



자산배분 시 의사결정모형 활용방안 연구

송 인 옥* (한국펀드평가)

Abstract

그 동안의 연구들은 대부분 자산배분방법론이나 기대수익률 및 기대위험 추정에 초점이 맞추어져 있었다. 하지만 실무적으로 다수의 연기금들은 앞선 부분에 대해 나름의 접근법을 가지고 있다. 반면, 목표수익률, 허용위험한도, 최적 자산배분안 선택과 같은 정성적인 부분은 연기금들의 고민거리이다. 이에 본 연구는 다양한 시나리오를 가정하여 자산배분을 수행하고, 의사결정모형을 적용하여 최적의 투자조합을 선택하는 방안이 효용성이 있는지 분석하였다. 그 결과, 다소 보수적인 의사결정모형을 이용한 경우, 전통적 자산배분모형 대비 위험대비 성과가 개선되는 것으로 나타났다. 발생확률을 인지하지 못한 경우 Minimax rule에 70%의 가중치를 부여한 Hurwicz rule(Hurwicz2)과 Minimum-regret rule(Regret)의 샤프비율이 개선되었다. 발생확률을 인지한 경우에는 목표수익률을 실질가치유지(CPI+100bp) 수준으로 타 의사결정모형 대비 상대적으로 낮은 수준의 목표수익률을 설정한 Target-return optimization(Target2)의 샤프비율이 개선되었다. 이는 안정적이고 지속적 운용을 목표로 하는 연기금의 운용전략에도 부합한다고 하겠다. 물론, 의사결정모형이 여전히 정성적이고 자의적인 측면이 있으나, 이러한 다양한 시도들이 자산배분 프로세스를 더욱 정교하게 만들 수 있는 길이라 판단된다. 해당 부분의 실무적 중요성을 고려한다면 향후 관련 연구들이 계속되어 연기금의 운용성과 제고에 기여할 수 있기를 기대한다.

[1] 서론

자산운용성과는 크게 전략적자산배분효과, 전술적 자산배분효과, 종목선택효과로 구성된다. 전략적자산배분효과는 자산배분에 따른 투자 수익이며, 전술적

자산배분효과는 운용부서의 전술적 운용(자산군 비중 조절 등)에 따른 효과이다. 마지막으로 종목선택효과는 투자 집행 시 개별자산군 내의 섹터 혹은 종목을

주제어 : 자산배분, 시나리오, 의사결정모형, Hurwicz rule, Regret
JEL 분류기호 : G10, G20

* 저자. 한국펀드평가 리서치센터장, 주소: 서울특별시 중로구 세종대로 149 광화문빌딩 9층, 03186;
E-mail: iwsong@kfr.co.kr; Tel: 02-399-3124.

벤치마크와 다르게 운용한 효과이다. 이 중 전략적 자산배분효과가 전체 운용성과의 90% 이상을 설명하는 가장 큰 요인으로 알려져 있다.(Brinson et al. 1986; Ibbotson and Kaplan, 2000; 정문경·원종현 2005) 이에 자산배분에 대한 이론적, 실무적 관심은 매우 높으며, 자산배분방법도 마코위츠(Markowitz)의 평균-분산모형을 기반으로 지속적으로 발전하고 있다. 전통적인 자산배분방법은 향후 기대되는 자산군별 위험과 수익을 추정하여 자산을 배분하는 방법이다. 대표적으로 마코위츠의 평균-분산모형이 있으며, 이를 보완한 블랙리터만모형(Black-Litterman Model, Black and Litterman 1992; He and Litterman 1999; Satchell and Scowcroft 2000)과 재표본추출법(Resampling Model, Michaud 1998)이 실무적으로 많이 활용된다. 하지만 향후 시장상황을 정확히 예측한다는 것은 불가능하기 때문에, 최근 자산배분의 방향은 수익률 예측을 통한 수익률 극대화 방향이 아닌, 안정적이고 꾸준한 성과달성 또는 자산운용 목표에 초점이 맞추어지고 있다. 예측가능성이 낮은 수익률 보다는 자산군의 특성이라 할 수 있는 위험에 초점을 맞춘 방법론도 실무적으로 활용도가 높다. (Risk-Budgeting, Risk-Parity 등) 이와 더불어 부채를 고려한 ALM(Asset Liabilities Management) 기반의 자산배분방법(ALM Base Asset Allocation, Liability Driven Investment(LDI), Surplus Risk Base Asset Allocation 등)도 연기금 및 퇴직연금 중심으로 활발하게 논의되고 있다.

하지만 여전히 자산배분방법의 주류는 위험-수익 기반의 자산배분방법이다. 자산운용의 목적을 고려한다면, 자금주체가 가진 부채에 초점을 맞추는 것이 가장 합리적인 방법이겠으나, 부채에 대한 정의가 명확히 수립되어 있는 자금주체는 매우 소수에 불과하다. 국내 다수의 중소형 사업성기금들은 실질적인 부채라는 것이 존재하지 않으며, 정책이슈에 따라 부채로 정의할 수 있는 자금지출의 불확실성이 매우 높다. 또한 부채가 정의되어 있는 자금주체도 부채에 대한 영향이 자산운용을 통한 수익보다는 적립율 또는 지급율의 변동에 따른 영향이 훨씬 크다. 따라서 현실적으

로는 퇴직연금과 일부 연금성 기금을 제외하면 부채에 기반한 자산배분방법 적용에 한계가 있다. 이에 실무적으로 전통적 자산배분의 활용도가 여전히 높은 상태이기 때문에, 본 연구에서는 전통적 자산배분방법의 개선방안을 찾아보고자 한다.

전통적인 자산배분모형은 (1)자산군별 파라미터 추정, (2)효율적 투자선 도출, (3)제약조건 하 최적투자조합 도출의 3단계를 거친다. 먼저, 향후 시장상황을 예측하여 자산군별 기대수익률과 기대위험, 자산군별 상관관계를 추정하고, 이를 기반으로 효율적 투자선(efficient frontier)을 도출한다. 목표수익률과 허용 위험한도로 대변되는 투자자의 제약조건을 반영하여 효율적 투자선 위 다수의 효율적 투자조합 중 최적의 투자조합을 선택한다. 앞서 언급된 3단계 중 1단계와 3단계는 각각 수익이 개선될 수 있는 방안을 가지고 있다. 먼저 평균-분산모형을 사용하여 최적포트폴리오를 구성하기 위해서는 자산군별 기대수익률과 위험(표준편차)의 정확한 측정이 필수적이며, 이 분야에 대해 활발한 연구가 수행되었다. 기대수익률 측면에서 살펴보면, 자산군별 수익률이 평균에 수렴한다는 가정에 기반한 방식(James and Stein 1961)을 시작으로 자본자산가격결정모형(CAPM)으로 확장되었다.(Sharpe 1964; Lintner 1965; Mossin 1965) 이후 차익거래 가격결정모형(APT, Ross 1976), 균형기대수익률(Fisher 1975), 내제수익률(Black and Litterman 1990, 1992) 등 다양한 방법들이 연구되어 왔다. 다음으로 위험지표 측면에서는 전통적인 표준편차 외에 VaR(Value at Risk, Mausser and Rosen 1998; Campbell et al. 2001; Artzner et al. 1999), CVaR(Conditional VaR Rockafellar and Uryasev 2000), LPM(Lower Partial Moment, Fishburn 1977), Shortfall Risk(Leibowitz and Henriksson 1989; Leibowitz and Langatieg 1989; Leibowitz and Kogelman 1991; 오세경·이정우 2014) 등이 검토되었다.

다음으로 제약조건 하 최적투자조합을 도출하는 단계이다. 실무적으로 제약조건은 투자자의 목표수익률과 위험한도로 설정된다. 따라서 사전에 정의된 수



익-위험 한도 내 다양한 효율적 투자조합 중 최적의 투자조합을 선택하게 된다. 목표수익률이라는 최저수익률 한도와 위험한도라는 최고수익률 한도 내에는 다양한 자산배분안이 존재하며, 상황에 따라 매우 큰 차이를 가지는 배분안이 대상이 될 수 있다. 실제 CPI라는 목표수익률과 하락위험(Shortfall Risk) 10% 이내라는 위험한도라는 동일한 제약조건을 가진 기금이 최종 자산배분안 시 A기금은 주식비중 0%, B기금은 주식비중 20%를 선택하는 경우도 존재한다.¹⁾ 하지만 다수의 자산배분 관련 선행연구는 투자안 선택에 대한 고민보다는 파라미터 추정과 자산배분방법론에 대해 주로 연구되었으며, 연구 시 최적 투자조합은 위험대비 성과로 표현되는 효용함수가 최대가 되는 안을 선택하는 것을 가정하고 있다. 하지만 투자자의 효용이 함수로 표현되는데 한계가 있으며, 투자자는 효용함수보다는 위험자산의 비중, 해외자산의 비중, 목표수익률 달성 등 다양한 정성적 요인을 고려하여 투자안을 선택하게 된다. 즉, 최종 투자안 선택은 기계적이며 정량적인 평가가 아닌 정성적이며 투자자의 특성이 반영된 결과이다. 이에 자산배분에 행태재무학(behavioral finance)를 반영하려는 움직임이 최근에 나타나고 있다.(Siebenmorgen and Weber (2003)) 하지만 최적 선택에 대한 일반론을 제시하는 것이 아닌, 상황에 따라 자산배분 모형을 달리 설정하는 자의성에서 못 벗어나고 있다.

자산운용 성과 개선을 위해서는 자산배분에 대한 해결책이 필요하다. 앞서 밝힌 바와 같이 기대수익률과 관련하여 다양한 고민들이 이루어지고 있으며 장기적으로는 추정치에 수렴하나, 단기적으로는 어떤 방법

론이더라도 예측불가능하다. 일반적으로 자산배분이 연단위로 이루어진다는 점을 고려한다면, 기대수익률과 위험의 정확한 예측을 통한 수익 개선은 현실적으로 불가능한 접근법이다. 결국 다양한 효율적 자산배분안 중 최적의 투자조합을 선택하는 3단계가 수익 개선에는 더욱 중요한 의사결정이라 할 수 있다. 특히, 현재와 같이 시장의 불확실성이 커진 상태에서는 차년도 시장을 예측하여 파라미터를 잘 추정하려는 노력보다는 다양한 시나리오를 가정하여 자산배분을 할 필요가 있다. 다음으로 최적 자산배분 시에는 투자자의 정성적 판단보다는 다양한 의사결정방식을 고민해 볼 필요가 있다. 정성적 판단은 투자자의 전문성에 기대어 판단하는 것으로 투자방향의 일관성과 성과의 지속성을 담보할 수 없다. 따라서 다양한 의사결정방식을 통해 최적 투자조합을 선택하는 방안에 대해서도 고민해 볼 필요가 있다. 이에 본 연구는 일반적인 시장상황과 긍정적·부정적 시장상황, 그리고 금융위기와 같은 극단적인 시장상황을 가정하여 자산배분을 수행한다. 다음으로 해당 시나리오별 배분안을 의사결정모형을 통해 선택하였을 때, 그 효용성이 있는지를 분석해 보고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. I장 서론에 이어 II장에서는 연구에 사용된 데이터 및 적용 시나리오, 의사결정모형을 설명한다. III장에서는 2019년에 대해 시나리오 기반의 자산배분방법이 적용되는 과정을 보여주고, 장기 시계열 분석을 통해 자산배분방법의 효용성을 검토한다. 마지막으로 IV장에서는 연구결과를 요약하고 이에 대한 의의를 논의하면서 글을 맺는다.

[2] 모형의 설계

본 장에서는 전통적 자산배분모형인 마코위츠의 평균-분산 모형을 설명하고, 연구에 적용될 데이터, 자산배분에 적용될 다수의 시나리오 설정방식, 최적

투자조합을 선택하기 위한 의사결정모형을 설명하고자 한다.

1) 2017년 기금별 자산배분비중 현황 (열린재정, www.openfiscaldata.go.kr)

2.1 마코위츠의 평균-분산 모형

자산 중심(asset-only)의 자산배분모형은 마코위츠(Markowitz)의 평균-분산모형을 비롯하여, 블랙리터만(Black-Litterman) 모형, 재표본추출(Resampling) 모형 등 다수의 모형이 존재한다. 이들 모형은 모두 자산군의 기대수익률과 위험 및 자산군 사이의 상관관계를 고려하여 자산군별 배분비중이 결정되는 평균-분산모형을 기반으로 한다. 마코위츠의 평균-분산모형은 최적 자산배분을 결정하는 가장 기본적이면서 직관적인 방법이며, 현재까지도 학계와 실무에서 가장 많이 사용되고 있다. 평균-분산모형은 주어진 위험수준에서 기대수익률을 극대화하거나, 기대수익률이 주어진 경우 위험을 극소화하는 포트폴리오 구성을 추구한다.

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} w_i w_j \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^N w_j \mu_j = c$$

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1 \quad w_j \geq 0 \text{ for } j = 1, \dots, N$$

N : 자산의 수
 w_j : 자산 j 의 투자비중 ($j = 1, 2, \dots, N$)
 μ_j : 자산 j 의 기대수익률 ($j = 1, 2, \dots, N$)
 σ_{jj} : 자산 j 의 기대수익률에 대한 분산 ($j = 1, 2, \dots, N$)
 σ_{ij} : 자산 j 의 기대수익률과 자산 i 의 기대수익률의 공분산
 c : 포트폴리오의 목표 기대수익률
 σ_p^2 : 포트폴리오의 수익률에 대한 분산

2.2 모형의 적용

본 연구에서는 국내의 주식과 채권의 4개 자산군을 대상2)으로 자산배분을 수행하며, 현재까지 실무적으로 가장 많이 활용되고 있는 평균-분산모형을 이용하여 분석을 수행한다. 단, 평균-분산모형은 각 자산의 미래 기대수익률을 과거의 실현수익률을 통해 추정할

〈표 1〉 자산군별 벤치마크 및 기대수익률 추정방법

이 표는 자산군별 기대위험 추정 시 사용되는 벤치마크와 기대수익률 산식을 보여주고 있다. 국내주식과 채권의 벤치마크는 KOSPI와 KIS종합채권지수이며, 해외주식과 채권은 MSCI ACWI(UH)와 Merrill Lynch GBMI(H)이다. 해외지수 뒤의 UH와 H는 원화에 대한 헤지여부로 해외주식은 언헷지(원화지수), 해외채권은 헷지(달러지수)를 의미한다. 기대수익률은 빌딩블락(building-block)방식으로 추정하며, 주식자산은 GDP와 CPI, 지수배당수익률로 구성된다. 해외주식은 OECD 전체 국가의 GDP, CPI를 사용하며, 배당수익률은 KOSPI와 MSCI ACWI지수의 연말 배당수익률이다. 채권자산은 무위험수익률(Rf)에 스프레드를 가산한 형태이며, 국내채권과 해외채권의 무위험수익률은 각각 국고채3년 금리와 미국 T/Note 5년 금리이다. 스프레드는 직전 5년 간 벤치마크와 무위험수익률의 차이 평균이다.

자산군	벤치마크	기대수익률
국내주식	KOSPI	GDP+CPI+Div
국내채권	KIS종합채권지수	Rf+spread
해외주식	MSCI All Country Weighted Index(unhedged)	GDP+CPI+Div
해외채권	Merrill Lynch Global Broad Market Index(hedged)	Rf+spread

2) 국내 대형 연기금의 증장자산군은 크게 국내주식, 국내채권, 해외주식, 해외채권, 대체투자의 5개 자산군으로 구성되어 있다. 단, 대체투자는 전통적 투자자산과 달리 수익-위험구조가 상충별로 상이하여 자산군 자체의 수익-위험구조를 설정하는데 한계가 존재한다. 즉, 대체투자 자산의 비중을 자산배분모형을 통해 최적비중을 도출하는데 어려움이 있다. 이에 다수의 연기금에서는 대체투자에 대해 정책적 비중을 설정하는 경우가 많으며, 연구에서는 정책적 자의성을 배제하기 위해 대체투자 자산군을 제외하고 자산배분을 수행한다.



수 있다는 전제하에서, 각 투자자산의 과거 특정기간 실현된 평균수익률을 해당자산의 기대수익률로 사용한다. 이를 위해서는 매우 오래 기간의 시계열자료가 필요하다.(Merton, 1980) DeMiguel et al.(2009)는 평균-분산모형이 동일비중 투자전략보다 우월한 성과를 달성하기 위해서는, 자산이 25개일 경우에는 3,000개월의 표본이 필요하며, 자산이 50개일 경우에는 6,000개월의 표본이 필요하다고 보고하였다. 보통 현업에서 이루어지는 36개월 또는 60개월의 자료로는 모수의 추정오차가 거의 줄어들지 않으므로 모형의 불안정성이 존재할 가능성이 높다. 이 때문에 실무적으로 기대수익률을 과거의 평균수익률이 아니라 합리적 예측(forward looking)을 통해 각 자산별 기대수익률을 추정하는 방법을 사용하고 있다. 본 연구에서는 국내 대형 연기금의 기대수익률 사례를 참고하여 <표 1>과 같이 자산군별 벤치마크를 설정하고 기대수익률을 추정한다.

먼저, 국내주식과 채권은 국내 대표 시장지수인 KOSPI와 KIS종합채권지수를 벤치마크로 설정한다. 해외주식은 글로벌 주식지수로 가장 많이 활용되고 있는 MSCI ACWI(all country weighted index)를 사용하며, 해외채권은 글로벌 채권지수인 Merrill Lynch GBMI(Global Broad Market Index)를 사용한다. 이는 일반적인 국내 연기금의 벤치마크와 해외채권을 제외하고는 동일하다. 해외채권의 경우, 일반적으로 Barclays GABI(Global Aggregate Bond Index)를 사용하나, 데이터 수집에 한계가 존재하여 이와 지수 커버리지에 유사한 Merrill Lynch 지수로 변경 적용하였다. 해외자산의 환헤지 여부는 국내 연기금의 사례를 참고하여 주식자산은 원화 변동성에 노출되어 있는 언헷지(unhedged) 지수를 사용하며, 채권자산은 원화에 대해 헷지(hedged)되어 있는 달러 기준 지수를 사용한다.

기대수익률 추정은 주식자산의 경우, 배당할인모형에 근거하여 명목경제성장률(real GDP+CPI)에 벤치마크 주가지수의 배당수익률을 가산하여 기대수익률을 추정한다. 이 때, 해외주식은 OECD 전체의 GDP와 CPI를 사용한다. 채권자산은 무위험수익률에 벤치

마크의 스프레드를 가산하여 추정한다. 이 때의 무위험수익률은 국고채3년 금리와 미국 T/Note 5년 금리이며, 스프레드는 직전 5년 간 벤치마크와 무위험수익률의 월별수익률 차이의 평균이다.

2.3 시나리오 설정

<표 2>는 본 연구에서 가정하고 있는 시나리오를 보여주고 있다. 본 연구에서는 2001년부터 2018년까지 18년간의 국내주식과 채권시장 상황을 검토하여 시나리오를 구성한다. 국내주식의 경우, 대상기간(18년) 간 연도별 평균수익률과 표준편차를 산출하여, 해당 연도의 국내주식 벤치마크(KOSPI) 수익률이 평균수익률에서 ± 0.2 표준편차(σ) 이내인 경우 보합으로 정의한다. 또한 평균수익률+0.2표준편차 초과인 경우 강세, 평균수익률-0.2표준편차 미만인 경우 약세로 정의한다. 국내채권의 경우, 연도별 국고3년 금리에 18년간 평균 프리미엄을 가산한 수익률을 기준으로 시장상황을 구분한다. 이 때, 평균 프리미엄은 18년간 국내채권 벤치마크(KIS종합채권지수)와 국고3년물 금리 차이의 평균(142bp)이다. 시장상황은 기준수익률 대비 국내채권 벤치마크 수익률의 초과수익률(연도별 국내채권 수익률 - (국고3년 금리 + 프리미엄(142bp)))로 구분한다. 대상기간 간 연도별 초과수익률의 평균과 표준편차를 산출하여, 해당 연도의 초과수익률이 평균 초과수익률에서 ± 0.5 표준편차 이내인 경우 보합으로 정의하며, 평균수익률+0.5표준편차 초과인 경우 강세, 평균수익률-0.5표준편차 미만인 경우 약세로 정의한다. 이렇게 구분된 9개 상황(국내주식의 강세/보합/약세, 국내채권의 강세/보합/약세 조합)을 모두 포괄할 수 있는 6개 시나리오를 최종 선택한다. 선택된 시나리오는 기본이 되는 Main시나리오와 상황별 5개 시나리오로 구성하여 총 6개 시나리오에 대한 자산배분을 수행한다. 상황별 시나리오는 긍정적 시나리오 2개, 부정적 시나리오 2개, 극단적 시나리오 1개로 구성된다. 긍정적 시나리오는 위험자산(국내주식, 해외주식)의 기대수익률이 높은 안이며, 부정적 시나리오는 위험자산의 수익률이 하락하는

〈표 2〉 시나리오 설정

이 표는 분석에 적용되는 6개 시나리오의 상황을 보여주고 있다. 2001년부터 2018년까지 국내주식과 국내채권의 벤치마크 수익률을 통하여 강세/보합/약세를 구분한다. 국내주식의 경우, 대상기간(18년) 간 평균수익률에서 ± 0.2 표준편차(σ) 이내인 경우 보합으로 정의하며, 평균수익률+ 0.2σ 초과인 경우 강세, 평균수익률- 0.2σ 미만인 경우 약세로 정의한다. 국내채권의 경우, 연도별 국고3년 금리에 18년 간 평균 프리미엄을 가산한 수익률 대비 벤치마크 수익률의 초과수익률로 시장상황을 구분한다.(연도별 국내채권 수익률 - (국고3년 금리 + 프리미엄(142bp))) 초과수익률이 18년간 평균에서 $\pm 0.5\sigma$ 이내인 경우, 보합으로 정의하며, 평균수익률+ 0.5σ 초과인 경우 강세, 평균수익률- 0.5σ 미만인 경우 약세로 정의한다.

구분	시나리오 설정	대상연도
Main	기본 시나리오	2001년, 2004년, 2012년
Optimistic1	주식상승 + 채권강보합	2003년, 2010년
Optimistic2	주식상승 + 채권하락	2005년, 2007년, 2009년, 2017년
Pesimistic1	주식하락 + 채권상승	2002년, 2014년
Pesimistic2	주식하락 + 채권약보합	2006년, 2011년, 2013년, 2015년, 2016년
Fat-tail	주식폭락 + 채권보합	2008년, 2018년

안이다. 극단적 시나리오는 금융위기와 같은 상황으로 주식시장이 폭락하는 시나리오이다.

〈표 3〉은 각 시나리오별 기대수익률 및 공분산행렬 추정방법을 제시한 것이다. 먼저, 기대수익률의 경우, Main시나리오는 〈표 1〉에 방식에 따라 기대수익률을

추정하며, 상황별 시나리오의 기대수익률은 Main시나리오에 자산별 표준편차를 고려하여 산정한다. 기대수익률 대비 표준편차의 폭을 고려하여 상황에 따라 주식자산은 0.5표준편차(σ), 채권자산은 강세나 약세의 경우 1표준편차, 강보합이나 약보합인 경우 0.5표

〈표 3〉 시나리오별 기대수익률 및 공분산행렬 추정방법

이 표는 시나리오별 기대수익률과 공분산행렬을 추정하는 방법을 보여주고 있다. Main시나리오를 기본 시나리오로 하여, 기대수익률은 빌딩블락방식으로 추정하며, 상황별 5개 시나리오는 Main시나리오의 기대수익률에 자산군별 변동성을 고려하여 산정한다. 기대위험 중 Full은 직전 5개년의 월별수익률을 이용하여 계산한다. High는 VIX지수가 표본기간 내 평균대비 1σ 이상인 구간만을 대상으로 산출한 것이며, Norm은 VIX지수가 표본기간 내 평균대비 $-1\sigma - 1\sigma$ 구간을 대상으로 산출한 것이다. 상황별 시나리오의 공분산은 Full, High, Norm의 공분산을 가중치로 가중 평균한 값이다.

	Main	Optimistic1	Optimistic2	Pesimistic1	Pesimistic2	Fat-tail	
기대 수익률	국내주식	E(R)	E(R)+ 0.5σ	E(R)+ 0.5σ	E(R)- 0.5σ	E(R)- 0.5σ	E(R)- 2.0σ
	국내채권	E(R)	E(R)+ 0.5σ	E(R)- 1.0σ	E(R)+ 1.0σ	E(R)- 0.5σ	E(R)
	해외주식	E(R)	E(R)+ 0.5σ	E(R)+ 0.5σ	E(R)- 0.5σ	E(R)- 0.5σ	E(R)- 2.0σ
	해외채권	E(R)	E(R)+ 0.5σ	E(R)- 1.0σ	E(R)+ 1.0σ	E(R)- 0.5σ	E(R)
기대 위험	Full	100%	-	-	60%	30%	-
	High	-	-	-	40%	70%	100%
	Norm	-	100%	100%	-	-	-



준편차를 가감한다. 단, 극단적인 상황인 Fat-tail시나리오는 Main시나리오 기대수익률에서 주식자산은 2표준편차를 차감한다. 다음으로 공분산해렬의 경우, 직전 5개년의 월별수익률을 대상으로 표본을 구분하여 3개 공분산해렬을 계산한다. Full공분산은 60개월 전체 월별수익률을 이용한 공분산해렬이며, High공분산은 월별 평균 VIX지수가 표본기간(60개월) 내 평균대비 1표준편차 이상인 구간만을 대상으로 계산한 것이다. Norm공분산은 월별 평균 VIX지수가 표본기간 내 평균대비 -1표준편차에서 1표준편차 사이의 표본을 대상으로 계산한 것이다. 이렇게 도출한 Full, High, Norm의 3개 공분산을 시나리오별로 가중치를 부여하여, 최종 시나리오별 공분산해렬을 구한다. Main시나리오는 전체 표본으로 계산된 Full공분산을 100% 사용하며, 긍정적 시나리오인 Optimistic1과 Optimistic2는 상대적으로 변동성이 적은 Norm공분산을 100% 사용한다. 부정적 시나리오는 Pesimistic1과 Pesimistic2는 상대적으로 변동성이 높은 High공분산을 일부 반영하여 공분산해렬을 도출하며, 극단적인 상황인 Fat-tail은 High공분산을 100% 사용한다.

2.4 최적자산배분안 선택(의사결정모형)

앞서 제시된 시나리오별로 최적자산배분안을 도출하고, 의사결정모형을 통해 최종자산배분안을 도출한다. 먼저, 시나리오별 최적자산배분안은 앞 절에서 제시된 기대수익률과 공분산해렬을 이용하여 평균-분산모형을 통해 도출한다. 본 연구에서는 자산배분안의 위험대비 성과로 계산되는 효용함수가 최대가 되는 안을 시나리오별 최적 자산배분안으로 선택한다. 이때 적용되는 위험회피계수(λ)는 Idzorek(2005)에서 제시한 3.07와 국내 연기금의 위험회피성향을 고려하여 박영규 외(2015)에서 제시한 5.0을 모두 적용하여 시뮬레이션을 수행한다. 또한 일부 자산군에 비중이 쏠리는 코너해문제(corner solution)를 방지하기 위해 자산군별로 최소 5%이상, 최대 40%이하로만 배분이 되도록 제약을 설정한다.

$$\text{Max } U = W' E(R) - \frac{\lambda}{2} W' \Sigma W \quad (2)$$

$$\text{subject to } W' \cdot 1_N = 1$$

$$5\% \leq w_i \leq 40\%$$

단, W 는 w_i 로 구성된 $N \times 1$ 벡터,
 w_i 는 i 번째 자산군의 투자비중

1_N 은 모든 성분이 1인 $N \times 1$ 벡터

다음으로 시나리오별로 도출된 자산배분안을 이용하여 의사결정모형(decision model)에 따라 최종 자산배분안이 도출된다. 의사결정모형은 크게 각 시나리오의 발생확률을 인지하는 경우와 그렇지 못하는 경우로 나누어진다. 먼저, 각 시나리오가 발생할 확률을 인지하지 못하는 경우에는 Minimax rule, Maximax rule, Hurwitz rule, Minimum-regret rule을 통해 최종 자산배분전략을 수립할 수 있다. Minimax rule은 각 전략을 실행했을 때 예상되는 실현수익률 가운데 최저의 수익률만 고려하여, 최저의 수익률이 가장 높은 전략을 선택하는 매우 소극적인 투자전략이다. 반대로, Maximax rule은 각 전략을 실행했을 때 예상되는 실현수익률 가운데 최고의 수익률이 가장 높은 전략을 선택하는 매우 공격적인 투자전략이다. Hurwitz rule은 앞의 두 방식의 절충안으로 각 전략을 실행했을 때 예상되는 실현수익률 가운데 최저수익률과 최고수익률에 가중치를 부여하여 가중 평균수익률을 계산하고, 이 값이 가장 높은 전략을 선택하는 투자전략이다. 마지막으로 Minimum-regret rule은 각 전략을 실행했을 때 예상되는 Maximum-regret을 계산하여, Maximum-regret이 가장 낮은 값을 선택하는 전략이다. “regret”이란, 하나의 전략을 선택함으로써 선택하지 못한 다른 전략이 가지고 왔을 더 나은 결과를 의미하는 것으로 일종의 기회비용이다. 지금까지 사용된 전략은 모두 최소수익률과 최고수익률만을 고려하여 의사결정을 한다는 단점이 있지만 Minimum-regret rule은 모든 시나리오를 고려한다는 장점이 존재하며, 미래의 높은 수익률로 인한 이익을 기대할 수 있으면서 동시에 낮은 수익률로

인한 손실은 방어해 주는 전략이다. 또한 의사결정이론에서도 “regret” 개념의 중요성이 점점 커지고 있어, 이론적 기반도 갖추어진 의사결정방법이라 하겠다.

다음으로, 각 시나리오의 발생확률을 인지하는 경우, Minimum-regret optimization, Target-return optimization 방법을 통해 최종 자산배분전략을 수립할 수 있다. Minimum-regret optimization은 각 시나리오의 발생확률을 인지하지 못한 경우 사용되는 Minimum-regret rule을 변형한 의사결정전략이다. 각 시나리오의 발생확률을 고려하여 기회비용(regret)이 최소가 되는 투자전략 조합을 찾는 것이다. 만약, 시나리오별 발생확률을 모르는 경우, 극단적인 기회비용을 회피하는 방향으로 최적 자산배분안이 도출될 가능성이 높으나, 발생확률을 인지하는 경우 시나리오별 기회비용 가중치가 달라지게 된다. 예를 들어, 부정적 시나리오나 극단적인 시나리오(Fat-tail) 시 기회비용이 크기 때문에 Minimum-regret rule은 보수적인 배분안이 도출될 가능성이 높다. 하지만 발생확률을 고려하게 되면, 발생확률이 낮은 극단적인 시나리오 보다는 발생확률이 높은 기본 시나리오(Main)의 기회비용이 상대적으로 크게 작용하게 된다. 이를 통해 합리적인 의사결정이 가능해진다. Minimum-regret optimization의 목적함수 및 제약식은 아래와 같다.

$$\text{Min} \sum_{s=1}^S p_s (R_{opt,s} - R_s^T \cdot W)^2 \quad (3)$$

subject to $W' \cdot 1_S = 1$,
 w_i 는 i 번째 자산군의 투자비중
 $5\% \leq w_i \leq 40\%$

단, S 는 설정된 시나리오의 수를 의미함
 1_S 은 모든 성분이 1인 $S \times 1$ 벡터임
 W 는 각 시나리오에 투자하는 비중으로 구성된 $S \times 1$ 벡터이며,
 W 의 각 요소인 w_i 는 i 번째 시나리오에 대한 투자

비중을 의미함

p_s 는 s 시나리오가 발생할 확률을 의미함

$R_{opt,s}$ 는 s 시나리오가 실현되었을 때 기대할 수 있는 가장 높은 수익률을 의미하며, R_s 는 각 투자전략별로 s 시나리오가 실현되었을 때 기대되는 수익률을 나타내는 $S \times 1$ 벡터이다. 즉, $R_{opt,s} - R_s \times W$ 는 각 시나리오에 따른 투자전략별 기회비용이며, 기회비용에 시나리오 발생확률을 감안하여 가중평균 기회비용이 최소가 되는 투자전략별 최적비중을 도출한다. 투자전략별 자산군 비중에 도출된 투자전략별 최적비중을 가중하면, 최종 자산군별 최적투자비중이 도출된다. 두 번째로 Target-return optimization은 어떤 시나리오가 발생하더라도 기금이 달성해야 할 목표수익률과 괴리가 최소가 되도록 투자안을 선택하는 의사결정전략이다. Target-return optimization 전략은 Minimum-regret optimization 전략에 비해 기금의 목적에 큰 비중을 부여하는 전략으로 목적함수 및 제약식은 아래와 같다.

$$\text{Min} \sum_{s=1}^S p_s (R_s^T \cdot W - \text{Target return})^2 \quad (4)$$

subject to $W' \cdot 1_S = 1$

$$5\% \leq w_i \leq 40\%$$

Target-return optimization 전략의 목적함수는 Minimum-regret optimization 전략과 비슷하지만, 각 시나리오가 실현되었을 때 기회비용을 최소화하는 대신 자금운용 목적인 목표수익률을 사용한 점에 서만 차이를 보인다. 최적자산배분안 선택하는 의사결정모형은 다음 장에서 2019년을 사례로 하여 구체적으로 다시 설명하도록 한다.



[3] 시나리오 기반 자산배분 결과

3.1 연구자료 및 자산배분 과정

본 연구는 2001년부터 2019년 7월까지의 데이터를 사용하여 자산배분 시뮬레이션을 수행한다. 기대수익률 추정을 위한 실질경제성장률(real GDP), 소비자물가지수(CPI)는 한국은행 경제통계시스템과 OECD 웹사이트에서 수집하였으며, KOSPI와 MSCI ACWI의 배당수익률을 한국거래소의 MSCI 지수가이드북에서 수집하였다.

자산배분은 매년 직전 5개년 60개월의 월별자료를 활용한다. 예를 들어, 2019년에 적용될 자산배분안은 2014년부터 2018년까지 5개년(60개월)의 자료를 활용하여 기대수익률과 공분산행렬을 추정한다. 주식자산의 기대수익률 추정시 적용되는 GDP와 CPI는 직전년도(2018년)의 수치이며, 배당수익률은 직전연도말(2018.12.31.)의 배당수익률이다.

3.2 2019년 자산배분 선택 과정

시나리오 기반의 자산배분은 기존 전통적 자산배분

방법과 차이가 있기 때문에, 이해를 돕기 위해 2019년을 사례로 자산배분프로세스를 설명하고자 한다. 먼저, 2019년 자산배분 시 적용되는 자산군별 기대수익률은 <표 4>와 같다.

기본이 되는 Main의 자산군별 기대수익률은 국내주식과 채권이 각각 6.07%와 3.46%이며, 해외주식과 채권은 각각 7.41%와 3.61%이다. 자산군별 표준편차는 국내주식과 채권이 각각 10.71%와 2.01%이며, 해외주식과 채권은 각각 11.10%와 2.54%이다. 따라서 긍정적 시나리오인 Optimistic1의 국내주식과 해외주식 기대수익률은 Main에서 자산군별 0.5표준편차를 가산한 11.43%와 12.96%이며, 국내채권과 해외채권에도 Main에서 자산군별 0.5표준편차를 가산하여 4.46%와 4.88%를 적용한다. 반면, 극단적 시나리오인 Fat-tail의 경우, 국내주식은 Main시나리오에서 2표준편차를 차감한 $-15.35\% (=6.07\% - 2 \times 10.71\%)$ 를 기대수익률로 설정하였으며, 해외주식 또한 동일한 방식으로 -14.78% 를 기대수익률로 설정한다.

<표 4> 시나리오별 기대수익률 (2019년)

이 표는 2019년 자산배분안에 적용되는 자산군별 기대수익률을 시나리오별로 보여주고 있다. 시나리오는 Main와 상황별 5가지 시나리오로 구성되며, 상황별 시나리오는 Main 시나리오의 기대수익률에 자산군별 표준편차를 고려하여 계산한다.

		국내주식	국내채권	해외주식	해외채권
Main	기대수익률	6.07%	3.46%	7.41%	3.61%
	표준편차	10.71%	2.01%	11.10%	2.54%
	Optimistic1	11.43%	4.46%	12.96%	4.88%
	Optimistic2	11.43%	1.45%	12.96%	1.07%
	Pesimistic1	0.71%	5.47%	1.87%	6.16%
	Pesimistic2	0.71%	2.45%	1.87%	2.34%
	Fat-tail	-15.35%	3.46%	-14.78%	3.61%

〈표 5〉 표본기간별 공분산행렬 (2019년)

이 표는 2019년 자산배분안에 적용되는 표본기간별 공분산행렬을 보여주고 있다. Full은 직전 5개년의 월별수익률을 이용하여 계산한다. High는 VIX지수가 표본기간 내 평균대비 1σ 이상인 구간만을 대상으로 산출한 것이며, Norm은 VIX지수가 표본기간 내 평균대비 $-1\sigma - 1\sigma$ 구간을 대상으로 산출한 것이다.

Panel A) Full				Panel B) High					
국내주식	국내채권	해외주식	해외채권	국내주식	국내채권	해외주식	해외채권		
국내주식	1.13%			국내주식	2.54%				
국내채권	-0.04%	0.04%		국내채권	0.07%	0.01%			
해외주식	0.50%	-0.07%	1.21%	해외주식	0.98%	0.04%	1.63%		
해외채권	0.01%	0.03%	-0.07%	0.06%	해외채권	0.24%	0.02%	0.03%	0.07%

Panel C) Norm				
국내주식	국내채권	해외주식	해외채권	
국내주식	0.60%			
국내채권	0.00%	0.04%		
해외주식	0.12%	-0.03%	0.70%	
해외채권	-0.01%	0.03%	-0.03%	0.06%

〈표 6〉 시나리오별 공분산행렬 (2019년)

이 표는 2019년 자산배분안에 적용되는 공분산행렬을 시나리오별로 보여주고 있다. 시나리오는 Main와 상황별 5가지 시나리오로 구성되며, 상황별 시나리오는 표본기간별 공분산행렬인 Full, High, Norm(〈표 5〉 참고)을 가중평균하여 계산한다.

Panel A) Main				Panel B) Optimistic1					
국내주식	국내채권	해외주식	해외채권	국내주식	국내채권	해외주식	해외채권		
국내주식	1.13%			국내주식	0.60%				
국내채권	-0.04%	0.04%		국내채권	0.00%	0.04%			
해외주식	0.50%	-0.07%	1.21%	해외주식	0.12%	-0.03%	0.70%		
해외채권	0.01%	0.03%	-0.07%	0.06%	해외채권	-0.01%	0.03%	-0.03%	0.06%

Panel C) Optimistic1				Panel D) Pesimistic1					
국내주식	국내채권	해외주식	해외채권	국내주식	국내채권	해외주식	해외채권		
국내주식	0.60%			국내주식	1.69%				
국내채권	0.00%	0.04%		국내채권	0.01%	0.03%			
해외주식	0.12%	-0.03%	0.70%	해외주식	0.69%	-0.02%	1.38%		
해외채권	-0.01%	0.03%	-0.03%	0.06%	해외채권	0.10%	0.02%	-0.03%	0.07%

Panel E) Pesimistic2				Panel F) Fat-tail					
국내주식	국내채권	해외주식	해외채권	국내주식	국내채권	해외주식	해외채권		
국내주식	2.12%			국내주식	2.54%				
국내채권	0.04%	0.02%		국내채권	0.07%	0.01%			
해외주식	0.84%	0.01%	1.51%	해외주식	0.98%	0.04%	1.63%		
해외채권	0.17%	0.02%	0.00%	0.07%	해외채권	0.24%	0.02%	0.03%	0.07%



다음으로 시나리오별 공분산행렬을 도출하기 위한 기초 공분산행렬을 <표 5>에 제시하였다. Full공분산은 2014년부터 2018년까지 직전 60개월의 월별수익률을 이용한 공분산행렬이며, High공분산은 해당 기간 중 월별 평균 VIX지수가 평균대비 1표준편차 이상인 구간만을 대상으로 계산한 것이다. Norm공분산은 월별 평균 VIX지수가 표본기간 내 평균대비 -1표준편차에서 1표준편차 사이의 표본을 대상으로 계산한 것이다.

이렇게 도출한 Full, High, Norm의 3개 공분산을 시나리오별로 가중치를 부여하여, 최종 적용된 시나리오별 공분산행렬은 <표 6>과 같다. 기본 시나리오인 Main의 경우, 국내주식의 분산이 1.13%인 반면, 긍정적 시나리오인 Optimistic1과 2는 0.60%로 상대적으로 낮은 모습을 보인다. 반면, 부정적 시나리오는 부정적 영향도의 크기에 따라 점점 커지는 모습을 보인다. Pesimistic1의 국내주식 분산은 1.69%인 반면, Pesimistic2는 2.12%이며, 극단적 시나리오인 Fat-tail은 2.54%이다. 이를 표준편차로 환산해 보면, 15.94%로 Main의 1.5배 수준이다.

다음으로 도출된 시나리오별 기대수익률과 공분산행렬을 이용하여 효용함수가 최대가 되는 최적자산배

분안을 도출한다. 이때의 위험회피계수(λ)는 박영규 외(2015)에서 제시한 5.0을 적용한다. 각 투자전략(예상 시나리오)에 따라 자산배분한 경우, 실현 시나리오에 따라 기대되는 수익률은 <표 7>에 제시하였다. 예를 들어, Main시나리오를 예상하여 자산배분을 수행한 경우, 실제 Main시나리오가 실현되면 5.75%의 수익률이 기대된다. 반면, Optimistic1이 실현된 경우 10.69%가 기대되는 반면, Fat-tail시나리오가 실현되는 경우 -11.69%의 수익률이 기대되게 된다. 즉, Main시나리오를 예상하여 자산배분을 수행한 경우, 실현 시나리오에 따라 최소 -11.69%에서 최대 10.69%의 수익률이 기대된다. 예상 시나리오의 발생 확률을 인지하지 못하는 경우, 의사결정방법 중 Minimax rule은 최소수익률이 -2.46%로 가장 높은 Pesimistic1, Pesimistic2, Fat-tail 시나리오가 선택되게 되며, Maximax rule은 최고수익률이 14.32%로 가장 높은 Optimistic1, Optimistic2가 선택되게 된다. Hurwitz rule의 경우, 최소수익률과 최고수익률의 가중치를 50대 50으로 적용한 경우, 가중평균 수익률이 2.01%(=50%×(-2.46%)+50%×6.48%)로 가장 높은 Pesimistic1, Pesimistic2, Fat-tail 시나리오가 선택된다.

<표 7> 자산배분전략에 따른 실현수익률 (2019년)

이 표는 예상시나리오별로 투자전략 구현 시 실현시나리오에 따른 수익률을 보여주고 있다. 2019년 기준이며 위험회피계수(λ)를 5.0로 적용한 것이다. 각 셀의 수익률은 자산배분전략 상의 자산군별 비중에 실현시나리오의 기대수익률을 가중하여 계산한다.

예상 시나리오	실현 시나리오						최대·최소	
	Main	Optimistic1	Optimistic2	Pesimistic1	Pesimistic2	Fat-tail	Min	Max
Main	5.72%	10.69%	8.82%	2.61%	0.74%	-11.69%	-11.69%	10.69%
Optimistic1	6.87%	14.32%	13.48%	0.25%	-0.59%	-21.84%	-21.84%	14.32%
Optimistic2	6.87%	14.32%	13.48%	0.25%	-0.59%	-21.84%	-21.84%	14.32%
Pesimistic1	3.79%	6.48%	3.09%	4.49%	1.10%	-2.46%	-2.46%	6.48%
Pesimistic2	3.79%	6.48%	3.09%	4.49%	1.10%	-2.46%	-2.46%	6.48%
Fat-tail	3.79%	6.48%	3.09%	4.49%	1.10%	-2.46%	-2.46%	6.48%
Max	6.87%	14.32%	13.48%	4.49%	1.10%	-2.46%		

〈표 8〉 자산배분전략에 따른 기회비용(Regret) (2019년)

이 표는 예상시나리오별로 투자전략 구현 시 실현시나리오에 따른 기회비용(regret)을 보여주고 있다. 2019년 기준이며 위험회피계수(λ)를 5.0로 적용한 것이다.

예상 시나리오	실현 시나리오						Maximum Regret
	Main	Optimistic1	Optimistic2	Pesimistic1	Pesimistic2	Fat-tail	
Main	1.15%	3.63%	4.67%	1.88%	0.36%	9.24%	9.24%
Optimistic1	0.00%	0.00%	0.00%	4.24%	1.69%	19.38%	19.38%
Optimistic2	0.00%	0.00%	0.00%	4.24%	1.69%	19.38%	19.38%
Pesimistic1	3.08%	7.84%	10.40%	0.00%	0.00%	0.00%	10.40%
Pesimistic2	3.08%	7.84%	10.40%	0.00%	0.00%	0.00%	10.40%
Fat-tail	3.08%	7.84%	10.40%	0.00%	0.00%	0.00%	10.40%

예상 시나리오와 실현 시나리오에 따른 기회비용(regret)을 〈표 8〉에 제시하였다. 예를 들어, Main시나리오가 실현된 경우, 투자전략에 따라 3.79%에서 6.87%까지 수익률이 기대된다.(〈표 7〉의 하단 Max참고) 즉, Optimistic1을 예상하고 자산배분을 한 경우, Main시나리오 실현 시 최고수익률이 도출되기 때문에 기회비용은 없으나, Pesimistic1을 예상하고 자산배분을 수행한 경우 기대수익률은 3.79%로 3.08%(=6.87%-3.79%)의 기회비용이 발생한다. 이렇게 예상 시나리오와 실현 시나리오 조합에 따른 기회비용을 계산하고, 예상 시나리오별 최대 기회비용을 계산한 것이 〈표 8〉의 Maximum regret이다. Main시나리오를 예상하고 자산배분을 한 경우, 실현 시나리오에 따라 최대 9.24%(Fat-tail시나리오 실현 시)의 기회비용이 발생한다. 예상 시나리오의 발생 확률을 인지하지 못하는 경우, 의사결정방법 중 Minimum-regret rule은 이러한 기회비용을 최소화하는 것으로, 해당 의사결정방법에 따른 선택안은 Main 시나리오가 된다.

다음으로 예상 시나리오의 발생확률을 인지하는 경우, 최적자산배분안을 〈표 9〉에 제시하였다. 먼저 시나리오별 발생확률은 임의로 설정하였다. 기본이 되는 Main시나리오는 과반이 넘는 55%를 설정하였으며, 상황별 시나리오는 10%씩 설정하였다. 마지막

으로 극단적 시나리오는 Fat-tail 시나리오에는 5%로 발생확률을 설정하였다. 기금의 목표수익률은 국민연금과 사학연금에서 사용하는 명목경제성장율(real GDP+CPI)과 다수의 사업성기금에서 사용하는 실질 가치유지(CPI+ α) 수준의 두 가지를 적용한다. 이를 고려하여 자산배분전략(예상 시나리오)별 최적 투자 비중을 도출한 결과를 Panel B에 제시하였다. Minimum-regret optimization의 결과 Main시나리오에 26.21%, 긍정적 시나리오는 16.05%와 15.93%, 부정적 시나리오에는 각각 13.94%를 배분하는 결과가 나타났다. Target-return optimization의 경우, 목표수익률이 높은 Target(GDP+CPI)는 Main시나리오와 긍정적 시나리오에 약 11% 수준, 부정적 시나리오에 약 89%를 배분하는 것으로 나타났으며, 목표수익률이 낮은 Target(CPI+ α)는 Fat-tail 시나리오를 선택하는 것으로 나타났다. 이를 고려하여 자산군별 최적 투자비중을 도출하면, Minimum-regret optimization은 국내주식과 채권에 각각 21.49%와 21.23%, 해외주식과 채권에 각각 29.55%와 27.73%가 배분된다. Target-return optimization 경우에는 상대적으로 안전자산인 국내채권과 해외채권의 투자 비중이 높게 나타나며, 목표수익률이 낮은 Target(CPI+ α)인 경우에는 채권자산에 투자한도인 40%가 배분되는 것으로 나타난다.



〈표 9〉 시나리오별 발생확률을 인지하는 경우 최적 투자비중 (2019년)

이 표는 시나리오별 발생확률을 인지하는 경우, Minimum-regret 방식과 목표수익률 달성방식의 최적화를 수행한 결과를 보여주고 있다. 2019년 기준이며 위험회피계수(λ)를 5.0로 적용한 것이다. Panel A는 시나리오별 발생확률이며, Panel B는 시나리오별 투자전략에 대한 최적 배분비중을 보여주고 있다. Panel C는 시나리오별 최적 투자비중에 따른 최종 자산군별 최적투자비중이다.

Panel A) 시나리오별 발생확률						
	Main	Optimistic1	Optimistic2	Pesimistic1	Pesimistic2	Fat-tail
발생확률	55%	10%	10%	10%	10%	5%

Panel B) 자산배분전략별 최적 투자비중						
	Main	Optimistic1	Optimistic2	Pesimistic1	Pesimistic2	Fat-tail
Min-regret	26.21%	16.05%	15.93%	13.94%	13.94%	13.94%
Target(GDP+CPI)	7.35%	0.00%	3.52%	22.01%	66.77%	0.35%
Target(CPI+100bp)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

Panel C) 자산군별 최적 투자비중				
	국내주식	국내채권	해외주식	해외채권
Min-regret	21.49%	21.23%	29.55%	27.73%
Target(GDP+CPI)	7.72%	36.55%	17.72%	38.02%
Target(CPI+100bp)	5.00%	40.00%	15.00%	40.00%

3.3 시나리오 기반 자산배분에 따른 성과현황

의사결정방식별 최적 자산배분 결과를 장기시계열로 분석하기 위해 2006년³⁾부터 2019년까지 시뮬레이션 수행한다. 연도별 의사결정방식별 최적 자산배분비중을 도출하고, 해당 비중대로 실제 운용했다고 가정했을 시 얻어지는 수익률을 추정하는 것이다. 그 결과를 〈표 10〉과 〈표 11〉에 제시하였다. 예를 들어, 앞 절에 제시한 의사결정방식별 최적 자산배분비중에 2019년 1월부터 7월까지의 실제 벤치마크의 실현수익률을 가중평균하여 계산한 실제 실현 수익률이다.

〈표 10〉은 박영규 외(2015)에서 제시한 대로 위험회피계수를 5.0으로 가정한 결과이며, 〈표 11〉은 Idzorek(2005)에 따라 위험회피계수를 3.07로 적용한 결과이다. 의사결정방식 중 동일비중(EW)는 모든

자산군에 동일비중으로 투자하는 안이며, Main은 전통적 평균-분산모형에 따라 최적자산배분안을 도출한 것이다. 시나리오별 발생확률을 인지하지 못하는 경우는 Hurwicz rule과 Minimum-regret rule를 적용하였다. 이 때, Hurwicz rule는 위험성향에 따라 최소수익률과 최고수익률의 비중을 3:7로 적용한 안(Hurwicz1)과 그 반대로 적용한 안(Hurwicz2)로 구분하였다. Minimax rule은 가장 보수적인 시나리오(Fat-tail 시나리오), Maximax rule는 가장 공격적인 시나리오(Optimistic2)가 항상 선택되기 때문에 시뮬레이션에서 제외하였다. 예상 시나리오별 발생확률을 인지하는 경우는 Minimum-regret optimization와 Target-return optimization의 두가지 방식으로 시뮬레이션 하였다. 목표수익률은 앞 절에서도 언급한 바와 같이 명목경제성장율로 설정한 경우(Target1)

3) 본 연구의 표본기간은 2001년부터 2019년 7월까지이나, 자산배분을 위해 직전 5개년의 데이터가 필요하기 때문에 자산배분 시뮬레이션은 2006년부터 가능하다.

〈표 10〉 의사결정방식별 수익률 현황 (위험회피계수(λ) 5.0가정)

이 표는 자산배분안 선택의 의사결정방식별 수익률 현황을 보여주고 있다. 매연도 직전 5개년의 데이터를 이용하여 자산배분을 수행한 후, 의사결정방식별로 선택된 자산배분안으로 이후 1년을 운용했다고 가정한다. 전통적 자산배분 방법은 동일비중(Equal Weighted, EW)와 기본시나리오 하 최적자산배분안(Main)이다. 발생확률을 인지하지 못하는 경우는 Hurwicz rule과 Minimum-regret rule이다. Hurwicz1은 Minimax rule에 30%, Maximax rule에 70%의 가중치를 부여한 것이며, Hurwicz2는 그 반대로 적용한 것이다. 발생확률을 인지하는 경우는 Minimum-regret optimization(Min-Reg)와 Target-return optimization(Target1, Target2)이다. Target1은 목표수익률을 명목 GDP수준(real GDP+CPI)로 설정한 것이며, Target2는 실질가치유지수준(CPI+100bp)으로 목표수익률을 설정한 것이다. 평균은 14년간 연도별 수익률의 단순평균이며, 표준편차는 연도별 수익률의 표준편차이다. 샤프비율은 위험조정 성과지표이며, 평균을 표준편차로 나눈 수치이다.

구분	전통적 자산배분		발생확률을 인지하지 못하는 경우			발생확률을 인지하는 경우		
	EW	Main	Hurwicz1	Hurwicz2	Regret	Min-Reg	Target1	Target2
2006	5.12%	4.81%	4.66%	4.66%	4.81%	4.88%	4.81%	5.47%
2007	12.38%	6.85%	5.96%	5.96%	6.85%	8.48%	6.85%	5.96%
2008	-12.47%	-11.52%	-11.52%	0.38%	-11.52%	-10.70%	-11.52%	0.38%
2009	20.26%	18.12%	18.12%	9.62%	18.12%	17.93%	18.12%	29.45%
2010	10.44%	8.55%	8.55%	7.13%	8.55%	8.45%	8.55%	8.55%
2011	-1.93%	-2.16%	-2.16%	2.79%	-2.16%	-1.54%	-2.16%	2.79%
2012	6.49%	6.00%	5.84%	5.84%	6.00%	6.16%	6.00%	6.19%
2013	5.44%	4.15%	3.68%	3.68%	4.15%	4.42%	4.15%	8.25%
2014	4.24%	6.66%	6.64%	6.64%	6.66%	6.03%	6.66%	2.45%
2015	2.47%	2.18%	2.55%	2.55%	2.18%	2.41%	2.55%	2.55%
2016	4.13%	4.29%	3.41%	3.41%	4.29%	3.91%	5.02%	5.02%
2017	8.14%	9.59%	4.82%	4.82%	4.82%	7.64%	5.19%	4.82%
2018	-5.04%	-9.82%	-9.82%	-0.94%	-0.53%	-6.47%	-7.76%	-0.94%
2019.7월	8.22%	11.14%	7.61%	7.61%	7.61%	9.31%	7.95%	7.61%
누적	86.94%	71.35%	55.40%	86.33%	75.04%	76.10%	65.12%	129.60%
평균	4.85%	4.20%	3.45%	4.58%	4.28%	4.35%	3.89%	6.32%
표준편차	7.85%	7.82%	7.42%	2.86%	6.54%	7.03%	7.22%	7.23%
샤프비율	0.62	0.54	0.47	1.60	0.65	0.62	0.54	0.87

와 실질가치유지로 설정한 경우(Target2)로 구분하였다.

〈표 10〉을 기준으로 시뮬레이션 결과를 살펴보면, Target2가 129.60%로 가장 높은 누적수익률을 보였으며, Hurwicz1이 55.40%로 가장 낮은 수익률을 보였다. 위험의 측면에서 보면, 전통적 자산배분모형

은 약 7.8%의 변동성을 보인다. 반면, 발생확률을 인지하지 못하는 경우에는 Hurwicz2가 그 절반에도 못 미치는 2.86%의 변동성을 보이며, Regret도 6.54%로 전통적 모형보다 낮은 변동성을 보인다. 반면, Maximax rule에 70%의 가중치를 부여한 Hurwicz1의 변동성은 7.45%로 전통적 자산배분모



〈표 11〉 의사결정방식별 수익률 현황 (위험회피계수(λ) 3.07가정)

이 표는 자산배분안 선택의 의사결정방식별 수익률 현황을 보여주고 있다. 매년도 직전 5개년의 데이터를 이용하여 자산배분을 수행한 후, 의사결정방식별로 선택된 자산배분안으로 이후 1년을 운용했다고 가정한다. 전통적 자산배분 방법은 동일비중(Equal Weighted, EW)와 기본시나리오 하 최적자산배분안(Main)이다. 발생확률을 인지하지 못하는 경우는 Hurwicz rule과 Minimum-regret rule이다. Hurwicz1은 Minimax rule에 30%, Maximax rule에 70%의 가중치를 부여한 것이며, Hurwicz2는 그 반대로 적용한 것이다. 발생확률을 인지하는 경우는 Minimum-regret optimization(Min-Reg)와 Target-return optimization(Target1, Target2)이다. Target1은 목표수익률을 명목 GDP수준(real GDP+CPI)로 설정한 것이며, Target2는 실질가치유지수준(CPI+100bp)으로 목표수익률을 설정한 것이다. 평균은 14년간 연도별 수익률의 단순평균이며, 표준편차는 연도별 수익률의 표준편차이다. 샤프비율은 위험조정 성과지표이며, 평균을 표준편차로 나눈 수치이다.

구분	전통적 자산배분		발생확률을 인지하지 못하는 경우			발생확률을 인지하는 경우		
	EW	Main	Hurwicz1	Hurwicz2	Regret	Min-Reg	Target1	Target2
2006	5.12%	4.81%	4.66%	4.66%	5.40%	5.02%	4.76%	5.61%
2007	12.38%	6.85%	5.96%	5.96%	8.16%	8.79%	17.63%	5.96%
2008	-12.47%	-11.52%	-15.89%	0.38%	-2.85%	-11.97%	-24.24%	0.38%
2009	20.26%	18.12%	20.16%	9.62%	9.62%	18.59%	29.45%	29.45%
2010	10.44%	8.55%	8.55%	7.13%	8.55%	8.29%	8.55%	8.55%
2011	-1.93%	-2.16%	-2.93%	2.79%	2.79%	-1.78%	-2.93%	2.79%
2012	6.49%	6.00%	5.84%	5.84%	5.84%	6.22%	6.22%	6.17%
2013	5.44%	4.15%	3.68%	3.68%	6.01%	4.91%	6.01%	8.25%
2014	4.24%	6.66%	6.64%	6.64%	6.64%	6.05%	6.64%	2.45%
2015	2.47%	2.18%	2.55%	2.55%	2.03%	2.37%	2.55%	2.55%
2016	4.13%	4.29%	3.41%	3.41%	3.41%	4.12%	5.02%	5.02%
2017	8.14%	9.59%	4.82%	4.82%	4.82%	7.83%	5.19%	4.82%
2018	-5.04%	-9.82%	-9.82%	-0.94%	-0.51%	-6.47%	-7.75%	-0.94%
2019.7월	8.22%	11.14%	7.61%	7.61%	7.61%	8.93%	7.85%	7.61%
누적	86.94%	71.35%	49.08%	86.33%	91.94%	75.57%	72.36%	129.88%
평균	4.85%	4.20%	3.23%	4.58%	4.82%	4.35%	4.64%	6.33%
표준편차	7.85%	7.82%	8.50%	2.86%	3.54%	7.35%	11.99%	7.23%
샤프비율	0.62	0.54	0.38	1.60	1.36	0.59	0.39	0.88

형과 유사한 수준이다. 발생확률을 인지한 경우에는 모든 의사결정모형이 전통적 자산배분모형과 유사한 7% 수준을 보인다. 위험대비 성과인 샤프비율은 전통적 자산배분모형이 0.54~0.62 수준이며, 의사결정모형을 적용한 경우에는 Hurwicz1을 제외하면 전통적 자산배분모형과 유사하거나 높은 샤프비율이 나타났다. 특히, Hurwicz2는 1.60으로 가장 높은 수치를

보였으며, Target2도 0.87로 개선되는 모습을 보였다. 이상의 결과는 위험회피계수를 낮춘 〈표 11〉에서도 유사하게 나타난다. 수익률 측면에서 Target2가 가장 높은 수익률을 거두었으며, Hurwicz1이 가장 낮은 수익률을 보인다. 위험 측면에서는 발생확률을 인지하지 못하는 경우 변동성이 감소하는 모습을 보이며, 발생확률을 인지한 경우에는 전통적 자산배분모형

과 유사한 변동성을 보인다. 위험조정 성과지표 또한 Hurwicz2이 가장 높은 값을 보이며, Regret과

Target2의 경우 위험대비 성과가 개선되는 것으로 나타난다.

4 결론 및 시사점

최근 금융시장의 불확실성이 확대됨에 따라 연기금의 성과에 관심이 집중되고 있다. 자산운용성과에 주요 설명요인이 전략적 자산배분인 점을 고려한다면, 자산배분에 대한 많은 고민과 연구가 필요한 시점이다. 이와 관련하여 다수의 연구들이 수행되고 있으나 대부분 자산배분방법론과 자산군의 파라미터(기대수익률과 위험) 추정방식에 초점이 맞추어져 있다. 하지만 현실적으로는 다수의 효율적 배분안 중 최적의 투자조합을 선택하는 것이 성과개선에 가장 직접적인 영향을 미치는 구조이다. 이에 본 연구는 다양한 시나리오를 가정하여 자산배분을 수행하고, 의사결정모형을 적용하여 최적의 투자조합을 선택하는 방안이 효용성이 있는지 분석하였다.

그 결과, 다소 보수적인 의사결정모형을 이용한 경우, 전통적 자산배분모형 대비 위험대비 성과가 개선되는 것으로 나타났다. 발생확률을 인지하지 못한 경우 Minimax rule에 70%의 가중치를 부여한 Hurwicz rule(Hurwicz2)과 Minimum-regret rule (Regret)의 샤프비율이 개선되었다. 발생확률을 인지한 경우에는 목표수익률을 실질가치유지(CPI+100bp) 수준으로 타 의사결정모형 대비 상대적으로 낮은 수준의 목표수익률을 설정한 Target-return optimization (Target2)의 샤프비율이 개선되었다. 즉, 의사결정모형 중 상대적으로 보수적인 의사결정모형에서 성과가 개선되는 것으로 나타난다. 이러한 결과는 분석 기간 중 3차례 금융위기(2008년, 2011년, 2018년)가 있었기 때문에 공격적 운용을 통한 투자수익 확대전략보다는 보수적 운용을 통한 수익확보 전략이 우수한 것으로 분석된다. 이러한 운용전략은 결과론적이기는 하지만, 안정적인고 지속적 운용을 목표로 하는 연기금의 운용전략에도 부합한다고 하겠다.

그 동안의 연구들은 대부분 자산배분방법론이나 기대수익률 및 기대위험 추정에 초점이 맞추어져 있었다. 하지만 실무적으로 다수의 자금주체들은 앞선 부분에 대해 나름의 정답을 가지고 있다. 자산배분방법론과 관련해서는 일부 연금성기금과 퇴직연금은 부채에 초점을 맞춘 ALM 기반의 자산배분을 검토하고 있으며, 그 외 다수의 연기금들은 여전히 평균-분산모형을 기반으로 하고 있다. 이를 고도화하는 방안으로 한때 Black-Litterman 모형이 활발히 논의되기도 하였으나, 사용자의 기대를 반영해야한다는 측면에서 자의적이고 예측불가능하다는 한계에 부딪혀 많이 활성화 되진 못한 상태이다. 다음으로 기대수익률에 대해서는 합리적 예측(forward looking)에 기반하여 추정하고 있으며, 기대위험은 전통적인 표준편차를 사용하고 있다. 이와 같이 자산배분방법론과 파라미터 추정은 기본적인 틀이 갖추어진 반면, 목표수익률, 허용위험한도, 최적 자산배분안 선택과 같은 정성적인 부분은 정립되지 못한 채 매년 연기금들의 고민거리이다. 이에 본 연구는 자산배분안의 선택방법에 초점을 맞추어 자산배분에 행태재무학을 적용하려는 시도를 했다는 점에서 의의를 지닌다. 물론, 여전히 정성적이고 자의적인 측면이 남아있기는 하지만, 이러한 다양한 시도들이 자산배분 프로세스를 더욱 정교하게 만들 수 있는 길이라 판단된다. 본 연구는 행태재무학의 기초적인 의사결정모형을 적용한 연구에 불과하다. 하지만 해당 부분의 실무적 중요성을 고려한다면 많은 관련 후속연구를 통해 본 연구의 내용을 발전시켜야 할 필요가 있으며 이러한 연구들을 통해 연기금의 운용성과를 제고할 수 있기를 기대한다.



참 고 문 헌

박영규, 김현석, 주효근, 2015, 국민연금기금의 대체투자 포트폴리오 구축방안 연구, 재무연구 제 28권 2호, pp. 235-267.

오세경, 이정우, 2015, 국민연금의 전략적 자산 배분시 Shortfall Risk의 적합서에 관한 연구, 한국증권학회지 제44권 2호, pp. 445-483.

정문경, 원종현, 2005, 국민연금의 전략적 자산 배분이 수익률에 미치는 영향, 국민연금연구원 연구보고서 2005-04.

Artzner, P., F. Delbaen, J. M. Eber, and D. Heath, 1999, Coherent measures of risk, *Mathematical Finance* 9, pp. 203-228.

Black, F. and R. Litterman, 1990, Asset Allocation: Combining Investor Views with Market Equilibrium, *Goldman Sachs Fixed Income Research*.

Black, F. and R. Litterman, 1992, Global Portfolio Optimization, *Financial Analysts Journal* 48, pp. 28-43.

Brinson, G. P., L. R. Hood and G. L. Beebower., 1986, Determinants of Portfolio Performance, *Financial Analysts Journal* 51, pp. 133-138.

Campbell, R., R. Huisman and K. Koedijk, 2001, Optimal Portfolio Selection in a Value-at-Risk Framework, *Journal of Banking & Finance* 25, pp. 1789-1804.

DeMiguel, V., L. Garlappi and R. Uppal, 2009, Optimal Versus Naive Diversification: How Inefficient is the 1/N Portfolio Strategy?, *Review of Financial Studies* 22, pp. 1915-1953.

Fisher, L., 1975, Using Modern Portfolio Theory to Maintain an Efficiently Diversified

Portfolio, *Financial Analysts Journal* 31, pp.73-85.

Fishburn, P. C., 1977, Mean-Risk Analysis with Risk Associated with Below-Target Returns, *American Economic Review* 67, pp. 116-126.

He, G. and R. Litterman, 1999, The Intuition Behind Black-Litterman Model Portfolios, *Goldman Sachs Asset Management*.

Hurwicz, L., 1951, Optimality criteria for decision making under ignorance. cowles commission paper. *Statistics* 370, pp. 45-52.

Ibbotson, R. G. and P. D. Kaplan, 2000, Does asset allocation policy explain 40, 90, or 100 Percent of Performance?, *Financial Analysts Journal* 56, pp. 26-33.

Idzorek, T. M., 2005, A Step-By-Step Guide to the Black-Litterman Model, *Ibbotson Associates*.

James W. and C. M. Stein., 1961, Estimation with quadratic loss, *Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* 1, pp. 361-379.

Leibowitz, M. L., and R. D. Henriksson, 1989, Portfolio optimization with shortfall constraints: A confidence-limit approach to managing downside risk, *Financial Analysts Journal* 45, pp. 34-41.

Leibowitz, M. L., and S. Kogelman, 1991, Asset Allocation under Shortfall Constraints, *Journal of Portfolio Management*, 17, pp. 18-23.

Leibowitz, M. L., and T. C. Langatieg,

1989, Shortfall risk and asset allocation decision: A Simulation analysis of stock and bond risk profiles, *Journal of Portfolio Management* 16, pp. 61-68.

Lintner, J., 1965, Security Prices, Risk, and Maximal Gains from Diversification, *Journal of Finance* 20, pp. 587-615.

Markowitz, H., 1952, Portfolio Selection, *Journal of Finance* 7, pp. 77-91.

Mausser, H. and D. Rosen, 1998, Beyond VaR: From Measuring Risk to Managing Risk, *Algo Research Quarterly* 1, pp.5-20.

Merton, R. C., 1980, On Estimating the Expected Return on the Market: An Exploratory Investigation. *Journal of Financial Economics* 8, pp. 323-361.

Michaud, R. O., 1998, Efficient asset management, *Harvard Business School Press*.

Mossin, J., 1965, Equilibrium in a Capital Asset Market, *Econometrica* 34, pp.

718-787.

Rockafellar, R. T. and S. Uryasev, 2000, Optimization of conditional VaR, *Journal of Risk* 12, pp. 21-41.

Ross, S., 1976, The Arbitrage Theory of Capital Asset Price, *Journal of Economic Theory* 13, pp. 341-360.

Satchell, S. and A. Scowcroft, 2000, A Demystification of the Black-Litterman Model: Managing Quantitative and Traditional Portfolio Construction, *Journal of Asset Management* 1, pp. 138-150.

Sharpe, W., 1964, Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *Journal of Finance* 19, pp. 425-442.

Siebenmorgen, N. and M. Weber, 2003, A behavioral model for asset allocation, *Financial Markets and Portfolio Management* 17, pp. 15-42.



Using Decision Making Model for Asset Allocation

Inwook Song* (Korea Fund Ratings Co.)

Abstract

Past studies about asset allocation focus on allocation methodology or estimating expected returns and expected risks. However, each pension fund has developed its own solution to solve these issues. On the other hands, pension funds express more difficulties to make qualitative decisions about target return, risk tolerance level, and optimal asset allocation choice. This study examines whether using decision making model for asset allocation under various scenarios can help pension funds in this domain and improve pension fund performances.

Our study found that, if we use conservative decision making model, risk adjusted performance is improved compared to using traditional asset allocation model. When occurrence probability is not recognized, the Sharpe ratio is improved under Minimum-regret rule(Regret) as well as under Hurwicz rule(Hurwicz2) with 70% weighted toward Minimax rule. When occurrence probability is recognized, the Sharpe ratio of Target-return optimization(Target2), which set real value maintaining(CPI+100bp) level as the target rate, is also improved. This new method also meets the management strategy of pension funds that pursue a stable and sustainable investment performance. Although the use of decision making model is rather qualitative and arbitrary, this kind of alternative approach can help advance the asset allocation process. Considering the practical importance of the topic, we expect similar studies to follow and contribute to the improvement of pension fund performances.

Key words : *Asset Allocation, Scenario, Decision Making Model, Hurwicz rule, Regret*

Article history : Received 2 December 2019, Accepted 27 December 2019

JEL Classification : G10, G20

* Author. Director of the Center, Reserch Center, Korea Fund Ratings Co.

Address: Kwanghwanmun Bldg. 9th fl., 149, Sejong-daero, Jongrogu, Seoul, 03186;

E-mail: iwsong@kfr.co.kr; Tel: 02-399-3124.

www.kci.go.kr