



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위 논문

잉여금 리스크 패리티(Surplus Risk Parity)를 활용한 자산배분 전략

— 확정급여형(DB) 퇴직연금제도를 중심으로 —

지도교수 성 주 호

경희대학교 대학원

경영학과

곽도현

2021 년 2 월

잉여금 리스크 패리티(Surplus Risk Parity)를 활용한 자산배분 전략

— 확정급여형 (DB) 퇴직연금제도를 중심으로 —

지도교수 성 주 호

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

경희대학교 대학원

경영학과 연금금융전공

곽도현

2021 년 2 월

곽도현의 경영학 석사학위
논문을 인준함

주심 교수 이 봉 주 인

부심 교수 성 주 호 인

부심 교수 김 상 만 인

경희대학교 대학원

2021 년 2 월

< 목 차 >

| | |
|---|----|
| <국문요약> | vi |
| 제 1 장 서론 | 1 |
| 제 1 절 연구의 배경과 필요성 | 1 |
| 제 2 절 연구의 방법 및 구성 | 4 |
| 제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 | 6 |
| 제 1 절 부채를 고려한 자산배분 전략 | 6 |
| 1. 전통적인 자산부채종합관리(ALM: Asset Liability Management) | 6 |
| 2. 부채연계투자(LDI: Liability Driven Investment) | 7 |
| 제 2 절 리스크 중심의 자산배분 전략 | 9 |
| 1. 전통적인 리스크 중심의 자산배분 | 9 |
| 2. 리스크패리티 전략의 진화 | 11 |
| 3. LDI 와 리스크패리티 전략 | 12 |
| 제 3 장 확정급여형(DB) 연금의 현황 | 14 |
| 제 1 절 국내확정급여형(DB) 퇴직연금의 적립금 현황 | 14 |
| 1. 적립금 규모 | 14 |
| 2. 국내 DB 기업들의 사외적립률 현황 | 16 |
| 제 2 절 국내외 연금의 자산배분 현황 | 17 |
| 1. 글로벌 연금의 자산배분 개요 | 17 |
| 2. 국민연금의 자산배분 | 21 |
| 3. 캘리포니아 공무원연금(CalPERS)의 자산배분 | 23 |

| | |
|---|----|
| 제 4 장 잉여금 리스크패리티 중심의 자산배분전략 실증 분석 | 25 |
| 제 1 절 분석의 개요 | 25 |
| 제 2 절 분석의 모형 | 26 |
| 1. 부채/자산/잉여금 성장모형 | 26 |
| 2. 잉여금리스크 포트폴리오 | 33 |
| 제 3 절 분석결과 | 45 |
| 제 5 장 요약 및 향후 과제 | 49 |
| <참고문헌> | 51 |
| <부 록> HRP의 Python Code | 54 |
| <ABSTRACT> | 57 |



〈 표 차례 〉

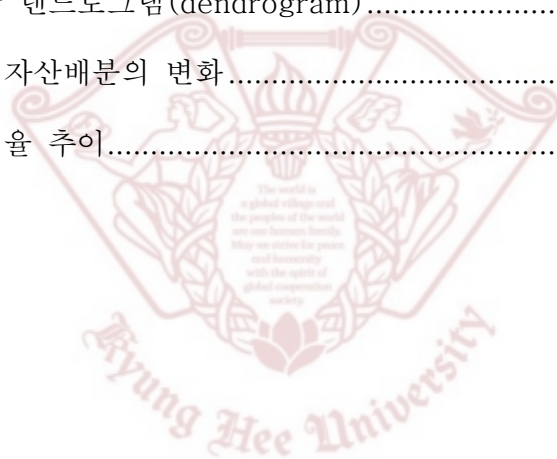
| | |
|---|----|
| <표 3.1> 제도유형별 적립금 추이..... | 15 |
| <표 3.2> 퇴직연금 제도유형별 운용현황 | 15 |
| <표 3.3> 퇴직급여 사외적립률의 변화..... | 16 |
| <표 3.4> DB 형 퇴직연금의 기간별 최소적립비율..... | 16 |
| <표 3.5> 국가별 사적연금(퇴직연금+개인연금)의 명목/실질 투자 수익률 | 20 |
| <표 3.6> 주요 국가별 공적연금의 명목/실질 수익률 | 21 |
| <표 3.7> 국민연금 기금의 전술적 자산배분 | 22 |
| <표 3.8> CalPERS 의 자산군 분류 및 벤치마크..... | 23 |
| <표 3.9> CalPERS 의 포트폴리오 성과 | 24 |
| <표 4.1> 잉여금리스크 포트폴리오 구분 | 25 |
| <표 4.2> 연령, 근무연수, 임금 가정..... | 27 |
| <표 4.3> 퇴직급여부채 및 퇴직급여부채 증가율 추이..... | 27 |
| <표 4.4> 자산의 종류 | 29 |
| <표 4.5> 자산별 증가율..... | 29 |
| <표 4.6> 자산별 잉여금증가율 | 32 |
| <표 4.7> 부채증가율 및 자산증가율 상관관계..... | 33 |
| <표 4.8> 자산간의 잉여금 상관관계 | 38 |
| <표 4.9> 자산간의 잉여금 정규화거리..... | 38 |
| <표 4.10> 자산간의 유클리드 거리 | 39 |
| <표 4.11> 자산의 클러스터 ID 와 정규화거리..... | 39 |
| <표 4.12> 재귀적이분할 방법(recursive bisection) | 40 |
| <표 4.13> 계층별 계산값 및 최종 적용비중..... | 41 |
| <표 4.14> 실증분석기간의 변동성 국면(regime) 구분 | 43 |

| | |
|---|----|
| <표 4.15> 국면별 부채 증가율과 할인율 및 임금인상률 변동 | 43 |
| <표 4.16> 국면별 자산 증가율 | 44 |
| <표 4.17> 모형별 자산배분 | 45 |
| <표 4.18> 모형별 잉여금증가율..... | 46 |
| <표 4.19> 모형별 적립비율 | 47 |



〈 그림 차례 〉

| | |
|--|----|
| 〈그림 1.1〉 확정급여형 연기금의 적립비율(2007 년 ~ 2009 년)..... | 2 |
| 〈그림 1.2〉 주요 LDI 전략(2012 년 ~ 2019 년, 복수응답)..... | 3 |
| 〈그림 3.1〉 퇴직연금 적립금 추이 | 14 |
| 〈그림 3.2〉 OECD 국가의 사적연금(퇴직연금+개인연금)의 자산배분 | 18 |
| 〈그림 3.3〉 OECD 주요국가 공적연금의 자산배분..... | 19 |
| 〈그림 3.4〉 국민연금 기금의 포트폴리오 | 22 |
| 〈그림 3.5〉 CalPERS 의 자산군과 리스크 배분비중..... | 24 |
| 〈그림 4.1〉 자산별 잉여금 덴드로그램(dendrogram)..... | 40 |
| 〈그림 4.2〉 포트폴리오간 자산배분의 변화..... | 42 |
| 〈그림 4.3〉 모형간 적립비율 추이..... | 48 |



<국문요약>

잉여금 리스크패리티 중심의 자산배분 전략 : 확정급여형 퇴직연금제도를 중심으로

현재 국내 DB제도는 원리금보장형 상품중심의 운용으로 장기적인 적립부족에 대한 문제에 노출되어 있다. 이를 개선하기 위해서 부채와 연계한 자산운용의 필요성이 강조되고 있다. 부채와 연계한 자산운용은 소극적으로 자산과 부채를 매칭하는 전략이 주를 이루는 전통적 자산 부채종합관리(ALM)와 부채매칭을 중심으로 적극적으로 추가 수익을 추구하는 부채연계투자(LDI) 전략이 있다.

본 논문에서는 자산과 부채의 차이로 정의되는 잉여금의 리스크패리티(Surplus Risk Parity)를 중심으로, DB제도에서 활용가능한 자산배분전략을 실증 분석한다. 특히, 전통적 리스크패리티(RP)에 계층적 리스크패리티(HRP)방식을 병행하는 국면을 고려한 리스크패리티(RRP)전략을 제시한다. RRP는 VIX지수를 기준으로 고변동성구간과 저변동성구간을 나누어 서로 다른 리스크패리티 방식을 적용하는 개념이다. RRP 실증분석결과 최소분산 포트폴리오(MVP), 최대 리스크분산 포트폴리오(MDP), 전통적 리스크패리티 포트폴리오(RP), 계층적 리스크패리티 포트폴리오(HRP)보다 높은 샤프지수를 보여주었다. 이는 국면 전환전략이 기금의 자산을 고변동성구간(자산의 변동성과 부채의 증가율이 높은 구간)에서는 부채매칭포트폴리오의 성격으로 배분하고, 저변동성구간(자산의 변동성과 부채의 증가율이 낮아지는 구간)에서는 수익추구 포트폴리오의 성격으로 조정하는데 기인한다.

실증분석은 총 6개의 국내외 자산(선진국주식, 이머징주식, 국내주식, 글로벌투자등급채권, 글로벌하이일드채권, 국내채권)을 대상으로 국내투자자를 고려하여 원화환산지수로 적용하였으며, 기간은 2005년부터 2019년까지 총 15년을 대상으로 하였다. 부채는 연령별 균등인구 가정을 적용하였고 보험개발원의 표준 퇴직률 및 사망률을 사용하였다.

결론적으로 하나의 포트폴리오에 부채매칭과 수익추구의 성격을 포함하고 있는 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오는 LDI 전략으로 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 본 연구의 방법론 및 결과는 향후, 실적배당상품을 활용한 기금운용시 운용전략을 비교하는 과정에서 활용성이 높을 것으로 기대된다.

국문색인어 : 확정급여형 퇴직연금, 부채연계투자, 잉여금리스크, 국면을 고려한 리스크패리티, 계층적 리스크패리티

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 배경과 필요성

우리나라의 퇴직연금의 적립금 규모는 2005년 말 근로자의 안정적인 노후소득 보장을 위해서 제도가 도입된 이후 빠르게 성장하여 2019년 말 기준 적립금 221조원, 가입자 수는 전체 가입대상 근로자의 51.3%인 561만명이다.¹⁾

그러나 이러한 외형적인 성장에도 불구하고 원리금보장상품 위주의 자산운용, 퇴직연금사용자와 가입자의 전문성 부족, 무관심 등의 원인으로²⁾ 적립금 운용에 관해서는 아직 개선점들이 많이 있다. 퇴직연금의 투자정책은 사용자에게는 퇴직연금부채의 부담을 줄여주고, 가입자에게는 안정적인 노후소득 보장을 위해서 수익성과 안정성이 동시에 고려되어야 한다.

2019년 말 현재 우리나라 퇴직연금자산은 86.6%가 예·적금을 중심으로한, 원리금보장형 상품 중심으로 운용되고 있다. 특히 퇴직연금제도 중 가장 큰 비중(63.8%)을 차지하고 있는 확정급여형(DB)의 원리금보장형 비중이 93.2%로 가장 높다. 이는 퇴직연금 전체기준인 87.1%보다 6.6%p 높고, 확정기여형(DC) 기준 80.5%보다 12.7%p가 높은 수준이다. 원리금보장형 상품중심의 자산운용 관행은 저성장, 저금리기조의 현재 경제상황에서 퇴직연금의 목표(수익성, 안정성)를 달성하기 어렵게 하는 주요 원인으로 꼽히고 있다. 이를 개선하기 위해서는 부채를 고려한 보다 적극적인 자산운용 전략이 필요하다. 우리나라와는 달리 미국, 유럽 등 주요 선진국의 확정급여형 연금금들은 전통적으로 주식, 채권을 중심으로 다양한 자산에 투자하는 분산된 포트폴리오를 구성해 왔다.

1990년대까지만 해도 해외 연기금의 퇴직연금 자산운용의 목적은 기대수익률을 극대화하거나 경쟁 연기금의 성과를 초과하는데 있었다. 이에 따라 미국, 영국 등의 대형 연기금펀드의 자산배분은 주로 주식에 60%, 채권에 40%를 투자하는 경험적인 배분방식으로 이루어졌다.³⁾ 이러한 관행적 방식의 투자는 주식시장이 호황일 경우는, 목표수익률을 달성하는데 어려움이 없지만, 주식시장이 불황일 경우에는 부채와 투자자산과의 미스매칭이 증가하여 적립비율 하락 위험에 노출될 수 있다.

¹⁾ 금융감독원, “퇴직연금통계” (2019), 통계청(2019)

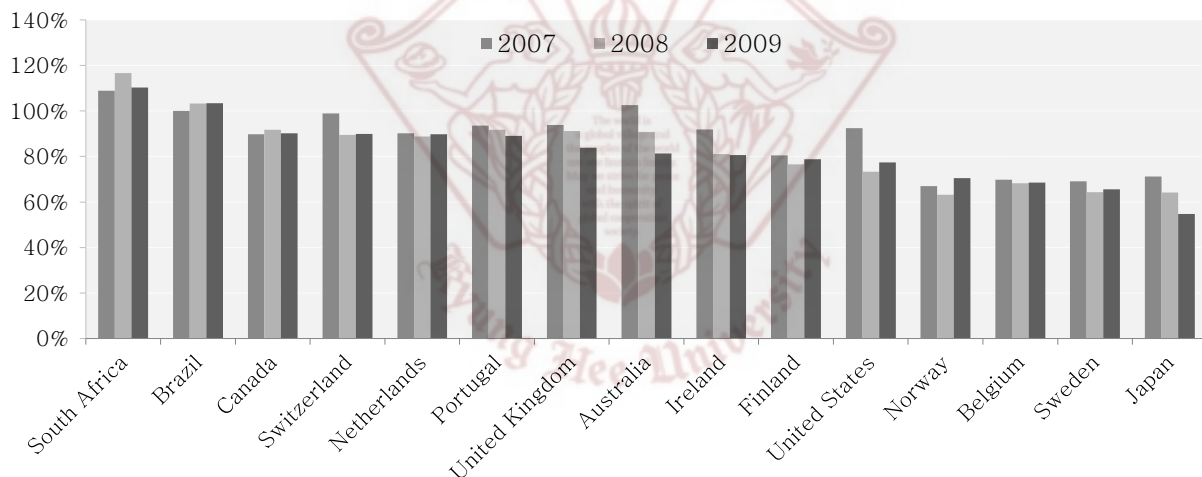
²⁾ 자본시장연구원, “기업 퇴직급여채무의 사외적립 현황 및 시사점” (2019)

³⁾ 이경희·성주호, “잉여금 최적화 전략에 따른 퇴직연기금의 자산배분” (2008)

실제로 2007년 ~ 2009년에 이은 글로벌 금융위기로 주식시장은 대규모 하락하였으며, 이에 따라 자산의 가치는 크게 줄어들었다. 반면 부채는 이자율 하락에 따라 증가하면서 글로벌 주요 연기금들은 적립부족상황이 발생하였다.

<그림 1.1>은 미국, 영국, 호주, 일본, 스웨덴, 캐나다, 브라질 등 15개국에 상장된 2,100개 기업들을 대상으로 OECD에서 조사한 자료이다. 2007년부터 2009년까지 국가별 확정급여형 연금제도의 적립비율을 보여주고 있다. 대표적으로 미국을 보면, 2008년 글로벌 금융위기에 자산가치 하락과 이자율 하락에 따른 부채가치 상승이 동시에 발생하면서 적립비율은 72.3%로 전년대비 19.1%p가 하락하였다. 이후 2009년에는 주식시장이 회복을 하면서 자산의 수익률이 반등을 하였지만, 여전히 저금리 상황에 따른 부채가치의 증가로 적립비율 개선은 전년대비 4.0%p에 그쳤다.¹⁾

<그림 1.1> 확정급여형 연기금의 적립비율(2007년 ~ 2009년)



자료 : OECD, Pension at a Glance 2011

적립비율의 하락은 결국 퇴직연금의 재무건전성을 악화시켰으며 사용자의 기여금 부담으로 작용하였다. 이후 기금들은 기존 자산중심의 자산배분에서 부채를 고려하는 자산부채관리(ALM: Asset Liability Management)로의 변화에 중요성을 인식하게 되었다.

초기의 ALM은 소극적인 방법으로 주로 자산과 부채를 매칭하는 방법을 사용하였다. 하지만 저금리에 따른 부채매칭자산(예, 채권)의 투자수익률이 하락하자, 최근에는 적극적으로 적

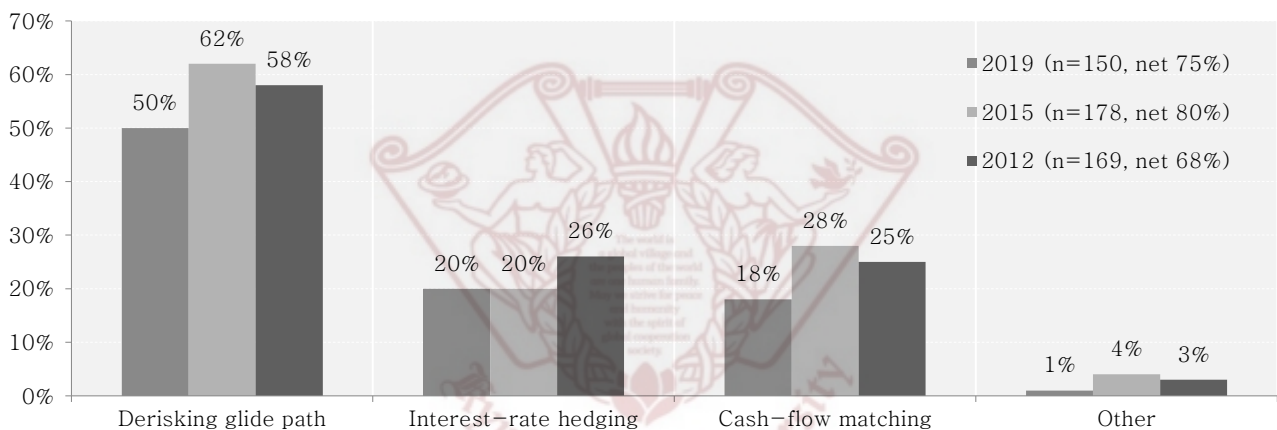
¹⁾ 이를 성주호(2016)는 연금자산과 부채의 상대적인 증감율에 따라 적립비율이 평가되는 재정평가의 역설(valuation paradox)이라고 언급하였다

립비율을 개선하고자 부채매칭을 중심으로 초과 수익을 추구하는 부채연계투자(LDI: Liability Driven Investment)전략이 대안으로 고려되고 있다.

LDI에 대한 관심은 기금운용자를 대상으로 하는 Vanguard(2019)의 설문조사¹⁾에서도 확인할 수 있다. 설문조사에 따르면, 미국의 150개 대상 기금의 76%가 LDI전략을 투자원칙보고서(IPS: Investment Policy Statement)에 포함하여 적용하고 있다고 하였다.

구체적으로 LDI의 주요전략에 대한 응답을 살펴보면, 적립비율에 따라 리스크를 감소시키는 글라이드패스(glide path)방법이 응답자(복수응답)의 50%로 가장 많았고, 개별 이자율 헤징(hedge) 방법이 20%, 현금흐름매칭 방법이 18%로 그 뒤를 이었다(<그림 1.2> 참조).

<그림 1.2> 주요 LDI전략(2012년 ~ 2019년, 복수응답)



자료 : Vanguard, 2019 survey of pension sponsors

국내에서도 지속적인 금리 인하²⁾로 더 이상 퇴직연금의 운용환경이 우호적이지 않다. 지금까지 대부분의 사업자는 확정급여형 기금의 90% 이상을 원리금보장형으로 운용하는 상황이었지만, 향후 기금형 퇴직연금제도 등과 같은 정책변화와 적극적인 IPS 도입 등의 투자 환경이 개선된다면, 결국 사용자는 퇴직연금 부담금에 따른 기업의 유동성 위험을 미리 방지하기 위해서 LDI에 대해서 적극적으로 검토해야 될 것으로 판단된다.

¹⁾ Vanguard사는 2010년부터 미국의 퇴직연금 DB 사용자를 대상으로 2~3년에 주기로 적립금 제도의 운영과 목표, 투자정책 등에 관하여 설문조사를 실시하고 있다.

²⁾ 한국은행 기준금리는 2020년 3월 0.75%, 2020년 5월 0.50%이다.

제 2 절 연구의 방법 및 구성

본 논문에서는 국내 확정급여형 퇴직연금의 적립금 운용현황과 해외 주요 국가의 자산운용 현황 및 특징을 분석하고, 잉여금의 리스크를 고려한 자산배분전략이 미래의 연금채무에 해당하는 연기금을 안정적으로 마련할 수 있는 방법¹⁾이라는 가정하에 잉여금 영역에서 최소분산 포트폴리오(MVP: Minimum Variance Portfolio), 최대 리스크분산 포트폴리오(MDP: Maximum Diversification Portfolio)와 전통적인 리스크패리티 포트폴리오(RP: Risk parity Portfolio), 계층적 리스크패리티 포트폴리오(HRP: Hierarchical Risk parity Portfolio), 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오(RRP: Regime Risk parity Portfolio) 등 3개의 리스크패리티(Risk Parity) 포트폴리오를 통하여 실증분석한다.

특히, 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오(RRP)는 기존의 RP와 HRP방식을 국면별로 결합한 방법으로 VIX지수를 기준으로 고변동성구간과 저변동성구간을 나누어 서로 다른 리스크패리티 방법을 적용한다.

분석 대상기간은 2005년 ~ 2019년으로 선정하고 투자가능 자산은 선진국주식, 이머징주식, 한국 주식, 글로벌투자등급채권, 글로벌하이일드채권, 국내채권으로 총 6종으로 한정한다. 분석 데이터는 bloomberg, infomax를 사용하였고 국내 사용자가 원화(KRW)로 투자한다는 상황을 반영하여 원화환율을 고려한 지수로 분석한다.

잉여금리스크 포트폴리오를 구성하기 위해서 부채성장모형, 자산성장모형, 잉여금성장모형을 가정한다. 각 연도별 퇴직급여부채는 보험 수리적 가정 및 국고채 10년 금리를 할인율로 적용하여 산출하며, 퇴직급여자산은 포트폴리오별 수익률을 반영하여 산출한다. 그 후 자산 증가율과 부채증가율의 차이를 시계열로 계산하여 잉여금성장율을 산출한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 전통적인 ALM 전략, LDI 전략을 확인한 후, 잉여금 영역에서의 리스크패리티 전략의 이론적 배경 및 선행 연구를 조사한다. 제 3장에서는 국내외 확정급여형 퇴직연금제도의 적립금, 적립비율 등을 통계청과 OECD자료로 살펴보고 국민연금과 CalPERS의 자산배분 전략을 통해서 확정급여형 퇴직연금의 자산배분 전략의 사례를 살펴본다. 제 4장에서는 잉여금리스크패리티 중심의 자산배분전략 모형을 설정하고 실증 분석한다. 자산/부채/잉여금 성장모형을 가정한 후, 잉여금 영역에서 MVP, MDP, 3개의 리스크패리티 포트폴리오(RP, HRP, RRP)를 설정하여 그 성과를 비교, 분석한다. 특히, RRP 산출을 위

¹⁾ 정도영 · 성주호, “확정급여형(DB) 퇴직연금 제도의 부채연계투자(LDI) 전략” (2015)

해 VIX지수에 따라 국면(regime)을 나누고 특징을 살펴본다. 제 5장에서는 연구의 결과를 간단히 요약하고 시사점과 함께 논문의 한계점 및 발전방향에 대해 제시한다.

본 연구는 우리나라의 확정급여형 퇴직연금제도를 가정하여 잉여금 영역에서의 전통적 리스크패리티(RP)와 함께 계층적 리스크패리티(HRP)를 적용하고, 이 두가지 전략을 국면을 고려하여 동적으로 배분하는 RRP의 실효성을 실증적으로 제시하였다는 점에서 기존의 연구와 차별성이 있다고 하겠다.



제 2 장 이론적 배경 및 선행연구

연기금 적립금의 전통적인 운용방법은 Markowitz(1952)에 의해 개념이 적립된 평균분산 최적화 모형에 따른 자산배분 전략이다. 평균분산 최적화 모형에서 효율적 투자는 개별자산의 기대수익, 분산, 상관관계 등을 고려하여 주어진 수익률 및 위험 수준 하에서 기대수익률을 극대화하는 포트폴리오를 찾아내는 방법이다. 평균분산 최적화 모형에 대한 연구로 Tobin(1958)은 효율적 투자선에 무위험이자율로 무제한 차입이 가능 하다면 무위험자산과 완전 분산된 위험자산에 나누어 투자할 때 더욱 우월한 투자가 가능하다는 것을 보여주었다. 이후 자본시장이 균형 상태를 이룰 때 기대수익과 위험과의 관계를 예측하는 모형인 자본자산가격결정모형(CAPM)에 대한 이론으로 발전하여 Treynor(1961), Sharpe(1964), Lintner(1965), Mossin(1966) 등에 의해 연구되었다. 확정급여형 연기금은 자산과 부채가 동시에 존재한다는 점에서 전통적인 평균분산 최적화 모형을 적용하기에는 한계를 지닌다. 곧 기금의 자산가치가 미래에 지급해야 할 부채가치에 비해 부족하게 되는 위험이 연기금이 직면하고 있는 가장 근본적인 위험인 것이다. 이러한 위험을 통제하기 위해서 연기금의 자산운용은 부채를 고려한 자산배분 전략으로 발전하였다.

제 1 절 부채를 고려한 자산배분 전략

1. 전통적인 자산부채종합관리(ALM: Asset Liability Management)

ALM은 1970년대부터 은행권을 중심으로 발달하여 1980년대에는 연금에 접목되었다. 초기 연금의 ALM은 소극적으로 자산과 부채를 매칭시키는 방법이 주를 이루었다. ALM의 모형은 미래 급여의 흐름이 알려져 있고 보유자산은 채권에 의한 현금흐름이라는 가정하에 이들을 매칭하기 위한 최적의 포트폴리오를 찾는 방법을 기반으로 한다.

ALM의 방법으로는 자산을 부채의 듀레이션 및 볼록성과 일치시키는 면역화전략, 다기간의 부채가 존재할 때 개별 부채에 맞는 듀레이션을 매칭하는 기간별 면역화전략, 자산의 현금흐름을 부채의 현금흐름과 완벽하게 일치시키는 현금흐름일치 전략, 전체 부채 중 초기 부채에는

현금흐름일치 전략을 사용하고, 이후에 발생하는 부채에 대해서는 듀레이션 매칭을 혼합하여 적용하는 기간일치 전략 등이 있다.

2. 부채연계투자(LDI: Liability Driven Investment)

ALM의 일종인 LDI전략은 1980년대에 개념이 시작되어 2000년대 접어들면서 저금리, 저성장, 저소비, 고령화 등에 의해 경제침체가 확산되는 뉴노멀시대에 연기금 자산운용전략의 중심으로 부상하였다.

LDI전략은 자산가치와 부채가치의 차이로 정의되는 잉여금(surplus)을 최적화한다는 점에서 현금흐름매칭, 면역화 등의 소극적인 ALM 전략과 유사하다고 할 수 있으나 자산과 부채의 불일치를 조정하면서 적극적으로 초과 수익을 추구한다는 점에서 차이가 있다. 궁극적으로 LDI는 부채매칭과 수익추구를 동시에 병행하는 전략이다.

잉여금 최적화의 중요성에 관련된 해외 연구로는 Ezra(1991), Leibowitz et al.(1992) 등이 있으며 국내 연구로는 이경희·성주호(2008), 류건식·이경희·김동겸 (2008) 등이 있다.

Ezra(1991)는 DB형 연금의 자산운용에 있어서 자산만을 고려하여 위험을 측정하고 자산배분을 수행하는 것보다는 자산과 부채의 차이인 잉여금을 고려하는 것이 더 유의미함을 주장하였다. 그는 몇 가지 사례를 통하여 부채의 분포를 어떻게 모델링하느냐에 따라 자산배분에 있어서 주식과 채권의 비중이 확연히 달라질 수 있음을 보여 부채의 특성에 따른 적절한 모델링이 DB형 연금의 위험관리 및 자산배분에 있어서 매우 중요한 요소임을 보였다.

Leibowitz et al.(1992)은 현금/주식 포트폴리오와 일정 수준의 듀레이션을 갖고 있는 채권/주식 포트폴리오를 잉여수익(surplus return)의 관점과 자산중심(asset only)의 관점에서 비교하였다. 현금/주식 포트폴리오는 자산 중심 관점에서는 채권/주식 포트폴리오보다 우수한 성과를 보였으나, 잉여수익의 관점에서는 높은 잉여수익 변동성을 나타내 채권/주식 포트폴리오에 비하여 열등한 성과를 나타냈다. 따라서 자산배분 정책을 수립함에 있어서 자산 중심의 정책을 수립할지 잉여수익 중심의 정책을 수립할지가 최적 포트폴리오 도출에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 보였다.

이경희·성주호(2008)는 1999년 ~ 2006년을 분석 기간으로 하여, 잉여금 최적화 전략을 한국의 확정급여형 퇴직연기금에 적용해보았다. 특히 잉여금 최적화 전략에 있어서는 부채의 증가 및 변동성과 상관관계가 높은 자산비중을 높여야 함을 예시적으로 보여주었다. 국내채권,

국내주식, 국내부동산 및 해외주식 자산군을 활용하여 최적 자산배분안을 도출해 본 결과 자산 중심 전략에서는 수익률이 높은 국내주식과 해외주식에 대한 배분 비중이 높았으나, 잉여금 최적화 전략에서는 부채 증가 및 변동성과 상관관계가 높은 국내채권과 국내부동산에 대한 비중이 높게 나타났다.

류건식·이경희·김동겸(2008)은 퇴직연금의 부채를 고려했을 경우 최적자산배분과 자산만을 고려했을 경우 최적자산배분과의 차이점을 규명하고자 하였다. 주식과 채권의 자산배분을 예시하기 위해 1999년 ~ 2006년 동안의 국내 데이터를 사용하였으며, 연금부채는 임금상승률과 할인율을 사용한 부채모형에 의존하여 분석하였다. 자산과 부채를 동시에 고려한 최적자산배분은 자산만 고려할 경우에 비해 상대적으로 주식의 비중이 감소하고 채권의 비중이 높음을 확인하였다.

다음으로 LDI전략에 대해서 살펴보면 LDI 전략은 잉여금 최적화 전략을 한층 더 발전시킨 자산운용 전략으로서 자산의 일부는 위험 관리를 위해 배분하고, 다른 일부는 높은 투자 수익 달성을 위해 배분한다는 개념이다. LDI 전략은 부채에 영향을 주는 주요 리스크(물가, 금리, 생산성, 기대수명, 사용자의 부담금 납부 등)를 헤지(hedge)하여, 부채와 일치 또는 초과 수익을 추구하는 전략이다. 이는 일반적으로 현재의 부채를 헤지하는 부채매칭포트폴리오와 미래의 부채를 헤지 또는 수익을 추구하는 수익추구포트폴리오로 각각 구성한다. 부채매칭포트폴리오는 주로 부채에서 발생할 수 있는 리스크를 헤지할 수 있는 자산으로 구성하며 부채와의 추적오차(tracking error) 또는 잉여금 리스크를 줄이는 것이 목표가 된다. 수익추구포트폴리오는 잉여금 리스크 대비 잉여금 증가율의 극대화를 목표로 한다.

LDI의 프로세스는 부채분석 및 모델링 수행 후 자산배분 비중을 결정하고 포트폴리오 구성 및 시행하는 과정으로 진행된다. 첫 번째 단계인 부채분석 및 모델링 단계에서는 부채에 영향을 주는 리스크 요인을 고려하여 부채를 모델링하고 두 번째 단계인 자산배분 단계에서는 부채매칭포트폴리오와 수익추구포트폴리오에 대한 자산배분 비율을 결정한다. 세 번째 단계인 포트폴리오 구성 및 시행 단계에서는 부채매칭포트폴리오와 수익추구포트폴리오에 대한 세부적인 포트폴리오를 구성한 후 리밸런싱(rebalancing) 한다.

LDI에 대한 연구로는 Hoevenaars et al.(2008), Waring(2009), Amenc et al.(2010) 등이 있다.

Hoevenaars et al.(2008)은 1952년부터 2005년까지의 미국 자료를 이용하여 자산만을 고려한 경우와 부채를 고려한 경우의 전략적 자산배분의 차이를 비교, 분석하였다. 부채를 고려한 최적포트폴리오는 자산만을 고려한 최적포트폴리오와 부채매칭포트폴리오의 결합으로 결정된다. 자산만을 고려할 경우 최적포트폴리오는 단기채권에 대한 투자 비중이 높은 반면, 부채

를 고려한 최적포트폴리오는 장기채권의 비중이 높게 나타난다. 이는 부채를 고려할 경우 단기 채권의 만기와 부채 만기의 불일치 위험이 발생하기 때문인 것으로 분석되었다.

Waring(2009)은 자산과 부채의 증가율이 단일요인모형에 의해 결정된다고 가정한 후, 연금 부채를 헤지(hedge)하기 위해서 최소잉여금분산포트폴리오를 도출하였다. 여기에 추가수익을 달성하기 위하여 위험자산의 포지션인 잉여금 베타를 감안한 위험자산포트폴리오를 추가하여 최종 LDI포트폴리오를 구성하였다.

Amenc et al.(2010)은 부채매칭포트폴리오 및 수익추구포트폴리오를 구성하고 이 두 가지 포트폴리오의 최적배분을 이론적으로 제시하였다. 수익추구포트폴리오에 대한 최적자산배분은 샤프지수와 양의 상관관계를 가지며, 변동성 및 사용자의 위험 회피도와는 음의 상관관계를 가진다. 부채매칭포트폴리오에 대한 최적자산배분은 연금부채 헤지 정도 및 사용자의 위험회피도와 양의 상관관계를 가진다고 했다. 예를 들어 부채에 대한 완벽한 헤지가 가능한 부채매칭포트폴리오가 존재하고 사용자의 위험회피성향이 매우 높은 경우, 사용자는 부채매칭포트폴리오에만 투자를 하게 된다고 하였다.

제 2 절 리스크 중심의 자산배분 전략

2008년 글로벌 금융 위기 당시, 투자자산의 동반 하락으로 주요 연기금들은 적립부족 상태에 직면하게 되었다. 이에 따라 수익률을 예측하는 기존의 평균분산 최적화 방법의 한계가 드러났고 그 대안으로 변동성을 예측하는 방법이 수익률을 예측하는 것 보다 오차를 줄일 수 있다는 관점에서 리스크 중심의 자산운용 전략이 부각되었다.

이번 절에서는 리스크 중심의 전략을 비교해 보고 리스크패리티 전략과 이를 잉여금분야에 적용한 선행연구를 살펴본다.

1. 전통적인 리스크 중심의 자산배분전략

전통적인 리스크 중심의 자산배분전략으로는 Markowitz의 평균분산 최적화 방식을 활용한 최소분산 포트폴리오 전략, 분산투자효과를 최대화하는 최대 리스크분산 포트폴리오 전략, 리스크패리티 포트폴리오 전략이 있다. 최소분산 포트폴리오 전략은 앞서 살펴본 바와 같이 포트폴리오 리스크를 최소화하여 구성하는 방법이고, 최대 리스크분산 포트폴리오 전략은 분산효과를 최대화하기 위하여 분모인 포트폴리오의 리스크는 작게, 분자인 가중평균리스크는 크게 구

성하는 방법이다

리스크패리티 포트폴리오 전략은 본 논문에서 서술하는 주요 내용으로 2005년 PanAgora Asset Management의 Qian이 작성한 보고서에서 처음 사용되었다. 이에 관련된 연구로는 Peters(2009), Chaves et al.(2011), Martellini et al.(2014) 등이 있다.

Peters(2009)는 변동성이 시장상황에 따라 변한다는 점에 착안하여 1990년부터 2008년까지의 미국주식시장을 VIX(CBOE Volatility Index)지수로 고변동성구간과 저변동성구간으로 나누어 리스크 패리티를 적용하는 Essential Beta 방식을 소개하였다. Essential Beta방식은 글로벌 경기성장기에는 수익을 취하고, 경기 하락기에는 분산투자를 통해서 자산을 지키며, 인플레이션을 헤지(hedge)한다. 이를 위해서 성장을 위한 자산으로 주식(equity), 분산투자과 디플레이션(deflation)을 헤지(hedge)하기 위한 자산으로 국채(sovareign bonds), 인플레이션(inflation)을 위한 자산으로 실물자산(real assets)을 핵심(essential)자산으로 선정하였다. 또한 저변동성구간에서는 국채의 레버리지(leverage) 방식을 적극적으로 활용하였는데, 그 결과 비교대상인 주식/채권에 60/40으로 투자하는 포트폴리오 보다 두배 높은 샤프지수의 성과(60/40 포트폴리오: 0.3, Essential Beta 포트폴리오: 0.6)를 얻었다.

Chaves et al.(2011)은 리스크패리티 포트폴리오와 동일가중 포트폴리오(equally weighted portfolio), 최소분산 포트폴리오(minimum variance portfolio), 평균분산 최적화 포트폴리오(mean variance optimization portfolio), 전통적인 주식/채권에 60/40으로 투자하는 60/40 포트폴리오의 성과를 비교하였다. 1980년 ~ 2010년을 분석 기간으로 선정하였으며 장기미국 국채, 미국투자등급채권, 글로벌채권, 미국하이일드채권, 미국주식, 글로벌주식, 신흥국주식, 상품, 리츠(REITs)를 투자대상으로 선정하였다. 연구결과 샤프지수 측면에서 리스크패리티 포트폴리오(0.51)는 동일가중 포트폴리오(0.51), 60/40 포트폴리오(0.52)와 유사한 성과를 보였으며 평균분산 최적화 포트폴리오(0.43) 및 최소분산 포트폴리오(0.24) 대비 우수한 성과를 보여주었다. 또 리스크패리티 포트폴리오는 상대적으로 유사한 위험조정 성과를 보인 다른 포트폴리오 보다 잘 분산된 포트폴리오라고 하였다. 그러나 리스크패리티 포트폴리오는 구성종목에 민감하여 일반적으로 변동성이 낮은 채권형 자산을 편입하면 샤프비율은 개선될 수 있지만 절대적인 것은 아니라고 했다.

Martellini et al.(2014)는 리스크패리티는 잘 분산된 포트폴리오 이지만, 지금 같은 역사적인 저금리 시대에 양의 변동성과 음의 변동성을 모두 고려하는 것은 문제점이 있다고 지적하였다. 그에 대한 대안으로 조건부 리스크패리티(conditional risk parity) 방법을 제시하였고 이는 금리가 상승하는 샤프지수 증가 구간에서 성과가 뛰어나다고 했다.

그 외 전통적인 리스크 중심의 전략을 비교한 연구로는 대표적으로 Rogers et al.(2013) 등

이 있다. 그는 논문에서 최소분산 포트폴리오(MVP), 최대 리스크분산 포트폴리오(MDP), 리스크패리티 포트폴리오(RP)를 비교하여 몇 가지 특징을 확인했다. 먼저, MVP와 MDP는 편입 자산의 수가 많아 질수록 투자유니버스의 대다수 종목이 포트폴리오 구성에서 제외된다는 점(한계 베타와 한계 상관계수가 원인), 3개의 포트폴리오는 모두 체계적 위험과 비체계적 위험을 낮추지만 체계적 위험의 감소가 지배적이라는 점, 자산의 베타가 음수인 경우 자산의 위험을 헤지(hedge)하는 차원에서 3개의 포트폴리오 모두 해당 자산의 편입비중이 늘어난다는 점이다.

2. 리스크패리티 전략의 진화

전통적인 리스크패리티 전략에 이어 최근에는 다양한 방법론을 가진 리스크패리티 전략이 소개되고 있다. 특히 공분산 matrix를 예측하거나 세부 자산군을 군집화(clustering)하여 리스크패리티를 적용하는 방법 등이 연구되고 있으며 이에 대한 연구로 김영훈·최홍식·김선웅(2020), Prado(2015), Raffinot(2018) 등이 있다.

김영훈·최홍식·김선웅(2020)은 국내 주요업종(에너지, 소재, 산업재, 경기소비재, 필수소비재, 의료, 금융, IT, 통신서비스, 유틸리티) 10개 지수의 변동성을 XGBoost¹⁾ 방식으로 예측하여 리스크패리티에 적용하였다. 논문에서는 입력변수를 종가, 거래량, 거래대금, 기술적 지표 등으로 설정하고 예측변수는 향후 지수의 20영업일 간 변동성으로 하였다. 연구결과 예측한 모델은 변동성 측면에서는 기존 리스크패리티 방법과 비슷하였지만 누적 수익률측면에서 기존 리스크패리티 방법 보다 5.7%p 높은 45.7%를 기록하였고, 예측치와 실제값의 차이인 오차도 감소하였다고 하였다.

Prado(2015)는 MVP는 내표본(in-sample)에서는 최적의 결과를 만들지라도 외표본(out-of-sample)에서는 그 효과가 크게 저하되는데 이는 자산배분 비중이 수익률 예상치의 작은 변화에도 민감하게 반응하기 때문이라고 하였다. Prado는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 클러스터링(clustering) 방식을 활용하여 하위 자산군을 상관관계로 군집화 한 후 리스크패리티 방식을 적용하는 HRP방식을 제안했다. 실증분석 결과 HRP는 내표본에서는 변동성이 MVP와 RP의 중간적 성격을 보였고, 외표본에서는 비교포트폴리오(MVP, RP, HRP) 중 가장

¹⁾ XGBoost(eXtreme gradient boosting)는 Chen and Guestrin(2016)이 처음 제시하였으며 의사결정 나무(Decision Trees)를 수많은 약한 분류기를 결합하여 강한 분류기를 만드는 부스팅(boosting) 기법으로 개선한 방법이다.

작은 변동성을 보인다고 하였다. 결론적으로 HRP는 상대적으로 시장의 변화를 반영하기 때문에 외부충격에 강한 구조를 지녔다고 하였다. HRP관련해서는 실증분석을 하는 4장에서 자세히 설명한다.

Raffinot(2018)은 Prado(2015)의 HRP 방식은 자산배분분야에 계층적 구조를 처음 도입하였다는 의의가 있지만 몇 가지 문제점이 있다고 했다. 우선 클러스터링(clustering)에 single linkage구조를 활용하여 군집화하였기 때문에 동일비중(equal weighted)방식보다 특정 종목의 비중이 높아질 수 있다는 점, 대규모 연산시 연산속도가 느리고, 계층화가 진행될수록 과적합(overfitting)¹⁾이 일어난다는 점, 덴드로그램(dendrogram)의 계층적 구조를 따르지 않는다는 점이 것이다. 그는 이에 대한 대안으로 계층적 동일위험배분 포트폴리오(HERC: Hierarchical Equal Risk Contribution)를 제안했다. 논문에서 그는 계층적 동일위험배분 포트폴리오(HERC)는 HRP와 달리 덴드로그램(dendrogram)을 기반으로 계층내 자산에 동일하게 배분하는 알고리즘(algorithm)이며 CVar(Conditional Value at risk)와 CDar(Conditional Drawdown at risk)로 확장하여 활용할 수 있는 장점이 있다고 하였다.

3. LDI 와 리스크패리티 전략

리스크패리티 전략은 LDI 분야에서도 활용되었는데 이에 관한 연구로는 Peters(2011), Qian(2012), 성주호 · 정도영(2015) 등이 있다.

Peters(2011)는 수익을 추구하고 부채를 헤지(hedge)하는 균형적인 투자방법으로 리스크 패리티를 활용하였다. 먼저 리스크패리티의 유용성을 설명하기 위해 미국주식, 해외주식, 부동산 등 7개 자산에 과거투자경험을 바탕으로 선연적 비중(예를 들어 미국 주식에 25% 투자 등)으로 투자하는 정책 포트폴리오(policy plan)와 이전 논문(2009년)에서 발표했던 리스크패리티 방법을 기반으로 국면에 따라 동적으로 배분하는 Essential Beta 포트폴리오, 마지막으로 부채에 50%를 매칭하여 운용하는 50LDI 포트폴리오를 설정했다. 실증분석에 따르면 샤프지수의 측면에서 비교해 보았을 때 Essential Beta 포트폴리오가 분석기간(1995년 ~ 2009년) 동안 가장 높은 샤프지수를 보여주었고 정책포트폴리오, 50LDI 포트폴리오 순이었다. 그 원인은 각 포트폴리오의 특성을 비교해 보면 알 수 있다고 했는데, 정책 포트폴리오는 항상 주식과

¹⁾ “과적합(overfitting)은 모형이 일반구조가 아닌 특정 관찰대상을 일반화하는 상황을 말한다. 즉, 모형이 부정확한 훈련데이터를 너무 적합하게 하려고 최적화할수록 일반화 모형대신 훈련데이터에 맞는 모형을 찾아내는데 이러한 경우 상당한 오류가 발생하여 예측력이 감소할 수 있다” (Raffino, 2018)

의 상관관계가 높고 부채매칭 자산에 대한 노출을 적게 가져가는 특징이 있어 사실상 부채를 헤지(hedge)하지 않는다고 했다. 50LDI 포트폴리오는 부채에 매칭하는 자산에 고정적으로 (static) 50%를 투자하는데 변동성은 대부분 주식에서 발생되기 때문에 구간별로 부채에 대한 상관관계가 달라진다고 하였다. 즉, 고변동성 구간에서는 부채와 상관관계가 낮아지고 저변동성구간에는 부채와의 상관관계가 높아지는 현상을 보였는데 이는 LDI에서 기대하는 바와 정확히 반대방향으로 투자된다고 설명했다. Essential Beta 포트폴리오는 동적으로 구간별 리스크를 할당하는 방법이므로 고변동성구간에는 주식비중을 낮추고 채권비중을 높이는 투자를, 저변동성구간에는 주식비중을 높이고 채권비중을 낮추는 투자를 진행한다. 결과적으로 이러한 동적 포트폴리오 전략은 연기금의 과거부채와 미래부채를 헤지(hedge)한다는 결론을 내렸다.

Qian(2012)은 공적연기금의 적립부족 확률을 낮추고 퇴직연금의 잉여금을 최적화 하기위한 전략으로 기존연구(2011년)에서와 같이 레버리지(leverage)를 활용한 리스크패리티 전략을 제시하였다. 공적연금 분석에는 전통적인 자산배분 방법(주식/채권 : 75/25)과 이와 동일한 기대수익률(연 6.5%)을 얻기 위해 주식에 41%를 투자하고 채권에 164%를 투자하는 레버리지 리스크패리티 방법을 설정하였다. 두 포트폴리오를 비교하여 실증 분석한 결과 레버리지 리스크패리티 전략의 변동성은 12.1%로 전통적인 자산배분 방식(15.2%)보다 낮은 결과를 보였으며 샤프지수도 0.54로 전통적인 자산배분 방식(0.43)보다 높은 결과를 보였다. 퇴직연금 분석에서는 LDI의 목적을 충족하기 위해서 포트폴리오를 부채매칭포트폴리오와 위험자산포트폴리오로 구분하였다. 부채매칭포트폴리오는 회사의 정책에 따라 달라지는 반면, 위험자산포트폴리오는 잉여금의 변동성을 최소화하는 목적을 가지고 있는데, 이는 리스크패리티와 목표가 동일하므로 LDI에 리스크패리티를 적용할 수 있다고 주장했다. Qian은 기금의 완전적립 단계와 적립부족 단계에서 위험자산포트폴리오의 전략으로 레버리지 리스크패리티 포트폴리오를 제안하였으며 기존의 투자 전략보다 개선된 성과를 보였다고 하였다. 또 리스크 조정 측면에서 효율적투자선을 조정하는 방법보다 레버리지를 활용한 방법이 성과측면에서 더 유용함을 밝혔다.

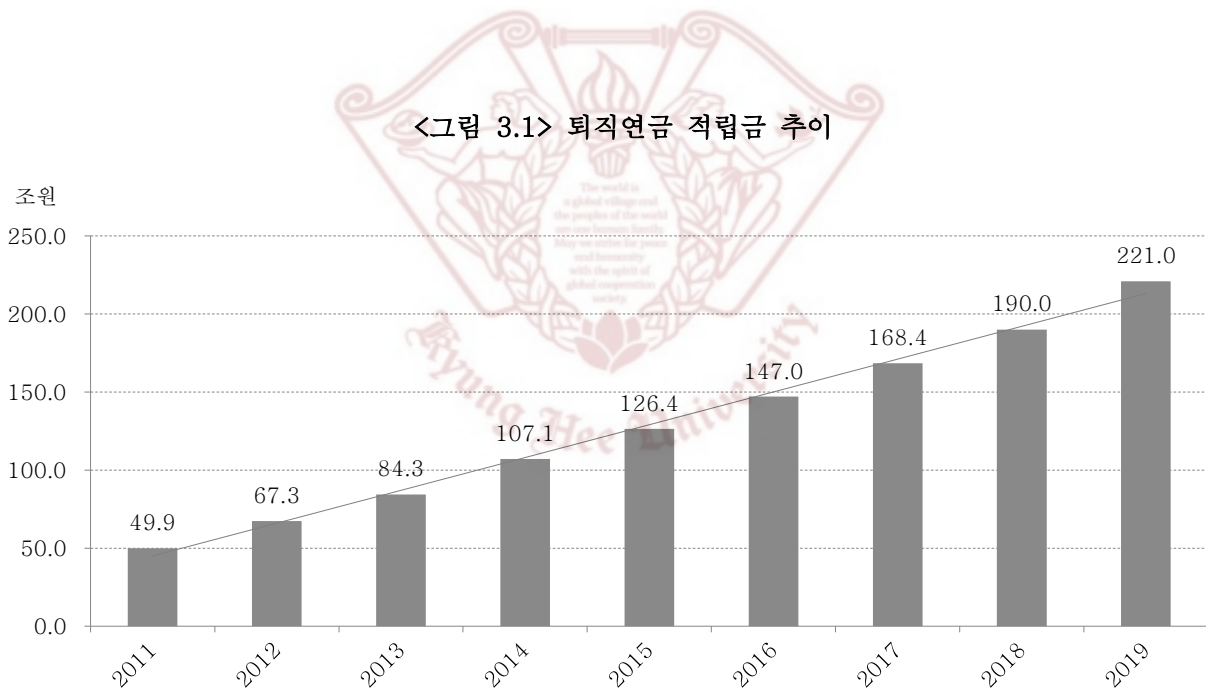
성주호 · 정도영(2015)은 실증분석(2001년 ~ 2013년)을 통하여 자산 중심의 포트폴리오와 LDI포트폴리오를 비교하였다. LDI 전략에 레버리지를 도입한 경우 잉여금 증가율을 증대시키는 것과 동시에 위험조정 증가율도 개선되는 것으로 나타났다. 특히, 과소적립 상태의 제도에서 수익추구포트폴리오 적용 대신 레버리지를 통해 부채매칭포트폴리오의 비중을 확대하는 경우, 잉여금의 변동성을 줄이면서 추가적으로 적립비율을 개선할 수 있다고 주장하였다. 또 리스크패리티 전략을 수익추구포트폴리오 내 전술적 자산배분전략으로 활용하는 방안을 제안하였다.

제 3 장 확정급여형(DB) 연금의 적립금 현황

제 1 절 국내 확정급여형(DB) 퇴직연금의 적립금 현황

1. 적립금 규모

통계청 퇴직연금통계(2019)에 따르면 2019년 퇴직연금의 적립금은 221조원으로 2019년 말에는 200조원을 넘어섰다. 2019년 적립금은 전년대비 16.4%가 증가하였으며, 2011년말 49.9조원을 시작으로 2019년 말까지 매년 연평균 20.4%씩 성장하고 있다. 이는 2005년 말 퇴직연금제도 시행이후 비약적인 양적 성장을 보여준다(<그림3.1> 참조).



자료 : 금융감독원(2020)

제도유형별 적립금 비중을 보면 2019년 기준, 확정급여형(DB)의 적립금이 62.4%로 가장 높고, 확정기여형(DC)이 26.1%, IRP가 11.5%를 차지한다. 확정급여형 제도는 2011년 대비 12.8%p 감소하였으며, 확정기여형 제도는 동기간 8.6%p 증가, IRP는 4.2%p 증가하였다(<표 3.1> 참조).

<표 3.1> 제도유형별 적립금 추이

| 구 분 | '11 | '12 | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DB(%) | 75.2 | 73.8 | 72.0 | 70.6 | 68.3 | 67.8 | 65.8 | 63.8 | 62.4 |
| DC(%) | 17.5 | 18.7 | 20.9 | 22.4 | 23.1 | 23.8 | 25.1 | 26.1 | 26.1 |
| IRP(%) | 7.3 | 7.5 | 7.1 | 7.0 | 8.6 | 8.4 | 9.1 | 10.1 | 11.5 |

자료 : 금융감독원(2020)

적립금을 운용방식별로 나누어 보면, 2019년 말을 기준으로 적립금 중 89.6%는 원리금보장형(198.2조원, 대기성 자금포함)으로 운용되었고, 10.4%는 실적배당형(23.0조원)으로 운용되고 있으므로 원리금보장형에 대한 비중이 상당히 높은 것을 알 수 있다.

이는 2011년 말과 비교해 보면 그 특징을 분명히 확인할 수 있는데, 원리금보장형은 2011년 말 94.6%에서 2019년말 89.6%로 5.0%p 감소하였고, 동기간 실적배당형은 5.4%에서 10.4%로 5.0%p 증가하여 8년동안 적립금의 원리금 운용에 대한 선호가 거의 변화가 없다는 것을 알 수 있다.

특히 제도유형별로 운용현황을 살펴보면 2019년 말 기준, DB와 DC/기업형IRP, 개인형 IRP의 원리금보장형(대기성자금포함) 비중은 각각 94.6%, 84.1%, 74.5%로 나타났고 확정급여형제도(DB)가 원리금보장형 운용에 대한 의존도가 가장 높은 것으로 확인되었다. 이와 반대로 실적배당형 비중은 각각 5.4%, 15.9%, 25.5%로 나타나 개인형IRP제도가 가장 높은 것으로 조사되었는데 이는 저금리와 같은 저금리 환경에서 퇴직연금제도가 미래의 노후소득보장을 목적으로 한다는 관점에서 보면 기업(DB)보다 개인(DC, 기업형/개인형 IRP)이 더 목적에 적합하게 적립금을 운용한다고 볼 수 있다(<표 3.2> 참조).

<표 3.2> 퇴직연금 제도유형별 운용현황

| 구 분 (단위 : 조원) | D B | | DC/기업형IRP | | 개인형 IRP | | 전 체 | |
|------------------|-------|-------|-----------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | 금액 | 비중(%) | 금액 | 비중(%) | 금액 | 비중(%) | 금액 | 비중(%) |
| 합 계 | 138.0 | 100.0 | 57.8 | 100.0 | 25.4 | 100.0 | 221.2 | 100.0 |
| 원리금보장형 | 130.5 | 94.6 | 48.7 | 84.1 | 18.9 | 74.5 | 198.2 | 89.6 |
| 실적배당형 | 7.5 | 5.4 | 9.1 | 15.9 | 6.5 | 25.5 | 23.0 | 10.4 |

자료 : 금융감독원(2020)

2. 국내 DB기업들의 사외적립률 현황

국내 DB기업들의 적립비율을 살펴보기 위해서 자본시장연구원(2019)에서는 2011년 ~ 2018년 사이 유가증권시장 및 코스닥시장에 상장되었던 제조업기업(16,168개)을 대상으로 퇴직급여의 사외적립현황을 조사하였다. 조사결과 2018년을 기준으로 중위값을 나타내는 2사분위 값이 2011년 61%에서 69%로 8%p 소폭 증가하였다(<표 3.3> 참조).

<표 3.3> 퇴직급여 사외적립률의 변화

| 구분 | 1 사분위 (25%) | 2 사분위 (중위값) | 3 사분위 (75%) |
|--------|-------------|-------------|-------------|
| 2011 년 | 34% | 61% | 75% |
| 2018 년 | 40% | 69% | 86% |
| 차이 | +6%p | +8%p | +9%p |

자료 : 자본시장연구원, 기업 퇴직급여채무의 사외적립 현황 및 시사점(2019)

이는 기업의 자발적인 기여금 증가의 영향일 수도 있으나 <표 3.4>에서와 보는 것과 같이 DB형 퇴직연금 채무에 대한 사외적립의무가 법적으로 강화되고 있는 추세의 영향으로 판단된다. 최소적립비율은 과거 2012년 60%에서 2020년 90%까지 단계적으로 상향되었고 2021년 이후에는 100%로 조정될 예정이다.

<표 3.4> DB 형 퇴직연금의 기간별 최소적립비율

| 구 분 | 2012~2013 년 | 2014~2015 년 | 2016~2018 년 | 2019~2020 년 | 2021 년 이후 |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 최소적립비율 | 60% | 70% | 80% | 90% | 100% |

자료 : 자본시장연구원, 기업 퇴직급여채무의 사외적립 현황 및 시사점(2019)

종합해보면 퇴직급여의 사외적립률이 지속적으로 상승하고는 있지만 여전히 2020년 기준(90%), 2021년 기준(100%) 대비 부족한 상황이다. 현재 제도를 감안하였을 때 2021년 이후에는 완전적립수준을 법적으로 요구하고 있는데, 이 경우 원리금보장중심의 현재와 같은 운용 행태는 기업의 재정부담으로 작용할 것으로 판단된다.

제 2 절 국내외 연기금의 자산배분 현황

이번 절에서는 글로벌 연기금의 자산배분 현황을 개괄하고, 국민연금의 자산배분현황과 함께 리스크패리티 전략을 활용하는 미국 캘리포니아주 공무원연금(CalPERS: California Public Employees' Retirement System)의 자산배분현황을 사례로 살펴본다.

1. 글로벌 연기금의 자산배분 개요

OECD(2019)에 따르면, OECD가입국 36개 중 32개국의 주요 사적연금(퇴직연금포함)은 전통적인 자산인 채권과 주식에 투자하고 있다. 특히 두 전통적인 자산에 대한 투자 비중이 매우 높은 칠레(적립금의 99.4%), 에스토니아(적립금의 96.7%), 멕시코(적립금의 96.3%) 등은 적립금의 평균 97.4%까지 투자하는 것으로 나타났다(<그림 3.2> 참조).

주식과 채권에 대한 개별 비중은 국가마다 다양한데, 일반적으로 채권을 더 선호하는 경향이 있었으나 일부 폴란드, 호주, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 뉴질랜드, 미국 같은 국가들은 주식을 더 선호하는 경향을 보였다.

프랑스와 같은 국가는 현금과 예금에 대한 비중이 전체 포트폴리오의 34.5%로 상당히 높았다. 그 외 현금과 예금에 대한 비중이 높은 국가로는 터키(포트폴리오의 22.1%), 체코(포트폴리오의 19.7%), 한국(포트폴리오의 18.5%), 호주(포트폴리오의 13.7%), 그리스(포트폴리오의 12.6%), 슬로바키아(포트폴리오의 11.2%), 스페인(포트폴리오의 10.1%)이 있다.

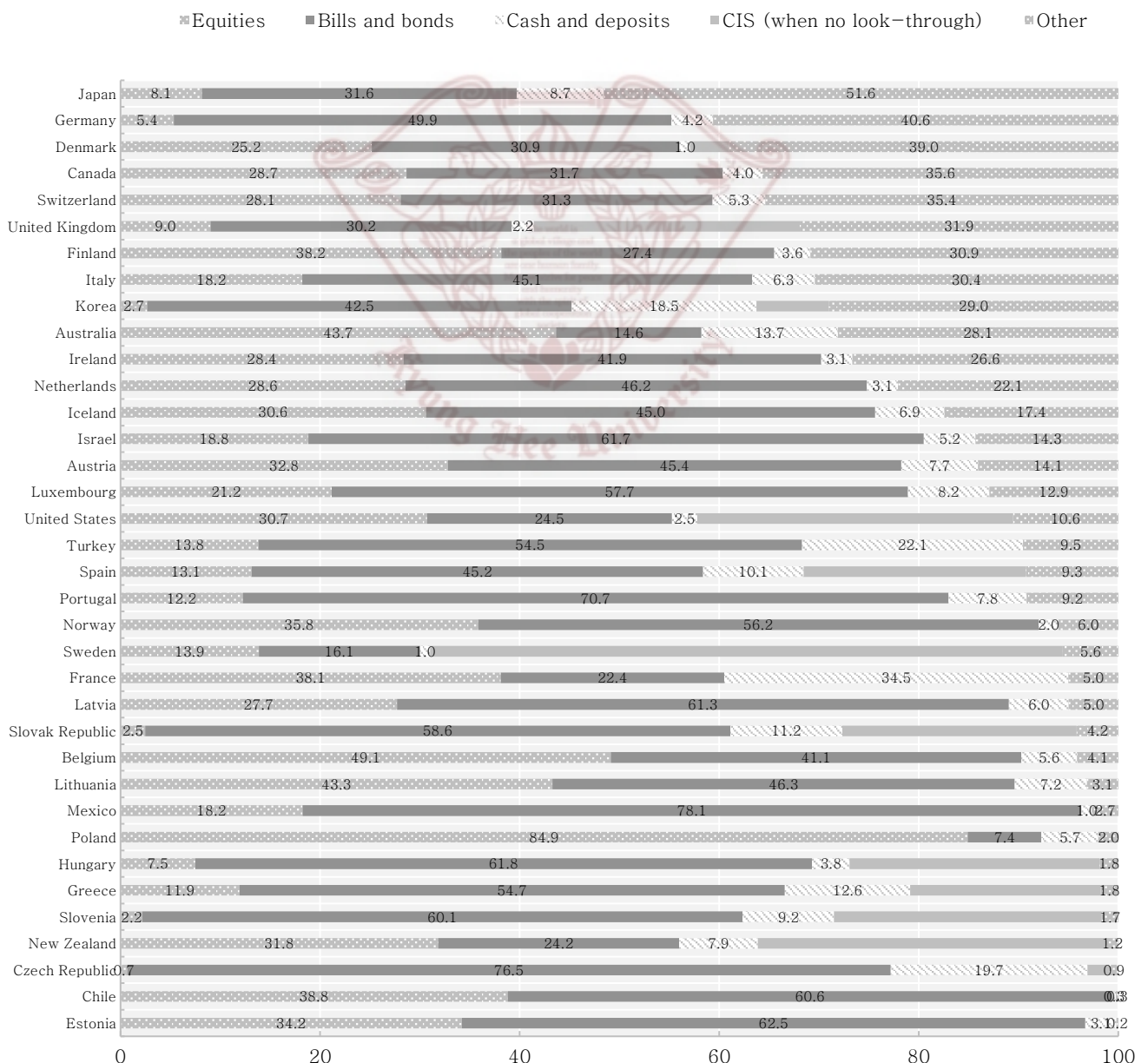
또 대부분의 국가에서는 대출, 부동산, 사모펀드 등 기타(other)에 대한 투자가 있었는데 투자비중은 국가별로 달랐다. 일본은 전체 포트폴리오의 51.6%를 기타 자산에 가장 많이 투자하였고, 독일은 40.6%, 덴마크는 39.0%, 캐나다는 35.6%, 스위스는 35.4%, 영국은 31.9%, 핀란드는 30.9%, 이탈리아는 30.4%, 한국은 29.0%로 높은 비중을 투자하였다. 반면 에스토니아는 전체 포트폴리오의 0.2%를 투자하여 가장 적게 투자하였고, 폴란드는 2.0%, 프랑스는 5.0%, 스페인은 9.3%를 투자하여 국가별로 서로 다른 모습을 보였다.

<그림 3.3>을 통해 살펴보면, 공적연금의 자산배분도 사적연금과 비슷하게 나타났다. 예를 들어, 노르웨이 국부펀드는(Norway's Government Pension Fund)는 적립금의 60.9%를 주식, 35.6%를 채권에 투자하고 있다. 스웨덴의 AP(AP1, AP2, AP3, AP4)펀드는 평균적으로 적립금의 46%를 주식에, 33%를 채권에 투자하고 있다. 또한 퀘벡 연금펀드(Quebec

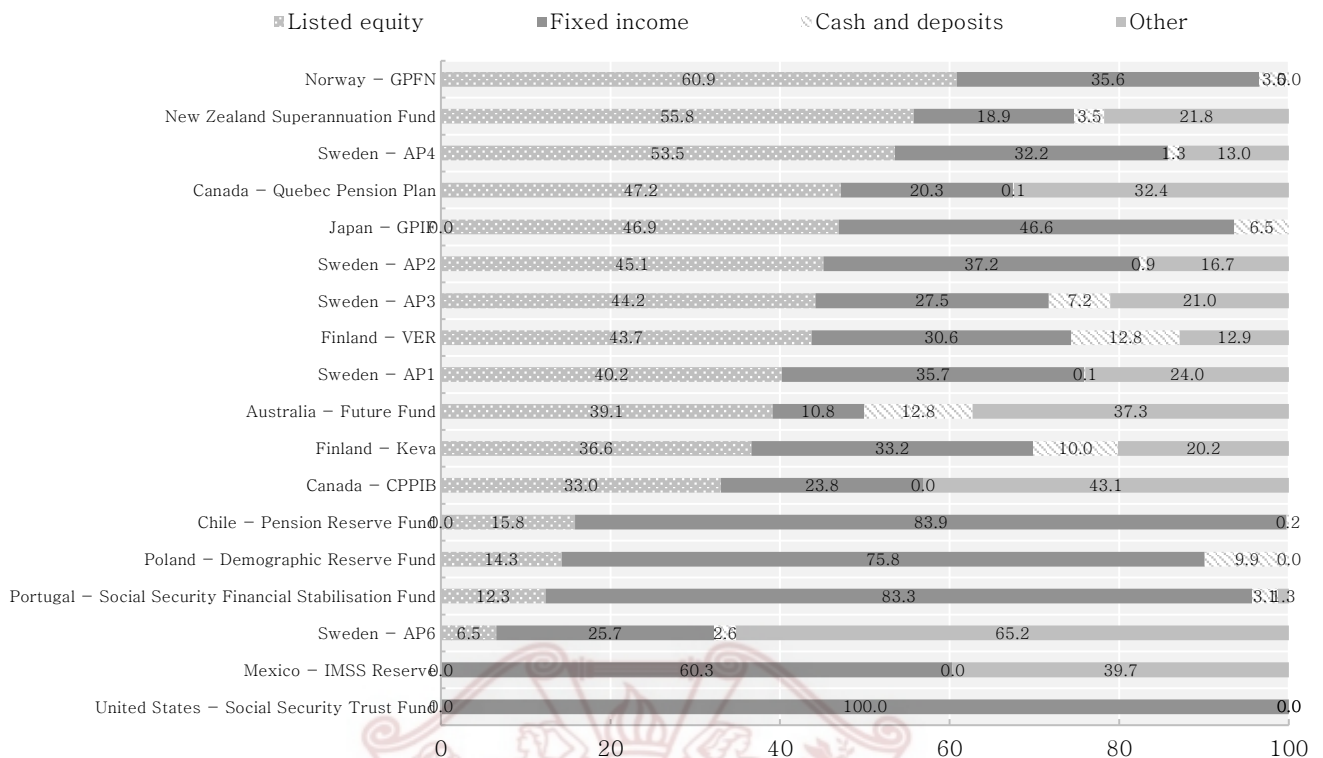
Pension Plan)는 주식에 47.2%, 채권에 20.3% 투자하고 있으며, 일본의 GPIF(Government Pension Investment Fund)도 최근 주식 편입 비율을 공격적으로 확대하여 주식에 46.9%, 채권에 46.6%를 투자하고 있다. 반면에 칠레, 포르투갈, 폴란드는 주식보다 채권에 높은 비중으로 투자하고 있다.

요약하면 국가별, 기금의 성격에 따라 다양한 자산배분이 존재하며, 정책 및 제도 등에 차이는 있으나 우리나라의 퇴직연금과 같이 원금보장형 상품에 높은 비중으로 투자하고 있지는 않다.

<그림 3.2> OECD국가의 사적연금(퇴직연금+개인연금)의 자산배분



〈그림 3.3〉 OECD 주요국가 공적연금의 자산배분



자료 : OECD(2019)

다음으로 수익률 측면에서 살펴보면, 연금의 수익률은 투자 수익률인 명목수익률(nominal)과 인플레이션 등의 비용을 감안한 실질(real) 수익률로 구분하는데, 연금의 목적이 미래 노후 소득수준에 대한 보상이라는 점을 감안하면 실질(real) 수익률로 성과를 평가하는 것이 더 적절하다. 또 연금은 은퇴이후 최소 10년이상의 장기적인으로 현금흐름이 발생하는 금융상품으로 일반적인 1년 이하의 수익률을 비교하는 투자와는 차이가 있다. 이러한 관점에서 OECD국가의 공적연금과 사적연금의 수익률을 비교한다.

사적연금의 경우 대상인 18개 국가의 15년 연평균 수익률은 2.3%였으며 그 중 83%(15개 국가)는 양의 성과를 보여주었다. 우수한 성과순으로 보면 캐나다가 연평균 4.8%로 가장 높고, 호주가 연평균 4.7%로 뒤를 이었다. 음의 성과를 보인 국가로는 라트비아(-1.0%), 에스토니아(-0.7%)가 있다. (<표 3.5> 참조). 또 국내의 퇴직연금을 포함한 사적연금의 장기(15년)수익률은 OECD국가 평균보다 0.6%p 낮은 수준임을 확인할 수 있다. 한편, 2018년 연간 수익률은 평균 -3.2%였으며 대상국가들(31개국) 중 83.8%인 26개 국가에서 투자손실을 경험했다. 국가별 투자수익률은 상이한데, 폴란드와 터키는 각각 -11.1%, -9.4%를 기록하며 큰 손실을 입은 반면, 호주의 Superannuation은 5.6%의 수익률로 가장 우수한 성과를 보여주었

다.

공적연금의 경우 사적연금과 마찬가지로 장기성고가 우수했는데, 5년 평균수익률은 연 6.5%(13개 펀드 대상), 10년 평균수익률은 연 6.8%(11개 펀드 대상)였다. 3개 펀드 대상(캐나다의 CPPIB, 일본의 GPIF, 뉴질랜드의 New Zealand Superannuation Fund) 15년 평균수익률은 연 6.2%로 이전 기간(5년, 10년)의 평균수익률과 비슷한 양호한 성과를 보여주었다(<표 3.6> 참조). 한편, 2018년 평균 수익률은 1.9%를 기록하였는데 이는 사적연금대비 5.1%p 높은 수치이다. 가장 높은 수익률은 뉴질랜드의 Superannuation 펀드로 10.8%이었고, 가장 낮은 수익률은 네덜란드의 AP펀드 평균은 -0.4%였다.

이를 종합해보면 공적연금의 장기수익률이 사적연금보다 연평균 3.9%p 높은 것으로 나타났다.

<표 3.5> 국가별 사적연금(퇴직연금+개인연금)의 명목/실질 투자 수익률

| 국 가 | Nominal(명목 수익률, %) | | | | Real(실질 수익률, %) | | | |
|-----------------|--------------------|------|-------|-------|-----------------|------|-------|-------|
| | 2018 | 5년평균 | 10년평균 | 15년평균 | 2018 | 5년평균 | 10년평균 | 15년평균 |
| Australia | 7.8 | 8.7 | 6.6 | 7.3 | 5.6 | 6.7 | 4.4 | 4.7 |
| Austria | -5.3 | 2.7 | 3.8 | 3.1 | -7.1 | 1.2 | 1.9 | 1.2 |
| Belgium | -3.2 | 4.3 | 6.0 | 5.3 | -5.4 | 2.8 | 4.1 | 3.3 |
| Canada | 2.7 | 6.5 | 7.5 | 6.6 | 0.7 | 4.7 | 5.7 | 4.8 |
| Chile | 1.5 | 6.5 | 7.4 | 6.7 | -1.0 | 3.1 | 4.7 | 3.3 |
| Czech Republic | 0.4 | 0.8 | 1.4 | 2.1 | -1.6 | -0.5 | -0.1 | 0.0 |
| Denmark | -0.5 | 4.9 | 5.9 | 5.8 | -1.3 | 4.2 | 4.6 | 4.2 |
| Estonia | -2.3 | 2.3 | 4.2 | 2.6 | -5.5 | 0.7 | 2.2 | -0.7 |
| Finland | -1.5 | 4.5 | na | na | -2.6 | 3.9 | na | na |
| Germany | 1.9 | 3.5 | 3.9 | 4.0 | 0.4 | 2.5 | 2.7 | 2.5 |
| Greece | -0.8 | 3.8 | na | na | -1.4 | 4.1 | na | na |
| Hungary | -1.7 | 5.0 | na | na | -4.3 | 3.6 | na | na |
| Iceland | 5.6 | 6.4 | 7.2 | 7.6 | 1.8 | 4.2 | 3.7 | 2.7 |
| Ireland | -5.2 | na | na | na | -5.9 | na | na | na |
| Israel | 0.6 | 4.1 | 7.1 | na | -0.2 | 4.2 | 5.8 | na |
| Italy | -1.7 | 2.2 | 3.2 | 3.2 | -2.8 | 1.7 | 2.0 | 1.7 |
| Korea | 3.3 | 3.6 | 4.1 | 4.0 | 2.0 | 2.3 | 2.2 | 1.7 |
| Latvia | -4.4 | 1.5 | 3.6 | 2.8 | -6.7 | 0.0 | 2.2 | -1.0 |
| Lithuania | -4.3 | 3.1 | na | na | -6.0 | 1.7 | na | na |
| Luxembourg | -3.4 | 2.5 | 3.7 | na | -5.2 | 1.5 | 2.0 | na |
| Mexico | -0.3 | 4.2 | 6.4 | na | -4.9 | 0.0 | 2.3 | na |
| Netherlands | -1.2 | 6.1 | 7.7 | 6.1 | -3.1 | 4.9 | 6.0 | 4.4 |
| Norway | -0.1 | 4.9 | 6.2 | 5.9 | -3.4 | 2.3 | 4.0 | 3.7 |
| Poland | -10.0 | na | na | na | -11.1 | na | na | na |
| Portugal | -1.1 | 2.8 | 3.3 | 3.7 | -1.8 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| Slovak Republic | 0.0 | 1.8 | 1.7 | na | -2.0 | 1.1 | 0.4 | na |
| Slovenia | -0.5 | 5.0 | 5.1 | na | -1.9 | 4.3 | 3.8 | na |
| Spain | -3.1 | 2.2 | 3.4 | na | -4.3 | 1.6 | 2.1 | na |
| Switzerland | -3.0 | 3.1 | 4.2 | 3.3 | -3.6 | 3.1 | 4.2 | 2.9 |

| | | | | | | | | |
|---------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| Turkey | 9.0 | 9.1 | 9.1 | na | -9.4 | -2.1 | -0.2 | na |
| United States | -4.9 | 2.3 | 4.8 | 2.6 | -6.7 | 0.8 | 3.0 | 0.5 |

주 : “na” 는 not available의 의미

자료 : OECD(2019)

<표 3.6> 주요 국가별 공적연금의 명목/실질 수익률

| 국 가 | 펀드명 | Nominal(명목 수익률, %) | | | | Real(실질 수익률, %) | | | |
|-------------|---------------------------------|--------------------|------|-------|-------|-----------------|------|-------|-------|
| | | 2018 | 5년평균 | 10년평균 | 15년평균 | 2018 | 5년평균 | 10년평균 | 15년평균 |
| Australia | Future Fund | 5.8 | 8.6 | 9.4 | na | 3.9 | 6.7 | 7.1 | na |
| | CPPIB | 8.9 | 11.2 | 10.1 | 8.2 | 7.2 | 9.4 | 8.3 | 6.4 |
| Canada | PSP Investments | 7.1 | na | na | na | 5.4 | na | na | na |
| | Quebec Pension Plan | 4.2 | 9.1 | na | na | 2.2 | 7.3 | na | na |
| Chile | Pension Reserve Fund | 9.1 | 7.7 | 3.2 | na | 6.3 | 4.2 | 0.6 | na |
| Finland | VER | -3.4 | 4.4 | na | na | -4.5 | 3.8 | na | na |
| Japan | GPIF | 1.5 | 4.4 | 5.0 | 3.6 | 1.2 | 3.5 | 4.6 | 3.3 |
| Luxembourg | FDC | -2.3 | 4.2 | 4.5 | na | -4.1 | 3.2 | 2.8 | na |
| New Zealand | New Zealand Superannuation Fund | 12.4 | 13.1 | 14.4 | 11.0 | 10.8 | 11.9 | 12.7 | 8.8 |
| Sweden | AP(AP1 ~ AP6) average | 1.6 | 7.9 | 8.7 | na | -0.4 | 6.8 | 7.6 | na |

주 : “na” 는 not available의 의미

자료 : OECD(2019)

2. 국민연금의 자산배분

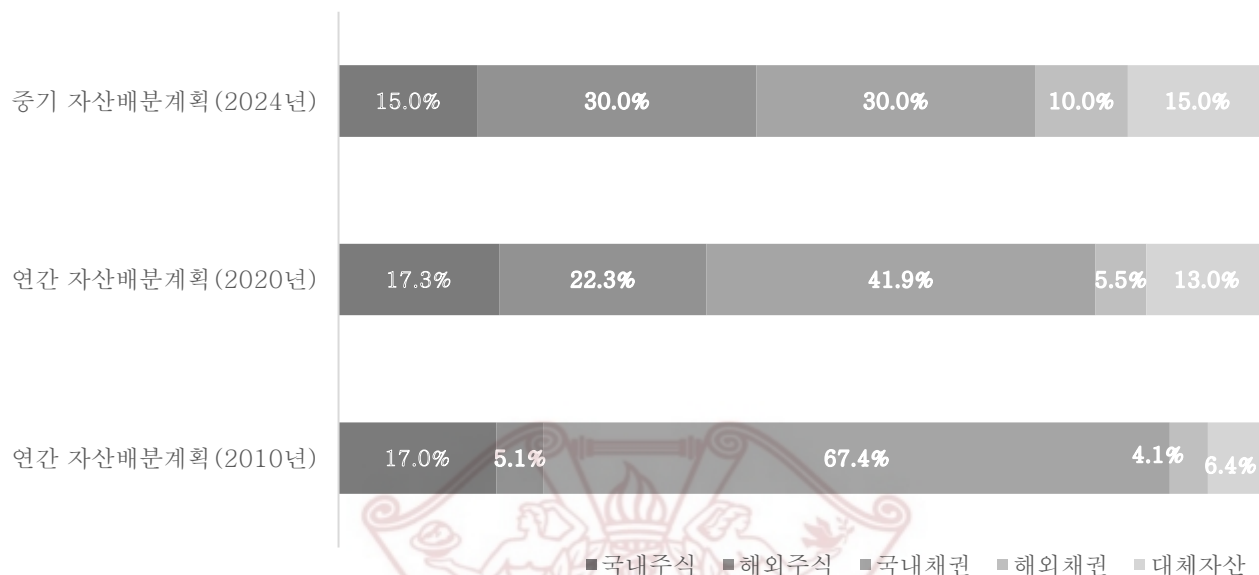
국민연금의 운용수익률은 1988 년 제도 시행 이후 2020 년 5 월까지 연평균 수익률 5.29%를 기록하고 있다. 이는 원리금 보장상품 중심의 퇴직연금과 달리 다양한 자산에 투자하기 때문인데, 국민연금의 이러한 자산운용을 통해 국내 자산배분형 기금운용의 현황을 살펴볼 수 있다.

국민연금의 자산운용은 총 3 단계로 나뉘어 진다. 첫번째 단계는 운용목표를 설정하고, 두번째 단계에서 전략적 자산배분, 세번째 단계에서 기술적 자산배분을 실시한다. 첫번째 단계에서 국민연금의 목표인 가입자의 안정적인 수급권 보장을 위하여 가입자의 연령, 수급시점, 소득대체율 등을 감안한 목표 수익률 및 위험수준을 결정한다. 국민연금의 2020 년 목표 수익률은 4.8%, 위험수준은 6.2%이다.

두번째 전략적 자산배분 단계에서는 운용목표에 맞는 목표수익률과 위험수준에 부합하도록 최적 투자비중을 결정한다. 2020 년 목표 포트폴리오는 국내주식 17.3%, 해외주식 22.3%, 국내채권 41.9%, 대체투자 13.0% 이다. 과거에는 채권을 중심으로 투자되었으나, 현재는

저금리시대 장기 안정적인 수익 기반을 마련하기 위해서 주식, 대체자산 등 다양한 투자자산으로 확대하고 있다(<그림 3.4> 참조).

<그림 3.4> 국민연금 기금의 포트폴리오



자료 : 국민연금 기금운용본부

마지막 전술적 자산배분 단계에서는 전략적 자산배분 단계에서 정했던 범위에서 초과수익을 얻기 위해 일시적으로 자산배분 비중을 단기적으로 조정한다. <표 3.7>은 국민연금의 전술적 자산배분이다. 목표자산배분 대비 국내주식은 $-0.3\%p$, 국내채권은 $+1.4\%p$, 해외채권은

<표 3.7> 국민연금 기금의 전술적 자산배분

| 구 분 | 2020 년 목표 포트폴리오 | 2020 년 5 월 포트폴리오 | 차 이 |
|------|-----------------|------------------|-----------|
| 국내주식 | 17.3% | 17.0% | $-0.3\%p$ |
| 해외주식 | 22.3% | 22.3% | — |
| 국내채권 | 41.9% | 43.3% | $+1.4\%p$ |
| 해외채권 | 5.5% | 4.9% | $-0.6\%p$ |
| 대체투자 | 13.0% | 12.2% | $-0.8\%p$ |

자료 : 국민연금 기금운용본부

-0.6%p, 대체투자는 -0.8% 차이가 나타난다. 하지만 이러한 전술적 자산배분은 단기적으로는 성과의 차이가 있을지라도 장기적으로 전체 운용성과에 미치는 영향은 1% 수준으로 미미한 것으로 밝혀졌다.

이렇듯 국민연금과 같이 퇴직연금도 노후자산의 운용수익률 개선을 위해서 전략적 자산배분을 통한 적정수준의 위험자산 투자가 필요하다.

3. 캘리포니아 공무원연금(CalPERS)의 자산배분

캘리포니아 공무원연금(CalPERS: California Public Employees' Retirement System)은 2010 년에 투자자산군을 전통적인 자산군 체계에서(공모주식, 사모펀드, 채권, 부동산, 현금) 위험을 기반으로 한 자산군 체계로 변경하였다. 이는 기존 자산군 분류체계의 상관관계에 위험분산 목적이 희석되는 점을 해결하기 위한 방법으로 경제 펀더멘탈(금리, 경제성장률)과 자산간 상호작용을 연구하여 ALM 의 잉여금 리스크를 최소화하기 위함이었다. 이러한 방식은 선행연구에서 살펴보았던 리스크 기반의 자산배분 방식으로의 변화로 세부분류 및 벤치마크는 <표 3.8>과 같다.

<표 3.8> CalPERS 의 자산군 분류 및 벤치마크

| 자산군 | 자산분류 | 벤치마크 |
|-----------------------|----------------|---|
| 성장자산 (Growth) | Cap Wtd. | Custom FTSE All World, All Cap Equity |
| | Factor Wtd. | MSCI ACWI Select Factor Weighted Index |
| | Private Equity | Custom FTSE All World, All Cap Equity + 150bps, Quarter Lag |
| 소득자산 (Income) | Long Spread | Custom Bloomberg Barclays Long Government |
| | Long Treasury | Custom Bloomberg Barclays Long Spread |
| | High Yield | Custom Bloomberg Barclays High Yield |
| 물가연동자산 (Inflation) | | 50 % Bloomberg Barclays Inflation Linked U.S. + 25% Universal Government Inflation Linked Index ex U.S. + 25% S&P GSCI TR |
| 실물자산 (Real Assets) | | MSCI/PREA U.S. ACOE Quarterly Property Fund Index(Unfrozen) |
| 유동성 (Liquidity) | | 30-day Treasury Bill |

자료 : CalPERS

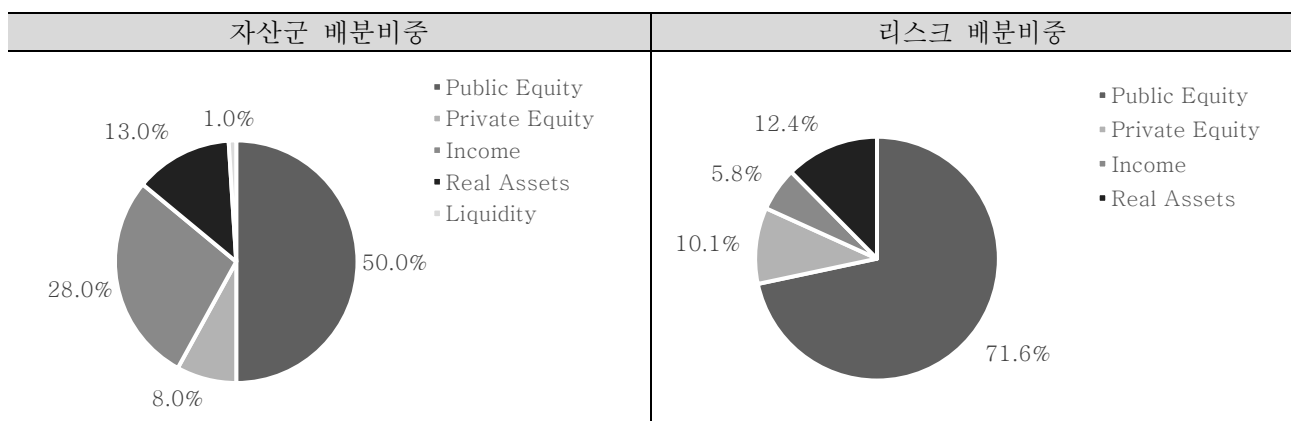
2020년 분기 보고서에 따르면 CalPERS의 연간 성과는 4.7%, 5년 평균 6.3%를 보인다. 이는 앞서 살펴본 국민연금의 장기성과 보다 높은 수준으로(CalPERS 10년 성과는 8.5%) 리스크 중심의 자산배분 전략의 유용함을 알 수 있다(<표 3.9> 참조). 또 CalPERS는 성과보고서에 자산배분 비중과 함께 전체 포트폴리오의 위험대비 개별자산군의 기여도를 제공한다. 이는 위험예산제도(Risk Budgeting)의 방법으로 정책에 따라서 자산군별로 위험을 할당하여 포트폴리오를 관리하는 방식이다(<그림 3.5> 참조).

<표 3.9> CalPERS의 포트폴리오 성과

| 구 분 | 1 년 | | 5 년 | |
|----------------|-------|--------|------|------|
| | 성 과 | B M | 성 과 | B M |
| Public Equity | 0.6% | 0.4% | 6.6% | 6.5% |
| Cap Wtd. | 1.8% | 1.7% | 6.6% | 6.6% |
| Factor Wtd. | -2.6% | -2.7% | 0.0% | 0.0% |
| Private Equity | -5.1% | -11.0% | 6.6% | 5.6% |
| Income | 12.5% | 12.3% | 6.3% | 5.9% |
| Long Spread | 8.8% | 7.9% | 0.0% | 0.0% |
| Long Treasury | 20.0% | 20.6% | 0.0% | 0.0% |
| High Yield | -1.1% | -0.9% | 0.0% | 0.0% |
| Real Assets | 4.6% | 3.9% | 5.9% | 7.0% |
| Liquidity | 1.6% | 1.3% | 1.4% | 1.1% |
| Opportunistic | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Trust Level | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Total | 4.7% | 4.3% | 6.3% | 6.4% |

자료 : CalPERS

<그림 3.5> CalPERS의 자산군과 리스크 배분비중



자료 : CalPERS

제 4 장 잉여금 리스크패리티 중심의 자산배분전략 실증 분석

제 1 절 분석의 개요

이번 장에서는 실증분석을 통해서 전통적 잉여금리스크 중심의 투자전략들과 잉여금 리스크 패리티(Surplus Risk Parity) 투자전략들을 잉여금증가율, 변동성 및 적립비율 개선관점에서 비교한다.

분석대상자산은 선진국주식, 이머징주식, 국내주식, 글로벌투자등급채권, 글로벌하이일드채권, 국내채권 6종으로 한정하였고, 대상 기간은 2005년부터 2019년까지 총 15년으로 고려하였으며 국내 확정급여형 퇴직연금 사용자의 투자를 가정하여 원화환산지수로 실증분석을 실시하였다.

잉여금리스크 중심의 포트폴리오는 먼저 자산 성장모형, 부채 성장모형, 잉여금 성장모형을 가정하고 이를 기초로 전통적 잉여금리스크 기반의 포트폴리오 2종과 잉여금 리스크패리티 기반의 포트폴리오 3종으로 구성한다. 포트폴리오의 명칭과 구분은 <표 4.1>과 같다.

<표 4.1> 잉여금리스크 포트폴리오 구분

| 구 분 | 포트폴리오명 | 영문명 | 약어 |
|------------------------|----------------------|------------------------------------|-----|
| 전통적 잉여금리스크 포트폴리오 | 최소분산 포트폴리오 | Minimum Variance Portfolio | MVP |
| | 최대 리스크분산 포트폴리오 | Maximum Diversification Portfolio | MDP |
| 잉여금 리스크패리티 포트폴리오 | 전통적 리스크패리티 포트폴리오 | Risk parity Portfolio | RP |
| | 계층적 리스크패리티 포트폴리오 | Hierarchical Risk parity Portfolio | HRP |
| | 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오 | Regime Risk parity Portfolio | RRP |

제 2 절 분석의 모형

1. 부채/자산/잉여금 성장모형

(1) 부채성장모형

한국채택국제회계기준(K-IFRS)에서는 예측단위적립방식(PUC: Projected Unit Credit)에 의해 산출된 예측급여채무(PBO: Projected Benefit Obligation)를 퇴직급여부채로 사용하도록 명시되어 있다. 예측단위적립방식은 가입자별 장래 급여를 각 근무기간에 대응하는 단위로 분할, 할당하고, 그 단위에 해당하는 금액을 각 근무기간 중에 부담금으로 납입하여 장래 급여 지급의 재원을 적립하는 방식이다. 평균 임금, 임금상승률, 퇴직률, 사망률, 할인율 등의 계산 기초율에 대한 가정을 바탕으로 퇴직급여를 산출한다. 본 연구에서도 예측단위적립방식에 의해 산출된 예측급여채무를 퇴직급여부채로 가정한다. 첨자 0은 회계연도 초, 첨자 1은 회계연도 말을 의미한다. 퇴직급여부채는 식(4.1)에 의해 산출된다. 즉, 임의의 회계연도(재정평가 연도) t 에 대하여,

$$L_0(t:x) = \sum_x [l_0(t:x) \times PBO_0(t:x)]$$

$$PBO_0(t:x) = \sum_{k=0}^{\infty} v_k^{k+1/2} \times {}_k p_x \times q_{x+k} \times \left[\frac{B_{x+k} + B_{x+k+1}}{2} \right] \quad (4.1)$$

여기서,

$L_0(t:x)$: t 회계연도 초 x 세 근로자의 퇴직급여 부채가치, $L_1(t-1:x) = L_0(t:x)$ 로 이 기간 동안 추가적인 부담금납부나 유출은 없는 것으로 가정

$l_0(t:x)$: t 회계연도 초 x 세 근로자의 가입자의 수

$PBO_0(t:x)$: t 회계연도 초 x 세 근로자의 퇴직급여부채

$v_k (= \frac{1}{1+i_k})$: 할인율 i_k 는 k 기간 동안에 적용되는 국고채 10년의 시장수익률

${}_k p_x$: x 세의 근로자가 k 년 동안 재직할 확률

q_{x+k} : $x+k$ 세의 근로자가 1 년 이내에 탈퇴(조기퇴직, 정상퇴직 등 포함)할 확률, 단 탈퇴는
기중 발생하는 것으로 가정함

B_{x+k} : $x+k$ 시점에서의 약정된 퇴직급여(임금상승률 반영됨)

퇴직급여부채 산출을 위한 할인율은 10년 만기 국고채 수익률을 사용하였으며, 예상 임금
상승률은 통계청에서 발표하는 협약 임금 상승률 총계를 사용하였다. 사망률과 퇴직률은 보험
개발원(2015)에서 발표된 제 8회 생명표의 표준퇴직률 및 표준사망률을 사용하였으며 정상퇴
직연령을 60세로 가정하였다. 연령별 균등인구(uniform population)분포를 전제로 총 4명으로
구성된 기업을 가정하였으며, 2005년 제도 도입 당시의 가입자별 연령, 근무연수 및 임금은 <
표 4.2>과 같고 논의의 편의상 신규 입사자는 없는 것으로 전제로 한다.

<표 4.2> 연령, 근무연수, 임금 가정

| 구 분 | 28 세 | 33 세 | 38 세 | 43 세 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 가입자수 | 1 명 | 1 명 | 1 명 | 1 명 |
| 근무연수 | 0 년 | 5 년 | 10 년 | 15 년 |
| 임금(원) | 2,500,000 | 3,000,000 | 3,500,000 | 4,000,000 |

위의 가정을 통해 산출된 회계연도별 퇴직급여부채 및 퇴직급여부채의 증가율, 표준부담금
은 <표 4.3>과 같다. 해당 표의 각 항목들은 이후 전개될 자산성장모형과 시점을 맞추어 잉여
금 시계열을 구하기 위해서 해당 회계연도 초를 기준으로 한다.

<표 4.3> 퇴직급여부채 및 퇴직급여부채 증가율 추이

(단위 : %, 원)

| 연 도 | 할인율 | 예상임금상승률 | 퇴직급여부채(PBO) | 부채증가율 | 표준부담금(NC) |
|------|-------|---------|-------------|---------|------------|
| 2005 | 3.81% | 5.20% | 124,828,581 | -3.95% | 11,544,295 |
| 2006 | 5.61% | 4.70% | 119,902,041 | 22.50% | 12,061,159 |
| 2007 | 5.04% | 4.80% | 146,877,837 | 9.14% | 13,434,643 |
| 2008 | 5.69% | 4.80% | 160,300,279 | 28.88% | 13,328,456 |
| 2009 | 4.24% | 4.90% | 206,587,580 | -17.47% | 16,012,934 |
| 2010 | 5.39% | 1.70% | 170,503,952 | 45.38% | 11,811,640 |
| 2011 | 4.51% | 4.80% | 247,870,333 | 20.46% | 16,515,296 |
| 2012 | 3.78% | 5.10% | 298,592,816 | 13.11% | 18,790,763 |

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------------|--------|------------|
| 2013 | 3.16% | 4.70% | 337,740,455 | -0.48% | 19,993,532 |
| 2014 | 3.59% | 3.50% | 336,103,799 | 20.37% | 18,402,560 |
| 2015 | 2.61% | 4.10% | 404,584,768 | 9.89% | 21,210,502 |
| 2016 | 2.09% | 3.70% | 444,581,279 | 5.98% | 22,050,774 |
| 2017 | 2.09% | 3.30% | 471,158,138 | 7.38% | 22,016,888 |
| 2018 | 2.47% | 3.60% | 505,944,004 | 13.50% | 22,286,164 |
| 2019 | 1.96% | 4.20% | 574,249,565 | 7.7% | 24,295,240 |
| 2020 | 1.67% | 3.90% | 618,544,191 | | |

(2) 자산성장모형

확정급여형 퇴직연금의 자산은 식(4.2)에 의해 성장한다고 가정한다. 임의의 회계연도(재정 평가 연도) t 에 대하여,

$$A_1(t) = [1 + r_p(t)] \times [A_0(t) + C_0(t)] - B(t) \quad (4.2)$$

여기서,

$A_0(t)$: t 회계연도 초 퇴직급여자산 가치, $A_1(t-1) = A_0(t)$ 로 이 기간 동안 추가적인 부담금 납부, 유출은 없는 것으로 가정

$A_1(t)$: t 회계연도 말 퇴직급여자산 가치

$C_0(t)$: t 회계연도 초 표준부담금(NC: Normal Cost)

$B(t)$: t 회계연도에 발생한 퇴직 일시금 지급 금액(단, 회계연도말 지급)¹⁾

$r_p(t)$: t 회계연도의 포트폴리오 투자 수익률

포트폴리오는 선진국주식, 이머징주식, 국내주식, 글로벌투자등급채권, 글로벌하이일드채권, 국내채권의 총 6종 자산으로 구성한다(<표 4.4>참조). 자산별 기대수익률 및 표준편차는 국내

¹⁾ 본 논문에서는 실증분석의 포트폴리오별 효과만을 명확하게 살펴보기 위해서, 정상퇴직연령(60세)에 도달하는 근로자와 조기퇴직자는 없다고 가정하였다.

확정급여형(DB) 퇴직연금의 사용자가 투자한다는 가정으로 원화가치를 반영하여 연간 평균 투자수익률을 활용하여 구하였다.

<표 4.4> 자산의 종류

| 구 분 | 지 수 | 기대수익률 | 표준편차 |
|---------------------|----------------------------------|-------|--------|
| 선진국주식 | MSCI World USD Index | 6.18% | 12.13% |
| 이머징주식 | MSCI Emerging Market Index | 8.33% | 24.53% |
| 국내주식 | KOSPI Index | 8.88% | 24.59% |
| 글로벌투자등급채권 | Barclays Global Aggregate Index | 4.39% | 11.55% |
| 글로벌하이일드채권 | Barclays Global High Yield Index | 8.54% | 12.30% |
| 국내채권 | KIS 종합 채권 지수 | 4.35% | 2.61% |
| 원화 환율 ¹⁾ | 원달러 환율 | | |

이를 식(4.2)의 자산성장모형에 대입하여 투자 대상 별 증가율을 구하면 <표 4.5>과 같다. 뒷장에서 이를 활용하여 연도별 잉여금 시계열을 산출한다.

<표 4.5> 자산별 증가율

| 연 도 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 2005 | 13.71% | 37.75% | 68.20% | 0.97% | 9.50% | 9.97% |
| 2006 | 17.80% | 27.25% | 9.97% | 7.55% | 13.89% | 15.17% |
| 2007 | 16.40% | 45.74% | 39.95% | 21.07% | 12.75% | 11.59% |
| 2008 | -16.67% | -36.14% | -38.28% | 52.56% | 5.94% | 18.46% |
| 2009 | 28.93% | 73.94% | 61.67% | 5.14% | 59.99% | 12.33% |
| 2010 | 11.96% | 16.32% | 26.35% | 6.68% | 15.48% | 12.79% |
| 2011 | 11.96% | 16.32% | 26.35% | 6.68% | 15.48% | 12.79% |
| 2012 | 1.22% | -15.28% | -7.37% | 14.48% | 10.61% | 12.09% |
| 2013 | 13.48% | 12.73% | 14.83% | 2.58% | 16.61% | 12.53% |
| 2014 | 31.44% | -1.56% | 5.36% | 1.85% | 10.59% | 8.38% |
| 2015 | 12.77% | 4.04% | -0.92% | 10.49% | 8.06% | 12.09% |
| 2016 | 9.26% | -6.76% | 7.19% | 9.21% | 7.92% | 9.73% |
| 2017 | 13.99% | 18.42% | 8.02% | 10.89% | 22.26% | 6.82% |

¹⁾ 원화 환율은 별도의 투자자산으로 구분하지 않고 달러자산을 원화환산시 활용한다.

| | | | | | | |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 2018 | 11.19% | 24.98% | 26.88% | -0.14% | 0.98% | 5.30% |
| 2019 | -2.89% | -9.63% | -14.51% | 8.08% | 3.15% | 9.37% |
| 평 균 | 13.21% | 14.48% | 14.64% | 11.18% | 14.55% | 10.98% |
| 표준편차 | 13.17% | 27.14% | 27.51% | 12.89% | 13.89% | 3.31% |

(3) 잉여금성장모형

잉여금은 퇴직급여자산과 퇴직급여부채의 차이로 정의되며, 임의의 회계연도(재정평가연도) t 의 잉여금은 식(4.3)와 같이 정의할 수 있다.

$$S_0(t) = A_0(t) - L_0(t) \quad \forall t \quad (4.3)$$

여기서,

$S_0(t)$: t 회계연도 초 잉여금, $S_1(t-1) = S_0(t)$ 로 이 기간 동안 추가적인 부담금 납부나 유출은 없는 것으로 가정

$A_0(t)$: t 회계연도 초 퇴직급여자산 가치

$L_0(t)$: t 회계연도 초 퇴직급여부채 가치

이를 바탕으로 잉여금 증가율은 정도영·성주호(2015)에 따르면 자산의 변화를 기시의 자산으로 나누고, 부채의 증가를 기시의 부채로 나누어 그 차이로 정의할 수 있다고 했다. 이 경우 임의의 회계연도(재정평가연도) t 의 잉여금 증가율은 퇴직급여자산 증가율과 퇴직부채증가율의 차이로 식(4.4)와 같이 나타난다.

$$\begin{aligned}
 R_s(t) &= \left[\frac{A_1(t)-A_0(t)}{A_0(t)} \right] - \left[\frac{L_1(t)-L_0(t)}{L_0(t)} \right] \\
 &= R_A(t) - R_L(t)
 \end{aligned} \quad (4.4)$$

본 연구에서는 잉여금 증가율을 식(4.4)와 같이 자산의 증가율과 부채의 증가율의 차이로 정의한다. n 개의 위험자산으로 구성된 포트폴리오의 각 위험 자산의 비중을 $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ 이라 하고, 재정 평가가 이루어지는 임의의 회계연도 t 에 대하여 $R_S(t)$ 는 잉여금 증가율, $R_A(t)$ 는 퇴직급여자산 증가율, $R_L(t)$ 는 퇴직급여부채 증가율, $R_i(t)$ 는 i 자산 투자 시 퇴직급여자산 증가율이라 하면, 잉여금 증가율은 식(4.5)으로 나타낼 수 있다.

$$R_S(t) = R_A(t) - R_L(t) \quad (4.5)$$

$$= \sum_{i=1}^n R_i(t) \times w_i - R_L(t)$$

잉여금의 기대수익률을 정의하기 위해서, $E[R_A(t)]$ 는 기대 퇴직급여자산 증가율, $E[R_L(t)]$ 는 기대 퇴직급여부채 증가율, $E[R_i(t)]$ 는 i 자산투자시 기대퇴직급여자산 증가율이라 하면, 기대 잉여금 증가율 $E[R_S(t)]$ 는 식(4.6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$E[R_S(t)] = E[R_A(t)] - E[R_L(t)] \quad (4.6)$$

$$= \sum_{i=1}^n E[R_i(t)] \times w_i - E[R_L(t)]$$

잉여금의 위험을 정의하기 위해서, $\sigma_i^2(t)$ 는 i 자산투자시 퇴직급여자산 증가율의 분산, $\sigma^2[R_L(t)]$ 는 퇴직급여부채 증가율의 분산, $\sigma_{ij}(t)$ 는 i 자산과 j 자산 투자 시 퇴직급여자산 증가율의 공분산, $\sigma_{iL}(t)$ 은 i 자산 투자 시 퇴직급여자산 증가율과 퇴직급여부채 증가율의 공분산이라 하면, 잉여금 증가율의 분산(위험) $\sigma^2[R_S(t)]$ 는 식(4.7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\sigma^2[R_S(t)] = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2(t) + \sigma^2[R_L(t)] + 2[\sum_{i < j} w_i w_j \sigma_{ij}(t) - \sum_i w_i \sigma_{iL}(t)] \quad (4.7)$$

이를 바탕으로 정도영·성주호(2015)는 잉여금의 성과를 측정하기 위해서 잉여금증가율을 잉여금변동성으로 나누어 나타내는 위험조정 잉여금증가율(RASR: Risk Adjusted Surplus

Risk)을 식(4.8)과 같이 정의했다.¹⁾

$$RASR(t) = \frac{E[R_S(t)]}{\sigma[R_S(t)]} = \frac{E[R_A(t)] - E[R_L(t)]}{\sigma[R_S(t)]} = \frac{\sum_{i=1}^n E[R_i(t)] \times w_i - E[R_L(t)]}{\sigma[R_S(t)]} \quad (4.8)$$

<표 4.6>은 앞에서 살펴본 부채성장모형, 자산성장모형, 잉여금성장모형을 통해 계산된 자산별 잉여금증가율이다. 평균 잉여금증가율이 음수로 나타나는 것은 해당 자산증가율이 부채증가율 보다 낮다는 것을 의미하며, 장기간 해당 자산에 투자할 경우 운용수익률만을 고려했을 때 기금이 적립부족상태가 된다는 의미이다. 잉여금증가율이 음수인 자산으로는 투자등급채권, 국내채권이 있지만 두 자산(투자등급채권, 국내채권)은 <표 4.7>에서 확인할 수 있듯이 부채와 상관관계가 높아 다수의 연기금에서 부채를 헤지(hedge)하려는 목적으로 활용하고 있다.

한편, 개별자산의 LDI성향은 부채매칭(Liability Matching)성향과 수익추구(Return Seeking)성향으로 구분할 수 있는데, 부채매칭성향은 부채와의 상관관계와 잉여금변동성으로, 수익추구성향은 개별자산의 RASR가 기준이 될 수 있다. 이를 적용하면 국내채권, (글로벌)투자등급채권은 부채매칭성향을 보이고, 수익추구성향은 (글로벌)하이일드채권, 국내주식, 이머징주식, 선진국주식 순으로 나타난다.

<표 4.6> 자산별 잉여금증가율

| 연 도 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2005 | 17.65% | 41.69% | 72.15% | 4.92% | 13.45% | 13.92% |
| 2006 | -4.70% | 4.75% | -12.53% | -14.94% | -8.61% | -7.32% |
| 2007 | 7.26% | 36.61% | 30.81% | 11.93% | 3.61% | 2.45% |
| 2008 | -45.54% | -65.01% | -67.16% | 23.69% | -22.93% | -10.41% |
| 2009 | 46.40% | 91.41% | 79.13% | 22.60% | 77.46% | 29.80% |

¹⁾ 위험조정 잉여금증가율은 적용방법에서 샤프지수와 유사하다고 볼 수 있다. 샤프지수의 경우 초과 수익률이 음수인 경우에는 변동성이 높을수록 더 낮게 나타난다. 이러한 현상은 위험조정 잉여금증가율에서도 동일하게 적용되며 이를 개선하는 방법으로 수정샤프지수 방법을 적용할 수 있다. 본 논문에서는 잉여금변동성보다 잉여금증가율의 크기를 더 고려하기 위하여 일반적인 샤프지수방법을 사용한다.

| | | | | | | |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2010 | -33.41% | -29.06% | -19.03% | -38.70% | -29.89% | -32.58% |
| 2011 | -19.24% | -35.74% | -27.84% | -5.99% | -9.85% | -8.37% |
| 2012 | 0.37% | -0.38% | 1.72% | -10.54% | 3.49% | -0.58% |
| 2013 | 31.93% | -1.07% | 5.85% | 2.33% | 11.07% | 8.86% |
| 2014 | -7.61% | -16.33% | -21.30% | -9.88% | -12.31% | -8.28% |
| 2015 | -0.62% | -16.64% | -2.70% | -0.68% | -1.96% | -0.15% |
| 2016 | 8.01% | 12.44% | 2.04% | 4.91% | 16.29% | 0.84% |
| 2017 | 3.81% | 17.60% | 19.50% | -7.52% | -6.41% | -2.08% |
| 2018 | -16.39% | -23.13% | -28.01% | -5.42% | -10.35% | -4.13% |
| 2019 | 27.89% | 17.66% | 4.57% | 8.54% | 12.82% | 0.40% |
| 평 균 | 1.05% | 2.32% | 2.48% | -0.98% | 2.39% | -1.18% |
| 표준편차 | 24.33% | 37.40% | 37.62% | 15.53% | 24.74% | 13.44% |
| RASR | 4.33% | 6.20% | 6.59% | -6.33% | 9.67% | -8.75% |

<표 4.7> 부채증가율 및 자산증가율 상관관계

| 구 분 | 부 채 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 부 채 | 1.00 | -0.52 | -0.56 | -0.55 | 0.37 | -0.50 | 0.47 |
| 선진국주식 | -0.52 | 1.00 | 0.68 | 0.57 | -0.56 | 0.51 | -0.44 |
| 이머징주식 | -0.56 | 0.68 | 1.00 | 0.90 | -0.47 | 0.68 | -0.23 |
| 국내주식 | -0.55 | 0.57 | 0.90 | 1.00 | -0.57 | 0.50 | -0.29 |
| 투자등급채권 | 0.37 | -0.56 | -0.47 | -0.57 | 1.00 | -0.14 | 0.61 |
| 하이일드채권 | -0.50 | 0.51 | 0.68 | 0.50 | -0.14 | 1.00 | 0.09 |
| 국내채권 | 0.47 | -0.44 | -0.23 | -0.29 | 0.61 | 0.09 | 1.00 |

2. 잉여금리스크 포트폴리오

잉여금리스크 포트폴리오는 잉여금리스크 기반의 최소분산 포트폴리오(MVP: Minimum Variance Portfolio), 최대 리스크분산 포트폴리오(MDP: Maximum Diversification Portfolio)

와 잉여금 리스크패리티 기반의 전통적 리스크패리티 포트폴리오(RP: Risk parity Portfolio), 계층적 리스크패리티 포트폴리오(HRP: Hierarchical Risk parity Portfolio), 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오(RRP: Regime Risk parity Portfolio) 전략으로 구성한다. 평균분산 모형에서 발생할 수 있는 코너해¹⁾ 문제를 완화하기 위해 편입자산의 종목 수(편입종목의 최소비중은 1%)를 총 자산 개수의 절반인 3개 이상으로 설정한다.

(1) 최소분산 포트폴리오(MVP: Minimum Variance Portfolio)

잉여금리스크 관점에서 MVP는 잉여금리스크(변동성)를 헤지(hedge)할 수 있는 자산 즉, 부채와 상관관계가 높은 자산으로 구성한다. 임의의 t 연도(재정평가연도) 초에 있어서, MVP는 식(4.9)의 최적화 문제로 나타낼 수 있다.

최소화 :

$$\sigma^2[R_S(t)] = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2(t) + \sigma^2[R_L(t)] + 2[\sum_{i < j} w_i w_j \sigma_{ij}(t) - \sum_i w_i \sigma_{iL}(t)] \quad (4.9)$$

제약조건 :

$$\sum_i w_i = 1, w_i > 0$$

MVP의 자산배분은 선진국주식 1.00%, 투자등급채권 25.81%, 국내채권 73.19%이다.

(2) 최대 리스크 분산 포트폴리오(MDP: Maximum Diversification Portfolio)

MDP는 Yves choueifaty et al.(2008)에 의해 소개되었다. 그는 논문에서 분산비율(diversification ratio)을 정의하고 이를 최대화(most-diversified)하는 리스크기반의 포트폴

¹⁾ 코너해(corner solution)은 평균분산모형을 이용하여 자산배분을 실행하면 대다수 자산에는 투자비중이 배분되지 않고 일부 자산에만 투자비중이 집중되는 현상이다

리오를 MDP라고 하였다.

분산비율(diversification ratio)을 계산하기 위해서는 먼저 n 개의 위험자산으로 구성되어 있는 투자유니버스 U 가 있고, U 의 종목으로 구성되는 포트폴리오의 공분산을 V , 상관계수를 C ,

개별자산의 변동성 벡터(vector)를 $\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \vdots \\ \sigma_N \end{bmatrix}$ 라는 가정이 필요하다.

임의의 포트폴리오 $P = (w_{p1}, w_{p2}, \dots, w_{pN})$ 가 존재하고 $\sum_{i=1}^N w_{pi} = 1$ 의 조건을 만족하면 분산비율(diversification ratio) $D(P)$ 의 최대화가 되는 포트폴리오 MDP는 식(4.10)과 같이 나타낼 수 있다.

최대화 :

$$D(P) = \frac{P^T \cdot \Sigma}{\sqrt{P^T V P}} \quad (4.10)$$

제약조건 :

$$\sum_{i=1}^N w_{pi} = 1, w_{pi} > 0$$

MDP를 잉여금리스크에 적용하면 선진국주식 9.55%, 국내주식 23.89%, 투자등급채권 66.56%로 배분된다.

(3) 전통적 리스크패리티 포트폴리오(RP: Risk parity Portfolio)

개념적으로 RP는 포트폴리오의 총 위험에 대한 개별자산의 위험을 동일하게 배분하는 방법이다. RP의 구성 방법을 살펴보면¹⁾ 먼저, 개별 투자자산 비중의 변화에 따른 한계리스크량(MRC: Marginal Risk Contribution)을 구하고, 한계리스크량에 개별 투자비중을 곱한 총리스크량(TRC: Total Risk Contribution)을 구한다. 다음으로 종목별 총리스크량이 포트폴리오의

¹⁾ 수리적모형은 Maillard et al.(2010) 참조

리스크를 종목수로 나눈 값($1/n$)과 일치하는 자산의 투자비중을 구한다.

n 개의 위험자산으로 구성되어 있는 포트폴리오의 각 투자 자산의 비중을 w_1, w_2, \dots, w_n 이라고 정의하자. $\sigma[r_p(t)]$ 는 포트폴리오의 총 위험(표준편차), $\sigma[r_i(t)]$ 는 i 투자자산의 표준편차, $cov[r_i(t), r_j(t)]$ 는 i 투자자산과 j 투자자산간의 공분산이다. 따라서 식(4.11)의 관계식이 성립한다.

$$\sigma[r_p(t)] = \sqrt{\sum_i w_i^2 \sigma^2[r_i(t)] + \sum_{i < j} 2w_i w_j cov[r_i(t), r_j(t)]} \quad (4.11)$$

각 투자자산 비중의 변화에 대한 포트폴리오 리스크의 변화를 측정하게 되면 식(4.12)과 같이 정의할 수 있으며, 이를 한계리스크(MRC)이라고 한다.

$$MRC_i(t) = \frac{\partial \sigma[r_p(t)]}{\partial w_i} = \frac{w_i \sigma^2[r_i(t)] + \sum_{j \neq i} w_j cov[r_i(t), r_j(t)]}{\sigma[r_p(t)]} \quad (4.12)$$

투자자산별 한계리스크량에 각 투자자산의 투자 비중을 곱하면 각 투자자산의 포트폴리오 전체 리스크에 대한 기여 즉, 총리스크량(TRC)이 산출된다. 즉, i 투자자산의 총리스크량 $TRC_i(t)$ 는 식(4.13)으로 나타낼 수 있다.

$$TRC_i(t) = w_i \times \frac{\partial \sigma[r_p(t)]}{\partial w_i} = w_i \times MRC_i(t) \quad (4.13)$$

포트폴리오의 리스크는 오일러의 정리(Euler's theorem)에 따라 식(4.14)와 같이 각 자산별 총리스크량의 합으로 나타낼 수 있다.

$$\sigma[r_p(t)] = \sum_{i=1}^n TRC_i(t) \quad (4.14)$$

리스크 패리티 전략은 각 투자자산의 총리스크량이 동일하도록 자산을 배분하는 리스크 동

일 가중 포트폴리오이므로, 모든 i, j 에 대해 아래 식(4.15)가 성립한다.

$$w_i \times MRC_i(t) = w_j \times MRC_j(t)$$

$$TRC_i(t) = TRC_j(t) \quad (4.15)$$

상기 식(4.15)를 만족하도록 투자자산을 배분하여 리스크패리티 포트폴리오를 구성한다.

이를 잉여금리스크에 적용하면 RP는 선진국주식 14.17%, 이머징주식 9.18%, 국내주식 9.56%, 투자등급채권 29.82%, 하이일드채권 13.25%, 국내채권 24.02%로 배분된다.

(4) 계층적 리스크패리티 포트폴리오(HRP: Hierarchical Risk parity Portfolio)

a. 자산배분방법론

HRP는 Prado(2015)에 의해 소개된 계층적군집화(hierarchical clustering)를 활용한 자산 배분 방법이다. Prado(2015)는 MVP와 같은 평균분산방식에 기반을 둔 전통적인 자산배분방식은 내표본(in-sample)에서는 최적의 성과를 보여주지만, 외표본(out-of-sample)에서는 그렇지 못한 성과를 보여준다고 하였다. 이는 평균분산방식이 수익률 예측치에 민감하게 반응하기 때문인데, 내표본의 수익률 추정값은 외표본에서는 부정확한 예측값이 될 수 있어 포트폴리오가 급격하게 변하는 원인이 된다고 하였다. 이를 보완하기 위해서 Prado는 군집화를 활용한 HRP를 제시하였다.

HRP는 자산간의 그룹을 분류하기 위해서 계층적군집화 방법 중 single linkage 방식을 활용한다. single linkage 방법은 군집간의 거리를 계산할 때 군집의 원소 중에서 가장 가까운 원소 간의 거리를 측정하는 방식이다.¹⁾

¹⁾ 계층적군집화의 방법은 원소들의 거리를 측정하는 방식에 따라, 최단거리를 계산하는 single-linkage, 최장거리를 계산하는 complete-linkage, 평균거리를 측정하는 average-linkage, 군집의 중앙거리를 기준으로 측정하는 centroid-linkage 방식 등이 있다.

HRP는 크게 3단계로 나뉘어서 수행된다. 첫번째, 자산의 상관계수를 구하고, 두번째로 가까운 거리에 있는 원소끼리 그룹화하여 계층적나무(hierarchical tree)를 구성한다. 마지막으로 나이브 리스크패리티(naïve risk parity)²⁾ 방식으로 재귀적이분화(recursive bisection)를 수행하여 자산 비중을 정한다. 세부적으로 실증분석자산의 잉여금리스크를 대상으로 수행해보면 다음과 같다.

첫번째 단계는 각 자산간의 잉여금 상관계수를 기초로 거리를 구하는 단계이다. 먼저 자산간 잉여금 상관관계(<표 4.8> 참조)의 정규화거리(distance)(<표 4.9> 참조)를 계산하고, 이를 다시 유클리드거리(euclidean distance)(<표 4.10> 참조)로 전환한다.

<표 4.8> 자산간의 잉여금 상관관계

| 구 분 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|--------|-------|-------|------|--------|--------|------|
| 선진국주식 | 1.00 | 0.86 | 0.82 | 0.40 | 0.85 | 0.84 |
| 이머징주식 | 0.86 | 1.00 | 0.95 | 0.35 | 0.86 | 0.79 |
| 국내주식 | 0.82 | 0.95 | 1.00 | 0.28 | 0.78 | 0.77 |
| 투자등급채권 | 0.40 | 0.35 | 0.28 | 1.00 | 0.58 | 0.71 |
| 하이일드채권 | 0.85 | 0.86 | 0.78 | 0.58 | 1.00 | 0.90 |
| 국내채권 | 0.84 | 0.79 | 0.77 | 0.71 | 0.90 | 1.00 |

<표 4.9> 자산간의 잉여금 정규화거리³⁾

| 구 분 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|-------|-------|-------|------|--------|--------|------|
| 선진국주식 | 0.00 | 0.27 | 0.30 | 0.55 | 0.27 | 0.28 |
| 이머징주식 | 0.27 | 0.00 | 0.17 | 0.57 | 0.26 | 0.33 |
| 국내주식 | 0.30 | 0.17 | 0.00 | 0.60 | 0.33 | 0.34 |

²⁾ 나이브 리스크패리티(naïve risk parity) 방식은 자산의 변동성(표준편차)에 반비례하여 자산을 배분하는 기초적인 리스크패리티 방식이다.

³⁾ 상관관계의 정규화거리는 $d[X_1, X_2] = \sqrt{\frac{1}{2}(1 - \rho_{ij})}$ 의 산식으로 구한다. Marcos Lopez de Prado, building diversified portfolios that outperform out-of-sample(2015) 참조

| | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| 투자등급채권 | 0.55 | 0.57 | 0.60 | 0.00 | 0.46 | 0.38 |
| 하이일드채권 | 0.27 | 0.26 | 0.33 | 0.46 | 0.00 | 0.23 |
| 국내채권 | 0.28 | 0.33 | 0.34 | 0.38 | 0.23 | 0.00 |

<표 4.10> 자산간의 유클리드 거리

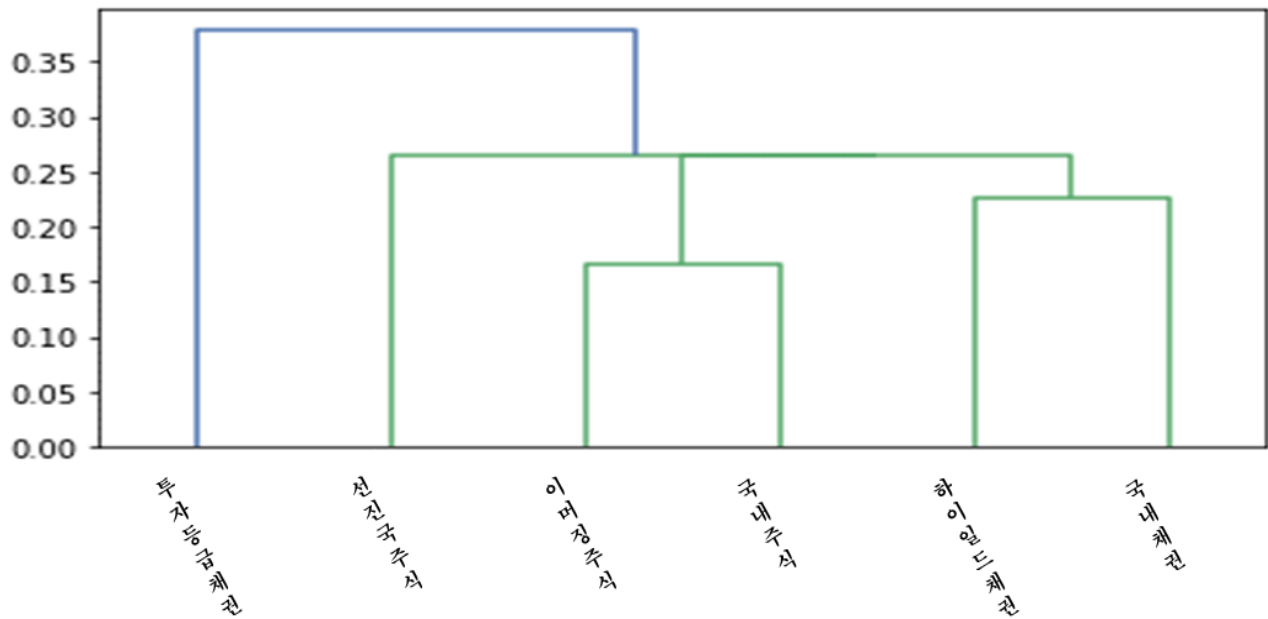
| 구 분 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|--------|-------|-------|------|--------|--------|------|
| 선진국주식 | 0.00 | 0.40 | 0.45 | 0.91 | 0.40 | 0.44 |
| 이머징주식 | 0.40 | 0.00 | 0.25 | 0.98 | 0.43 | 0.53 |
| 국내주식 | 0.45 | 0.25 | 0.00 | 0.98 | 0.51 | 0.56 |
| 투자등급채권 | 0.91 | 0.98 | 0.98 | 0.00 | 0.83 | 0.73 |
| 하이일드채권 | 0.40 | 0.43 | 0.51 | 0.83 | 0.00 | 0.34 |
| 국내채권 | 0.44 | 0.53 | 0.56 | 0.73 | 0.34 | 0.00 |

두번째 단계는 자산간의 유클리드거리를 single-linkage(요소최단거리측정) 방법으로 계층적 나무(hierarchical tree)화 하는 단계이다. 구체적으로 유클리드거리순으로 두 자산씩 묶어보면 가장 가까운 거리는 이머징주식과 국내주식이고 정규화 거리는 0.17이다. 다음으로 가까운 거리는 하이일드채권과 국내채권으로 정규화 거리는 0.23이다. 같은 방식으로 반복하여 계층의 번호인 클러스터 ID로 나타내면 <표 4.11>와 같으며 이를 계층화하여 덴드로그램(dendrogram)으로 작성하면 <그림 4.1>과 같다.

<표 4.11> 자산의 클러스터 ID 와 정규화거리

| | | | | | | |
|---|-----------|-------|-------|----------|--------|------|
| 클러스터 ID (정규화거리)  | 10 (0.38) | | | | | |
| | 9 (0.27) | | | | | |
| | 8 (0.26) | | | | | |
| | 6 (0.17) | | | 7 (0.23) | | |
| | 3 | 0 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 자 산 | 투자등급채권 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 하이일드채권 | 국내채권 |

<그림 4.1> 자산별 잉여금 덴드로그램(dendrogram)



마지막 단계는 개별자산의 비중을 구하는 단계로 각 그룹의 변동성을 나이브 리스크패리티 (naïve risk parity) 포트폴리오로 구한 후, 그룹간 배분비중을 재귀적이분할(recursive bisection, <표 4.12 참조>) 방식으로 할당하여 개별자산의 비중을 구한다(<표 4.13 참조>).

<표 4.12> 재귀적이분할 방법(recursive bisection)

1. The algorithm is initialized by:
 - a. setting the list of items: $L = \{L_0\}$, with $L_0 = \{n\}_{n=1, \dots, N}$
 - b. assigning a unit weight to all items: $w_n = 1, \forall n = 1, \dots, N$
2. If $|L_i| = 1, \forall L_i \in L$, then stop
3. For each $\forall L_i \in L$ such that $|L_i| > 1$:
 - a. bisect L_i into two subset, $L_i^{(1)} \cup L_i^{(2)} = L_i$, where $|L_i^{(1)}| = \text{int}[\frac{1}{2}|L_i|]$, and the order is preserved
 - b. define the variance of $L_i^{(j)}, j = 1, 2$, as the quadratic form $\bar{V}_i^{(j)} \equiv \bar{W}_i^{(j)'} \bar{V}_i^{(j)} \bar{W}_i^{(j)}$, where $V_i^{(j)}$ is the covariance matrix between the constituents of the $L_i^{(j)}$ bisection, and $\bar{w}_i^{(j)} = \text{diag}[V_i^{(j)}]^{-1} \frac{1}{\text{tr}[\text{diag}[V_i^{(j)}]^{-1}]}$, where $\text{diag}[\cdot]$ and $\text{tr}[\cdot]$ are the diagonal, trace operator
 - c. compute the split factor: $\alpha_i = 1 - \frac{\bar{V}_i^{(1)}}{\bar{V}_i^{(1)} + \bar{V}_i^{(2)}}$, so that $0 \leq \alpha_i \leq 1$
 - d. re-scale allocations w_n by a factor of $\alpha_i, \forall n \in L_i^{(1)}$

e. re-scale allocations w_n by a factor of $(1 - \alpha_i), \forall n \in L_i^{(2)}$

4. Loop to step2

자료 : Marcos Lopez de Prado, building diversified portfolios that outperform out-of-sample(2015). 본 논문의 계층적 리스크패리티(HRP)계산은 Prado(2015)가 해당 논문에서 공개한 python code를 참고 하였음. python code는 부록1 참조

<표 4.13> 계층별 계산값 및 최종 적용비중

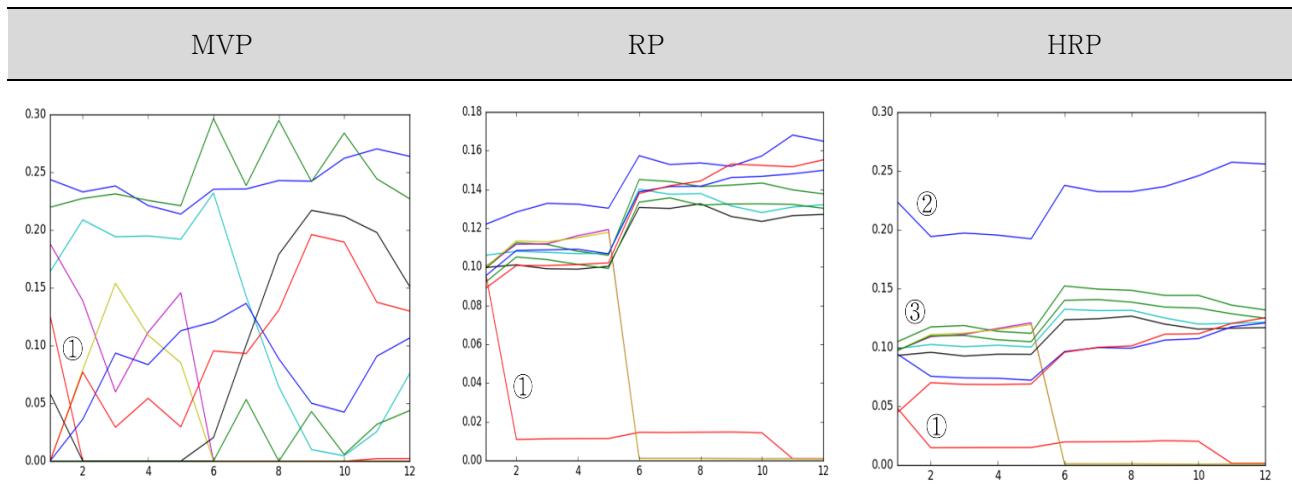
| 구 분 | 투자등급채권 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Step0 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| Step1 | 51.40% | 51.40% | 51.40% | 48.60% | 48.60% | 48.60% |
| Step2 | 38.79% | 12.61% | 12.61% | 7.16% | 41.44% | 41.44% |
| Step3 | | 8.86% | 3.75% | | 9.45% | 31.99% |
| 최종비중 | 38.79% | 8.86% | 3.75% | 7.16% | 9.45% | 31.99% |

최종 계층적 리스크패리티 포트폴리오를 잉여금리스크에 적용하면 선진국주식 8.86%, 이머징주식 3.75%, 국내주식 7.16%, 투자등급채권 38.79%, 하이일드채권 9.45%, 국내채권 31.99%로 배분된다.

b. 포트폴리오의 특징

Prado(2015)는 계층적 리스크패리티 포트폴리오의 특징을 자산배분시 상관관계를 방영하는 MVP의 장점과 자산별 총리스크량을 고려하여 배분하는 RP의 장점을 결합하는 것이라고 하였다. <그림 4.2>는 몬테카를로 시뮬레이션으로 생성한 외표본에서 포트폴리오간 자산배분의 변화를 나타내고 있다. 예를 들어, 2시점에 자산①이 개별 충격으로 변동성이 증가하여 비중이 줄어드는 경우, MVP는 불규칙하게 포트폴리오가 조정되었고, RP는 자산①의 비중이 줄어드는 만큼 나머지 자산에 고르게 비중이 증가되었다. 반면 HRP는 자산①과 상관관계가 높은 자산②의 비중은 줄어들었고 상관관계가 낮은 자산③의 비중은 증가하였다.

<그림 4.2> 포트폴리오간 자산배분의 변화



자료 : Marcos Lopez de Prado, building diversified portfolios that outperform out-of-sample(2015)

(5) 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오(RRP: Regime Risk parity Portfolio)

본 논문에서 소개하는 RRP는 자산의 변동성에 따라 국면(regime)을 정의하고 구간별로 다른 잉여금 리스크패리티 포트폴리오를 적용하는 방법이다.

a. 국면의 구분

국면(regime)은 사전연구에서 살펴본 Peters(2011)의 VIX를 활용한 구분방법을 적용하였으며¹⁾ <표 4.14>과 같이 구분하였다.

¹⁾ Peters(2011)는 VIX지수를 기준으로 20미만을 저변동성구간(low-volatility regime), 20초과를 고변동성구간(high-volatility regime)으로 구분하였다. 본 논문에서는 연도별 VIX지수를 해당년 월말 VIX 지수의 평균으로 계산하였다.

〈표 4.14〉 실증분석기간의 변동성 국면(regime) 구분

| 구 분 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12 | '13 | '14 | '15 | '16 | '17 | '18 | '19 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| VIX | 13 | 13 | 18 | 32 | 32 | 24 | 24 | 18 | 15 | 15 | 18 | 15 | 11 | 17 | 15 |
| 국면 | 저 | 저 | 저 | 고 | 고 | 고 | 고 | 저 | 저 | 저 | 저 | 저 | 저 | 저 | 저 |

b. 국면별 특징

국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오를 구성하기 위해서는 먼저 국면의 특징을 분석해야 한다. 국면별 특징은 잉여금의 기초가 되는 부채증가율과 자산증가율의 차이로 설명할 수 있다.

국면별 부채증가율 분석을 위해서 부채에 영향을 주는 할인율, 임금인상률 변동에 관한 자료(〈표 4.15〉)를 바탕으로 국면별 부채의 특성을 다음과 같이 도출할 수 있다.

저변동성구간에서는 부채의 평균 증가율이 9.56%로 전체기간 평균증가율(12.16%)에는 못 미치는데, 이는 부채증가율과 음의 상관관계를 갖는 할인율 변동의 절대값이 고변동성구간 대비 작기 때문이며 부채증가율과 양의 상관관계를 갖는 임금상승률의 변동이 음수로 나타나기 때문이다. 반대로, 고변동성구간에서는 부채의 평균 증가율이 19.31%로 전체기간 증가율 보다 높는데, 이는 부채증가율과 음의 상관관계를 갖는 할인율 변동의 절대값이 크며, 부채증가율과 양의 상관관계를 갖는 임금상승률의 변동이 양수로 나타나기 때문이다. 이와 같은 이유로 저변동성 구간에서는 부채의 증가율이 낮고, 고변동성 구간에서는 부채의 증가율이 높다.

〈표 4.15〉 국면별 부채 증가율과 할인율 및 임금인상률 변동

| 연 도 | 국 면 | 부채 | 할인율 | | 임금인상률 | | 변동률 | |
|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|
| | | 증가율 | 기시 | 기말 | 기시 | 기말 | 할인율 | 임금인상률 |
| 2005 | 저변동성 | -3.95% | 3.81% | 5.61% | 5.20% | 4.70% | 47.24% | -9.62% |
| 2006 | 저변동성 | 22.50% | 5.61% | 5.04% | 4.70% | 4.80% | -10.16% | 2.13% |
| 2007 | 저변동성 | 9.14% | 5.04% | 5.69% | 4.80% | 4.80% | 12.90% | 0.00% |
| 2008 | 고변동성 | 28.88% | 5.69% | 4.24% | 4.80% | 4.90% | -25.48% | 2.08% |

| | | | | | | | | |
|------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| 2009 | 고변동성 | -17.47% | 4.24% | 5.39% | 4.90% | 1.70% | 27.12% | -65.31% |
| 2010 | 고변동성 | 45.38% | 5.39% | 4.51% | 1.70% | 4.80% | -16.33% | 182.35% |
| 2011 | 고변동성 | 20.46% | 4.51% | 3.78% | 4.80% | 5.10% | -16.19% | 6.25% |
| 2012 | 저변동성 | 13.11% | 3.78% | 3.16% | 5.10% | 4.70% | -16.40% | -7.84% |
| 2013 | 저변동성 | -0.48% | 3.16% | 3.59% | 4.70% | 3.50% | 13.45% | -25.53% |
| 2014 | 저변동성 | 20.37% | 3.59% | 2.61% | 3.50% | 4.10% | -27.34% | 17.14% |
| 2015 | 저변동성 | 9.89% | 2.61% | 2.09% | 4.10% | 3.70% | -19.96% | -9.76% |
| 2016 | 저변동성 | 5.98% | 2.09% | 2.09% | 3.70% | 3.30% | 0.34% | -10.81% |
| 2017 | 저변동성 | 7.38% | 2.09% | 2.47% | 3.30% | 3.60% | 17.93% | 9.09% |
| 2018 | 저변동성 | 13.50% | 2.47% | 1.96% | 3.60% | 4.20% | -20.71% | 16.67% |
| 2019 | 저변동성 | 7.7% | 1.96% | 1.67% | 4.20% | 3.90% | -14.52% | -7.14% |
| 전체구간 | | 12.16% | | | | | -3.21% | 6.65% |
| 평균 | 저변동성구간 | 9.56% | | | | | -1.57% | -2.33% |
| | 고변동성구간 | 19.31% | | | | | -7.72% | 31.35% |

다음으로 국면별로 자산의 증가율을 <표 4.16>에서 보면, 저변동성 구간에서는 선진국주식, 이머징주식, 국내주식과 같은 주식형 자산의 증가율이 채권형 자산의 증가율보다 높고, 고변동성 구간에서는 투자등급채권, 하이일드채권, 국내채권과 같은 채권형 자산의 증가율이 주식형 자산의 증가율 보다 높다는 것을 알 수 있다.

<표 4.16> 국면별 자산 증가율

| 연 도 | 국 면 | 선진국주식 | 이머징주식 | 국내주식 | 투자등급채권 | 하이일드채권 | 국내채권 |
|------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 2005 | 저 변 동 성 | 13.71% | 37.75% | 68.20% | 0.97% | 9.50% | 9.97% |
| 2006 | 저 변 동 성 | 17.80% | 27.25% | 9.97% | 7.55% | 13.89% | 15.17% |
| 2007 | 저 변 동 성 | 16.40% | 45.74% | 39.95% | 21.07% | 12.75% | 11.59% |
| 2008 | 고 변 동 성 | -16.67% | -36.14% | -38.28% | 52.56% | 5.94% | 18.46% |
| 2009 | 고 변 동 성 | 28.93% | 73.94% | 61.67% | 5.14% | 59.99% | 12.33% |
| 2010 | 고 변 동 성 | 11.96% | 16.32% | 26.35% | 6.68% | 15.48% | 12.79% |
| 2011 | 고 변 동 성 | 1.22% | -15.28% | -7.37% | 14.48% | 10.61% | 12.09% |
| 2012 | 저 변 동 성 | 13.48% | 12.73% | 14.83% | 2.58% | 16.61% | 12.53% |
| 2013 | 저 변 동 성 | 31.44% | -1.56% | 5.36% | 1.85% | 10.59% | 8.38% |
| 2014 | 저 변 동 성 | 12.77% | 4.04% | -0.92% | 10.49% | 8.06% | 12.09% |

| | | | | | | | |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 2015 | 저 변 동 성 | 9.26% | -6.76% | 7.19% | 9.21% | 7.92% | 9.73% |
| 2016 | 저 변 동 성 | 13.99% | 18.42% | 8.02% | 10.89% | 22.26% | 6.82% |
| 2017 | 저 변 동 성 | 11.19% | 24.98% | 26.88% | -0.14% | 0.98% | 5.30% |
| 2018 | 저 변 동 성 | -2.89% | -9.63% | -14.51% | 8.08% | 3.15% | 9.37% |
| 2019 | 저 변 동 성 | 35.60% | 25.37% | 12.28% | 16.25% | 20.53% | 8.11% |
| 전 체 구 간 | | 13.21% | 14.48% | 14.64% | 11.18% | 14.55% | 10.98% |
| 평 균 | 저변동성구간 | 15.71% | 16.21% | 16.11% | 8.07% | 11.48% | 9.92% |
| | 고변동성구간 | 6.36% | 9.71% | 10.59% | 19.71% | 23.01% | 13.92% |

국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오를 구성하기 위해서 국면 특징에 적합한 포트폴리오를 매칭한다. 저변동성구간(low-volatility regime)은 부채의 증가율이 상대적으로 낮고 주식형자산의 증가율이 높으므로 잉여금 리스크패리티 전략 중 상대적으로 수익추구자산의 비중이 높은 RP를 적용한다. 반대로 고변동성구간(high-volatility regime)은 부채의 증가율이 평균보다 높으므로 잉여금 리스크패리티 전략 중 부채매칭자산의 비중이 높은 HRP를 적용한다.

제 3 절 분석결과

이번 절에서는 잉여금리스크 포트폴리오별 실증분석을 통하여 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오의 개선된 성과를 확인하고 이를 활용하여 리스크패리티 개선방안에 대해서 제시하고자 한다.

실증분석 결과 5 가지 모형(<표 4.17> 참조)의 잉여금증가율 비교해보면 <표 4.18>과 같다.

<표 4.17> 모형별 자산배분

| 포트폴리오 | | 선진국 주식 | 이머징 주식 | 국내 주식 | 투자등급 채권 | 하이일드 채권 | 국내 채권 |
|-------------------|-----|---------------------------------|-----------|----------|------------|------------|----------|
| 전통적 잉여금 리스크 | MVP | 1.00% | 0.00% | 0.00% | 25.81% | 0.00% | 73.19% |
| | MDP | 9.55% | 0.00% | 23.89% | 66.56% | 0.00% | 0.00% |
| 잉여금 리스크 패리티 | RP | 14.17% | 9.18% | 9.56% | 29.82% | 13.25% | 24.02% |
| | HRP | 8.86% | 3.75% | 7.16% | 38.79% | 9.45% | 31.99% |
| | RRP | 저변동성 구간에는 RP / 고변동성 구간에는 HRP 적용 | | | | | |

<표 4.18> 모형별 잉여금증가율

| 연 도 | 전통적 잉여금 리스크 | | 잉여금 리스크패리티 | | |
|------|-------------|---------|------------|---------|---------|
| | MVP | MDP | RP | HRP | RRP |
| 2005 | 11.63% | 22.20% | 19.81% | 15.92% | 19.81% |
| 2006 | -9.27% | -13.73% | -8.95% | -10.22% | -8.95% |
| 2007 | 4.89% | 15.70% | 11.83% | 9.84% | 11.83% |
| 2008 | -2.02% | -5.67% | -17.97% | -8.10% | -8.58% |
| 2009 | 28.00% | 37.51% | 45.95% | 38.26% | 37.81% |
| 2010 | -34.22% | -33.91% | -32.91% | -33.95% | -34.20% |
| 2011 | -7.91% | -13.09% | -14.27% | -11.36% | -11.65% |
| 2012 | -3.20% | -7.10% | -3.10% | -4.15% | -3.26% |
| 2013 | 7.36% | 5.44% | 8.79% | 7.63% | 8.65% |
| 2014 | -8.73% | -12.88% | -11.55% | -10.76% | -11.67% |
| 2015 | -0.34% | -1.60% | -2.72% | -1.64% | -2.84% |
| 2016 | 1.92% | 4.11% | 5.97% | 4.78% | 5.85% |
| 2017 | -3.46% | -0.29% | 0.13% | -2.02% | 0.03% |
| 2018 | -4.62% | -12.29% | -11.41% | -8.98% | -11.49% |
| 2019 | 2.73% | 9.04% | 10.03% | 7.87% | 9.93% |
| 평 균 | -1.15% | -0.44% | -0.02% | -0.46% | 0.08% |
| 표준편차 | 13.18% | 17.29% | 18.57% | 16.09% | 16.72% |
| RASR | -0.15% | -0.08% | 0.00% | -0.07% | 0.51% |

실증분석 결과 MVP는 잉여금증가율의 표준편차가 13.18%로 변동성이 가장 낮게 나타났으며, 포트폴리오의 평균 잉여금 증가율 역시 -1.15%로 가장 낮게 나타났다. MVP는 부채 증가율과 상관관계가 0.47로 가장 높은 자산인 국내채권에 73.19%, 투자등급채권 25.81%, 선진국주식 1%로 구성된다.

MDP는 분산투자 효과를 극대화하기 위한 포트폴리오로 국내주식 23.87%, 투자등급채권 66.51%, 선진국주식 9.55%로 구성된다. 포트폴리오가 높은 분산화지수를 얻으려면, 포트폴리오 개별 자산의 가중평균 잉여금변동성 값(분자)이 높고, 포트폴리오의 잉여금변동성(분모) 값이 낮아야 한다. 따라서 개별 자산의 잉여금변동성이 가장 높은 국내주식과 함께 분산효과를 위해서 국내주식과 음의 상관관계가 높은 투자등급채권이 높은 비중을 차지한다. 자산별로 동일하게 잉여금리스크를 배분하는 RP보다 낮은 변동성을 보여주었다.

RP는 모든 자산에 잉여금 리스크를 고려하여 배분하기 때문에 변동성이 가장 높게 나타났고, RRP 다음으로 높은 위험조정 성과를 보였다.

HRP는 RP를 기본으로 MVP의 성격이 반영되어 RP대비 투자등급채권과 국내채권의 비중이 증가하였다. 따라서 잉여금증가율의 평균과 변동성이 MVP와 RP의 사이의 값을 보여주고 있다.

마지막으로 RRP는 유일하게 잉여금증가율이 양의 값을 보였고 위험조정 잉여금 증가율도 0.51%로 가장 높았다. 이는 국면별로 자산배분의 성격이 고변동성구간에서는 부채매칭포트폴리오 성격으로, 저변동성구간에서는 수익추구포트폴리오 성격으로 변하였기 때문이다.

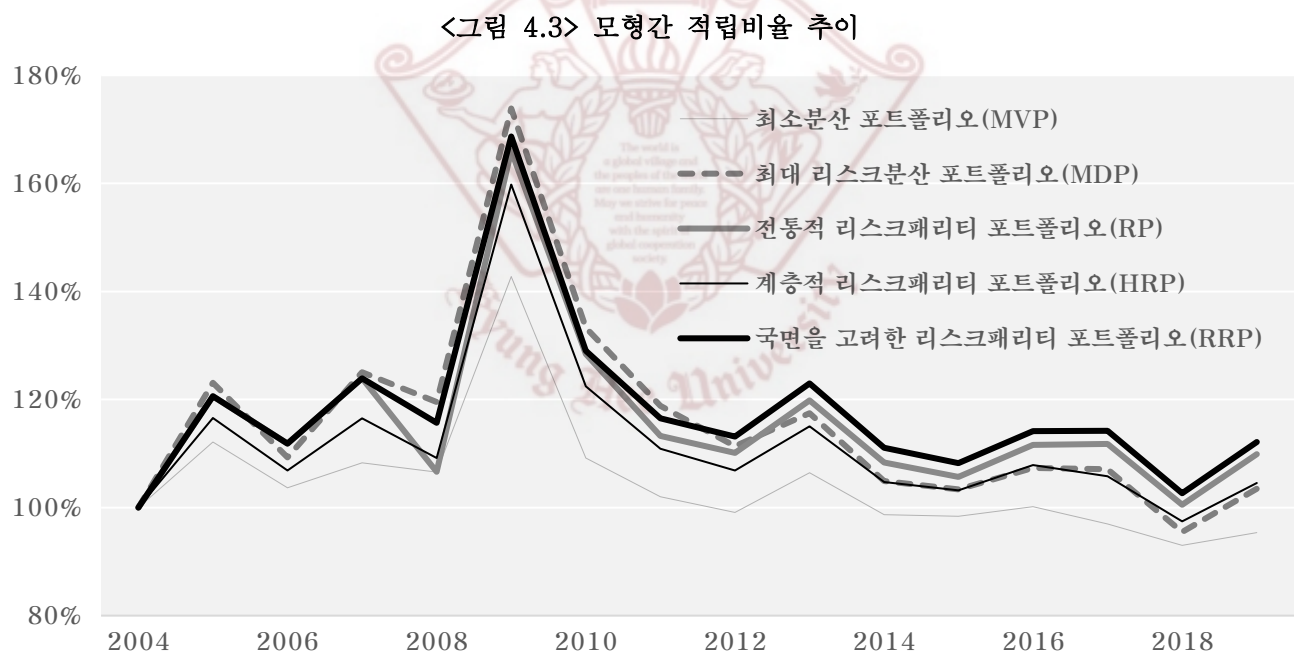
다음으로 모형별 적립비율을 보면 <표 4.19>와 같다.

<표 4.19> 모형별 적립비율

| 연 도 | 전통적 잉여금 리스크 | | 잉여금 리스크패리티 | | |
|------|---------------|---------------|------------|---------------|---------|
| | MVP | MDP | RP | HRP | RRP |
| 2004 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 2005 | 112.11% | 123.11% | 120.63% | 116.58% | 120.63% |
| 2006 | 103.63% | 109.31% | 111.82% | 106.85% | 111.82% |
| 2007 | 108.27% | 125.03% | 123.93% | 116.49% | 123.93% |
| 2008 | 106.58% | 119.54% | 106.65% | 109.17% | 115.68% |
| 2009 | 142.74% | 173.86% | 166.03% | 159.78% | 168.68% |
| 2010 | 109.14% | 133.31% | 128.44% | 122.46% | 129.00% |
| 2011 | 101.97% | 118.82% | 113.23% | 110.91% | 116.52% |
| 2012 | <u>99.09%</u> | 111.36% | 110.12% | 106.84% | 113.16% |
| 2013 | 106.42% | 117.45% | 119.86% | 115.03% | 122.99% |
| 2014 | <u>98.70%</u> | 104.89% | 108.35% | 104.75% | 111.07% |
| 2015 | <u>98.39%</u> | 103.36% | 105.68% | 103.19% | 108.20% |
| 2016 | 100.17% | 107.36% | 111.63% | 107.84% | 114.17% |
| 2017 | <u>96.95%</u> | 107.07% | 111.76% | 105.82% | 114.20% |
| 2018 | <u>93.01%</u> | <u>95.47%</u> | 100.52% | <u>97.44%</u> | 102.64% |
| 2019 | <u>95.36%</u> | 103.49% | 109.88% | 104.56% | 112.10% |
| 평 균 | 104.84% | 116.89% | 116.57% | 112.51% | 118.99% |
| 표준편차 | 11.50% | 18.66% | 15.57% | 14.38% | 15.48% |

MVP는 평균적립비율이 104.84%로 가장 낮았고, 적립부족구간(100%미만)이 전체기간(15개년도)의 40%인 6개년도에 발생하였다. MDP와 RP는 평균적립비율이 116% 수준으로 비슷하였지만, 적립비율 변동성 측면에서 MDP가 더 높았으며 1개년도 적립부족구간이 나타났다. HRP는 잉여금증가율과 마찬가지로 적립비율 평균과 표준편차 관점에서 MVP와 RP사이값이 나타났으며 1개년도의 적립부족구간을 보였다. 마지막으로 RRP는 모든 모형 중 가장 높은 평균적립비율을 보였고, MVP대비 14.1%p 높은 수치이다. 또한 적립부족구간도 모두 해소되었다.

<그림 4.3>은 모형간 적립비율의 추이를 보여준다. RRP는 2007년까지는 저변동성 포트폴리오(RP)로 적립비율이 증가하다가 2008년 ~ 2011년은 고변동성포트폴리오(HRP)로 변경되면서 적립비율 하락을 제한하였다. 2012년 이후 저변동성포트폴리오(RP)로 다시 변화하면서 실증분석기간 동안 가장 높은 적립비율을 유지하였다.



종합해보면 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오는 고변동성구간에서는 상대적으로 높은 부채 증가율을 헤지(hedge)하고, 저변동성구간에서는 수익추구성격을 반영하여 우수한 위험조정성과 및 높은 적립비율을 달성하였다.

제 5 장 요약 및 향후 과제

현재 국내 DB제도는 원리금보장형상품 중심의 운용으로 장기적으로 적립부족에 대한 문제를 내포하고 있다. 이를 개선하기 위해서 부채와 연계한 자산운용인 ALM을 적용해야 하는데, 전통적인 ALM은 부채에 대한 매칭전략이 다수를 이룬다. 하지만 최근에는 부채매칭형 자산의 부(負)의 잉여금증가율로 인해 소극적인 부채매칭전략과 수익추구전략을 병행하는 LDI 방법이 주목되고 있다.

본 논문에서는 잉여금 리스크패리티(Surplus Risk Parity)를 중심으로, DB제도에서 활용가능한 자산배분전략을 실증분석 하였다. 특히, 전통적 리스크패리티 포트폴리오(RP)에 계층적 리스크패리티(HRP)방식을 병행하는 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오(RRP: Regime Risk parity Portfolio)를 제시하였다.

RRP는 자산의 변동성을 기준으로 고변동성구간과 저변동성구간을 나누어 다른 리스크패리티 방식을 적용하는 개념이다. 실증분석결과, RRP는 최소 분산 포트폴리오(MVP: Minimum Variance Portfolio), 최대 리스크분산 포트폴리오(MDP: Maximum Diversification Portfolio), 전통적 리스크패리티 포트폴리오(RP: Risk parity Portfolio), 계층적 리스크패리티 포트폴리오(HRP: Hierarchical Risk parity Portfolio)보다 높은 샤프지수를 보였고 유일한 양의 잉여금증가율을 보였다.

결과적으로 저변동성구간에서는 상대적으로 수익추구성격이 강한 RP 전략을 선택하며, 고변동성구간에서는 상대적으로 부채매칭성격이 강한 HRP 전략으로 변화하여 포트폴리오 대비 우수한 위험조정성과 및 높은 적립비율을 달성하는 요인이 되었다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째, Prado(2015)는 계층적 리스크 패리티 방식(HRP)은 내표본(in-sample)검증보다 외표본(out-of-sample)검증에서 중요한 의미가 있다고 하였다. 하지만 본 논문에서는 연간 시계열 자료(15개)의 제한으로 외표본을 생성하기에는 무리가 있었다. 따라서 충분한 시계열 자료가 확보된다면 외표본에서의 잉여금리스크를 중심으로 하는 계층적 리스크패리티 분석이 가능할 것으로 판단된다. 둘째, RRP에서 국면(regime)을 규정할 때, VIX지수를 단일로 사용하여 구분하였다. 하지만 Peters(2009)의 연구처럼 변동성 구간을 3개월 VIX지수 평균, Credit spread, 글로벌 통화정책, 글로벌 경제활동 등의 변수를 고려하여 구분한다면 보다 정교한 실증분석의 방법이 될 것으로 예상된다. 또 국내자산과 해외자산을 동일한 기준으로 적용하였는데 국내자산과 해외자산은 투자지역이 달라서 서로 다른 변수에 영향을 받을 수 있다. 따라서 서로 다른 구분 방법을 활용하여 포트폴리

오를 구성하는 것이 잉여금 변동성을 최적화하는 방법이 될 수 있다.

결론적으로 부채매칭과 수익추구의 성격이 모두 있는 국면을 고려한 리스크패리티 포트폴리오의 LDI분야에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 향후 본 연구의 방법론 및 결과는 실적배당 상품을 활용한 기금운용시 운용전략을 비교하는 과정에서 활용성이 높을 것으로 기대된다.



< 참고문헌 >

- 김병덕(2019). 퇴직연금 수수료 체계 분석 및 개선방안에 관한 연구. 한국금융연구원.
- 김영훈 · 최홍식 · 김선웅(2020). XGBoost를 활용한 리스크패리티 자산배분모형에 관한 연구. 한국지능정보시스템학회: 제26권 제1호. 135-149.
- 김용기 · 김대식 · 이재현(2016). 적립비율(Funding Ratio at Risk) 제약기반 자산배분 모형. 한국증권학회지: 제45권 5호. 953-969.
- 류건식 · 이경희 · 김동겸(2009). 확정급여형 퇴직연금의 자산운용. 연구보고서 2008-3. 보험연구원.
- 박혜진(2019). 기업 퇴직급여채무의 사외적립 현황 및 시사점. 자본시장연구원.
- 성주호 · 정도영(2015). 리스크패리티(Risk Parity)를 활용한 확정급여형(DB) 퇴직연금제도의 부채연계투자(LDI) 전략. 보험학회지: 제101집. 1-31.
- 성주호(2016). 연금수리학. 법문사.
- 성주호(2018). 퇴직연기금 디폴트 옵션 도입 방안 및 부채연계투자전략에 관한연구.
- 원종욱(2016). 국민연금기금 운용수익률 제고와 기금관리체계 개선. 보건복지포럼.
- 원종현(2006). 국민연금기금의 동태적 ALM 구축의 타당성 연구. 국민연금연구원.
- 이경희 · 성주호(2008). 잉여금 최적화 전략에 따른 퇴직연기금의 자산배분. 보험학회지: 제80집. 169-202.
- 통계청(2019). 2018년 기준 퇴직연금통계.
- Amenc, N., Matellini, L., Goltz, F., Milhu, V (2010). New Frontiers in Benchmarking and Liability-Driven Investing. EDHEC-Risk Institute.
- Blake(2006). Pension Finance. WILEY.
- Chaves, D., Hsu, J., Li, F., & Shakernia, O. (2011). Risk Parity Portfolio vs. Other Asset Allocation Heuristic Portfolios. The Journal of portfolio management : Spring 2011. 108-119.

- _____ (2012). Efficient Algorithms for Computing Risk Parity Portfolio Weights.
- Peters, E (2009). Using Volatility Regimes: The FQ MRI (Market Risk Index). First Quadrant: September 2009. 1–6.
- _____ (2011). Balancing Asset Growth and Liability Hedging through Risk Parity. First The Journal of Investing: 20(1). 128–136.
- Ezra, D (1991). Asset allocation by surplus optimization. Financial Analysts Journal. 51–57.
- Hoevenaars, R., Molenaar, Robert D., Schtman, Peter, and Steenkamp, Tom B (2008). Strategic asset allocation with liabilities: Beyond stocks and bonds. Journal of Economic Dynamics & Control: 32. 2939–2970.
- Leibowitz, Martin L. and Henriksson, Roy D. (1992). Asset Performance and Surplus Control: A Dual–shortfall Approach. Journal of Portfolio Management: 18(2). 28–37.
- Marcos Lopez de Prado (2015). Building Diversified Portfolios That Outperform Out–Of–Sample.
- Martellini, L. (2014). Toward Conditional Risk Parity Improving Risk Budgeting Techniques in Changing Economic Environments. EDHEC–RISK Institute.
- Max Darnell (2009). Rethinking Beta. First Quadrant.
- OECD (2019). Pension at a Glance 2019.
- Qian, E (2005). Risk parity portfolios: Efficient portfolios through true diversification. Panagora Asset Management.
- _____ (2012). Pension Liabilities and Risk Parity. The Journal of Investing: Fall 2012.
- Rogers (2013). Risk Parity, Maximum Diversification, and Minimum Variance: An Analytic Perspective. The Journal of portfolio management: Spring 2013. 39–53.
- Thomas Raffinot (2018). The Hierarchical Equal Risk Contribution Portfolio.
- Vanguard (2019). 2019 survey of pension sponsors.
- Waring, M. B. (2004). Liability–relative investing II. The Journal of Portfolio

Management: 31(1). 40–53.

Yves Choueifaty(2008). Toward Maximum Diversification. The Journal of portfolio management: Fall 2008. 40–51.

국민연금, (www.nps.or.kr)

CalPERS, (www.calpers.ca.gov)



< 부록 > HRP의 Python Code

```
# On 20151227 by MLdP <lopezdeprado@lbl.gov>
# Hierarchical Risk Parity

import matplotlib.pyplot as mpl
import scipy.cluster.hierarchy as sch, random, numpy as np, pandas as pd

def getIVP(cov,**kargs):
    # Compute the inverse-variance portfolio
    ivp=1./np.diag(cov)
    ivp/=ivp.sum()
    return ivp

def getClusterVar(cov,cItems):
    # Compute variance per cluster
    cov_=cov.loc[cItems,cItems] # matrix slice
    w_=getIVP(cov_).reshape(-1,1)
    cVar=np.dot(np.dot(w_.T,cov_),w_)[0,0]
    return cVar

def getQuasiDiag(link):
    # Sort clustered items by distance
    link=link.astype(int)
    sortIx=pd.Series([link[-1,0],link[-1,1]])
    numItems=link[-1,3] # number of original items
    while sortIx.max()>=numItems:
        sortIx.index=range(0,sortIx.shape[0]*2,2) # make space
        df0=sortIx[sortIx>=numItems] # find clusters
        i=df0.index;j=df0.values-numItems
        sortIx[i]=link[j,0] # item 1
        df0=pd.Series(link[j,1],index=i+1)
        sortIx=sortIx.append(df0) # item 2
        sortIx=sortIx.sort_index() # re-sort
        sortIx.index=range(sortIx.shape[0]) # re-index
    return sortIx.tolist()
```

```

def getRecBipart(cov,sortIx):
    # Compute HRP alloc
    w=pd.Series(1,index=sortIx)
    cItems=[sortIx] # initialize all items in one cluster
    while len(cItems)>0:
        # bi-section
        cItems=[i[j:k] for i in cItems for j,k in ((0,len(i)/2), (len(i)/2,len(i))) if len(i)>1]
        for i in xrange(0,len(cItems),2): # parse in pairs
            cItems0=cItems[i] # cluster 1
            cItems1=cItems[i+1] # cluster 2
            cVar0=getClusterVar(cov,cItems0)
            cVar1=getClusterVar(cov,cItems1)
            alpha=1-cVar0/(cVar0+cVar1)
            w[cItems0]*=alpha # weight 1
            w[cItems1]*=1-alpha # weight 2
    return w

def correlDist(corr):
    # A distance matrix based on correlation, where  $0 \leq d[i,j] \leq 1$ 
    # This is a proper distance metric
    dist=((1-corr)/2.)*.5 # distance matrix
    return dist

def plotCorrMatrix(path,corr,labels=None):
    # Heatmap of the correlation matrix
    if labels is None:labels=[]
    mpl.pcolor(corr)
    mpl.colorbar()
    mpl.yticks(np.arange(.5,corr.shape[0]+.5),labels)
    mpl.xticks(np.arange(.5,corr.shape[0]+.5),labels)
    mpl.savefig(path)
    mpl.clf();mpl.close() # reset pylab
    return

def generateData(nObs,size0,size1,sigma1):
    # Time series of correlated variables
    #1) generating some uncorrelated data
    np.random.seed(seed=12345);random.seed(12345)
    x=np.random.normal(0,1,size=(nObs,size0)) # each row is a variable

```

```
#2) creating correlation between the variables
cols=[random.randint(0,size0-1) for i in range(size1)]
y=x[:,cols]+np.random.normal(0,sigma1,size=(nObs,len(cols)))
x=np.append(x,y,axis=1)
x=pd.DataFrame(x,columns=range(1,x.shape[1]+1))
return x,cols
```

```
def main():
    #1) Generate correlated data
    nObs,size0,size1,sigma1=10000,5,5,.25
    x,cols=generateData(nObs,size0,size1,sigma1)
    print((j+1,size0 + i) for i,j in enumerate(cols,1))
    #2) compute and plot correl matrix
    cov,corr=x.cov(),x.corr()
    plotCorrMatrix('HRP3_corr0.png',corr,labels=corr.columns)
    #3) cluster
    dist=correlDist(corr)
    link=sch.linkage(dist,'single')
    dendro=sch.dendrogram(link)
    mpl.figure()
    sortIx=getQuasiDiag(link)
    sortIx=corr.index[sortIx].tolist() # recover labels
    df0=corr.loc[sortIx,sortIx] # reorder
    plotCorrMatrix('HRP3_corr1.png',df0,labels=df0.columns)
    #4) Capital allocation
    hrp=getRecBipart(cov,sortIx)
    print hrp
    return
```

```
if __name__=='__main__':main()
```

<ABSTRACT>

Asset allocation strategy focused on surplus risk parity: Based on DB pension plans

by Kwak, Do Hyun

Master of Philosophy in Business Administration

Graduate School of Kyung Hee University

Advised by Prof. Joo-Ho Sung

The occupational DB pension plans in Korea are highly likely to be exposed to solvency and contribution risk in the long term because most of the assets consist of principal and interest guarantees. To improve this, it is required to actively change the investment strategy considering Asset Liability Management(ALM). In this paper, focusing on the risk parity strategy in the surplus area defined by the difference between assets and liabilities, I empirically analyze the asset allocation strategies that can be used in the DB retirement pension plans. In particular, I present a Regime Risk Parity(RRP) strategy that takes into account a phase where traditional Risk Parity(RP) is combined with Hierarchical Risk Parity(HRP). RRP is a concept in which different risk parity approaches are applied by dividing the high and low variability sections based on the VIX index.

The empirical analysis showed that the RRP showed a higher risk-adjusted return and stable funding ratio trend than the Minimum Variance Portfolio(MVP), the Maximum Diversification Portfolio(MDP), the Traditional Risk Parity Portfolio(RP), and the Hierarchical Risk Parity Portfolio(HRP). The results of this study are expected to contribute to the revitalization and stabilization of the capital market in the future, along with changes in the investment culture of the principal and interest guarantee oriented.

Key Words: Defined Benefit(DB) Plan, Risk Parity, Liability Driven Investment(LDI), Hierarchical Risk Parity(HRP), surplus risk