형으로 이원화한 이유는 안정성을 일정부분 유지하면서 수익성을 더 향상시키기 위한 것이다. 전략 개편 이전 2011년에서 2020년까지 국민연금기금의 해외채권투자 평균 수익률은 직접투자자와 위탁투자에서 모두 벤치마크 수익률을 약간 하회하는 수준이었다. 국민연금기금은 그동안 벤치마크 포트폴리오를 추종하는 패시브 투자로 투자수익률을 안정적으로 유지해왔으나, 그로 인해 역설적으로 수익성은 높지 않았다. 따라서 운용주체의 판단에 따라 포트폴리오 비중을 적극 조정하고 회사채 등 고위험 채권의 비중을 높이는 액티브 전략을 도입하면서 해외채권투자의 수익성 제고를 시도하는 것으로 판단된다. 실제로 2020년에 국민연금기금의 해외채권투자는 달러기준 벤치마크 대비 0.70%p의 초과성적을 달성하였으며, 이는 하반기 도입한 수익형 포트폴리오에서의 높은 초과성과(0.92%p)에 기인한 것이었다. 2020년말 기준

해외채권투자의 안정형과 수익형의 비중은 각각 52.3%와 47.7%로 비슷한 규모이며, 안정형은 직접운용의 비중이 더 높은 반면 수익형은 위탁운용의 비중이 더 높다.

〈표 4〉 국민연금 해외채권투자 수익률 및 벤치마크('11~'20년 평균)

구분	직접		위탁		전체	
	원화	달러	원화	달러	원화	달러
국민연금 수익률	5.79%	4.03%	5.93%	4.16%	4.76%	4.13%
벤치마크 수익률	6.09%	4.15%	6.18%	4.25%	5.02%	4.22%
초과수익률	-0.30%p	-0.12%p	-0.25%p	-0.09%p	-0.26%p	-0.09%p

출처: 황준호 외(2021) '2020년 국민연금 기금운용 성과평가'

〈표 5〉 국민연금 해외채권 포트폴리오별 투자비중('20년말)

구분	안정형			수익형			해외채권 전체
	직접	위탁	소계	직접	위탁	소계	
규모(억원)	144,385	90,427	234,812	66,718	147,297	214,015	448,827
비중(%)	32.2	20.1	52.3	14.9	32.8	47.7	100

출처: 황준호 외(2021) '2020년 국민연금 기금운용 성과평가'

한편 해외자산의 투자는 환율 변동에 따라 수익률이 크게 좌우되며 대규모 해외투자의 경우 환헤지를 통해 환율 변동의 영향을 관리하는 경우가 많다. 국민연금의 경우 2007년 해외투자에 대한 환헤지 정책을 도입하였으며, 당시 해외채권에 대해서는 100% 헤지를 통한 투자를 수행하였다.<sup>6)</sup> 이후 2009년 환헤지 정책을 변경해 주식과 대체투자의 경우 최소 헤지 비율을 0%로 변경하였으나, 채권은 주식과 대체투자에서 발생하는 위험의 분산을 위해 전량 헤지 정책을 유지하였다. 그러나 원화 관련 외환시장의 규모가 협소해 환헤지가 점차 어려워지고, 환율의 변동이 해외투자 포트폴리오의 변동성을 감소시킬 수 있다는 이유<sup>7)</sup>로

6) 해외 주식 및 대체투자의 경우 최소 50%의 헤지 전략을 도입하였다.

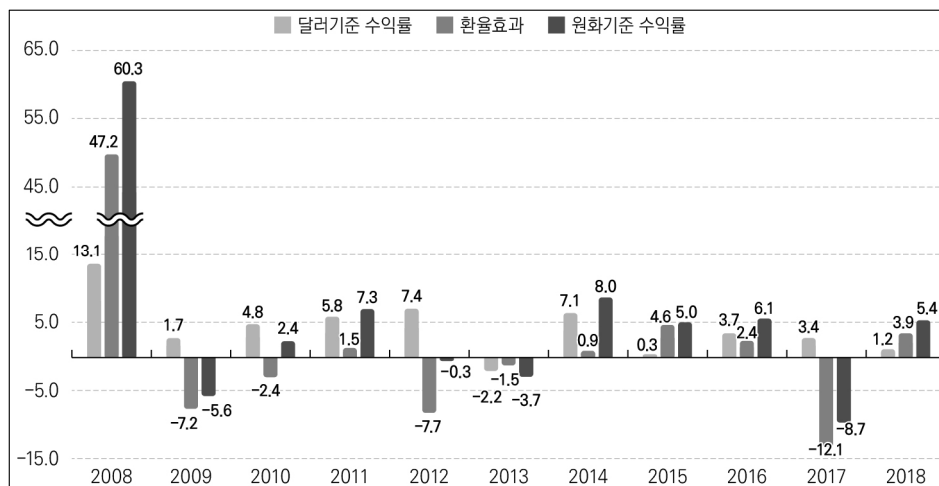
7) 많은 경우 투자 대상국의 금리가 상승하여 채권 가치가 하락하면, 투자 대상국의 통화 가치 역시 상승한다. 예를 들어 최근 미국의 금리가 상승하면서 동시에 원/달러 환율이 상승했는데, 미국 채권의 가치에서는 손실이 발생하나 원화로 환산한 투자 손실은 환율의 영향으로 훨씬 작아질 수

2015년에 해외채권에 대한 최소 헤지 비율을 0%로 변경하였다. 이후에도 운용부서의 개별적 판단에 의해 일정 부분 환헤지를 수행하고는 있으나 기본적으로는 환헤지를 하지 않는 것으로 보인다.

실제로 국민연금의 해외채권투자에서 환율 변동이 항상 채권수익률과 반대의 영향을 끼쳐 수익률의 변동성을 감소시키지는 않았다. 2009년에서 2018년의 기간 동안 국민연금기금의 해외채권투자에서 원화 환산 효과가 달러기준 수익률과 반대였던 경우는 2009년과 2010년, 2012년, 2017년의 네 차례였으며, 나머지 6개 년도에서는 채권수익률과 원화환산 효과가 같은 방향으로 작용해 변동성을 오히려 증가시켰다. 다만 2008년의 경우에서 나타나듯이 금융위기가 발생하고 원화의 가치가 크게 하락하는 경우 해외채권의 원화 환산 가치가 크게 증가하여 금융위기로 인한 해외자산 가치의 하락을 어느 정도 상쇄하였다. 국민연금기금이 환헤지를 하지 않는 이유도 이러한 글로벌 금융위기의 경험이 크게 영향을 미친 것으로 생각된다.

〈그림 2〉 국민연금 해외채권투자 채권수익률 및 원화환산 수익률

(단위 : %)



출처: 황준호(2020) '국민연금기금의 해외투자 현황 및 외환 정책', 재구성

있다. 이 경우 사전에 환헤지를 수행한 경우보다 환헤지를 하지 않은 경우가 손실을 경감할 수 있다.

## 2. 한국은행 외환보유액

한국은행은 외환시장의 안정과 국제수지 불균형의 완화를 위해 외환보유액이라고 불리는 대외지급 준비자산을 보유하고 있다. 외환보유액은 외화자산과 IMF 일반인출권 및 특별인출권(SDR) 그리고 금으로 구성되어 있으며, 한국은행은 이중 외화자산의 대부분을 해외 채권 등에 투자하고 있다.

한국은행의 외화자산 운용은 지급준비자산이라는 특성 상 안정성 및 유동성 확보를 최우선으로 하며, 이를 만족하는 범위 내에서 수익성을 제고하는 것을 목표로 한다. 따라서 포트폴리오는 즉시 인출 가능한 예치금과 국채, 정부관련채, 회사채, 유동화증권 등 가격변동이 크지 않고 시장성이 높은 채권으로 구성되어있다. 최근 들어 주식 투자의 비중이 증가하고 있으나 2021년말 기준 10.4%로 아직은 작은 수준이며, 6.9%의 예치금을 제외한 82.7%를 채권 투자가 차지한다.

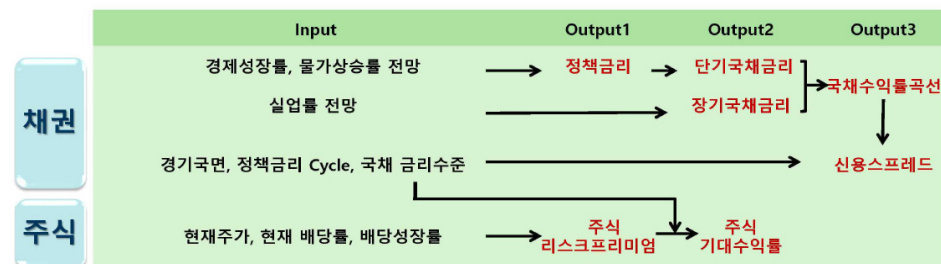
한국은행의 해외채권 투자는 국채의 비중이 54.3%로 가장 높으며, 그 외 정부관련채가 17%, 회사채가 15.6%, 유동화증권이 13.1%를 차지한다. 국민연금기금과 비교할 때 국채의 비중이 10%p 정도 높고 회사채의 비중이 10%p 정도 낮으며, 이는 상대적으로 안정지향적인 한국은행 외화자산 운용의 특성을 반영하는 것이라고 볼 수 있다. 투자자산의 통화구성은 미국 달러화 자산의 비중이 69.1%(2019년말 기준)로 매우 높다.

외화자산의 운용에서 한국은행 역시 국민연금기금과 같이 자산의 일부는 직접 운용하고 일부는 위탁하여 운용하고 있다. 다만 해외투자에서 위탁투자의 비중이 더 높았던 국민연금기금과는 다르게 한국은행은 직접투자의 비중이 76%로 더 높다. 한국은행의 외화자산 직접투자는 안정적인 자산 가치 유지를 목적으로 선진국의 중장기 채권에 주로 투자되고 있으며, 위탁투자는 외부의 전문성을 활용하여 투자방식을 다변화하고 일정 수준의 수익성을 제고하는 것을 목적으로 한다. 위탁투자자산은 선진국의 국채와 회사채, 유동화채권 등에 투자하는 채권펀드와 선진국 및 중국 주식에 투자하는 주식펀드, 채권과 주식에 모두 투자하는 혼합펀드에 투자되고 있다. 즉 한국은행의 외화자산 운용은 대략 75%를 선진국 채권 등 안전자산에 투자하여 최우선 목표인 안정성을 달성하며, 동시에 25%를 펀드 등에

위탁 운용하여 수익성을 제고하는 형태를 취한다.<sup>8)</sup>

직접투자 시 자산 배분 및 운용은 벤치마크 포트폴리오를 추종하는 패시브 전략<sup>9)</sup>을 실시하는 것으로 보인다. 한국은행의 외화자산운용의 벤치마크 포트폴리오는 전략적 자산배분(Strategic asset allocation, SAA)이라는 과정을 통해 결정되는데 안정성 및 유동성 확보라는 목표 하에 자산별 기대수익률 및 공분산을 추정하고 평균분산모형(Mean-Variance Model)을 통해 최적 벤치마크 포트폴리오를 도출한다. 이때 자산별 기대수익률은 경제성장률, 물가, 경기사이클 등 변수에 기반한 중장기 전망 모형(Secular Outlook Model)의 시장금리 전망을 사용하며, 공분산은 과거 일정기간 동안의 상품별 변동성 및 상관관계 데이터를 사용한다. 그 외에도 명시적이지는 않지만 직접투자 및 위탁투자 시 벤치마크로 국민연금기금과 같이 Barclays 채권 지수 등도 사용하는 것으로 생각된다.

〈그림 3〉 한국은행 중장기 전망 모형 프로세스



출처: 한국은행(2020), '외환보유액 운용현황과 향후 과제'

한국은행의 외화자산은 대외지급 준비자산으로서 외화 형태로 유지되는 것이기 때문에 원화 환율의 변동 및 환헤지는 투자 시 고려해야할 요인은 아니다. 다만 포트폴리오의 통화 배분에서 미국 및 다른 선진국, 중국 사이의 환율은 포트폴리오의 변동성과 수익성에 영향을 미친다. 한국은행은 외국 통화 간 환율 변동에 대해 환헤지를 하지는 않는 것으로 보이며, 벤치마크 포트폴리오 도출 과정 및

8) 주식 및 연관 펀드를 제외한 해외채권 투자만을 계산할 경우 직접투자의 비중이 더 높을 것으로 예상된다.

9) 운용담당자가 금리 및 환율 전망에 따라 벤치마크에서 벗어나 포트폴리오의 배분을 조정할 수 있는 재량권이 있으나, 재량적 변동에 따른 포트폴리오의 리스크 허용 수준 역시 제한되어 있다.

운용담당자의 재량적 조정에서 환율의 변동성 및 상관관계를 고려하여 포트폴리오 배분을 조정한다.

### 3. 각국 예금보험기구의 해외채권 투자

해외 예금보험기금의 운용 현황은 자국 국채 위주로 기금을 운용하는 미국 FDIC를 제외하면 공개되어있지 않다. 다만 예금보험공사의 2020년 조사에 의하면 15개의 조사대상국<sup>10)</sup> 예금보험기구 중에서 7개국<sup>11)</sup> 예금보험기금이 해외국채를 운용하고 있다.<sup>12)</sup>

예금보험기금의 해외국채 운용 사례가 많지 않은 이유는 예금보험기금이 금융기관의 파산을 대비한 보험 성격의 기금으로 다양한 공공성 기금 중에서도 안정성 추구 경향이 가장 강하기 때문이다. 이로 인해 다수의 예금보험기금은 예치금과 국내 채권 등 안정성이 매우 높은 자산을 중심으로 기금을 운용하고 있는 것으로 알려져 있으며, 우리나라의 예금보험기금 역시 같은 이유로 지금까지 해외국채 운용을 고려하지 않았다. 그러나 최근 앞서 언급한 금융기관 파산 시 예치금 손실 가능성 문제와 금융위기 상황에서의 해외국채 투자를 통한 다변화가 기금의 안정성을 증진시킬 수 있다는 이유 등으로 기금 운용의 다변화를 시도하고 있다.

---

10) 미국, 영국, 프랑스, 독일, 일본, 대만, 루마니아, 말레이시아, 몽골, 싱가포르, 홍콩, 인도네시아, 터키, 헝가리, 폴란드

11) 영국, 프랑스, 폴란드, 루마니아, 헝가리, 홍콩, 몽골

12) 김남현(2021), “공사 기금운용 다변화 필요성과 기대효과”, 예금보험공사 예금보험연구센터 2021-06.

〈표 6〉 해외 예금보험기금 운용 현황

국가	운용가능 자산(허용자산)							
	예치금		채권			주식	파생 상품	해외 국채
	중앙은행	예금	국채	정부보증채	회사채			
미국			○	○				
일본	○	○	○	○	○			
대만	○		○		○			
독일	○	○	○	○				
루마니아	○	○	○	○				○
말레이시아		○	○	○	○			
몽골	○		○	○				○
싱가폴	○	○	○					
영국	○	○	○	○	○	○	○	○
인도네시아	○	○	○					
터키	○	○	○					
폴란드	○		○	○				○
프랑스	○	○	○	○	○	○	○	○
헝가리	○	○	○				○	○
홍콩	○	○					○	○

출처: 예금보험공사

### III. 연구내용, 범위 및 방법

본 연구는 미국·일본·독일<sup>13)</sup> 국채의 수익률곡선과 환율 통계 자료의 특성, 자료 기간 동안의 해당국의 경제관련 이슈를 종합적으로 분석하고, 이를 이용해 1) 다국가 국채수익률 예측 모형 및 추정 알고리즘 개발한 뒤 2) 예측결과를 기반으로 최적 포트폴리오 선택 전략을 수립, 그리고 3) 최적 포트폴리오 선택의 시뮬레이션 테스트와 평가를 진행한다. 마지막으로 4) 시뮬레이션 결과로부터 기타 선진국

13) 현재 예금보험공사는 해외투자의 다변화 대상으로 일정수준 이상의 유동성을 갖춘 선진국 발행 국채를 고려하고 있다. 현재 투자가 확정된 미국을 제외하면 영국과 독일, 일본 등이 고려의 대상이 될 수 있으나 이 중 영국 국채의 경우 달러 환산 채권수익률의 미국 국채수익률과의 동조 성향이 높은 편이어서(Kim and Kang, 2021) 분석의 대상에서 제외하였다.

국채의 추가 편입이 기금의 수익률, 안정성, 위기대응력 등에 미치는 기대효과 및 잠재적인 문제점을 파악하고 5) 정책적 시사점을 도출한다.

## 1. 데이터

채권 수익률 예측 시 채권 만기수익률(yield)뿐 아니라 다른 거시변수를 도입하는 경우 예측력이 높아진다는 연구가 많다. 예를 들어 Joslin *et al.* (2014)는 경제 성장률 지표 및 인플레이션이 예측력을 향상시키는 데에 도움이 된다는 것을 보였으며, Ludvigson and Ng (2009)은 다변량 거시경제 변수의 주성분을 고려하는 것이 채권 수익률 예측  $R^2$ 을 높이는 것을 밝혔다. 이들 연구를 참고하여 본고는 각국의 채권 만기수익률뿐 아니라 인플레이션, 환의 평가절하율, 국제 유가 및 실물경제지표를 모두 고려해 분석 및 예측을 진행한다. 구체적인 데이터 및 표본 기간은 아래에 제시한다.

전체 데이터의 표본기간은 2003년 4월(2분기)부터 2022년 6월(2분기)까지이다. 독일의 3개월, 6개월 만기 국채 만기수익률이 2002년 11월부터 공개되었기 때문이다. 한편 국제 유가 데이터는 WTI(서부 텍사스 원유) 데이터를 사용하였으며, 실물경제지표 데이터는 달러스 연방준비은행(Federal Reserve Bank of Dallas)의 국제실물경제지표(Index of Global Real Economic Activity)를 사용한다. 만기수익률을 제외한 거시경제 데이터는 St. Louis 연방준비은행의 FRED(Federal Reserve Economic Data) 데이터를 사용한다. 한편 각국 국채의 만기수익률 데이터는 각국의 중앙은행 및 한국의 경우 금융투자협회의 데이터를 사용한다. 모든 데이터는 월별 데이터이나 분기별 데이터로 변환하여 분석한다.

각국 국채 수익률(return)은 국채 만기수익률(yield)의 선형 조합으로 도출할 수 있다.

$$r_{t+1}(\tau) = \tau \log(1 + y_t(\tau)) - (\tau - 1) \log(1 + y_{t+1}(\tau - 1)) \quad (1)$$

$r_t(\tau)$ 는 만기가  $\tau$ 인 채권의  $t$ 기 수익률(return)을 의미하며,  $y_t(\tau)$ 는 만기  $\tau$  채권의



$t$ 기 만기수익률(yield)를 의미한다. 여기서  $t$ 와  $t+1$ 기의 차이는 한 분기이며 도출된 채권 수익률의 보유기간(holding period) 또한 한 분기이다.

그러나 실제 데이터는 모든 만기에 대한 만기수익률을 제공해주지 않는다. 한정된 만기 데이터로 전체 만기에 대한 수익률 데이터를 보간(interpolate)하기 위해 본고는 동태적 넬슨-시겔(Dynamic Nelson-Siegel) 이자율 기간구조 모형을 사용한다. 동태적 넬슨-시겔 이자율 기간구조 모형은 채권 만기수익률의 기간구조를 설명할 때 자주 사용되는 모델로, 이자율의 전체 기간구조가 세 개의 만기수익률(yield) 팩터로 충분히 설명된다는 내용을 골자로 한다. 동태적 넬슨-시겔 모형은 다음과 같이 표현된다.

$$\mathbf{y}_t = \Lambda \times \mathbf{f}_t + \mathbf{e}_t \quad (2)$$

여기서  $\Lambda$ 는 
$$\begin{bmatrix} 1 & \frac{1 - \exp(-\kappa\tau_1)}{\kappa\tau_1} & \frac{1 - \exp(-\kappa\tau_1)}{\kappa\tau_1} - \exp(-\kappa\tau_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \frac{1 - \exp(-\kappa\tau_N)}{\kappa\tau_N} & \frac{1 - \exp(-\kappa\tau_N)}{\kappa\tau_N} - \exp(-\kappa\tau_N) \end{bmatrix}$$
로

정의되며,  $\mathbf{y}_t$ 는  $(y_t(\tau_1) \dots y_t(\tau_N))^T$ ,  $\tau_i$  ( $i=1, \dots, N$ )는 채권 만기,  $\mathbf{f}_t$ 는 세 개의 수익률 팩터  $(L_t, S_t, C_t)^T$ 로 이루어진 벡터이다.  $\mathbf{e}_t$ 는 오차항 벡터로  $Normal(0_{N \times 1}, \Sigma)$ 를 따른다고 가정한다.

$\Lambda$ 를 위와 같이 정의할 경우  $\mathbf{f}_t$ 의 각 원소  $L_t$ ,  $S_t$ ,  $C_t$ 는 각각 level, slope, curvature 팩터로 해석이 가능하다. Level 팩터는 만기수익률 곡선의 전반적인 수준을 결정하고, slope 팩터는 단기와 장기 만기 채권 만기수익률의 차이를 결정하며, curvature 팩터는 만기수익률 곡선의 곡률을 결정하게 된다<sup>14)</sup>. 이로써 채권 수익률의 전체 기간 구조는 세 가지 팩터와  $\kappa$ 만 추정하면 도출이 가능해진다. 예를 들어  $\mathbf{y}_t$  벡터를 1년, 2년, ..., 10년의 총 10개 만기( $N=10$ )로 이루어진

14) 이는  $\Lambda$ 를 위와 같이 정의한 것의 결과이며, 자세한 이유는 Nelson and Siegel (1987)에서 확인할 수 있다.

만기수익률 벡터라고 가정하겠다. 위 모델을 추정하여  $f_t$ 와  $\kappa$ 가 도출되었다면  $A$ 의  $\tau_i$  자리에 1,2,...,10이 아닌 임의의 수를 대입하여 이에 해당하는 만기수익률을 구할 수 있다. 본 연구는  $\kappa$ 를 추정하는 대신 Diebold and Li (2006)를 따라 0.0609 값을 대입한다.

위 모델만으로는 만기수익률(yield) 곡선의 동태적 움직임을 설명할 수 없다. 동태적 벨스-시겔 모형은 만기수익률 팩터  $f_t$ 의 동태적 관계식을 설정함으로써 전체 기간 구조의 동태성을 결정한다.

$$f_t = \mu + G \times f_{t-1} + \epsilon_t \quad (3)$$

$\epsilon_t$ 는  $Normal(0_{3 \times 1}, \Omega)$ 를 따른다고 가정한다. 전체 모형의 추정은 일반적으로 칼만 필터 또는 2단계 최소자승추정법(OLS)을 이용한다. 이로써 데이터가 존재하지 않는 만기에 대해서도 만기수익률 데이터를 보간할 수 있다.

한편, 본 연구는 국내 뿐 아니라 국외 채권의 수익률 데이터 또한 사용한다. 국외 채권의 수익률 역시 위와 동일한 방식으로 보간(interpolate)하면 되나, 본고에서 사용하는 국외 채권 수익률은 원화 표시 채권의 수익률인 관계로 환율까지 고려해야 한다. 환율을 고려한 국외 채권 수익률을 계산하는 방법은 아래와 같다.

$$r_{t+t}^i(\tau) = \log S_{t+1}^i + \log P_{t+1}^i(\tau-1) - \log S_t^i - \log P_t^i(\tau), i \in \{A, B, C\} \quad (4)$$

위 식에서  $r_t^i$ 는 원화로 표시된  $i$ 국 채권 수익률을 의미하며,  $S_t^i$ 는  $i$ 국 환율이다. 한편  $\log P_t^i(\tau)$ 는 정의상  $-\tau \log(1 + y_t^i(\tau))$ 이므로 원화 표시  $i$ 국 채권 수익률은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$r_{t+t}^i(\tau) = E_{t+1}^i + \tau \log(1 + y_t^i(\tau)) - (\tau-1) \log(1 + y_{t+1}^i(\tau-1)), i \in \{A, B, C\} \quad (5)$$

$E_t^i$ 는 평가절하율( $\log S_{t+1}^i - \log S_t^i$ )이다.  $i$ 국의 원화 표시 채권의 수익률 데이터는 따라서  $i$ 국 채권 수익률에 평가절하율을 더하여 도출된다.

마지막으로 본 연구는 각국의 국채 수익률에 대해 모든 만기를 고려하는 대신 만기별 수익률의 평균을 취한 평균 수익률 변수를 고려한다. 즉, 모든  $i$ 에 대해  $r_t^i(\tau)$ 가 아닌  $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N r_t^i(\tau_j)$ 를  $i$ 국 채권 수익률로 사용한다. 이때 평균을 취하는 만기는 3년, 5년, 7년, 10년이며, 단기 채권 수익률을 평균에 고려하지 않는 이유는 독일 및 일본의 경우 2015년 이후 단기 채권 만기수익률이 음수를 기록한 날이 많아 투자 유인이 적기 때문이다.

## 2. 손실함수 설정

채권 포트폴리오를 최적화하기 위해서는 목적에 맞는 적절한 효용함수가 필요하다. 어떤 효용함수를 극대화하냐에 따라 전혀 다른 포트폴리오 비중이 도출되기 때문이다. 포트폴리오 성과를 평가할 때 역시 동일한 효용함수를 이용해 평가하는 관계로 신중하게 함수를 설정할 필요성이 존재한다. 현재 예금보험기금 자산운용지침은 특정 효용함수를 자산운용의 기준으로 지정하고 있지 않으나, 예보가 운용하는 또 다른 기금인 예금보험기금채권상환기금<sup>15)</sup>에서는 평균-분산 효용함수를 자산배분의 참고자료로 사용하도록 하고 있다. 평균-분산 효용함수는 가장 표준적인 효용함수로서 기대수익률과 위험 간 trade-off 관계 하에서 투자자의 위험기피도에 맞는 최적 자산배분을 달성하기 위해 사용되며, 손실 가능성을 최소화하면서 기금의 수익성을 고려해야 하는 예금보험기금의 운용 목표에 적합한 것으로 생각된다. 비슷한 성향을 가진 한국은행 외환보유고 운용에도 평균-분산 효용함수가 전략적 자산배분에 사용되고 있다.

평균-분산 효용함수는 다음과 같이 표현된다.

$$\max_{\omega} \omega^T \mu - \frac{\eta}{2} \omega^T \Omega \omega \quad s.t. \quad \omega^T \mathbf{1} = 1 \quad (6)$$

15) 예금보험기금채권상환기금은 1997년 외환위기 당시 금융구조조정을 수행하는 과정에서 정부보증 채권의 발행을 통해 조달된 102조원 규모의 공적자금 상환을 위한 기금으로 2003년 1월부로 기존 예금보험기금에서 분리되었으며 2021년말 기준 1조1,131억원 규모이다.

$\omega$ 는 각 자산에 대한 포트폴리오 비중의 벡터이며,  $\mu$ 와  $\Omega$ 는 투자 대상이 되는 자산들의 기대수익률 벡터와 분산-공분산 행렬을 의미한다. 투자자의 위험회피 경향( $\eta$ )이 증가할수록 수익률의 극대화보다는 분산의 극소화가 중요해지는 것을 확인할 수 있다.

한편, 기금 운용의 수익성 측면에서 이자율 등 시장의 상황을 고려하지 않고 단순 수익률을 기준으로 평가할 경우 운용 성과에 대한 평가가 왜곡될 여지가 있다. 따라서 일반적으로 무위험수익률 혹은 벤치마크 대비 초과수익률의 정도가 예금보험기금을 포함한 공적 기금 운용의 평가 지표로 사용되며, 이러한 측면에서 수익성 기반 포트폴리오 최적화 및 사후 평가의 목적함수로 샤프 비율(Sharpe ratio)을 고려해볼 수 있다. 샤프 비율은 자산의 수익률을 평가할 때 자주 사용되는 지표로 다음과 같이 기대 초과수익률을 수익률의 표준편차로 나눈 값으로 표현된다.

$$\max_{\omega} Sharpe_t^p = \frac{E_t(r_{t+1}^p) - r_{f,t+1}}{Std_t(r_{t+1}^p)} \quad (7)$$

$r_{f,t}$ 는  $t$ 기의 무위험 이자율을 의미하며  $r_t^p$ 는  $t$ 기 포트폴리오  $p$ 의 수익률이다. 샤프 비율 역시 초과기대수익률이 양수인 경우 자산의 초과기대수익률이 높을수록, 그리고 자산의 변동성(여기서는 표준편차)이 낮을수록 높은 값을 가진다. 그러나 초과기대수익률이 음수인 경우 변동성이 클 경우 오히려 샤프 비율이 올라가는 것을 확인할 수 있다.

본 연구는 평균-분산 효용함수를 포트폴리오 최적화 및 평가를 위한 주요 목적함수로 사용하며, 추가로 샤프 비율을 목적함수로 사용한 분석 결과를 평균-분산 효용함수의 결과와 비교한다.

### 3. 예측모형

본 연구는 다국가 원화 표시 국채수익률을 위해 고차원(high-dimensional) 다변수를 모델링해야하기 때문에 모수의 계산비용(computational cost)이 큰

연구이다. 다국가 국채수익률 예측 모형은 1) 거시경제 환경, 미래 경기 및 물가에 대한 시장의 기대, 정부와 중앙은행의 정책과 이로 인한 채권시장의 공급상황 등 다양한 원인에 의해 급격히 변동하는 이자율 기간구조와 환율의 동태성을 적합할 수 있어야 하며, 2) 자산분배 의사결정에 분산효과(diversification effect)를 정확하게 반영하기 위해 변수들 간 분산-공분산 변화를 추적할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 각 변수의 변동성과 변수들 간 상관관계의 동태적 변화 추정이 정확하고 용이하여야 한다.

모형의 추정과 예측을 위해 본 연구는 베이지안 접근법을 사용한다. 베이지안 접근법을 사용함으로써 취할 수 있는 장점은 다음과 같다. 1) 베이지안 접근법은 우도함수가 해석적으로 도출되지 않더라도 효율적이고 안정적인 추정이 가능하며, 2) 사전 분포 설정을 통해 우도함수의 국소극대 문제를 완화할 수 있고 3) 시뮬레이션을 통한 예측분포 생성과 이를 기반으로 한 포트폴리오 최적화가 용이하다. 본 연구는 다국가, 다변수를 모델링하는 만큼 베이지안 접근법이 더욱 필요하며 특히 고차원 베이지안 벡터자기회귀(VAR)모형의 도입이 중요해진다.

#### 1) Large scale 벡터자기회귀 모형 (Giannone, Lenza and Primiceri (2015))

벡터자기회귀(VAR) 모형은 단순 회귀모형과 달리 변수들 간의 시차를 고려한 상호 영향관계를 파악할 수 있다는 점에서 장점이 있다. 그러나 전통적인 VAR은 고려하는 변수가 증가할 때마다 추정해야 하는 모수의 개수가 제곱의 비율로 증가하며, 시차까지 고려하면 추정할 모수가 제곱의 배만큼 증가하게 된다. 따라서 일반적으로 5개 이상의 변수를 VAR 모형에서 고려할 경우 추정치의 불확실성이 커지게 되며 과적합(over-fitting) 문제로 인해 예측력 또한 떨어지게 된다. 특히 각국 채권 수익률 및 다른 거시 변수를 모두 포함해야 하는 본 연구에서 위와 같은 문제는 치명적이다. 과적합 문제를 회피하기 위해 포함시킬 변수의 개수를 줄일 경우 변수 선정의 기준이 모호할 뿐 아니라, 변수누락(missing variable)으로 인한 모수 추정치의 편향(bias)이 발생할 수 있다. 아울러 빈도주의적 VAR 추정 하에서는 모수의 불확실성을 반영하지 못하여 예측 불확실성을 과소추정하는 오류를

범하게 된다.

본 연구는 위 문제들을 해결하기 위해 Banbura *et al.* (2010)에 기반한 고차원 베이지안(large Bayesian) VAR 모델을 사용한다. 고차원 베이지안 VAR은 당면한 문제와 같이 고려할 변수가 많은 경우 각 파라미터에 정규화(regularization) 방법의 일종인 shrinkage를 도입하여 상대적으로 불필요한 변수에 패널티를 부여한다. 널리 알려진 빈도주의적 정규화 방법의 예시로는 ridge와 LASSO가 있는데 거시변수 예측은 다변수 VAR을 사용해야 하는 관계로 ridge와 LASSO의 사용은 다소 부적절하다. 반면 베이지안 방법론을 사용하면 적절한 사전분포(prior) 설정을 통해서 고차원 VAR에도 손쉽게 shrinkage를 부여할 수 있다.

실제로 고차원 베이지안 VAR의 예측 성과가 우수한지에 대한 다양한 선행연구가 존재한다. Banbura *et al.* (2010)은 저차원 통화변수 VAR(small monetary VAR)에 비해 추가적인 거시변수를 도입한 후 shrinkage를 부여한 고차원 베이지안 VAR의 예측력이 우월한 것을 확인하였다. Koop (2013) 또한 미국 거시변수 예측에 있어 미네소타 사전분포를 도입한 고차원 베이지안 VAR의 예측력이 팩터 모델(factor model)에 비해서도 우수한 예측력을 가진 것을 확인하였다. 이에 따라 각국의 중앙은행에서는 고차원 베이지안 VAR을 통한 경제 분석 및 예측을 용이하게 하기 위해 다양한 노력을 하고 있다. 예를 들어 최근 ECB는 BEAR(The Bayesian Estimation, Analysis and Regression) 툴박스를 개발하여 고차원 베이지안 VAR을 경제 전망 목적으로 사용할 수 있게끔 하였다. 한국은행 또한 경제전망 및 시나리오 분석을 위해 고차원 베이지안 VAR 모형 개발을 검토 중에 있다. 미연준은 2021년 고차원 베이지안 VAR 모형을 실제로 적용하여 경제전망 및 시나리오 분석을 실시한 바 있다<sup>16)</sup>. 고차원 베이지안 VAR 모형은 다양한 경제 연구기관에서 적극적으로 도입을 추진하고 있는 모형이며 본 연구의 목적에 부합한다.

16) Richard K. Crump, Stefano Eusepi, Domenico Giannone, Eric Qian, and Argia M. Sbordone (2021), "A Large Bayesian VAR of the United States Economy", STAFF REPORTS Number 976, Federal Reserve Bank of New York

## 2) 모형의 설정

기본적으로 고차원 베이지안 VAR 모형은 일반적인 벡터자기회귀(VAR)모형과 크게 다르지 않다. 종속변수  $\mathbf{y}_t$ 를  $(y_{1t} \ y_{2t} \ \cdots \ y_{kt})'$ 의  $k \times 1$  벡터로 정의한 후  $\mathbf{y}_t$ 가  $\mathbf{y}_t$ 의  $p$ 기 전까지의 과거값들로 설명된다고 가정한다. 즉, 모수가 주어졌다는 가정하에  $\mathbf{y}_t$ 의 결정식은 다음과 같이 설정된다.

$$\mathbf{y}_t \mid \theta, Y_{t-1} \sim \text{Normal}(\boldsymbol{\mu} + \Phi_1 \mathbf{y}_{t-1} + \Phi_2 \mathbf{y}_{t-2} + \cdots + \Phi_p \mathbf{y}_{t-p}, \Omega) \quad (8)$$

여기서  $Y_{t-1}$ 는  $\mathbf{y}_t$ 의 1기부터  $t-1$ 기까지의 실현치를 모아 놓은 집합이며  $\theta$ 는 모든 모수 $(\boldsymbol{\mu}, \Phi_1, \dots, \Phi_p, \Omega)$ 의 집합을 의미한다. 한편  $\Phi_i (i \in \{1, \dots, p\})$ 는  $k \times k$ 행렬로  $\mathbf{y}_t$  과거값들에 영향받는 정도를 의미하는 모수이고  $\Omega$ 는  $k \times k$  공분산 행렬이다.

고차원 베이지안 VAR 모형이 일반적인 VAR 모형과 다른 부분은 우선  $\mathbf{y}_t$ 의 차원이 크다는 점에 있다. 앞서 설명한 대로  $\mathbf{y}_t$ 의 차원이 큰 경우에는 과적합 및 예측력 감소 우려 등이 존재한다. 이에 따라 고차원 베이지안 VAR 모형은  $\Phi_i (i \in \{1, \dots, p\})$ 에 shrinkage 효과를 발생시키는 미네소타 사전분포 등을 설정한다. 특히 본 연구는 Giannone, Lenza, and Primiceri (2015)에 의거하여 미네소타 사전분포에서 나아가 하이퍼-파라미터(hyper parameter)에도 분포 가정을 추가한 계층적 사전분포를 설정한다.

$\Phi_i (i \in \{1, \dots, p\})$ 에 부여된 조건부 사전분포는 정규분포이다.

$$\phi_{ij}^{(r)} \mid \lambda, \gamma \sim \text{Normal}(0, v_{ij}^{(r)}) \quad (9)$$

$\phi_{ij}^{(r)}$ 는  $\Phi_r$ 의  $(i, j)$  인자를 의미하며  $\lambda, \gamma$ 가 각각 하이퍼-파라미터이다. 여기서  $\lambda, \gamma$ 는 분산  $v_{ij}^{(r)}$ 를 결정하는 데에 사용된다.

$$v_{ij}^{(r)} = \frac{\lambda}{r^2} \text{ if } i = j \quad (10)$$

$$v_{ij}^{(r)} = \frac{\lambda}{r^2} \gamma \frac{\omega_i}{\omega_j} \text{ if } i \neq j \quad (11)$$

위 식에서 대각항과 비대각항의 분산이 다르게 설정된 것을 볼 수 있는데, 이는 각 변수가 자기 자신의 과거치에 더 많은 영향을 받는다는 점을 반영하기 위함이다.

직관적으로  $\frac{\omega_i}{\omega_j}$ 를 무시하고 보았을 때,  $i \neq j$ 인 경우  $\gamma$ 가 추가로 곱해진 것을 볼 수 있으며  $\gamma$ 는 일반적으로 1보다 작게 설정되기 때문에  $i = j$ 인 경우에 비해  $i \neq j$ 인 경우  $\phi_{ij}^{(r)}$ 가 작아진다. 또한 사전분포 기댓값이 0인 관계로  $\gamma$ 가 0에 가까워질수록 해당 모수를 더욱 0으로 보내는 효과가 있다. 따라서  $\gamma$ 는 자기 자신이 아닌 변수의 과거값의 영향에 더욱 큰 패널티 또는 shrinkage를 부여하는 하이퍼-파라미터로 볼 수 있다. 한편  $\lambda$ 는  $i \neq j$ 뿐 아니라  $i = j$ 인 경우에도 곱해져 있으므로  $\lambda$ 는 전반적인 shrinkage를 반영하는 하이퍼-파라미터로 해석이 가능하다. 시차를 의미하는  $r^2$ 이 나뉘어 있는 것은 시간이 지날수록 과거값의 영향이 감소하는 것을 반영하기 위함이며<sup>17)</sup>,  $\frac{\omega_i}{\omega_j}$ 는 변수 간 단위를 맞춰주기 위해 곱해주었다. 각  $\omega_i (i \in \{1, 2, \dots, k\})$ 는  $\Omega$  사전평균의 대각원소를 의미한다( $E[\Omega] = \Omega_0 = \text{diag}([\omega_1^2, \omega_2^2, \dots, \omega_k^2])$ ).

한편 본 연구는 계층적 사전분포를 사용하기 때문에 하이퍼-파라미터  $\lambda, \gamma$ 에도 사전분포를 부여한다. 따라서  $\lambda, \gamma$ 는  $\lambda \sim \text{inverse Gamma}(\alpha_0, \delta_0)$ ,  $\gamma \sim \text{Inverse Gamma}(\tau_0, \kappa_0)$ 를 따르는 것으로 가정한다. 남은 모수  $\Omega$ 의 사전분포는 베이저안 선형회귀에서 일반적으로 가정하는 사전분포와 동일하게 역위샷트(inverse Wishart)분포를 따른다.

17) Litterman(1986)은 VAR을 통해 변수를 예측하고자 할 때, 다른 변수들의 과거값보다는 예측하고자 하는 대상의 과거값에 더 가중치를 줘야 하고, 먼 과거의 관측치보다는 가까운 거리의 관측치에 더 가중치를 줘야 한다고 주장하였다.



$$\Omega \sim \text{Inverse Wishart}(\nu_0, R_0 = \Omega_0(\nu_0 - k - 1)) \quad (12)$$

$\Omega$ 의 사전 평균  $\Omega_0$ 은  $\Omega_0 = \text{diag}([\omega_1^2, \omega_2^2, \dots, \omega_k^2])$ 이며, 각  $\omega_i^2$ 는  $i$ 번째 변수의 관측치를 AR(p) 모형 하에서 최소자승법으로 추정한 오차항의 분산 추정치이다. 결과적으로  $\Phi_r$ 의 하이퍼-파라미터 조건부 사전분포는

$$\Phi_r \mid \lambda, \gamma \sim \text{Multi-Normal} \left( \Phi_{r,0} = 0_{k \times k}, V_r = \begin{bmatrix} v_{11}^{(r)} & v_{12}^{(r)} & \cdots & v_{1k}^{(r)} \\ v_{21}^{(r)} & v_{22}^{(r)} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ v_{k1}^{(r)} & & & v_{kk}^{(r)} \end{bmatrix} \right) \quad (13)$$

과 같이 표현된다.

### 3) 모형의 예측

고차원 베이지안 VAR 모형 하에서의 예측은 베이지안 샘플링 기법을 통한 추정 과정에서 자연스럽게 가능해지며 예측분포 또한 도출이 가능하다. 구체적인 방법은 아래에서 상술한다.

본 연구에서 예측하고자 하는 변수는 원화로 표시된 각국의 채권 수익률(return)이다. 예측하는 국가를 세 개로 가정하고 A, B, C국이라 정의하겠다. 그러면  $\mathbf{y}_t$ 는  $(r_t^A, r_t^B, r_t^C, m_t)^T$ 로 표현이 가능하다.  $r_t^i, i \in \{A, B, C\}$ 는 원화로 표시된 각국 채권 수익률(return)이며  $m_t$ 는 예측에 사용되는 기타 거시변수를 의미한다.

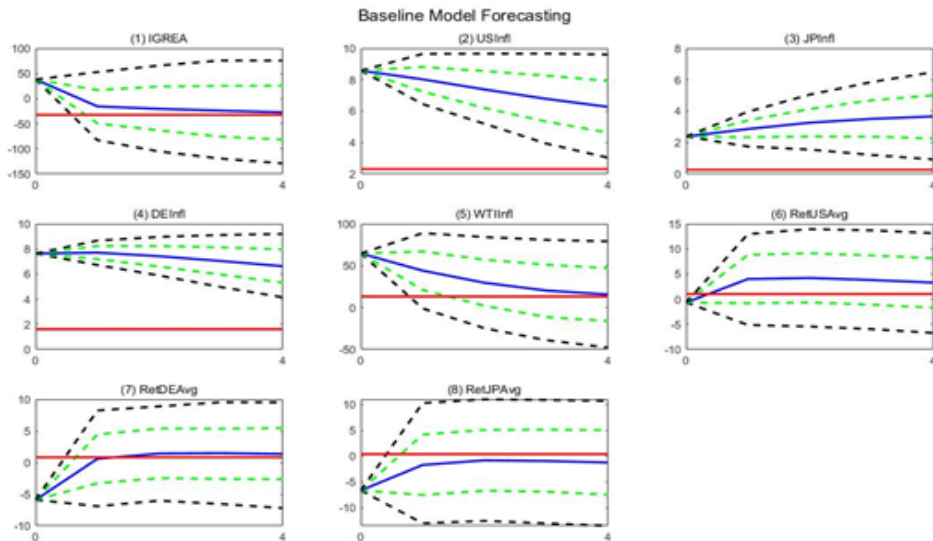
$$\mathbf{y}_t \mid \theta, Y_{t-1} \sim \text{Normal}(\boldsymbol{\mu} + \Phi_1 \mathbf{y}_{t-1} + \Phi_2 \mathbf{y}_{t-2} + \cdots + \Phi_p \mathbf{y}_{t-p}, \Omega) \quad (14)$$

위 모형을 베이지안 방법론을 통해 추정하면 샘플링 과정에서 각 반복(iteration)  $i$  마다  $(\boldsymbol{\mu}^i, \Phi_1^i, \dots, \Phi_p^i, \Omega^i)$ 의 값이 도출된다. 따라서  $Y_T$ 까지의 데이터가 주어졌있는 상황에서  $i$ 번째 반복에  $\boldsymbol{\mu}^i + \Phi_1^i \mathbf{y}_{T-1} + \Phi_2^i \mathbf{y}_{T-2} + \cdots + \Phi_p^i \mathbf{y}_{T-p+1}$ 를 계산한 뒤에

$Normal(0, \Omega)$ 를 따르는 오차항을 샘플링하여 더해주면  $T+1$ 기 예측치  $y_{T+1}^i$ 를 계산할 수 있다. 해당 과정을 반복하면 임의의  $k$ 에 대해서도  $y_{T+k}^i$ 를 도출할 수 있다. 반복  $i$ 에서  $y_{T+k}^i$ 를 계산하는 과정은 베이저안 추정 과정에서 모수의 추정치를 계산하는 과정과 동시에 이루어진다. 따라서 샘플링 과정이 완성되면 각 모수의 사후 분포가 구해지는 것처럼 임의의  $k$ 에 대해  $y_{T+k}$ 의 사후 예측분포를 구할 수 있게 된다.

〈그림 4〉는 위 모델을 사용해 도출한 본 연구에서 고려하는 변수들의 4분기 이후까지의 예측치 및 예측분포이다. 가로 축은 예측 기간을 의미하며 점점 점선은 예측분포의 95% 신용구간(credible interval), 초록 점선은 60% 신용구간을 나타낸다. 예측 시점은 2022년 2분기 기준이다. 표본 외 기간에 대해 포트폴리오 최적화를 할 때에도 각 표본 외 기간별로 아래와 같은 예측분포를 도출한 후 최적화를 실시하게 된다.

〈그림 4〉 거시변수 및 각국 채권 수익률 예측 분포



주: IGBEA는 델러스 연방준비은행의 국제실물경제지표이며 USInfl, JPIInfl, DEInfl는 각각 미국, 일본, 독일의 인플레이션을 의미한다. WTIInfl는 WTI 지수의 yoy 증가율, RetUSAvg, RetDEAvg, RetJPAvg는 각각 미국, 독일, 일본의 원화표시 채권 평균 수익률을 의미한다.

#### 4. 포트폴리오 최적화 알고리즘

포트폴리오 최적화는 최적화를 하고자 하는 목적함수가 주어졌을 때 이를 극대화하는 방식으로 이루어진다. 빈도주의적 접근법 하에서는 목적함수를 극대화시키는 작업이 다소 번거로울 수 있지만 베이지안 접근법에서 포트폴리오 최적화는 앞서 생성한 예측분포를 이용하여 간단하게 가능하다.

T+k기 포트폴리오의 수익률을  $r_{T+k}^p$ 라고 할 때, 본 연구의 목적함수인 평균-분산 효용함수는

$$\max \omega^T \mu - \frac{\eta}{2} \omega^T \Omega \omega \quad s.t. \quad \omega^T \mathbf{1} = 1 \quad (15)$$

로 표현된다. 여기서  $\eta$ 는 위험기피도로 패널티 항의 영향 정도를 결정하고,  $\omega$ 는 포트폴리오 비중  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)^T$  ( $\omega_3 = 1 - \omega_1 - \omega_2$ )을 의미한다. 포트폴리오는 앞서 제시된 세 개 국가 채권 수익률의 조합으로 이루어지며  $r_{T+k}^p$ 는  $r_{T+k}^p = \omega_1 r_{T+k}^A + \omega_2 r_{T+k}^B + \omega_3 r_{T+k}^C$ 과 같이 표현된다. 각국 채권 수익률은 원화 표시 수익률이라고 가정한다.

한편 목적함수 계산에 필요한  $E(r_{T+k}^p) = \omega_1 E(r_{T+k}^A) + \omega_2 E(r_{T+k}^B) + \omega_3 E(r_{T+k}^C)$ 는  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 의 함수이다. 각국 채권 수익률  $r_{T+k}^i$ ,  $i \in \{A, B, C\}$ 의 기댓값은 사후 예측분포의 평균으로 도출이 가능하며,  $Var(r_{T+k}^p)$  또한  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 의 함수이다. 결국  $\phi$ 와  $\xi$ 만 주어진다면 목적함수 전체가  $(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ 의 함수가 된다. 따라서 베이지안 접근법 하에서 최적 포트폴리오 비중은 여러 고려 대상 포트폴리오 가중치 중 목적함수를 극대화하는 값으로 선택된다. 샤프 비율을 이용한 최적화 역시  $E(r_{T+k}^p)$ 와  $Var(r_{T+k}^p)$ 만 있으면  $(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ 의 함수인 관계로 유사한 방법으로 시행된다.

결과적으로 포트폴리오 최적화는 아래와 3 단계에 걸쳐 순차적으로 진행된다.  
(1단계) 자산운용의 목적함수와 포트폴리오 제약 설정

(2단계) 고차원 베이지안(large Bayesian) VAR 모형 추정을 통한 자산수익률의  
결합 사후예측분포 샘플링

(3단계) 주어진 사후예측분포와 제약하에서 기대목적함수를 극대화하는 포트폴리오  
탐색

## 5. 기금운용성과분석 기준

포트폴리오의 위험관리와 목표수익률 달성 정도를 평가하기 위해 본고는 앞서 포트폴리오 최적화를 위해 사용한 평균-분산 및 샤프 비율 목적함수의 실증적 실현치를 이용한다. 실증적 실현치를 사용하는 이유는 목적함수 계산에 필요한  $E_t(r_{T+k}^p)$ 와  $Var_t(r_{T+k}^p)$ 는  $T$ 기에서 관측이 되지 않고 모형에 의존하는 값이기 때문이다. 반면 실증적 샤프 비율(Empirical Sharpe Ratio)은 전체  $T$ 기 중 일부를 in-sample 기간, 나머지를 out-of-sample 기간으로 설정한 후 in-sample 기간 데이터를 통해 구성된 포트폴리오의 out-of-sample 표본 평균 및 표준편차를 이용한다. 즉,  $T-l$ 기 까지 데이터로 최적화한 포트폴리오의  $T-l$ 기 이후 실현 수익률  $r_{T-l+1}^p, r_{T-l+2}^p, \dots, r_T^p$ 의 표본 통계량을 이용해 실증적 목적함수를 계산한다. 샤프 비율을 예로 들면 실증적 샤프비율은

$$\frac{1/l \sum_{j=T-l+1}^T (r_j^p - r_{j-1,f})}{\sqrt{1/(l-1) \sum_{j=T-l+1}^T (r_j^p - \bar{r}_j^p)^2}}$$

로 표현된다. 여기서  $\bar{r}_j^p$ 는 표본평균을 의미한다.

실증적 평균-분산 효율 역시 유사한 방식으로 계산한다.

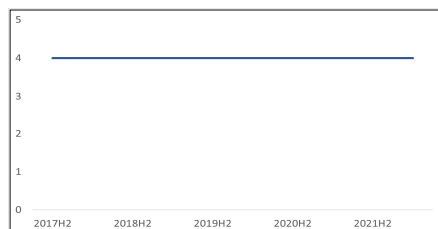
## IV. 실증분석결과

본 연구는 총 다섯 가지의 포트폴리오를 비교한다. 1) 미국 국채만 사는 경우, 2) 미국, 독일, 일본 국채에 각각 1/3씩 투자하는 경우, 3) 미국 국채에 0.2, 독일 국채에 0.2, 일본 국채에 0.6의 비중을 투자하는 경우, 4) 미국 국채에 0.2, 독일 국채에 0.6, 일본 국채에 0.2의 비중을 투자하는 경우, 그리고 마지막으로 5) 미국 국채에 0.6, 독일 국채에 0.2, 일본 국채에 0.2의 비중을 투자하는 경우가 그것이다. 각 포트폴리오를 (1,0,0), (1/3,1/3,1/3), (0.2,0.2,0.6), (0.2,0.6,0.2), 그리고 (0.6,0.2,0.2)로 지칭하며, 필요시 더 간단하게 순서대로 1, 2, ..., 5의 인덱스를 부여한다. 위와 같이 다섯 가지의 포트폴리오를 비교대상으로 삼은 이유는 단순 포트폴리오를 가상의 벤치마크로 설정하고 수동적(passive) 전략을 취한다는 전제 하에서 미국 국채만 투자하는 경우와 벤치마크와 크게 벗어나지 않는 네 종류의 포트폴리오를 대상으로 최적화를 시도하고자 함이다. 또한 포트폴리오 수익률 분석 시 out-of-sample 기간을 5년(2017년 하반기 - 2022년 상반기)으로 잡았으며 포트폴리오 재조정(portfolio rebalancing) 기간은 6개월(2분기)로 설정하였다.

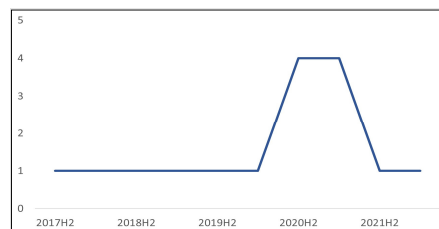
〈그림 5〉는 III-4의 포트폴리오 최적화 알고리즘을 통해 도출한 표본 외 기간의 반기별 최적 포트폴리오다. 패널 (a)는 평균-분산 효용함수를 이용해 최적화한 결과이며, 패널 (b)는 샤프 비율을 이용해 최적화한 결과이다. 평균-분산 효용함수의  $\eta$ 에는 1을 대입하였으며, 1~10 사이 임의의 숫자를 대입하여도 결과는 변하지 않는다.

〈그림 5〉 표본 외 기간 최적 포트폴리오

(a) 평균-분산 효용함수를 사용한 경우



(b) 샤프 비율을 사용한 경우

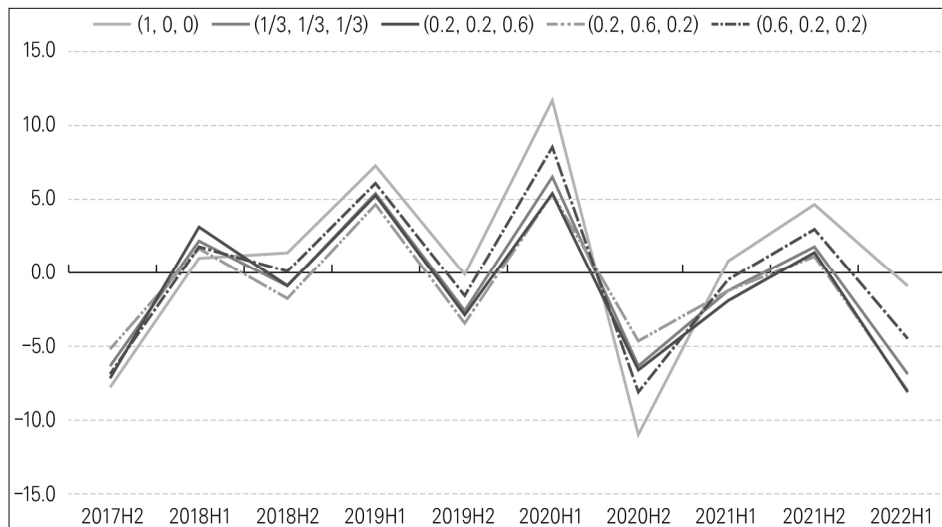


주: 세로축의 숫자는 포트폴리오 인덱스를 의미한다.

〈그림 5〉에서 보이듯 평균-분산 효용함수를 목적함수로 사용하는 경우 독일 국채를 60% 섞는 포트폴리오 4가 모든 표본 외 기간에서 최적이며, 샤프 비율을 목적함수로 사용하는 경우 미국 국채에만 투자하는 포트폴리오 1이 2020년 하반기 및 2021년 상반기를 제외한 모든 기간에서 최적이다.

위 최적 포트폴리오는 각 기간마다 포트폴리오 수익률이 실현되기 반기 전 베이시안 포트폴리오 최적화 알고리즘을 적용한 선형적인 최적 포트폴리오다. 따라서 선형적으로 결정된 최적 포트폴리오가 실제로도 우수한 성과를 내는지 확인할 필요성이 존재한다. 각 포트폴리오의 사후적 성과를 구체적으로 평가하기 이전에 직관을 위해 단순한 사후적 실현 수익률을 그림으로 표현하면 다음과 같다.

〈그림 6〉 표본 외 기간 포트폴리오별 실현 수익률



〈그림 6〉을 보면 원/달러 환율이 급상승하였던 2022년 상반기를 제외하면 (1,0,0)에 비해 분산투자를 한 포트폴리오의 변동성이 작은 것을 확인할 수 있다. 특히 독일 국채에 60%를 투자하는 (0.2,0.6,0.2) 포트폴리오의 변동성이 기타 포트폴리오에 비해 작다. 따라서 포트폴리오 변동성에 민감한 기관 투자자의 경우 단순히 (1,0,0)의 포트폴리오를 구성하는 것보다 (1,0,0)의 추세는 따라가되

변동성을 줄여주는 (0.2,0.6,0.2) 포트폴리오를 구성하는 것이 더 높은 효용을 얻을 수 있음을 간접적으로 알 수 있다.

본 연구는 포트폴리오의 사후적 성과를 평가할 때에도 선형적 최적화에 사용한 동일한 목적함수를 이용한다. 예를 들어 평균-분산 목적함수를 사용하여 최적화한 포트폴리오를 평가할 때에는 표본 외 기간의 실증적 평균-분산 효용을 기준으로 성과를 비교한다. 간혹 평균-분산 효용을 이용해 최적화한 포트폴리오를 평가할 때에도 실증적 샤프 비율 또는 단순 수익률을 통해 평가하는 경우가 있는데, 이는 엄밀한 관점에서 정확하지 않은 평가 방법이다. 포트폴리오가 사전적으로 극대화한 목적함수가 단순 수익률 또는 샤프 비율이 아니기 때문이다. 각 목적함수를 이용하여 평가한 포트폴리오의 운용 성과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 포트폴리오 운용성과

포트폴리오/성과지표	실증적 평균-분산 효용	실증적 샤프 비율
(1,0,0)	-20.953	0.099
(1/3,1/3,1/3)	-12.626	-0.188
최적 포트폴리오 - 평균-분산	<b>-10.671</b>	-0.264
최적 포트폴리오 - 샤프 비율	-14.687	<b>0.193</b>

주: 굵게 표시된 숫자는 각 성과지표에서 가장 높은 값을 부여받은 포트폴리오를 의미한다. “최적 포트폴리오-평균-분산”은 <그림 5>의 패널(a)에서 도출된 최적 포트폴리오(모든 기간에 (0.2,0.6,0.2)를 선택하는 것)를 의미하며, “최적 포트폴리오 - 샤프 비율”은 <그림 5> 패널(b)에서 도출된 최적 포트폴리오(2020년 하반기 및 2021년 상반기에는 (0.2,0.6,0.2)를 선택하고 나머지 기간에는 전부 (1,0,0)을 선택하는 것)를 의미한다.

<표 7>의 첫 번째 열을 살펴보면 실증적 평균-분산 효용함수를 사용하여 포트폴리오 성과를 평가한 경우 (0.2,0.6,0.2) 포트폴리오가 가장 우수하다. 이는 <그림 7>에서 포트폴리오 수익률이 실현되기 전 선형적으로 결정된 평균-분산 효용함수 최적 포트폴리오가 (0.2,0.6,0.2)인 것과 일치하는 결과이다. 즉, 평균-분산 효용함수를 이용해 선형적으로 결정된 최적 포트폴리오가 실제로도 실증적 평균-분산 효용이 가장 우수하였다. 마찬가지로 사전적으로 샤프 비율을 이용해 최적화를 시킨 포트폴리오(“최적 포트폴리오 - 샤프 비율”)가 사후적으로도 실증적 샤프 비율이 가장 우수하였다.

## V. 결론 및 시사점

예보기금은 주로 신용위험이 없는 국내의 중장기 국공채 및 특수채를 만기보유로 운용하고 있으며 국내 금융기관 예치금의 비중이 매우 높은 편이어서 국내 금융시장 불안과 금융기관 부실화가 발생할 경우 기금의 유동성 확보에 어려움을 겪을 가능성이 있다. 이에 대한 해결책 중 하나로 2022년부터 미국 국채를 운용가능 자산에 포함하였으며, 최근에는 미국 국채 이외의 해외 국채를 운용가능 자산에 포함할 경우 국채수익률과 환율을 고려한 위험분산 효과를 강화할 가능성이 있는지를 검토하고 있다. 다양한 해외 국채를 운용자산에 적절하게 편입할 경우 예보기금은 이를 통해 유동성 및 안정성 강화와 수익성 개선을 동시에 달성할 수 있을 수 있다. 즉, 운용대상 자산에 다양한 해외 국채를 포함할 경우 (i) 국내 금융시장 및 금융기관 리스크에 취약한 예치금 및 국내채권 위주의 기금운용 구조가 개선되고, (ii) 유동성과 안정성을 유지하면서도 중장기 투자 목표 중 하나인 수익성을 제고할 수 있을 것으로 예상된다. 이에 본 연구는 예보기금 해외 채권 운용 다변화를 위해 미국뿐만 아니라 일본, 독일 등 주요국 국채로 확대할 필요성이 있는지를 실증적으로 검토하였다.

실증분석결과, 미국 국채뿐만 아니라 일본과 독일 국채를 대상으로 투자대상을 확대하게 되면 미국 채권에 대한 단일 투자 대비 수익률의 변동성이 낮아 기금운용의 안정성이 개선될 가능성이 높다고 판단되며, 표본외 예측과 그에 기반한 최적자산배분 실험결과에 의하면 투자의 목적함수에 강건한 결과가 도출되었다.<sup>18)</sup> 따라서 타 기금 대비 손실위험에 민감한 예금보험기금의 특성 상 기금의 안정성 측면에서 선진국 국채의 투자 대상을 확대하는 방안을 검토할 필요가 있으며, 동시에 운용성과 극대화를 위해 통계적 예측모형에 기반한 최적 자산배분결정 시스템을 개발하거나 도입하여 실무에 적용할 필요성이 있다. 그러한 과정에서 본 연구성과는 투자다변화 계획수립 과정에 기초자료로 유용하게 활용될 것으로 기대한다.

특히 최근과 같이 환율과 금리의 변동성이 크고, 보다 면밀한 통계 및 시장분석과

18) 기대수익률 대비 실현수익률을 극대화한 샤프 비율에서는 미국 국채에 대한 단일 투자가 일부 시점에서 우월한 것으로 평가되었다.



보수적인 자산운용이 요구되는 상황에서 기본적으로 환율과 금리의 방향예측은 거의 불가능하지만 변동성과 상관관계는 지속성이 있어 예측 가능한 부분이 많기 때문에 포트폴리오 최적화를 통해 위험관리는 가능한 측면이 있다. 또한 운용성과는 벤치마크 대비로 하는 것이므로 현재와 같이 불확실성이 크게 확대된 시기에는 평소보다 보수적인 전략을 취하는 것이 바람직할 것이다. 예보 입장에서 여타 기금운용에 비해 우수한 기금운용성으로 평가받기 위해서 벤치마크 대비 높은 누적수익률을 얻는 것도 중요하겠지만, 하방 위험이 큰 시기에 큰 손실을 보지 않는 것이 더 중요하기 때문이다.

한편 본 연구에서 개발한 다국가 국채수익률 예측 및 포트폴리오 최적화 모형은 다양한 금융자산과 기간에 유연하게 적용이 가능하며, 베이지안 모형의 특징인 사후분포 추정과 Grid Search 기법을 이용하여 평균-분산 효용함수 이외에도 다양한 목적함수의 극대화에 적용할 수 있다. 예를 들어 Kim and Kang(2021)의 경우와 같이 특정 수익률의 제약 하에 Conditional Value-at-Risk를 최소화하는 최적 포트폴리오, 특정 Value-at-risk의 제약 하에 수익률을 극대화하는 최적 포트폴리오 등의 추정에 쉽게 적용할 수 있어 이를 활용한다면 향후 다양한 금융시장의 변화에 유연하게 대응하고 기금운용의 안정성과 수익성을 동시에 증진시킬 수 있을 것이라 생각된다.

다만 본 연구의 몇몇 부분은 추가 연구를 통해 향후 보완이 필요한 것으로 생각된다. 우선 본 연구의 목적이 미국 외 선진국 국채를 포함했을 때 기금운용성과의 개선된다는 경험적 증거를 보이는 것이어서 어떤 선진국 국채를 포함해야 개선효과가 극대화되는 지에 대해서는 분석하지 않았다. 아마도 영국, 프랑스, 캐나다와 같은 다른 선진국을 포함하면 분산효과의 이득이 예측모형의 과도접합에서 오는 비용보다 클 것으로 예상된다. 따라서 투자자산대상의 확대범위에 대한 추가 연구가 필요할 것이다. 다음으로 본 연구는 단순 포트폴리오를 가상의 벤치마크로 설정하고 수동적(passive) 전략을 취한다는 전제 하에서 미국 국채만 투자하는 경우와 벤치마크와 크게 벗어나지 않는 네 종류의 포트폴리오를 대상으로 최적화를 시도하였다. 세밀한 격자 탐색(grid search)을 통해 MV 최적화 분석을 할 경우 구석해가 발생하는 경우가 종종 발생하고 이를 방지하기 위해 벤치마크와의

거리제한이나 패널티 등으로 정규화(regularization)를 도입한다. 본 연구도 이런 목적으로 다섯 개의 포트폴리오 공간에서 최적화를 시도하였다. 하지만 보다 세밀하게 수치적 최적화를 실행하면 운용성과의 개선이 가능할 수도 있다.

## 참고문헌

- 김동환·김윤정·강규호, “베이지안 기법을 활용한 최적 외환 포트폴리오 연구,” 『금융안정연구』, 제17권, 제1호, 예금보험공사, 2016, pp. 121-162.
- 윤창준, “외환보유액 운용현황과 향후 과제,” *한국은행 금요강좌*, 한국은행, 2020, 제824회.  
(URL : <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/B0000217/view.do?nttId=10059978&menuNo=200144>)
- 황정옥·황준호, “국민연금기금의 해외투자 성과평가 방안에 관한 연구,” 『국민연금연구원 연구보고서』, 2018-11호, 국민연금연구원, 2018.  
(UCI : <https://uci.co.kr/G500:1310377-02012048354949>)
- 황정옥·조은영·노정희·태엄철·강태현, “2020년 국민연금 기금운용 성과평가,” 『국민연금연구원 정책보고서』, 2021-07호, 국민연금연구원, 2021.
- 황준호 “국민연금기금의 해외투자 현황 및 외환 정책,” 『자산운용연구』, 제8권, 제1호, 2020, pp. 66-80  
(DOI : <https://doi.org/10.23007/amr.2020.8.1.66>)
- 공무원연금공단, 『2021년 연간 금융자산 성과평가 결과』공무원연금공단 경영공시, 2021.
- 국민연금기금운용본부, 『해외채권 투자현황』국민연금공단 웹사이트, 2022  
(URL : [https://fund.nps.or.kr/jsppage/fund/msc/msc\\_040401.jsp](https://fund.nps.or.kr/jsppage/fund/msc/msc_040401.jsp))
- 예금보험공사, 『2022년도 예금보험기금채권상환기금 및 예금보험기금 자산운용지침』 예금보험공사 웹사이트, 2022.  
(URL : [https://www.kdic.or.kr/kongsi/announce\\_budgetInstr\\_list.do](https://www.kdic.or.kr/kongsi/announce_budgetInstr_list.do))
- 한국은행, 『한국은행 외환보유액 운용현황』 한국은행 웹사이트, 2022.  
(URL : <https://www.bok.or.kr/portal/main/contents.do?menuNo=200413>)
- 한국은행, 『2022년 6월말 외환보유액』 한국은행 보도자료 2022-07-01호.

- Banbura, Marta, Domenico Giannone, Lucrezia Reichlin, "Large Bayesian Vector Auto Regressions," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 25, No. 1, 2020, pp. 71-92.  
(DOI : <https://doi.org/10.1002/jae.1137>)
- Crump, Richard K., Stefano Eusepi, Domenico Giannone, Eric Qian, and Argia M. Sbordone, "A Large Bayesian VAR of the United States Economy," *STAFF REPORTS* no. 976, Federal Reserve Bank of New York, 2021.
- Diebold, Francis and Canlin Li, "Forecasting the term structure of government bond yields," *Journal of Econometrics*, Vol. 130, No. 2, 2006, pp. 337-364.  
(DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.03.005>)
- Giannone, D., M. Lenza, and G. E. Primiceri, "Prior selection for vector autoregressions," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 97, No. 2, 2015, pp. 436-451.  
(DOI : [https://doi.org/10.1162/REST\\_a\\_00483](https://doi.org/10.1162/REST_a_00483))
- Kim, Donghwan and Kyu Ho Kang, "Conditional Value-at-Risk Forecasts of an Optimal Foreign Currency Portfolio," *International Journal of Forecasting*, Vol. 37, No. 2, 2021, pp. 838-861.  
(DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.09.011>)
- Koop, Gary, "Forecasting with medium and large Bayesian VARs," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 28, No. 2, 2013, pp. 177-203.  
(DOI : <https://doi.org/10.1002/jae.1270>)
- Litterman, Robert B., "Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions: Five Years of Experience," *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 4, No. 1, 1986, pp. 25-38.  
(DOI : <https://doi.org/10.1080/07350015.1986.10509491>)

Ludvigson, S. C. and S. Ng, "Macro Factors in Bond Risk Premia," *Review of Financial Studies*, Vol. 22, No. 12, 2009, pp. 5027-67.

(DOI : <https://doi.org/10.1093/rfs/hhp081>)

Nelson, Charles R. and Andrew F. Siegel, "Parsimonious Modeling of Yield Curves," *Journal of Business*, Vol. 60, No. 4, 1987, pp. 473-489.

(DOI : <https://doi.org/10.1086/296409>)

## On the Extension of the Korea Deposit Insurance Fund Operation to Government Bonds in Developed Countries<sup>\*</sup>

Kyu Ho Kang<sup>\*</sup> and Dongwhan Kim<sup>\*\*</sup>

### 〈Abstract〉

The Korea Deposit Insurance Corporation (KDIC) has been including U.S. bonds in the assets under management of the deposit insurance from 2022. Therefore, this study empirically examined whether it is necessary to diversify the overseas bond management of the forecast fund into the government bonds of major countries such as Japan and Germany, as well as the United States. As a result of the empirical analysis, it was estimated that the investment performance of overseas bonds was partially improved in terms of risk-return ratio when the target of overseas bond investment was expanded to Japanese and German government bonds. Based on the out-of-sample prediction, along with the experimental results of optimal asset allocation based on it, robust results were derived for the objective function of investment. The structure vulnerable to systemic risks in the financial period will be improved if overseas government bonds are expanded to major advanced countries. There is also a possibility that this will contribute to meeting an appropriate mid- to long-term investment ratio while maintaining liquidity and stability.

**Keywords:** investment diversification, large-scale VAR, Bayesian portfolio optimization

**JEL Classification:** G11, G12, G17

Date of Receipt (Dec 15, 2022), Date of Revision (Mar 20, 2023), Date of Acceptance (Jun 1, 2023)

<sup>\*</sup> This work was supported by the Korea Deposit Insurance Corporation. The views expressed in this work are those of the author and are not related to the official opinion of the Korea Deposit Insurance Corporation.

<sup>\*\*</sup> (First author) Professor, Department of Economics, Korea University, [kyuho@korea.ac.kr](mailto:kyuho@korea.ac.kr), +82-2-3290-5132

<sup>\*\*\*</sup> (Corresponding author) Research Fellow, Korea Deposit Insurance Corporation, [dhkim@kdic.or.kr](mailto:dhkim@kdic.or.kr), +82-2-758-1087