

농작물재해보험의 국가재보험 수익 분담 비율에 관한 분석*

채홍기**, 김정승**, 정우석***, 김미복****, 김태후*****

차례

1. 서론	3
2. 자료 및 분석방법	4
3. 분석 결과	10
4. 요약 및 결론	23

Keywords

재보험(reinsurance), 농작물재해보험(crop insurance), 다중결측치대체법(multiple imputation), 유한혼합모형(finite mixture model), 평균분산분석(mean-variance analysis), 확률우위성(stochastic dominance)

Abstract

현행 농작물재해보험의 재보험은 미국식 손익 분담 방식을 따르고 있다. 그러나 미국 방식을 차용함에 따라 몇 가지 한계점을 노출하고 있다. 본 연구에서는 기존 시스템의 한계를 보완하기 위해 사업 형태, 품목, 손해율을 기준으로 세 가지 포트폴리오를 구성하였다. 그리고 펀드별 손해율 분포를 추정하고 다양한 방법론으로 시뮬레이션을 수행하였다. 그리고 평균분산 및 확률우위성 분석을 통해 포트폴리오의 우선순위를 제시하였다.

평균분산 분석 결과 보험사는 전략에 따라 포트폴리오 1 또는 3을 선호하고 정부는 모든 전략에서 포트폴리오 2를 선호할 것으로 예상된다. 확률우위성 분석 결과 보험사는 포트폴리오 3, 2, 1의 순으로 선호를 보일 것으로 예상된다. 반면 정부는 포트폴리오 2 또는 1을 가장 선호하고, 포트폴리오 3에 대한 선호도는 가장 낮을 것으로 예상된다. 본 연구는 재보험 의사결정 지원 시스템 구축을 위한 기본 틀을 제공할 것으로 기대된다.

* 이 연구는 농업정책보험금융원에서 발주하고 한국농촌경제연구원에서 수행한 “농업정책보험 위험관리 시스템 고도화를 위한 연구(2022)”의 일부를 수정하여 논문화한 것임.

** 한국농촌경제연구원 연구원.

*** 광주전남연구원 부연구위원.

**** 한국농촌경제연구원 연구위원.

***** 한국농촌경제연구원 부연구위원, 교신저자. e-mail: taehoo82@krei.re.kr

Analysis of the Government Reinsurance Return Sharing Ratio of Crop Insurance*

Chae Honggi**, Kim Jeongseung**, Jeong Useok***, Kim Meebok****, Kim Taehoo*****

Keywords

reinsurance, crop insurance, multiple imputation, finite mixture model, mean–variance analysis, stochastic dominance

Abstract

The current government reinsurance program for crop insurance follows the U.S. system in which the government and the insurance company share the profits and losses. However, the current system is not suitable for Korea because it follows the U.S. system. In this study, 3 portfolios about the project type, crop group, and loss ratio were constructed to make up for the current system's limitation. And the loss ratio distribution for each fund was estimated and simulations were performed using various methodologies. In addition, the priorities of the portfolios were presented using the mean–variance and stochastic dominance analysis.

As a result of the analysis, it was found that each institution had to take more risk to increase its return, and conversely, to reduce its risk, it had to accept a decrease in profitability. According to the result of the mean–variance analysis, it is expected that the insurance company will prefer portfolio 1 or 3 depending on the strategy, and the government is expected to prefer portfolio 2 in any strategy. And as a result of the stochastic dominance analysis, the insurance company is expected to show the most preference for portfolio 3, followed by portfolio 2 and portfolio 1 in that order. On the other hand, it is expected that the government will prefer portfolio 2 or 1 the most and have the lowest preference for portfolio 3. This study is expected to provide a basic framework for establishing a reinsurance decision support system for the government and insurance companies.

* This study utilized a part of "A Study for Advancement of Agricultural Insurance Risk Management System."

** Researcher, Korea Rural Economic Institute

*** Research Fellow, Gwangju Jeonnam Research Institute

**** Senior Research Fellow, Korea Rural Economic Institute

***** Research Fellow, Korea Rural Economic Institute, corresponding author, e-mail: taehoo82@krei.re.kr

1. 서론

이론적으로 보험사는 대수의 법칙과 위험 분산의 원칙을 활용함으로써 다수의 독립적이고 동질적인 리스크를 효과적으로 관리할 수 있다(보험경영연구회, 2019). 그러나 현실에서 보험사는 독립적이지 않거나, 이질적이고 보유 능력을 초과하는 대규모 리스크에 직면한다. 따라서 보험사는 리스크를 효과적으로 관리하여 사업을 안정적으로 운영하기 위해, 재보험을 통해 리스크의 일부 또는 전부를 다른 보험사에 전가한다(최정호, 2014).

자연재해로 인한 피해를 보상하는 농작물재해보험은 특히나 재보험이 중요하다. 자연재해로 발생하는 농작물 피해는 독립적이지 않고 재난 수준으로 발생할 가능성이 크기 때문이다. 따라서 미국과 스페인 등 여러 나라에서는 국가가 재보험사업에 참여하는 국가재보험을 도입하고 있다.

국내에서도 농작물재해보험 도입 초기 태풍 루사와 매미와 같은 연이은 거대재해로 인해 높은 손해를 기록하였으며, 민영 재보험사들이 사업에서 이탈하여 사업 지속성에 위기를 겪었다. 이에 정부는 해외 농작물재해보험 선진국의 사례를 참고하여 2004년 농작물재해보험법을 개정하였고, 2005년 농작물재해보험기금을 설치하여 초과손해를 방식¹⁾의 국가재보험제도를 도입하였다. 그리고 이후 여러 번의 개선·보완을 거쳐 2019년부터 미국식 손익 분담 방식²⁾으로 전면 전환하였다(농림축산식품부, 2021).

현행 미국식 손익 분담 방식의 국가재보험은 국가와 보험사가 손익을 분담한다는 측면에서 손해를 변동 폭이 큰 농작물재해보험에 적합한 방식이다. 하지만 현행 국가재보험 포트폴리오의 본사업과 시범사업 펀드로 구성되기 때문에, 특정 품목의 위험 수준이 높아지더라도 펀드 내 품목 조정이 어렵다. 또한, 기존의 손익 분담 비율은 미국의 일부 저위험지역의 값에 기반을 둔 것으로, 국내의 여건을 충분히 고려하지 못하고 있다. 따라서 국가재보험의 효과적인 운용을 위해 국가와 보험사가 서로 만족할 수 있는 최적의 펀드 구성과 손익 분담 비율 설정이 필요한 시점이다.

국가재보험과 관련된 국외 연구로는 Miranda & Glauber(1997), Nayak & Turvey(1999), Mason et al.(2001), Vedenov(2002), Vedenov et al.(2004), Coble et al.(2007), Porth et al.(2013, 2014) 등이 있으며, 국내 연구로는 박재화·김충실(2006), 최경환 외(2010), 보험개발원(2012, 2013), 정원호(2013), 강수진·정원호(2017b) 등이 있다. 최근에는 미국식 손익 분담 방식의 효과를 분석하는 연구들이 수행되고 있으며, 이에 관한 연구로는 강수진·정원호(2017a), 김정환(2017), 박향준

1) 기존 손해율(180%)을 초과하는 거대손해에 대해서는 국가가 100% 보상하고 보험사는 국가재보험료를 납부하는 방식으로(김정환, 2017), 민영 재보험사들이 재보험사업에 다시금 참여하는 계기가 됨.

2) 모든 손해를 구간에 대해 국가와 보험사업자가 손익을 분담하는 방식임(김정환, 2017). 초과손해율 방식은 정부 재정 부담이 크고, 국가와 민영보험사 간 수지 불균형이 심하다는 한계가 있음. 즉, 농작물재해보험은 특성상 여타 손해보험과 달리 위험 분산이 원활하지 않아 손해율의 변동 폭이 매우 클 수밖에 없음. 따라서 초과손해율 방식은 손해율이 양호하다면, 보험사업자에게 모든 수익이 귀속되지만, 거대재해로 손해율이 높아지면 국가가 많은 재정 부담을 지는 구조적 문제점을 내포하고 있음. 이러한 한계를 극복하기 위해 미국식 손익 분담 방식을 도입하였음.

외(2018), 윤성욱 외(2020), 조재훈·김범(2020) 등이 있다. 이들 연구는 주로 미국식 손익 분담 방식의 도입 효과와 손익 분담 비율을 일정 수준 조정하였을 때 손익 변화를 분석하였다. 하지만 이들 선행연구는 국가재보험 분석에서 몇 가지 한계점을 노출하고 있다. 첫 번째로는 선행연구들은 과거 손해율 자료를 수정 없이 이용하여 시뮬레이션 분석을 실시하였다. 보험사업의 손익 분석은 미래에 발생할 보험료와 보험금을 통한 손해율 예측에서 시작한다. 그런데 과거 손해 경험과 보장수준의 변화는 현재 보험료(보험요율)에 반영되어 있으므로 과거와 현재의 품목별 보험요율은 크게 다르다.³⁾ 따라서 과거의 손해율 원자료를 그대로 이용한다면, 미래 손익 발생 여부를 적절하게 예측할 수 없다. 두 번째로는 데이터의 한계로 모든 연도의 손해율 자료를 활용하지 못했다는 점이다. 국가재보험 손익 분석을 위해서는 충분한 손해율 자료를 확보하는 것이 중요하다. 하지만 국내 농작물재해보험은 품목마다 보험 도입 시기가 다르므로, 펀드에 따라 경험손해율 자료를 확보할 수 없는 경우가 있다. 이 경우 결측치 시점의 위험이 손해율 분포에 반영될 수 없으므로 거대위험의 발생확률을 과소 혹은 과대평가할 가능성이 있다. 세 번째로는 이론적으로 검토할 수 있는 다양한 분담 비율 조합을 종합적으로 고려하지 않아, 국가와 보험사 간의 최적 포트폴리오를 객관적으로 식별하지 못하였다.

그러므로 이 연구의 목적은 첫째, 선행연구의 한계점을 보완하고 다양한 펀드와 손익 분담 비율을 고려하여 기관별 수익 변화를 분석하고 최적 수익 포트폴리오를 도출하는 것이다. 둘째, 분석 결과를 통해 국가와 보험사 간의 국가재보험 협약에 도움을 줄 수 있는 의사결정 시스템을 제시하는 것이다. 이를 위해 여러 포트폴리오 안을 구성하고, 여러 기법을 활용하여 펀드별 손해율 분포를 추정한다. 그리고 시뮬레이션을 통해 기관별 수익과 포트폴리오의 우선순위를 도출하고, 분석내용의 활용방안을 제시한다.

이 연구의 내용은 다음과 같다. 제2장에서는 분석에 사용한 자료와 각 분석 단계의 분석방법을 설명한다. 그리고 제3장에서 분석 결과를 설명하고, 제4장에서는 연구의 결론, 시사점과 한계점을 제시한다.

2. 자료 및 분석방법

2.1. 품목별 집계자료 수집

서론에서 언급했듯이 과거 손해율 자료를 수정 없이 사용한다면 미래 손익 발생 여부를 적절하게 반영하지 못한다. 따라서 분석에는 가입연도(underwriting year: UY) 기준으로 2001년부터 2020년의 품목별 수정보험료와 수정보험금 자료(수정손해율)⁴⁾를 이용하였다. 일부 품목은 전체 기간의 수정보

3) 즉, 과거 보험사업 초창기 손해율이 400%가 넘었던 것은 보험요율이 낮아 보험료 대비 보험금이 많았기 때문이다. 현재는 과거의 손해 경험이 보험요율에 반영되어 보험요율이 과거보다 상당히 높아진 상태임. 이에 더해 과거의 보장수준은 현재와 다르므로, 이 부분 역시 현재 수준으로 수정되어야 함. 하지만 선행연구들은 이와 같은 보험료와 보험금의 수정 없이 분석을 수행하였음.

4) 과거의 보험요율과 보장수준을 현재 수준으로 수정한 자료로, 수정보험료와 수정보험금 자료는 보험사업자인 NH농협손해보험에

현료와 수정보험금 자료가 제공되지 않았기 때문에, 이 경우에는 마지막 연도인 2020년을 기준으로 원 자료를 저자가 직접 온레벨(on-level)⁵⁾하여 수정손해율을 산출하였다.

2.2. 포트폴리오 구성 및 펀드 분류

수집한 자료를 기초로 세 가지 포트폴리오를 구성하여 분석을 수행하였다. 포트폴리오 1은 본사업(펀드 1)과 시범사업(펀드 2)으로 구성된다.⁶⁾ 이는 현행 국가재보험 펀드 구성 방식으로서, 손해율을 고려하지 않고 사업구분을 기준으로 펀드를 구성하기 때문에 펀드 내 품목 유연성이 부족하다. 따라서 펀드별 상품구성에 유연성을 강화하여 보험사의 적극적인 참여를 유도하기 위해, 품목군과 위험군을 고려하여 포트폴리오 2와 3을 구성하였다.

포트폴리오 2는 품목군을 기준으로 펀드를 농업시설 및 시설작물(펀드 1), 논밭작물(펀드 2), 과수(펀드 3)의 세 가지로 구성하였다. 이는 농업시설 및 시설작물의 보험요율이 가장 낮고, 다음으로 논밭작물과 과수 순으로 보험요율이 높기 때문이다. 따라서 포트폴리오 2에서 펀드 1은 저위험군, 펀드 2는 중위험군, 펀드 3은 고위험군의 특징을 지니며, 포트폴리오 1보다 손해율 차이를 잘 반영한다.

마지막으로, 포트폴리오 3은 위험군을 기준으로 저위험군(펀드 1), 중위험군(펀드 2), 고위험군(펀드 3)으로 구성하였다. 즉, 포트폴리오 3은 과거 5년 누적손해율(123.4%)의 20%p 이하(103.4%) 품목은 펀드 1, 20%p 이상(143.4%) 품목은 펀드 3, 누적손해율 103.4~143.4% 품목은 중위험군(펀드2)으로 구분하였다. 그러므로 포트폴리오 3은 손해율 변동에 따라 펀드별로 품목 구성을 유연하게 할 수 있다.

표 1. 포트폴리오별 펀드 간 품목 구분

구성	포트폴리오 1(사업 구분)	포트폴리오 2(품목 구분)	포트폴리오 3(위험 구분)
펀드 1	(본사업) 본사업 62개 품목	(농업시설 및 시설작물) 시설·시설작물 등 30개 품목	(저위험군) 농업시설·특용작물 등 13개 품목
펀드 2	(시범사업) 시범사업 27개 품목	(논밭작물) 논밭작물 등 39개 품목 수입보장 등 6개 품목	(중위험군) 채소작물, 단감, 과수기타, 시설작물, 식량기타, 배 등 60개 품목 수입보장 등 7개 품목
펀드 3	-	(과수) 과수 13개 품목 수입보장 1개 품목	(고위험군) 사과, 임산물, 뽕은감, 벼 등 9개 품목

자료: 저자 작성.

서 제공함.

5) 과거 보험요율을 현재 수준의 보험요율로 조정하는 기법으로 온레벨은 보장수준의 변화로 인한 보험금의 변화는 반영하지 못함. 그럼에도 온레벨 자료는 원자료보다 미래를 더 잘 예측할 수 있을 것으로 판단됨.

6) 현재 과수4종(적과전위험)은 시범사업으로 과수4종(적과후위험)은 본사업으로 분류되지만, 자료의 한계로 과수4종 전체를 시범사업으로 분류하여 분석을 수행하였음.

2.3. 연간 손해를 산출

품목별 보험 도입 시기가 다르므로, 펀드에 따라 손해를 자료가 없는 경우가 있다. 이 경우 결측치 시점의 위험이 손해를 분포에 반영될 수 없으며, 펀드 간 종속성을 산출하는 데에도 한계가 발생한다. 즉, 특정 펀드에 결측치가 있는 경우 추정된 분포가 현실의 위험과 측정된 종속성을 잘 반영하지 못할 수 있다. 그러므로 결측치를 대체하는 통계적 기법인 다중 결측치대체법(multiple imputation: MI)⁷⁾을 이용하여 추정손해율의 결측치를 대체하고 모든 펀드에 대해 20개 연도의 손해를 자료를 구축하였다.

2.4. 펀드별 손해를 분포 추정

손해를 분포는 결측치를 대체한 손해를 데이터를 이용하여, 각 포트폴리오 펀드별로 추정하였다. 추정에는 2개의 하위 분포로 구성된 로그 정규(log-normal) 유한혼합모형(finite mixture model: FMM)⁸⁾을 이용하였다.

FMM은 관측된 자료가 관측되지 않은 하위 모집단으로 구성될 수 있다는 전제에서 출발한다. 따라서 FMM에서는 모집단에 여러 가지 유형의 분포가 포함될 수 있으며, 각 하위 분포들이 각각 다른 모수를 가지게 된다. FMM은 1) 분포가 다봉형인 경우, 2) 분포의 몸통 혹은 꼬리 부분이 비대칭적으로 두툽한 경우 이에 적합한 단변량 분포를 찾기 힘들 때 유용하게 사용될 수 있으며, 3) 모수의 변동성을 반영하기 위해 사용될 수도 있다.⁹⁾ 이러한 분포의 유연성으로 인해 FMM은 금융위험관리를 비롯해 최근 다양한 분야에서 활용되고 있다.

FMM은 종속변수의 확률밀도함수를 서로 다른 두 개 이상 확률밀도함수의 결합 형태로 가정하는 확률 모형으로, 식(1)과 같이 나타낸다.

$$f(\cdot) = \sum_{i=1}^n \pi_i f_i(\cdot), \sum_{i=1}^n \pi_i = 1 \quad (1)$$

식 (1)에서 π_i 는 확률밀도함수 $f(\cdot)$ 에서 i 번째 하위분포가 가지는 공헌도를 나타내며, $f_i(\cdot)$ 는 각 하위분포의 확률밀도함수를 나타낸다.

7) 결측치를 대체하는 방법 중 최근 실증분야에서 널리 사용되는 방법으로, MI에 대한 보다 자세한 내용은 Cameron & Trivedi (2005)를 참조.

8) FMM에 대한 보다 자세한 내용은 Peel & MacLahlan(2000)과 StataCorp(2017)을 참조.

9) 국가재보험과 관련된 가장 최근 연구인 조재훈·김범(2020)은 관측치 수의 부족으로 인한 확률분포 모수의 변동성(불확실성) 문제 점을 보완하기 위해 FMM을 이용하여 손해를 추정하였음.

2.5. 시뮬레이션

FMM 추정으로부터 얻은 모수 값을 이용하여, 펀드 간 상관관계를 반영한 시뮬레이션을 1만 회 반복 수행하였다. 포트폴리오별로 펀드 간 양(+)의 상호 의존성을 보였으며, 이러한 양의 상관관계를 부여하기 위해 정규 코플라(gaussian copula)¹⁰⁾ 모형을 시뮬레이션에 반영하였다.

2.6. 국가재보험 수익 산출

시뮬레이션 결과로 얻은 펀드별 손해율(1만 개)을 기초로 국가와 보험사 간의 단계별 손익 분담 비율을 적용하여 포트폴리오 1, 2, 3의 기관별 수익을 계산하였다.

포트폴리오 1은 현행 국가재보험 손익 분담 방식으로, 단계별 손익 분담 비율은 <표 2>에 제시되어 있다. 현행 손익 분담 방식은 국가와 보험사가 두 개의 펀드에 대해 3단계에 걸쳐 손익을 분담하는 방식으로 운영된다. 1단계는 비례재보험 방식으로 각 기관의 보유 비율에 따라 손익을 분배한다. 2단계에서는 보험사에 할당된 손익에 대해 손해율 구간별로 각 기관이 손익을 분담한다. 마지막으로 3단계에서는 2단계까지 발생한 보험사의 손익이 이익이면 일부를 국가에 지급하고, 반대의 경우 손실의 일부를 국가가 보험사에게 지급한다. 위의 방식을 이용하여 포트폴리오 1에 대해 국가와 보험사의 기대수익과 수익의 표준편차를 산출하고 현행 방식의 수익을 평가하였다.

포트폴리오 2와 3에서는 다양한 손익 분담 비율 조합을 종합적으로 검토하기 위해 포트폴리오 1을 개편하여 <표 3>과 같이 총 419,904개의 분담 비율 조합을 설정하였다.¹¹⁾ 그리고 펀드별 손해율을 기초로 포트폴리오 2와 3에 대해 각각 419,904개의 기대수익과 수익의 표준편차를 산출하였다.

표 2. 포트폴리오 1(사업구분) 국가재보험 손익 분담 비율

단위: %

구분		국가재보험 단계별 손익 분담 비율(국가 기준)			
		1단계	손해율 구간	2단계	3단계
펀드 구성	펀드 1 (본사업)	50	500 이상	100	6.5
			220~500	95	
			160~220	80	
			100~160	57.5	
			65~100	2.5	
			50~65	60	
			50 이하	95	

10) 코플라는 결합 다변량 분포함수를 확률변수의 주변분포 함수로 표현한 함수로서, 확률변수들 간의 종속성에 대한 모든 정보를 포함하고 있기 때문에 시뮬레이션 과정에서 펀드 간에 상관관계를 고려할 수 있음(김태후 외, 2017).

11) 각 단계의 분담 비율을 1%p씩 조정할 때, 이론적으로 고려할 수 있는 손익 분담 비율의 조합은 100²⁷개이지만, 기술적인 한계로 419,904개의 조합에 대해서만 분석하였음.

(계속)

구분		국가재보험 단계별 손익 분담 비율(국가 기준)			
		1단계	손해율 구간	2단계	3단계
펀드 구성	펀드 2 (시범사업)	80	500 이상	100	6.5
			220~500	97	
			160~220	94	
			100~160	92.5	
			65~100	77.5	
			50~65	86.5	
			50 이하	97	

자료: 저자 작성.

표 3. 포트폴리오 2·3(품목·위험구분) 국가재보험 손익 분담 비율 조합

단위: %, 개

구분		국가재보험 단계별 손익 분담 비율(국가 기준)				조합 수
		1단계	손해율 구간	2단계	3단계	
펀드 구성	펀드 1	30, 45, 60	500 이상	100	6.5	162 (3 ⁴ ×2)
			220~500	90		
			160~220	55		
			100~160	35, 40		
			65~100	20, 25, 30		
			50~65	55, 60, 65		
			50 이하	85, 90, 95		
	펀드 2	50, 60, 70	500 이상	100	6.5	162 (3 ⁴ ×2)
			220~500	95		
			160~220	80		
			100~160	55, 60		
			65~100	20, 25, 30		
			50~65	65, 70, 75		
			50 이하	85, 90, 95		
	펀드 3	80	500 이상	100	6.5	16 (2 ⁴)
			220~500	98		
			160~220	96		
			100~160	90, 95		
			65~100	60, 65		
			50~65	70, 75		
			50 이하	90, 95		
		총 조합 수(162×162×16)				419,904

자료: 저자 작성.

2.7. 최적 포트폴리오 선택

마지막으로 포트폴리오별로 국가와 보험사의 최적 위험 분담 조합을 도출하고, 평균분산(mean variance) 분석과 확률우위성(stochastic dominance)¹²⁾ 분석을 통해 포트폴리오 간의 우선순위를

도출한다.

확률우위성 분석은 효용함수의 구체적인 형태를 가정하지 않아도, 대안들의 우선순위를 도출할 수 있다는 장점이 있다. 즉 위험 선호도에 대한 정밀한 정보가 없는 경우에도 분포의 상대적인 순위를 도출할 수 있어, 국내 실증 연구 분야에서도 본격적으로 활용되고 있다(서상택·김태후 2009; 김진후 외, 2016; 하지희 외, 2018).

확률우위성 분석에서는 3차에 걸쳐 서로 다른 두 분포의 우위를 분석한다. 이를 위해 먼저 임의의 효용함수 $U(x)$ 를 가정한다. 그리고 서로 다른 두 확률밀도함수를 각각 $f(x)$ 와 $g(x)$ 라고 하고, 이들의 누적분포함수(cumulative distribution function: CDF)를 $F(x)$ 와 $G(x)$ 라고 가정한다.

이때 식(2)가 만족하면, 1차 확률우위성(first order stochastic dominance: FSD)이 성립하며, $f(x)$ 가 $g(x)$ 보다 선호된다고 판단한다.

$$U'(x) > 0 \text{ and } D_1(x) \equiv G(x) - F(x) \geq 0 \text{ for all } x \quad (2)$$

식(2)에서 $U'(x) > 0$ 은 소득 한 단위에 대한 한계 효용이 양(+)이라는 가정으로 일반적으로 항상 만족한다. 그리고 $D_1 \geq 0$ 은 $F(x)$ 가 $G(x)$ 보다 항상 우측에 위치하며, $G(x)$ 와 교차하지 않는다는 것을 의미한다.

$D_1 \geq 0$ 이 성립하지 않는 경우에도 식(3)이 만족한다면, 2차 확률우위성(second order stochastic dominance: SSD)이 성립하며, $f(x)$ 가 $g(x)$ 보다 선호된다고 판단한다.

$$U'(x) > 0, \quad U''(x) < 0 \text{ and } D_2(x) \equiv \int D_1(x)dx \geq 0 \text{ for all } x \quad (3)$$

식(3)에서 $U''(x) < 0$ 은 의사결정자가 위험회피적이라는 가정으로 FSD의 가정보다 제약이 강화되었지만, 일반적으로 수용할 수 있는 내용이다. 그리고 $D_2 \geq 0$ 은 $G(x)$ 아래의 면적이 $F(x)$ 아래의 면적보다 더 크며, $F(x)$ 의 시작점이 $G(x)$ 의 오른쪽에 위치한다는 것을 나타낸다.

$D_2 \geq 0$ 가 만족하지 않는 경우에는 최종적으로 식(4)를 통해 3차 확률우위성(third order stochastic dominance: TSD)을 판단함으로써, $f(x)$ 가 $g(x)$ 에 비해 선호됨을 판단할 수 있다.

$$U'(x) > 0, \quad U''(x) < 0, \quad U'''(x) > 0 \text{ and } D_3(x) \equiv \int D_2(x)dx \geq 0 \text{ for all } x \quad (4)$$

식(4)에서 $U'''(x) > 0$ 은 의사결정자가 감소절대위험회피(decreasing absolute risk aversion: DARA)의 성향을 지닌다는 것으로 앞선 조건들에 비해 강한 제약조건이다.

두 대안의 확률적 우위성 실증분석에는 다양한 방식이 있다. 이 연구에서는 시뮬레이션으로 도출한 수익 자료로 누적분포함수를 산출하고, D_1 , D_2 , D_3 의 부호를 검토하는 방식으로 1차, 2차, 3차 확률

¹²⁾ Chavas(2004)를 기초로 정리하였음.

우위성의 만족 여부를 확인하였다. 세부적으로 전체 수익 범위를 10,000개의 구간으로 나눈 후(이산화) 수익이 각 구간에 위치하는 비율(확률)을 산출한 후 구간별 누적합(누적확률) 간의 차이를 비교(D_1)하여 FSD의 만족 여부를 확인하였으며, 다음으로 각 수익의 구간별 누적합(누적확률의 누적합) 간 차이를 비교(D_2)하여 SSD의 만족 여부를 확인하고, 동일한 방식으로 구간별 누적합(누적확률의 누적합) 간 차이를 비교하여 TSD의 만족 여부를 확인하였다.

3. 분석 결과

3.1. 연간 손해율 산출

포트폴리오별 각 펀드의 수정손해율 기초 통계치는 <표 4>와 같다. 수정손해율 기초 통계치는 MI 전후로 구분하였으며, MI를 수행한 펀드는 각 포트폴리오의 펀드 1과 포트폴리오 2의 펀드 2다.

각 포트폴리오의 펀드 1은 결측치 대체 전 평균 손해율이 각각 101.2%, 110.53%, 121.32%로 나타났으나, 결측치 대체 후에는 100.74%, 96.62%, 93.70%로 감소하였다. 반면 포트폴리오 2 중에 펀드 2의 평균 손해율은 89.62%에서 91.27%로 증가하였다. 이는 결측치로 남아 있던 2000년대 수정손해율이 반영되었기 때문이다. 이에 따라 저위험군에 속하는 펀드 1의 손해율은 감소하고, 중위험군에 속하는 펀드 2의 손해율은 소폭 증가한 것으로 판단된다.

결측치 대체 후 포트폴리오 1과 2, 3의 전체 평균 손해율은 각각 101.43%, 97.19%, 98.18%로 계측되었다.

표 4. 포트폴리오 펀드별 손해율 기초 통계치

단위: 개, %

구성		결측치 대체 전			결측치 대체 후		
		P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
펀드 1	표본 수	18	11	10	19	19	19
	평균	101.20	110.53	121.32	100.74	96.62	93.70
	표준편차	83.09	107.97	159.28	80.77	83.56	118.64
	최대	340.56	411.74	567.40	340.56	411.74	567.40
	최소	23.83	28.27	27.39	23.83	28.27	27.39
	보험료 비중	60.14	24.90	21.32	60.14	24.90	21.32
펀드 2	표본 수	19	13	19	19	19	19
	평균	102.47	89.62	95.12	102.47	91.27	95.12
	표준편차	91.26	86.60	88.34	91.26	75.98	88.34
	최대	359.36	320.55	326.11	359.36	320.55	326.11
	최소	14.43	13.24	10.73	14.43	13.24	10.73
	보험료 비중	39.86	29.72	31.70	39.86	29.72	31.70

(계속)

구성		결측치 대체 전			결측치 대체 후		
		P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
펀드 3	표본 수	-	19	19	-	19	19
	평균	-	101.37	102.25	-	101.37	102.25
	표준편차	-	83.46	77.85	-	83.46	77.85
	최대	-	322.34	319.08	-	322.34	319.08
	최소	-	18.88	14.78	-	18.88	14.78
	보험료 비중	-	45.38	46.98	-	45.38	46.98
전체	평균	97.14	97.14	97.14	101.43	97.19	98.18
	표준편차	79.46	79.46	79.46	78.13	67.74	70.43
	최대	317.24	317.24	317.24	288.66	276.81	278.94
	최소	17.86	17.86	17.86	20.08	19.84	20.23

자료: 저자 작성.

3.2. 펀드별 손해율 분포 추정

결측치를 대체한 손해율 자료를 이용하여 각 포트폴리오의 펀드별로 손해율 분포를 추정하였다. 분포 추정은 로그 정규 FMM을 이용하였으며, 추정된 모수는 <표 5>와 같다. AIC(akaike information criterion)와 BIC(bayes information criterion)를 검토하여, 모든 포트폴리오 펀드에 대해 2개의 로그 정규 하위 분포를 가정하였다. component 1은 하위 분포 1에 대한 평균값을 나타내며, component 2는 하위 분포 2의 평균값을 나타낸다. 그리고 sigma 1과 sigma 2는 각각 하위 분포의 표준편차를 나타내며, pi 1과 pi 2는 각 하위 분포가 가지는 공헌도를 나타낸다. 하위 분포의 공헌도는 시뮬레이션 수행 시 각 하위 분포에서 시뮬레이션 되는 횟수에 영향을 미친다.

표 5. 포트폴리오 펀드별 손해율 FMM 분석 결과

포트폴리오		펀드 1	펀드 2	펀드 3
1 (사업 구분)	component1			
	constant1	-0.030 (0.172)	0.180 (0.271)	
	component2			
	constant2	-1.288*** (0.060)	-1.311*** (0.209)	
	sigma1	0.613	0.603	
	sigma2	0.100	0.376	
	pi1	0.814	0.645	
	pi2	0.186	0.355	
	component1			
	constant1	-0.270 (0.234)	0.382*** (0.062)	-0.163 (0.182)
2 (품목 구분)				

(계속)

포트폴리오		펀드 1	펀드 2	펀드 3
2 (품목 구분)	component2			
	constant2	-0.210** (0.099)	-0.687*** (0.254)	-1.664*** (0.002)
	sigma1	0.769	0.083	0.749
	sigma2	0.189	0.902	0.003
	pi1	0.599	0.220	0.896
	pi2	0.401	0.780	0.104
	component1			
3 (위험 구분)	constant1	1.736*** (0.000)	-0.400* (0.220)	0.493*** (0.005)
	component2			
	constant2	-0.498*** (0.109)	-1.930*** (0.000)	-0.417** (0.207)
	sigma1	0.000	0.933	0.009
	sigma2	0.463	0.000	0.828
	pi1	0.053	0.947	0.149
	pi2	0.947	0.053	0.851

주 1) *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

2) 괄호 안의 값은 표준오차를 나타냄.

자료: 저자 작성.

3.3. 시뮬레이션

로그 정규 FMM에서 도출한 모수를 이용하여, 손해율을 각각 1만 회 시뮬레이션을 하였다. 시뮬레이션 결과 포트폴리오 간 평균 손해율이 100%에 근접하게 분석되었지만, 완전히 동일하지는 않으므로, 포트폴리오의 우선순위를 직접적으로 결정하기 어렵다는 한계가 있다. 따라서 최종적으로 세 포트폴리오의 평균 손해율을 모두 100%로 조정하였다.

〈표 4〉의 결측치 대체 후 평균과 〈표 6〉의 조정 전 시뮬레이션 된 평균은 큰 차이를 보이지 않았다. 또한, 〈그림 1〉의 시뮬레이션 전후의 손해율 분포를 살펴보면, 시뮬레이션 된 손해율이 원자료의 형태를 따르는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 연구의 시뮬레이션은 적절하게 이루어진 것으로 해석된다. 다만, 조정 전 시뮬레이션의 표준편차는 결측치 대체 후 값과 어느 정도 차이를 보였다. 이는 시뮬레이션을 위해 사용한 분포가 로그 정규 FMM이기 때문이다. 로그 정규분포는 일반적으로 우측으로 긴 왜도를 가지고 있어서, 손해율의 최댓값이 매우 크게 나오는 경향이 있어 일반적으로 시뮬레이션 후 표준편차가 더 크게 나타난다. 하지만 FMM 기법을 사용하였기 때문에, 시뮬레이션 후 표준편차가 더 작아지는 경우도 나타났다.

한편, 〈표 6〉의 펀드별 최대 손해율 해석에는 주의가 필요하다. 고위험군인 펀드 3의 최대 손해율은

펀드 1과 펀드 2에 비해 낮게 나타나, 결과가 모순적으로 보일 수 있다. 하지만 고위험군 품목은 타 품목보다 보험요율이 높으므로, 구조적으로 극단적인 손해율이 나타나기 어렵다. 따라서 펀드 3의 최대 손해율 값이 다른 펀드에 비해 낮은 것은 합리적인 결과라고 할 수 있다.

표 6. 포트폴리오 펀드별 시뮬레이션 손해율 기초 통계치

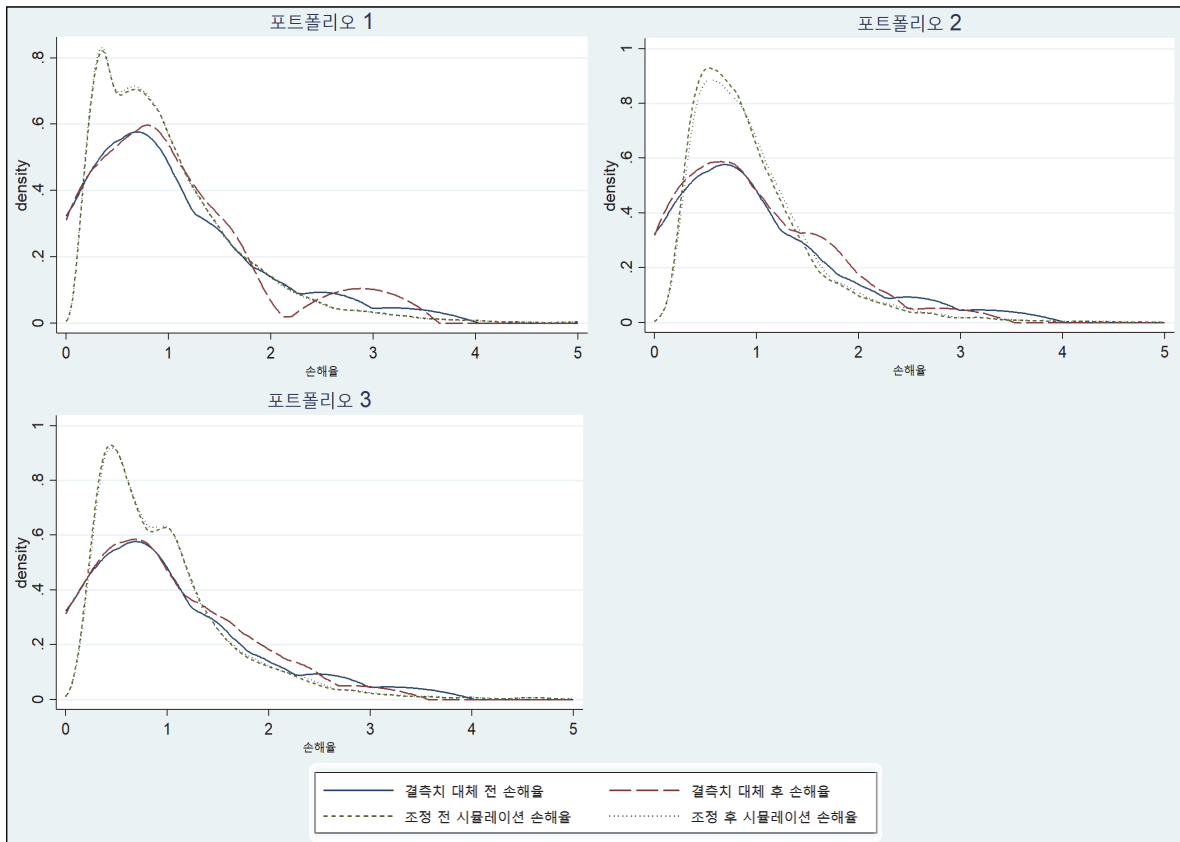
단위: 개, %

구성		조정 전 포트폴리오			조정 후 포트폴리오		
		1	2	3	1	2	3
펀드 1	표본 수	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
	평균	100.95	93.59	92.92	100.00	100.00	100.00
	표준편차	79.91	75.07	114.06	79.16	80.21	122.73
	최대	883.22	2,123.51	567.40	874.88	2,269.02	610.61
	최소	8.29	4.48	10.33	8.22	4.79	11.12
펀드 2	표본 수	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
	평균	101.63	89.53	96.08	100.00	100.00	100.00
	표준편차	92.23	77.27	117.12	90.75	86.29	121.90
	최대	847.19	2,126.09	3,387.00	833.57	2,374.65	3,525.29
	최소	6.84	1.12	1.30	6.73	1.25	1.36
펀드 3	표본 수	-	10,000	10,000	-	10,000	10,000
	평균	-	101.64	102.19	-	100.00	100.00
	표준편차	-	93.81	84.91	-	92.30	83.09
	최대	-	1,611.62	1,287.10	-	1,585.66	1,259.50
	최소	-	6.03	3.40	-	5.93	3.32
전체	표본 수	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
	평균	101.22	96.04	98.28	100.00	100.00	100.00
	표준편차	73.99	65.47	74.61	73.09	67.68	75.87
	최대	741.62	1,124.21	1,512.31	733.23	1,201.67	1,548.12
	최소	8.97	6.57	7.18	8.86	6.80	7.51

주: 조정 전 포트폴리오는 로그 정규 FMM에서 도출한 모수를 이용한 시뮬레이션 결과이며, 조정 후 포트폴리오는 각 포트폴리오의 평균을 100%로 조정한 결과임.

자료: 저자 작성.

그림 1. 시뮬레이션 전후 전체 손해율 분포



주: 각 포트폴리오의 손해율은 500%까지만 제시함.

자료: 저자 작성.

3.4. 국가재보험 수익 산출 및 최적 포트폴리오 선택

3.4.1. 국가재보험 수익 산출

〈표 7〉은 포트폴리오 1(사업 구분)의 기관별 수익 기초통계치를 나타낸다. 보험사의 기대수익과 수익 표준편차는 각각 235.76억 원과 578.26억 원으로 분석되었으며, 국가의 기대수익과 수익 표준편차는 각각 -235.76억 원과 4,502.05억 원으로 분석되었다. 또한, 수익의 극단 지표인 5번째 백분위수와 95번째 백분위수 값은 보험사보다 국가가 상당히 높은 것으로 나타났다.

즉, 현행 국가재보험 체계에서 보험사는 저수익·저위험 구조에서 평균적으로 수익을 내며, 국가는 고수익·고위험 구조에서 평균적으로 손실을 내는 것으로 분석되었다.

표 7. 포트폴리오 1 수익 기초통계치

단위: 억 원

기관	조합	평균	표준편차	최솟값	최댓값	5th PCTL	95th PCTL
보험사	-	235.76	578.26	-1,071.02	865.61	-769.51	846.89
국가		-235.76	4,502.05	-42,098.88	5,347.61	-8,724.30	4,316.16

자료: 저자 작성.

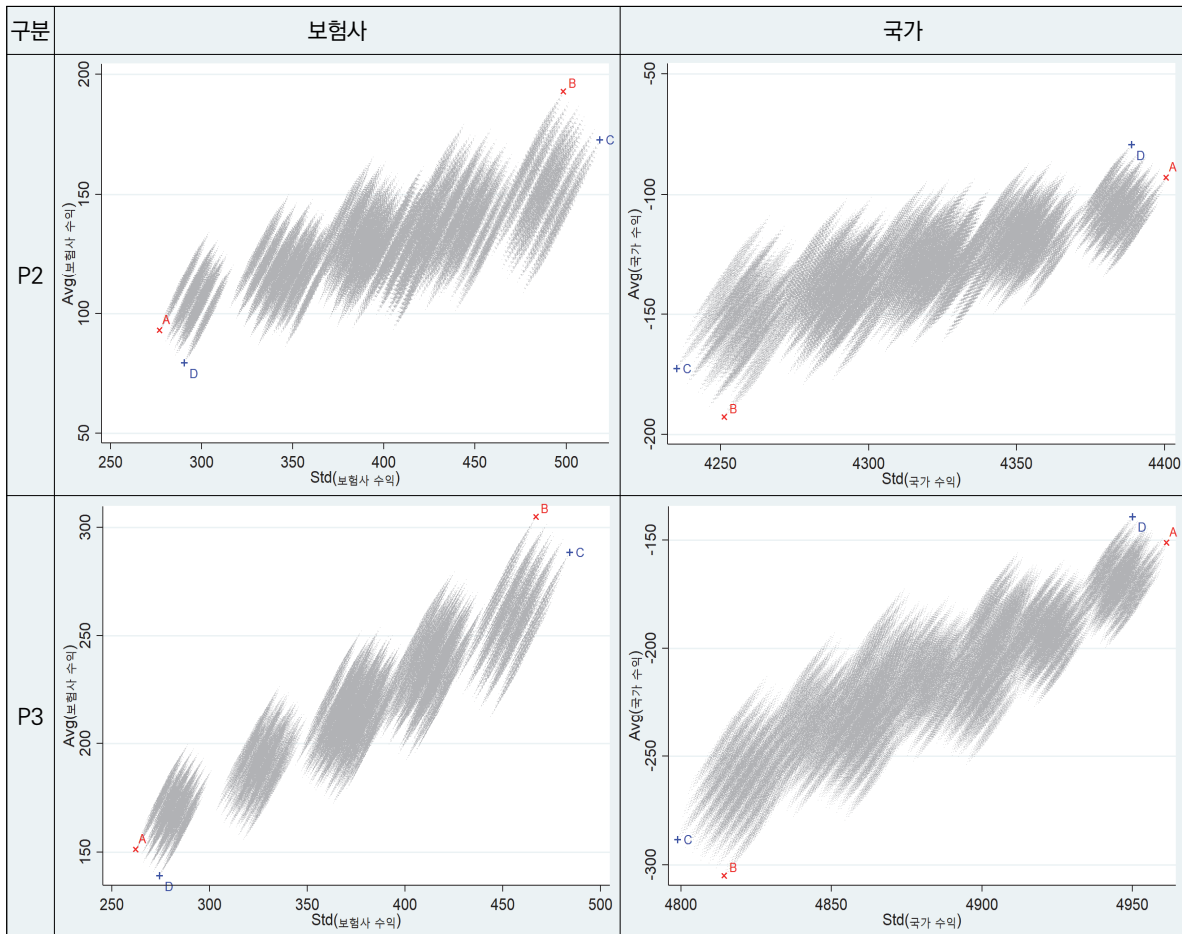
다음으로 포트폴리오 2(품목 구분)와 포트폴리오 3(위험 구분)에 대해 다양한 분담 비율 조합별로 기대수익과 수익 표준편차를 도출하였다. <그림 2>에서 각 점은 기관 및 포트폴리오에 따라 도출한 기대수익과 수익 표준편차 조합 419,904개를 각각 표시한 것이다. 기대수익과 수익 표준편차를 비교하면, 기대수익이 커질수록 위험도 커지는 것으로 나타났다. 이는 각 기관이 수익을 더 높이기 위해서는 그만큼 리스크를 더 감수해야 한다는 것을 의미한다.

포트폴리오별 각 기관의 가장 효율적인 선택은 좌상단의 조합들을 이은 효율적 경계선(efficient frontier)에서 이루어진다. 그러므로 <그림 2>는 국가재보험에서 국가와 보험사가 효율적인 의사결정을 하기 위한 효과적인 도구가 될 수 있다. 다만, 조합들의 정밀한 비교분석을 위해, 효율적 경계선에서 기관별로 위험을 최소화하는 조합과 수익을 극대화하는 조합을 하나씩 선택하였다.

<그림 2>에서 보험사 기준에서 위험을 최소화하는 조합은 A이고, 수익을 최대화하는 조합은 B이다. 그리고 국가 기준에서 위험을 최소로 하는 조합은 C이고, 수익을 최대로 하는 조합은 D다. 한편, 보험사 기준에서 위험을 최소화하는 조합(A)은 국가 기준에서는 위험을 최대화하는 조합이며, 국가 기준에서 수익을 최대화하는 조합은(D) 보험사 기준에서는 수익을 최소화하는 조합으로 나타났다. 즉, 각 조합은 기관별로 원점 대칭의 관계가 있는 것으로 나타났다.

그림 2. 국가재보험 손익 분담 비율 조합별 기대수익-표준편차 산포도

단위: 억 원



- 주 1) P2와 P3는 각각 포트폴리오 2와 포트폴리오 3을 의미함.
 2) 각 점은 <표 3>의 모든 손익 분담 비율 조합을 적용하여 얻은 기대수익과 수익의 표준편차 조합 419,904개를 표시한 것임.
 3) 조합 A: 보험사(x) 수익 표준편차 최저 조합
 조합 B: 보험사(x) 수익 최대 조합
 조합 C: 국가(+) 수익 표준편차 최저 조합
 조합 D: 국가(+) 수익 최대 조합

자료: 저자 작성.

<표 8>은 효율적 경계선에서 선택한 조합 A, B, C, D의 단계별 분담 비율과 최종 보유 비율을 나타낸다. 포트폴리오 2와 3의 조합별 분담 비율은 동일하게 분석되었으며, 보유 비율에서만 소폭 차이를 보였다.

조합별로 살펴보면, 조합 A와 D의 1단계에서 국가는 저위험 펀드(펀드 1)에 60%, 중위험 펀드(펀드 2)에 70%, 고위험 펀드(펀드 3)에 80%를 보유한다. 이에 따라 최종적으로 전체 손익의 약 72%를 보유하게 되어 국가의 부담이 매우 클 것으로 판단된다. 반면, 조합 B와 C의 1단계에서 국가는 저위험 펀드(펀드 1)에 30%, 중위험 펀드(펀드 2)에 50%, 고위험 펀드(펀드 3)에 80%를 보유한다. 이에 따라 최종적으로 전체 손익의 약 59%를 보유하게 되어 보험사와 국가가 비슷하게 손익을 분담할 것으로 판단된다.

표 8. 포트폴리오 2, 3 조합별 손익 분담 비율

단위: %

구분		국가재보험 단계별 손익 분담 비율(국가 기준)					
		1단계	손해율 구간	2단계	3단계	국가 보유 비율	
						P 2	P 3
펀드 구성	펀드 1	60 ^A 30 ^B 30 ^C 60 ^D	500 이상	100 ^A , 100 ^B , 100 ^C , 100 ^D	6.5	72.05 ^A 58.63 ^B 58.63 ^C 72.05 ^D	72.57 ^A 59.83 ^B 59.83 ^C 72.57 ^D
			220~500	90 ^A , 90 ^B , 90 ^C , 90 ^D			
			160~220	55 ^A , 55 ^B , 55 ^C , 55 ^D			
			100~160	40 ^A , 40 ^B , 35 ^C , 35 ^D			
			65~100	30 ^A , 20 ^B , 20 ^C , 30 ^D			
			50~65	65 ^A , 55 ^B , 55 ^C , 65 ^D			
			50 이하	95 ^A , 85 ^B , 85 ^C , 95 ^D			
	펀드 2	70 ^A 50 ^B 50 ^C 70 ^D	500 이상	100 ^A , 100 ^B , 100 ^C , 100 ^D	6.5		
			220~500	95 ^A , 95 ^B , 95 ^C , 95 ^D			
			160~220	80 ^A , 80 ^B , 80 ^C , 80 ^D			
			100~160	60 ^A , 60 ^B , 55 ^C , 55 ^D			
			65~100	30 ^A , 20 ^B , 20 ^C , 30 ^D			
			50~65	75 ^A , 65 ^B , 65 ^C , 75 ^D			
			50 이하	95 ^A , 85 ^B , 85 ^C , 95 ^D			
	펀드 3	80 ^A 80 ^B 80 ^C 80 ^D	500 이상	100 ^A , 100 ^B , 100 ^C , 100 ^D	6.5		
			220~500	98 ^A , 98 ^B , 98 ^C , 98 ^D			
			160~220	96 ^A , 96 ^B , 96 ^C , 96 ^D			
			100~160	95 ^A , 95 ^B , 90 ^C , 90 ^D			
			65~100	65 ^A , 60 ^B , 60 ^C , 65 ^D			
			50~65	75 ^A , 70 ^B , 70 ^C , 75 ^D			
			50 이하	95 ^A , 90 ^B , 90 ^C , 95 ^D			

주: 위 첨자 A, B, C, D는 각각 조합A, 조합B, 조합C, 조합D를 나타냄.

자료: 저자 작성.

포트폴리오 2와 3의 조합별 수익의 기초통계치는 <표 9>와 <표 10>과 같다. <그림 2>와 <표 8>에 나타나듯이 조합 B와 C보다 조합 A와 D에서 국가가 매우 높은 손익을 분담하게 되어, 보험사는 리스크¹³⁾가 줄어들지만 수익은 감소하고, 국가는 리스크가 늘어나지만 기대되는 손해는 줄어든 것으로 확인된다. 반면, 조합 A와 C보다 조합 B와 C에서는 보험사와 국가가 비슷하게 손익을 분담하여, 보험사는 리스크가 증가하지만 기대수익도 함께 증가하고, 국가는 리스크가 줄어들지만 기대되는 손해도 늘어난 것을 확인할 수 있다.

포트폴리오 2와 3을 비교하면, 포트폴리오 2보다 3에서 보험사의 기대수익이 더 높고 수익의 표준편차도 더 낮은 경향을 보인다. 반면 국가의 기대수익은 포트폴리오 2보다 3에서 더 낮고, 표준편차도 포트폴리오 2보다 3에서 더 높은 경향을 보였다. 하지만 기초통계치 분석만으로는 모든 포트폴리오와 조합을 종합적으로 비교·분석하는 데 한계가 있다. 따라서 평균분산 분석과 확률우위성 분석을 통해 조합별 포트폴리오의 우선순위를 최종적으로 도출한다.

13) 리스크를 나타내는 지표로는 기초통계치의 표준편차, 5번째 백분위수와 95번째 백분위수 값 등을 확인.

표 9. 포트폴리오 2 조합별 수익 기초통계치

단위: 억 원

기관	조합	평균	표준편차	최솟값	최댓값	5th PCTL	95th PCTL
보험사	A	92.97	276.84	-923.14	479.68	-445.33	445.89
	B	192.73	498.34	-1,545.87	965.65	-765.84	847.73
	C	172.62	518.43	-1,624.97	965.65	-831.40	847.73
	D	79.32	290.25	-976.59	479.68	-488.49	445.89
국가	A	-92.97	4,400.55	-74,182.28	5,873.81	-8,019.90	4,253.91
	B	-192.73	4,251.27	-73,559.55	5,392.41	-7,773.65	3,896.38
	C	-172.62	4,235.18	-73,480.45	5,392.41	-7,704.59	3,896.38
	D	-79.32	4,388.75	-74,128.83	5,873.81	-7,974.41	4,253.91

자료: 저자 작성.

표 10. 포트폴리오 3 조합별 수익 기초통계치

단위: 억 원

기관	조합	평균	표준편차	최솟값	최댓값	5th PCTL	95th PCTL
보험사	A	151.27	262.14	-863.61	464.34	-335.76	445.00
	B	304.97	466.80	-1,436.64	919.47	-555.70	843.00
	C	288.52	484.06	-1,513.45	919.47	-605.49	843.00
	D	139.21	274.23	-916.07	464.34	-370.74	445.00
국가	A	-151.27	4,961.31	-98,463.25	5,840.67	-8,802.86	4,542.74
	B	-304.97	4,814.40	-98,371.32	5,389.56	-8,544.28	4,180.88
	C	-288.52	4,798.91	-98,323.04	5,389.56	-8,495.75	4,181.62
	D	-139.21	4,949.96	-98,427.09	5,840.67	-8,768.11	4,542.74

자료: 저자 작성.

3.4.2. 최적 포트폴리오 선택

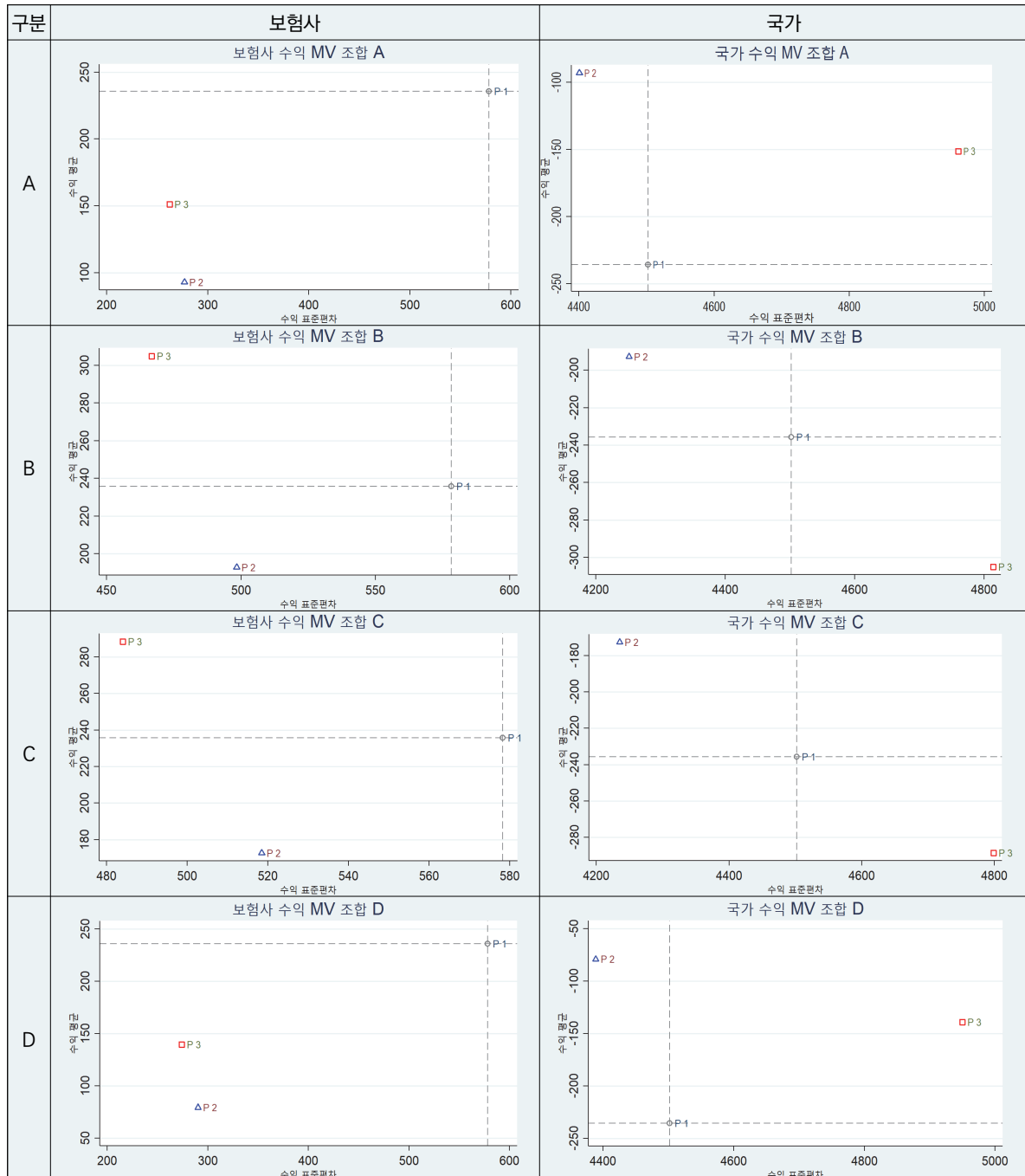
〈그림 3〉은 보험사와 국가의 조합별 평균분산 분석을 수행한 결과이다. 보험사가 수익 극대화 전략을 취한다면, 조합 A와 D에서는 포트폴리오 1이 최적의 포트폴리오이며, 조합 B와 C에서는 포트폴리오 3이 최적의 포트폴리오로 분석되었다. 만약 보험사가 위험 극소화 전략을 취한다면, 조합 A, B, C, D 모두에서 포트폴리오 3이 최적의 포트폴리오인 것으로 나타났다. 반면, 국가 기준으로는 조합 A, B, C, D 모두에서 포트폴리오 2가 수익 극대화 전략이자 위험 최소화 전략으로 분석되었다. 종합하면, 보험사는 전략에 따라 포트폴리오 1 또는 3을 선호하며, 국가는 두 전략 모두에서 포트폴리오 2를 선호할 것으로 판단된다.

평균분산 분석에서 나아가 기관별 포트폴리오의 우선순위를 명확히 판단하기 위해, 확률우위성 분석을 수행하였다. 두 분포의 우위 판단은 각 분포의 CDF를 이용하여 D_1 , D_2 , D_3 를 계산한 후, 이들의 부호를 확인함으로써 판단할 수 있다. 예를 들어서 〈그림 4〉의 첫 번째 행에서는 D_1 과 D_2 의 값이 0 이하인 경우가 있으므로 FSD와 SSD의 판단이 불가능하다. 하지만 D_3 의 값은 모든 경우에서 0보다 크므로

TSD가 만족한다. 따라서 보험사 기준으로 조합 A에서는 포트폴리오 1보다 2가 최적의 선택으로 판단된다. 그러나 네 번째 행에서는 D_1 , D_2 , D_3 모두 0 이하인 경우가 있으므로 확률우위성을 판단할 수 없다. 이 경우에는 평균분산 분석을 이용하여 대안 간의 평가를 할 수 있다.

그림 3. 평균분산 분석 결과

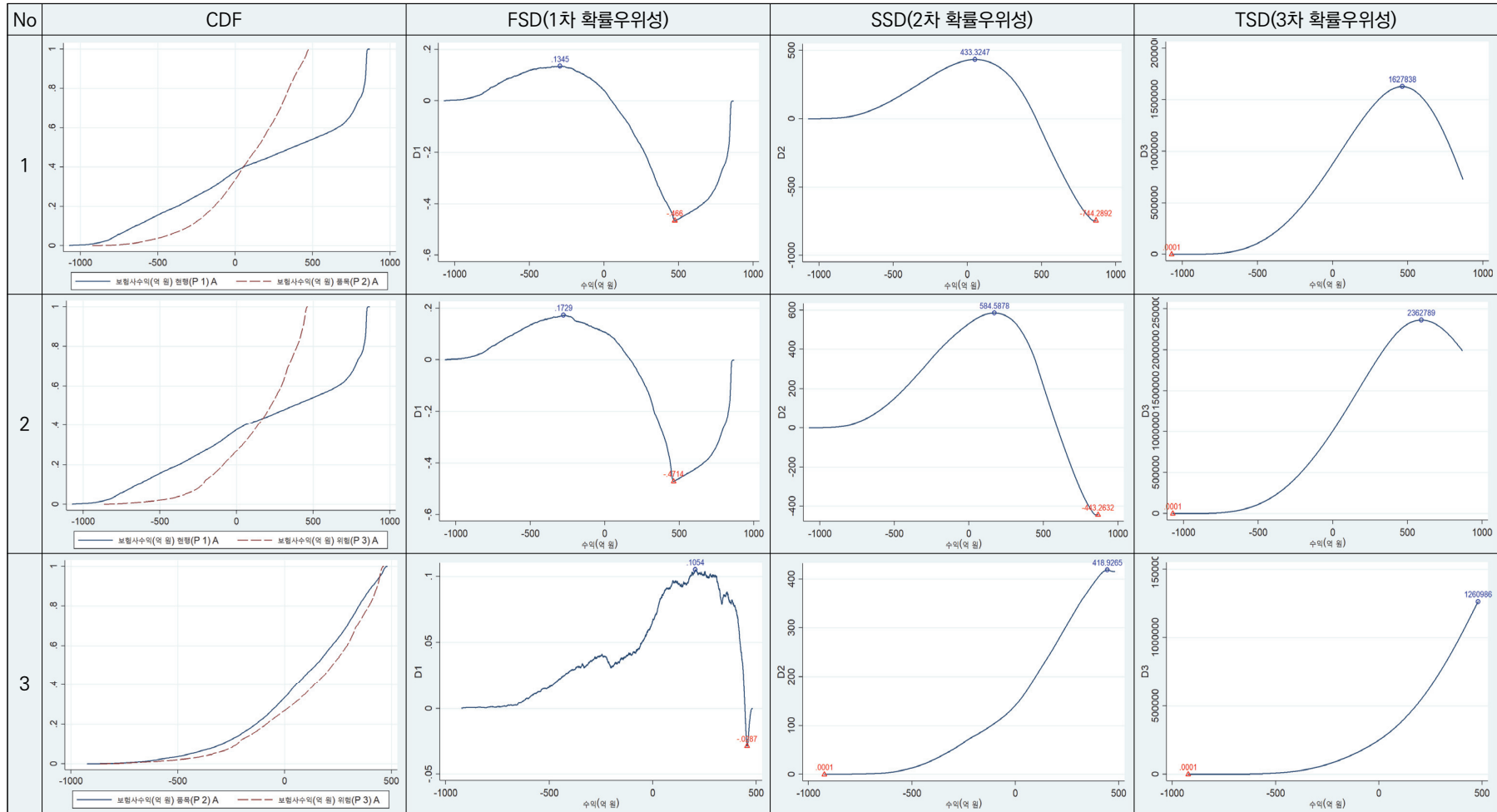
단위: 억 원



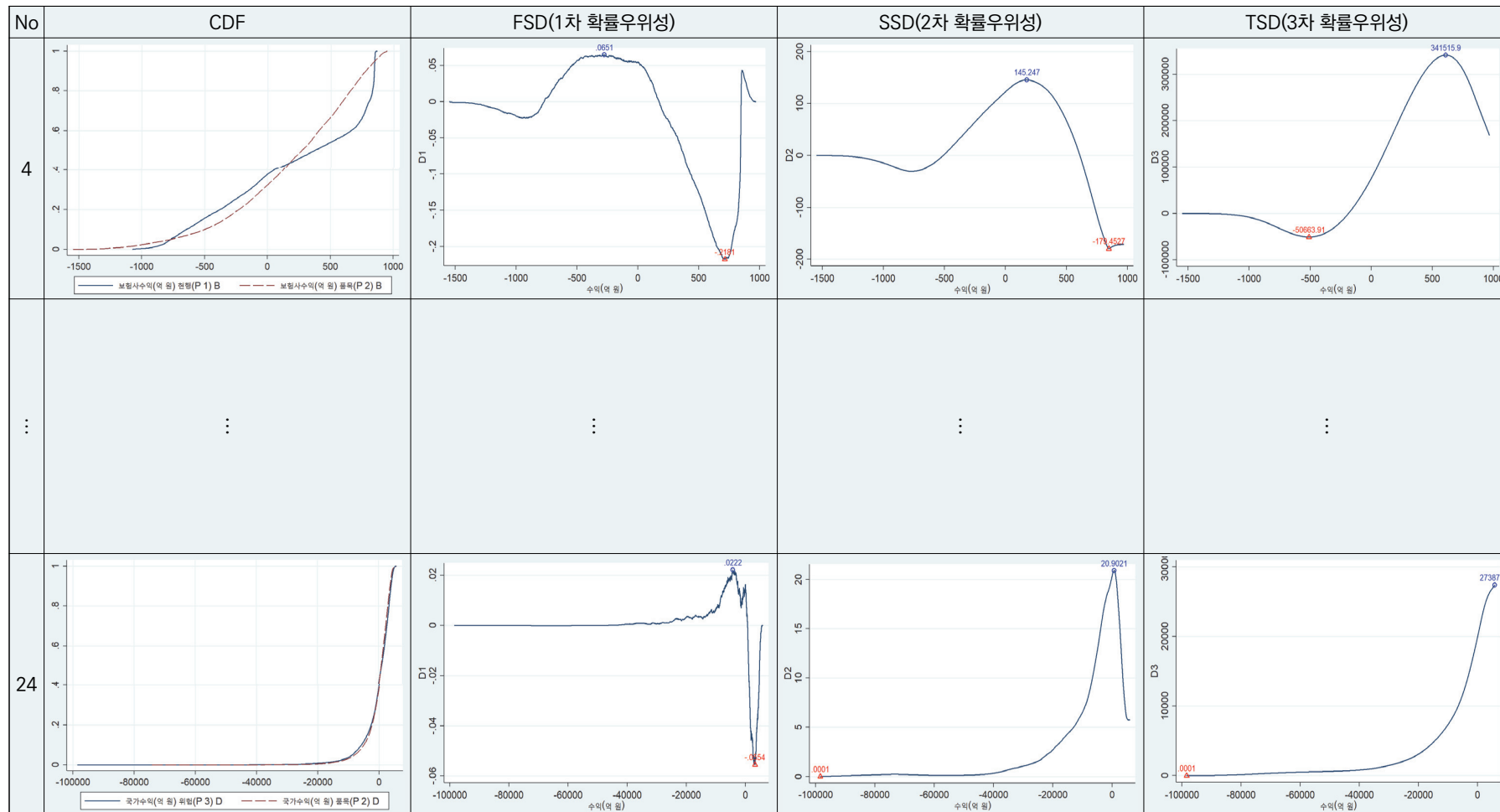
주: ○, △, □는 각각 포트폴리오 1, 2, 3을 의미함.

자료: 저자 작성.

그림 4. 확률우위성 분석 결과



(계속)



주: 지면 제약으로 총 24개 행 중에서 5개 행만 제시하고 나머지는 생략하였음.

자료: 저자 작성.

〈표 11〉은 〈그림 4〉의 결과를 바탕으로 확률우위성 분석 결과를 요약한 것이다. 확률우위성 분석 결과는 평균분산 분석과 유사하게 도출되었다. 종합하면, 보험사 기준에서는 포트폴리오 3이 가장 선호되며, 다음으로 포트폴리오 2와 1의 순으로 선호되는 것으로 판단된다. 국가 기준에서는 포트폴리오 2 또는 1이 선호되며, 포트폴리오 3이 가장 선호되지 않는 것으로 판단된다.

표 11. 확률우위성 분석 결과 요약

기관	조합	비교 분포	결과	확률우위성	종합 결과
보험사	A	P 1 - P 2	P 1 < P 2	3차 확률우위성	P 1 < P 2 < P 3
		P 1 - P 3	P 1 < P 3	3차 확률우위성	
		P 2 - P 3	P 2 < P 3	2차 확률우위성	
	B	P 1 - P 2	-	-	P 2 < P 3
		P 1 - P 3	-	-	
		P 2 - P 3	P 2 < P 3	2차 확률우위성	
	C	P 1 - P 2	-	-	P 2 < P 3
		P 1 - P 3	-	-	
		P 2 - P 3	P 2 < P 3	2차 확률우위성	
	D	P 1 - P 2	P 1 < P 2	3차 확률우위성	P 1 < P 2 < P 3
		P 1 - P 3	P 1 < P 3	3차 확률우위성	
		P 2 - P 3	P 2 < P 3	2차 확률우위성	
국가	A	P 1 - P 2	-	-	P 3 < P 1, P 2
		P 1 - P 3	P 1 > P 3	3차 확률우위성	
		P 2 - P 3	P 2 > P 3	2차 확률우위성	
	B	P 1 - P 2	-	-	P 3 < P 1, P 2
		P 1 - P 3	P 1 > P 3	2차 확률우위성	
		P 2 - P 3	P 2 > P 3	2차 확률우위성	
	C	P 1 - P 2	-	-	P 3 < P 1, P 2
		P 1 - P 3	P 1 > P 3	2차 확률우위성	
		P 2 - P 3	P 2 > P 3	2차 확률우위성	
	D	P 1 - P 2	-	-	P 3 < P 1, P 2
		P 1 - P 3	P 1 > P 3	3차 확률우위성	
		P 2 - P 3	P 2 > P 3	2차 확률우위성	

자료: 저자 작성.

4. 요약 및 결론

자연재해로 인한 농작물 피해는 독립적이지 않고 대규모로 발생할 가능성이 크다. 이러한 리스크 때문에 농작물재해보험은 다른 보험상품에 비해 민간 재보험사의 참여 유인이 낮다. 따라서 국내뿐만 아니라 미국과 스페인 등 여러 나라에서는 국가가 재보험사업에 참여하는 국가재보험을 활용하고 있다. 현재 국내의 국가재보험은 국가와 보험사가 손익을 분담하는 미국식 손익 분담 방식을 따른다. 이 방식은 손해를 변동 폭이 큰 농작물재해보험에 적합한 방식이지만, 현행 구조에서는 펀드 내 품목을 유연하게 조정을 할 수 없다는 한계가 있다. 또한, 손익 분담 비율은 미국의 방식을 차용한 것으로, 국내 여건을 충분히 반영하지 못하고 있다. 따라서 국가재보험의 효과적인 운용을 위해 국가와 보험사가 모두 만족할 수 있는 최적의 펀드 구성과 손익 분담 비율 설정이 필요하다.

이를 위해 이 연구는 다양한 포트폴리오 안을 구성하고, MI와 FMM 등의 방법론을 활용하여 펀드별 손해를 분포를 추정하였다. 그리고 정규 코폴라 모형을 이용하여 시뮬레이션을 수행하고 기관별 수익을 도출하였다. 마지막으로, 평균분산 분석과 확률우위성 분석을 이용하여 포트폴리오의 우선순위를 제시하였다.

펀드별로 손해를 분포를 추정하여 손해를 시뮬레이션 한 결과, 시뮬레이션 값이 분석 자료의 값과 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 이 연구에서 시뮬레이션은 적절하게 이루어진 것으로 해석된다.

포트폴리오 1의 기대수익과 수익 표준편차를 분석한 결과, 현재 보험사는 저수익·저위험 구조에서 평균적으로 수익을 보고 있으며, 국가는 고수익·고위험 구조에서 평균적으로 손실을 보는 것으로 판단된다. 그리고 포트폴리오 2와 3의 기대수익과 수익 표준편차를 분석한 결과, 기관별로 최종적인 보유 비율이 커질수록 기대수익이 증가하지만, 수익의 변동성도 함께 증가하는 것으로 분석되었다. 이는 각 기관이 수익을 더 높이기 위해서는 위험을 더 감수해야 하며, 반대로 리스크를 줄이기 위해서는 수익성 감소를 감수해야 한다는 것을 의미한다.

평균분산 분석 결과, 보험사는 수익 극대화 전략 또는 위험 극소화 전략에 따라 포트폴리오 1 또는 3을 선호하며, 국가는 두 전략 모두에서 포트폴리오 2를 선호할 것으로 예상된다. 그리고 확률우위성 분석을 통해 포트폴리오의 우선순위를 종합하면, 보험사는 포트폴리오 3을 가장 선호하며, 다음으로 포트폴리오 2와 1의 순으로 선호를 보일 것으로 예상된다. 반면, 국가는 포트폴리오 2 또는 1을 가장 선호하며, 포트폴리오 3에 대한 선호도가 가장 낮을 것으로 예상된다.

이처럼 각 기관의 최적 포트폴리오를 파악하는 것은 국가재보험의 효율적인 의사결정을 위한 효과적인 수단이 될 수 있다. 다시 말해 이러한 시스템을 적극적으로 활용한다면, 국가와 보험사의 다각적인 입장을 객관적이고 종합적으로 검토할 수 있을 것이다. 이를 통해 재보험 운영 방식에 대한 합의를 이끌어낸다면, 민영 재보험사의 참여율을 높일 수 있으며, 농작물재해보험의 위험 분산 효과를 높이고, 나아가 정부의 재정 부담을 완화할 수 있을 것으로 예상된다.

마지막으로 이 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저 기술적 한계로 MI에서 로그 정규분포를 이용하지 못하였다. MI에서 도출된 대체 값은 원래 가정한 분포인 로그 정규분포를 따라 도출하는 것이 합리적이지만, 분석적 한계로 인해 이 연구에서는 절단 정규분포(truncated normal distribution)를 이용하여 대체치를 도출하였다. 앞으로 후속 연구가 이어진다면 결측치를 대체할 때, 로그 정규분포(log-normal distribution)를 활용할 필요가 있다. 두 번째로는 시뮬레이션 수행 시 모든 하위 분포 간에 동일한 종속성 값을 부여하였다. 하지만, 각 하위 분포 간에 다른 종속성을 부여하는 것이 현실을 반영하는 데 더 적합할 것이다. 앞으로 FMM을 시뮬레이션과 결합할 때 이 점을 유의하여 분석을 시도해야 할 필요가 있다.¹⁴⁾ 마지막 한계점은 본 연구에서 이론적으로 고려할 수 있는 조합 100²⁷개 중에 419,904개의 조합에 대해서만 기대수익과 수익의 표준편차를 분석하였기 때문에, 도출된 효율적 경계선이 실제로도 가장 효율적인지 아닌지 알 수 없다는 점이다.

다만, 이 연구가 농작물재해보험 국가재보험에 공헌하고자 하였던 ‘국가와 사업자의 국가재보험의 사결정지원시스템 구축’에 대하여는 기본 틀을 충분히 제시하였다고 판단된다. 실무에서는 기술적인 한계를 보완하여 더 많은 손익 분담 비율 조합을 이용하고, 이를 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface: GUI) 방식의 시스템으로 개발한다면, 국가와 사업자 간 재보험 협상에 더욱 유용한 도구로 사용될 것이다.

¹⁴⁾ 다만, 선행연구 검토 결과 각 하위 분포에 다른 종속성을 부여하는 방식은 아직 확인하지 못하였음.

참고문헌

- 강수진, 정원호. (2017a). 농작물재해보험에 대한 미국식 국가재보험제도 도입 효과 분석. *농촌경제*, 40(3), 49-76.
<http://doi.org/10.36464/jrd.2017.40.3.003>
- 강수진, 정원호. (2017b). 농작물재해보험의 국가재보험제도 평가 및 개선방안. *농업경제연구*, 58(2), 21-48.
<http://doi.org/10.24997/KJAE.2017.58.2.21>
- 김정환. (2017). *재난안전 관리 현황과 주요 대책 분석V-재난보험 운영실태와 재정운용 분석*. 국회예산정책처.
- 김진후, 이충훈, 이슬기. (2016). 소비자 위험회피를 고려한 호텔품질 비교: 확률지배이론의 응용. *관광레저연구*, 28(6), 333-350.
- 김태후, 김성섭, 서상택. (2017). 스튜던트 T 코플라 모델을 이용한 지역별 쌀생산량의 공간적 종속성 추정. *농업경제연구*, 58(3), 25-44. <http://doi.org/10.24997/KJAE.2017.58.3.25>
- 농림축산식품부. (2021). *2021 농업재해보험연감*.
- 박재화, 김충실. (2006). 농작물재해보험 국가재보험제의 시뮬레이션 모형연구. *농업경영·정책연구*, 33(2), 405-423.
- 박항준, 이준섭, 유중희, 양찬영, 문희원. (2018). *거대재해 시 농어업 재보험기금과 국가재보험 위험관리 방안에 관한 연구*. 보험개발원.
- 보험개발원. (2012). *국가재보험요율 재산정 및 지급기준 개선 등에 관한 연구*.
- 보험개발원. (2013). *농어업재해보험 및 국가 재보험제도 개선에 관한 연구*.
- 보험경영연구회. (2019). *리스크와 보험*. 문영사.
- 서상택, 김태후. (2009). 저장사과 출하시기별 기대소득의 확률우위성 분석. *농업경제연구*, 50(1), 85-101.
- 윤성욱, 최장훈, 정원호. (2020). 대재해채권 발행을 통한 국가재보험 보완방안 연구. *농업경영·정책연구*, 47(4), 539-559. <http://doi.org/10.30805/KJAMP.2020.47.4.539>
- 정원호. (2013). 농작물재해보험의 위험분산체계 개선방안. *농업경영·정책연구*, 40(2), 223-247.
- 조재훈, 김범. (2020). *국가재보험 제도개선 및 농어업재해보험기금 재원확보 다변화 방안 등에 관한 연구용역*. 영남대학교, 숭실대학교.
- 최경환, 채광석, 윤병석. (2010). *농작물재해보험의 성과와 정책과제*. 한국농촌경제연구원.
- 최정호. (2014). *리스크와 보험*. 청람.
- 하지희, 정우석, 김성섭, 서상택. (2018). 벼 재배방법에 따른 총수입의 확률우위성 분석. *농업경제연구*, 59(1), 27-45.
<http://doi.org/10.24997/KJAE.2018.59.1.27>
- Cameron, A. C., & P. K. Trivedi. (2005). *Microeconometrics: methods and applications*, Cambridge University Press.
- Chavas, J. P. (2004). *Risk analysis in theory and practice*, Elsevier.
- Coble, K. H., R. Dismukes, & J. W. Glauber. (2007). Private crop insurers and the reinsurance fund allocation decision. *American Journal of Agricultural Economics*, 89(3), 582-595.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2007.00982.x>
- Mason, C., Hayes, D. J., & Lence, S. H. (2001). Systemic risk in U.S. crop and revenue insurance programs. Univ. of IOWA, Working Papers, 292.
- Miranda, M. J., & J. W. Glauber. (1997). Systemic Risk, Reinsurance, and the Failure of Crop Insurance Markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(1), 206-215.
- Nayak, G., & C. G. Turvey. (1999). Empirical Issues in Crop Reinsurance Decisions. *American Agricultural Economics Association Annual Meetings, 1999*.
- Peel, D., & G. MacLahlan. (2000). *Finite mixture models*, John & Sons.
- Porth, L., Tan, K. S., & Weng, C. (2013). Optimal reinsurance analysis from a crop insurer's perspective. *Agricultural Finance Review*, 73(2), 310-328. <https://doi.org/10.1108/afr-11-2012-0061>
- Porth, L., Zhu, W., & Tan, K. S. (2014). A credibility-based Erlang mixture model for pricing crop

- reinsurance. *Agricultural Finance Review*, 74(2), 162-187. <https://doi.org/10.1108/afr-04-2014-0006>
- StataCorp. (2017). *STATA finite mixture models reference manual*, Stata Press.
- Vedenov, D. V. (2002). *Estimating Returns Under Standard Reinsurance Agreement*. American Agricultural Economics Association Annual Meetings.
- Vedenov, D. V., M. J. Miranda, R. Dismukes, & J. W. Glauber. (2004). Economic analysis of the standard reinsurance agreement. *Agricultural Finance Review*, 64(2), 119-134.