

한국 ETF 시장의 시스템적 리스크 분석 및 최적의 ETF 도입 순서에 대한 연구

김범현¹ · 이용재^{2*} · 권도균¹ · 김우창¹

¹KAIST 산업 및 시스템 공학과 / ²서울대학교 융합과학부

A Study on the Korean ETF Market : Systemic Risk and the Optimal ETF Introduction Sequence

Beomhyeon Kim¹ · Yongjae Lee² · Do-Gyun Kwon¹ · Woo Chang Kim¹

¹Department of Industrial & Systems Engineering, KAIST

²Department of Transdisciplinary Studies, Seoul National University

Traditionally, the private wealth management industry has been dedicated to high-net-worth individuals due to expensive service costs. However, robo-advisors are making sudden rises during the on-going FinTech revolution. Robo-advisors aim to provide personalized wealth management services for everyone by using automated investment management algorithms and online distribution channels. To reduce service costs, robo-advisors mainly use ETFs to construct investment portfolios. Therefore, Korean ETF market should grow in both quantity and quality, in order for robo-advisors to succeed in Korea. In this study, we first analyze how vulnerable the Korean ETF market is to external or internal shocks in comparison with the U.S. ETF market. Then, we derive the optimal introduction sequence of ETFs in the Korean ETF market based on the modern portfolio theory.

Keywords: Robo-Advisor, Exchange Traded Fund, Systemic Risk, Modern Portfolio Theory, Principal Component Analysis

1. 서론

금융(finance)과 기술(technology)의 합성어인 핀테크(FinTech)는 금융과 IT의 융합을 통한 금융 서비스 및 산업의 변화를 통칭한다. 핀테크는 IT의 발달, 특히 스마트폰의 등장에 따른 모바일 기술 발전이 변곡점이 되어 빠르게 성장하였다. Skan *et al.* (2014)의 Accenture 보고서에 따르면 전 세계적으로 핀테크 투자 규모는 2008년 약 10억 달러에서 2014년 약 120억 달러로 가파르게 증가하고 있는 추세이다. 벤처캐피털들도 핀테크 기업에 대해 적극적으로 투자하고 있으며, 투자 건수는 2010년부터 2013년 사이 61%나 증가하였다.

다양한 핀테크의 영역 중 최근 주목 받고 있는 기술 중 하나

가 바로 로보 어드바이저(Robo-Advisor)이다. 로보 어드바이저는 로봇과 어드바이저(advisor)가 더해진 핀테크 신조어로 기존의 자산 관리 서비스와는 차별화된, 자동화 알고리즘을 통해 운용 서비스를 제공한다. 혁신적인 단가로 자산 운용 산업계에 커다란 변혁을 가져오고 있는 로보 어드바이저는 인구 구조 및 국내의 정책의 변화를 밑받침으로 성장할 수 있었다.

먼저 전 세계적으로 고령화 추세가 이어지면서 사람들의 은퇴 후 생존 기간도 길어지고 있다. 따라서 은퇴 후 생계비 마련의 중요성 역시 점점 더 커지고 있는 추세이다. 게다가 퇴직연금인 확정 급여형(Defined Benefit)에서 확정 기여형(Defined Contribution)으로 점차 옮겨가면서 개인들이 직접 퇴직연금 운용에 대한 의사결정을 내려야 하는 상황에 부딪히게 되었다.

* 연락저자 : 이용재 BK 조교수, 16229 경기도 수원시 영통구 광교로 145 서울대학교 융합과학기술대학원, Tel : 031-888-9984, Fax : 031-888-9851, E-mail : yongjae.lee@snu.ac.kr

2017년 7월 18일 접수; 2017년 9월 11일 수정본 접수; 2017년 9월 21일 게재 확정.

기존의 투자자문은 워낙 고액의 서비스이므로 일반 대중이 접근하기 힘들었다. 하지만 로보 어드바이저는 부유층이 아닌 일반 대중에게도 저렴한 비용으로 전문적인 투자자문 서비스를 제공할 수 있으므로, 기존 투자자문 서비스의 대안으로써 성장할 수 있었다.

해외의 정책적 움직임 역시 로보 어드바이저의 성장을 돕고 있다. 2013년 1월 1일, 영국은 판매채널 개혁 방안(Retail Distribution Review, RDR)을 전면적으로 시행하였다. 이 정책은 자문업자들이 금융상품 공급자로부터 어떠한 수수료를 받을 수 없고, 오직 소비자에게 제공한 자문 서비스에 대한 보수만 수취 가능하도록 제한하였다(Park and Lee, 2015). 따라서 자문 서비스 수수료 지급에 거부감을 느끼는 대중 계층은 고가 유료 자문서비스를 대체하는 서비스를 찾기 시작하였고, 이와 맞물려 자연적으로 D2C(Direct to Customer) 플랫폼이 성장하게 된다.

또 다른 배경으로 미국 노동부는 2017년 4월 10일부터 신인의 의무 규정(fiduciary rule) 개념을 확장한 새로운 규정을 적용하겠다고 발표하였다. 기존 신인 의무 규정은 ‘타인의 자산을 운용하는 기관투자자는 최종 수익자의 이익을 최우선적으로 고려해야 한다’는 의미를 지니고 있다(Gwak, 2015). 내년 4월부터 새롭게 도입될 규정에서 눈여겨 볼 점은 Employee Retirement Income Security Act of 1974(ERISA)에서 정의한 모든 퇴직 연금 계좌(retirement account)들이 신인 의무 규정의 적용 대상이 되었다는 점이다(Choi, 2016).

퇴직 연금 계좌 자문에 대한 자격 요건이 강화됨에 따라 퇴직 연금 운용에 자문을 할 수 있는 전문가의 수가 줄어들 예정이며, 이는 곧 자문 비용의 증가로 이어지게 된다. 결국 새롭게 확장될 규제는 영국의 RDR과 마찬가지로 대중 계층이 기존의 투자 자문 서비스를 이용하기 어렵도록 만들 것이다. 따라서 저렴한 비용으로 은퇴 플랜 셋업을 자문해 줄 수 있는 기술이 어느 때보다 절실히 필요하다. 이 복잡한 문제, 즉 저렴한 비용의 D2C 자문 기술에 대한 수요 증가를 해결 할 수 있는 솔루션이 바로 앞서 소개한 로보 어드바이저 기술이다.

다음으로 로보 어드바이저라는 혁신적 서비스를 제공할 수 있게 된 기반이 무엇인지 알아보겠다. 우선 기존의 개인 자산 관리 서비스는 자산 규모가 수십 만 달러 이상인 고객을 대상으로 하며, 수수료 역시 약 1% 이상으로 상당히 높은 편이다. 하지만 로보 어드바이저는 자동화된 온라인 투자자문 프로세스를 바탕으로, ETF(Exchange Traded Fund)를 투자 포트폴리오의 구성요소(building block)로 활용하여 기존 자산 관리 서비스와 차별화된 다양한 우위 요소들을 만들어 낸다(Bae, 2016).

ETF의 저렴한 가격과 낮은 운임 비용은 적은 비용으로 소액 투자자에게 서비스를 제공하고자 하는 로보 어드바이저의 목표에 매우 적합한 특성이다. 뮤추얼 펀드(Mutual Fund) 등 일반적인 펀드의 수수료는 약 2~3% 정도로 추정 되는데, 이에 비해 ETF는 지수 연동형 펀드이기 때문에 운용 수수료가 약 0.07~0.99%로 매우 저렴하다(Kim, 2015). 또한 ETF는 특정 지

수를 추종하기 때문에 지수에 속한 다양한 종목들에 대한 분산 투자 효과까지 누릴 수 있다. 로보 어드바이저는 ETF를 활용해 운용 비용 절감뿐만 아니라 투자의 안정성까지 제고할 수 있는 것이다. 그러므로 로보 어드바이저 산업이 발전하기 위해서는 다양성과 유동성 측면에서 발전된 ETF 시장의 존재가 필수적이다. 장기적으로 로보 어드바이저 산업의 발전은 ETF 수요의 큰 축을 담당하게 될 것이며, 결국 로보 어드바이저 산업과 ETF 시장은 서로를 발판 삼아 동반 성장해나갈 수 있는 것이다.

따라서 본 연구는 크게 두 가지 분석으로 이루어져 있다. 첫 번째로 국내 ETF 시장의 취약성(market vulnerability)을 미국 ETF 시장과 비교하여 분석한다. 구체적으로 주성분분석(Principle Component Analysis, PCA)을 통해 한국과 미국 시장의 시스템적 리스크(systemic risk)를 측정하고, 한국 ETF 시장의 종목 다양성 부족에 따른 시장 취약성이 어느 정도인지를 계량적으로 확인한다. 두 번째로는 국내 ETF 시장 발전 방안에 대하여 분석한다. 우선 미국에 상장된 ETF들을 종류에 따라 분류하고, 이 중에서 어떠한 종류의 ETF를 국내 시장에 우선적으로 도입하는 것이 국내 ETF 시장의 성장을 효과적으로 이끌 수 있을지를 현대 포트폴리오 이론(Modern Portfolio Theory)에 기반하여 분석한다.

2. 한국 ETF 시장의 시스템적 리스크 분석

지난 2007년, 미국의 저금리 정책 종료에 따라 미국의 부동산 버블이 꺼지기 시작하자 서브프라임 모기지 금리가 올라가 대출자들이 원리금을 갚지 못하는 상황이 벌어진다. 증권화되어 거래된 서브프라임 모기지론을 보유한 금융기관들이 대출금을 회수하지 못하게 되자 미국의 대형 금융사와 증권회사가 줄줄이 파산한다. 결국 서브프라임 모기지 사태는 전세계 실물 경제에 큰 타격을 주었고, 일련의 미국에서 벌어진 금융 위기가 전 세계의 금융 위기로 이어진다.

이후 ‘시장이 얼마나 연결되어 있는가’, 즉 시장이 시스템적으로 얼마나 취약한지를 측정하는 것에 대한 중요성이 부각되었다. 시스템적 리스크는 수학적으로 확실하게 정의 되어있지 않으나, 대부분의 연구는 은행, 투자은행, 헤지펀드 등 다양한 금융기관 간의 거래 관계의 연결성에 초점을 맞추고 있다. 다양한 금융기관간들이 금융 거래를 통해 얼마나 연결되어 있는지를 모델링하고, 이를 기반으로 일부 기관에 충격이 왔을 시 그 충격이 시장 전체로 퍼져나가는 범위와 속도를 시스템적 리스크의 척도로 삼는 것이다.

Billio *et al.*(2012)는 이러한 관점의 시스템적 리스크 측정을 위해 도입된 대표적인 지표 세 가지를 소개하고 있다. 첫 번째는 Adrian and Brunnermeier(2009)의 Comovement Value-at-Risk (CoVaR)이다. CoVaR은 특정 금융기관에 충격이 왔을 시 해당 금융 섹터에 미치는 Value-at-Risk (VaR)를 측정한 값이다. 여

가서 VaR은 정해진 신뢰수준 하에 발생할 수 있는 최대 손실 수준을 의미한다. 두 번째는 Acharya *et al.*(2011)의 Systemic Expected Shortfall(SES)로, 이는 각 금융기관이 시장의 시스템적 리스크에 기여하는 정도를 측정한다. 다시 말해 금융 시장이 전체적으로 자금 불충분 상황에 처했을 때 해당 금융기관이 얼마나 자금 불충분 상황에 처하게 되는지를 측정한다. 세 번째는 Huang *et al.*(2012)의 Distress Insurance Premium(DIP)로 은행 체계에 발생한 손실을 만회하기 위해 필요한 보험료(insurance premium)를 계산하여 시스템적 리스크를 측정한다.

또 다른 관점은 금융기관이 아닌 투자 자산간의 상호의존성(correlation)을 통해 생겨나는 시스템적 리스크에 대한 연구이다. 자산간의 상호의존성을 기반으로 한 시스템적 리스크에 대한 기존의 연구로는 Kritzman *et al.*(2011)이 거의 유일하다. 본 연구 역시 금융기관간의 연결성이 아닌 ETF 시장에 존재하는 시스템적 리스크 측정을 목표로 하고 있으므로, Kritzman *et al.*(2011)의 연구와 맥을 같이 한다고 할 수 있다. 이러한 관점에서 시스템적 리스크가 크다는 것은 자산 간의 상호의존성(correlation)이 높아 하나의 자산에 대한 충격이 시장 내의 다른 자산에도 연쇄적으로 큰 충격을 일으키게 된다는 것이다. Kritzman *et al.*(2011)은 주성분분석(Principal Component Analysis, PCA)를 사용하여 시스템적 리스크를 측정하였으며, 그 지표로 'Absorption Ratio'라는 개념을 도입하였다. 이는 기본적으로 자산들의 수익률 움직임이 PCA를 통해 계산된 주성분(principal component)들에 얼마나 의존하는지를 나타내며, 매우 간단하게 계산할 수 있다. Absorption ratio를 수식화하면 식 (1)과 같다.

$$\text{Absorption Ratio} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i^2}{\sum_{j=1}^N \sigma_j^2} \quad (1)$$

N = number of assets

n = number of eigenvectors in numerator of absorption ratio

σ_j^2 = variance of the j^{th} asset

λ_i^2 = variance of the i^{th} eigenvector

추정된 시장의 absorption ratio의 값이 1에 가까울수록 단 몇 개의 주성분만으로 자산들의 수익률 움직임을 설명된다는 것이기 때문에 그만큼 자산들이 서로 상호의존적인 형태로 존재함을 의미하며, 결국 시장의 시스템적 리스크가 그만큼 높은 수준이라는 점을 알려준다.

글로벌 금융 위기 이후 패시브 펀드 선호 현상으로 글로벌 ETF 시장은 크게 성장하고 있다. 한국 거래소 보도 자료에 따르면 2010년 1조 4,830억 달러 규모이던 글로벌 ETF 순자산 총액은 5년이 지난 2015년 2조 6,660억 달러로 크게 증가했다. 국내 ETF 시장 역시 2002년 제도 도입 이후 연평균 40% 이상의 가파른 성장세를 보였으며, 2014년 19.7조 원으로 잠시 정체되었던 시장 규모는 2015년 기준 소폭 증가한 21.8조 원으로 산출되었다.

그러나 국내 ETF 시장 규모의 빠른 성장에도 불구하고 이에 대한 전문가들의 평은 썩 좋지 않다. 국내 ETF 시장이 질적 측면의 성장이 없이 단순히 양적으로만 빠르게 성장해 왔다고 분석되기 때문이다. Kwon(2015)에 따르면 국내 ETF 시장은 국내 주가 지수를 추종하는 ETF 비중이 68.1%로 높은 비중을 차지하며, 그 중에서도 레버리지/인버스 상품의 비중이 22%에 달해 해당 비중이 1%대인 미국과 유럽에 비해 현저히 높은 수치를 보이고 있다.

이는 국내 투자자들이 ETF를 장기 자산 관리 수단인 아닌 주로 단기 차익 실현을 위한 트레이딩 수단으로 활용함을 의미한다. 자산 운용 업계의 화두로 떠오른 스마트 베타(Smart Beta) ETF 상품에 투자하기에도 국내 시장의 여건은 충분하지 않다. 주식 투자 상품 중 스마트 베타에 포함되는 상품의 비중은 단 4%에 불과하여 미국(26%)에 비해 스마트베타 상품은 턱없이 부족한 실정이다. 이처럼 한국 ETF 시장은 자산들의 상호의존적인 구조로 형성되어 시스템적 리스크에 취약할 가능성이 크다.

본 2장에서는 미국과 한국 ETF 시장의 absorption ratio 비교를 통해 한국 ETF 시장의 취약성이 미국 시장에 비해 어느 정도 수준인지 분석한다.

2.1 한국 및 미국 ETF 시장 데이터 및 방법론

한국 ETF 시장의 경우 미국 ETF 시장에 비해 상당히 늦게 형성되었다. 한국은 2002년에 키움 투자자산운용의 KOSEF 200 ETF가 최초로 상장되었으며, 1986년에 최초의 ETF가 상장된 미국과 비교하였을 때 그 간격이 16년에 달함을 알 수 있다. 상장된 ETF 수를 비교해 보면 그 차이가 더욱 확실해 드러난다. ETFGI newsletter global과 자본시장연구원에 따르면 미국 시장에는 2016년 12월 기준 1,705개의 ETF가 상장되어 있는 반면 한국은 256개에 그쳐 상장 종목 수 차이는 한국의 약 7배에 달한다.

PCA에 사용되는 변수는 아래와 같이 구성된다.

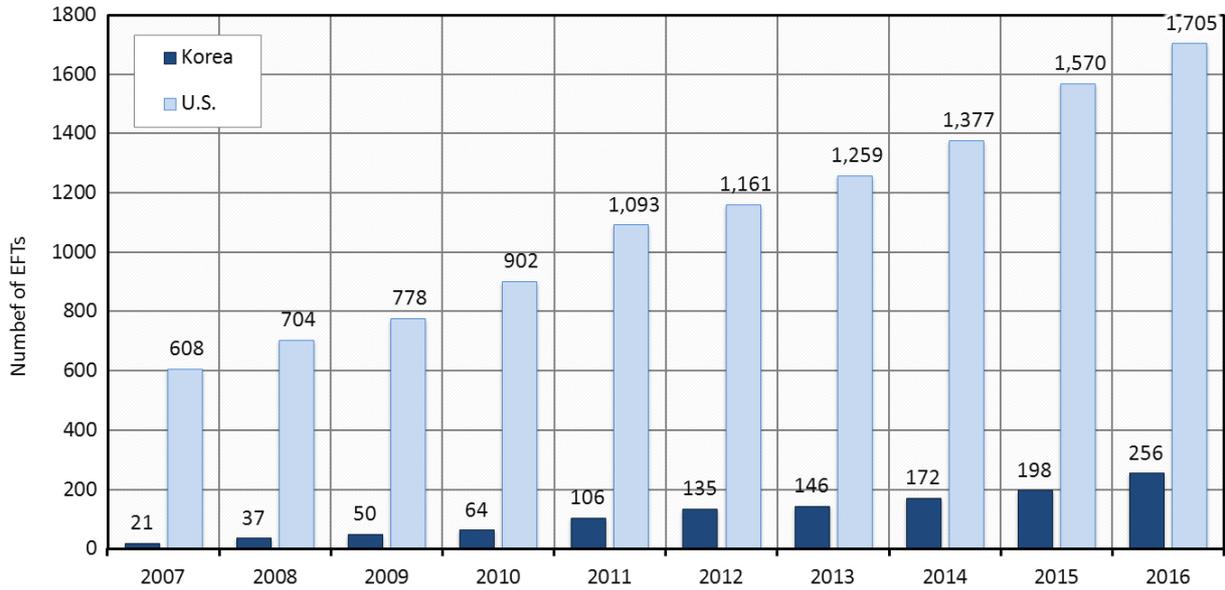
$$A_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{iT}), \text{ for } 1 \leq i \leq T$$

T = total number of days

N = number of assets

r_{ij} = i^{th} daily return of j^{th} asset

예를 들어 기준 연도가 2010년이라면 2010년부터 2015년까지의 일별 수익률이 존재하는 자산들이 분석 대상이 된다(해당 기간 내에 신규 상장되거나 상장 폐지된 자산은 분석 대상에서 제외하였다). 분석 기간은 글로벌 금융 위기 이후 패시브 투자가 각광받고 성장하기 시작한 2008년을 기점으로 2015년까지 총 8년으로 설정하였으며 한국과 미국 ETF 데이터는 Thomson Reuters 社의 금융 데이터베이스 서비스인 Thomson Reuters Datastream을 통해 수집하였다.



Sources : ETFGI newsletter global, KCMI.

Figure 1. Number of ETFs in Korea and the U.S.

본 연구는 연도별로 분석을 진행하였으며, 한 해에 거래소가 열린 날은 약 260일 정도이다. PCA 분석을 위해서는 자산들이 공분산 행렬(covariance matrix)을 계산해야 하며, 안정적인 결과를 위해서는 자산의 수가 분석기간 내 거래일과 비슷하거나 적에 하는 것이 바람직하다. 국내에서 거래되고 있는 ETF의 수는 연간 거래일(약 250일)보다 적어 PCA 분석에 문제가 생기지 않지만, 미국의 경우 거래되는 ETF 수가 월등히 많기 때문에 공분산 행렬 계산에 문제가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 Liu *et al.*(2015)와 같이 k-means clustering을 사용하여 미국에서 거래되고 있는 ETF들 중 수익률 움직임을 비슷한 자산들을 묶어 분석에 사용되는 데이터 수를 줄였다. ETF의 대부분은 특정 지수(S&P 500, Dow-Jones Industrial Average 등)를 따르기 때문에, 본 방법을 통해 각 ETF들의 특성은 최대한 보전하면서 분석 대상 수를 크게 줄일 수 있었다. 단, k-means clustering 분석 시 squared Euclidean distance를 통해 각 데이터 포인트 간의 유사성을 측정 한 Liu *et al.*(2015)과는 달리, 본 연구에서는 수익률 시계열 데이터라는 점을 감안하여 각 ETF 수익률 간의 상관관계로 데이터 포인트 간의 유사성을 측정하였다.

PCA 분석의 대상이 될 클러스터의 수는 ETF 시장 성장에 따른 상장 ETF 증가를 반영하기 위해 점차 늘어나도록 설정하였다. 구체적으로는 분석 시작 년도인 2008년에 100개의 클러스터로 시작하여 매년 20개씩 늘어나 2015년에는 240개까지 그 수가 늘어난다. 매년 총 1,000번의 k-means clustering을 실시하여 같은 클러스터에 속한 자산간의 상관관계가 가장 높은

결과를 PCA 분석에 사용하였다. <Table 1>은 연도별로 각 클러스터의 중심과 해당 클러스터에 속한 자산들의 상관관계의 평균을 나타낸 것으로, 거의 모든 해에 그 값이 1에 가까운 것을 확인할 수 있다. 이는 클러스터 중심과 소속 자산들의 수익률 움직임이 매우 유사하다는 것으로, 클러스터 선정이 잘 되었음을 보여준다.

2.2 분석 결과

시스템적 리스크 측정을 위해 absorption ratio를 크게 두 가지 방법으로 계산을 해 보았다. 첫 번째로는 대상 고유벡터 수를 달리해가며 한국과 미국 ETF 시장에 대해서 계산하였다. 예를 들어 고유벡터 3개를 기반으로 계산한 absorption ratio는 해당 시장이 PCA를 통해 분석 된 3개의 고유 벡터 만으로 얼마나 설명되는지를 나타내며, 그 숫자가 1에 가까울수록 시장이 시스템적으로 취약하다는 것을 의미한다. 두 번째로는 일정 수준의 absorption ratio를 달성하기 위해 필요한 고유 벡터의 최소 개수를 계산해보았다. 예를 들어 0.9의 absorption ratio를 달성하기 위해 필요한 고유 벡터의 수가 한국 ETF 시장보다 미국 ETF 시장에서 더 많았다면, 이는 그만큼 한국 ETF 시장의 다양성이 부족하다는 뜻이며, 시스템적 리스크에 더 취약하다는 것이다.

첫 번째 분석에서 고유 벡터 수 n 은 3개부터 6개까지 사용해 보았으며 그 결과는 <Table 2>에 요약하였다.

Table 1. Average Correlation between the Cluster Center and Cluster Assets

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Average correlation	0.966	0.969	0.976	0.974	0.959	0.95	0.948	0.955

Table 2. Absorption Ratio : the U.S. and Korean ETF Markets
(number of principal component $n = 3, 4, 5, 6$)

Panel A. Absorption ratio($n = 3$)				Panel B. Absorption ratio($n = 4$)			
Year	U.S.	Korea	Diff	Year	U.S.	Korea	Diff
2008	0.524	0.849	0.325	2008	0.576	0.888	0.313
2009	0.414	0.778	0.363	2009	0.441	0.826	0.385
2010	0.554	0.566	0.013	2010	0.550	0.618	0.068
2011	0.520	0.763	0.244	2011	0.514	0.790	0.276
2012	0.444	0.722	0.277	2012	0.469	0.753	0.285
2013	0.446	0.674	0.227	2013	0.464	0.712	0.248
2014	0.439	0.497	0.058	2014	0.484	0.554	0.069
2015	0.468	0.544	0.076	2015	0.458	0.589	0.130

Panel C. Absorption ratio($n = 5$)				Panel D. Absorption ratio($n = 6$)			
Year	U.S.	Korea	Diff	Year	U.S.	Korea	Diff
2008	0.646	0.922	0.276	2008	0.613	0.944	0.331
2009	0.591	0.854	0.263	2009	0.560	0.875	0.315
2010	0.659	0.665	0.006	2010	0.583	0.707	0.124
2011	0.630	0.815	0.185	2011	0.601	0.834	0.234
2012	0.506	0.781	0.275	2012	0.545	0.803	0.258
2013	0.524	0.743	0.219	2013	0.522	0.762	0.241
2014	0.458	0.597	0.139	2014	0.552	0.635	0.083
2015	0.472	0.629	0.157	2015	0.588	0.660	0.072

Diff : Difference between the U.S. and Korean ETF markets.

정해진 고유 벡터 수 별로 absorption ratio를 계산해본 결과, 모든 년도에서 한국 ETF 시장이 미국에 비해 높은 값을 보였다. 앞서 언급한 대로 absorption ratio가 1에 가까울수록 전체 데이터가 N개의 고유 벡터에 크게 좌우된다는 뜻이며, 이 결과는 국내 ETF 시장이 미국 ETF 시장에 비해 시스템적 리스크에 취약하다는 것을 의미한다.

보다 구체적으로 한국과 미국 두 시장의 absorption ratio 수치 차이를 평균 내어보면 $v = 3$ 부터 $v = 6$ 까지 각각 0.198, 0.222, 0.19, 0.207로 항상 0.2 정도의 차이가 있음을 확인할 수 있다. 또한 비교적 최근 ETF 시장 상황을 반영하고 있는 2015년 기준으로도 평균적으로 0.11의 차이를 보였다. 즉, 한국 ETF 시장이 성장함에 따라 시스템적 리스크가 조금씩 줄어드는 추세이긴 하나 여전히 선진 시장에 비해 높은 위험도를 보이고 있다.

두 번째로 absorption ratio가 일정 수준에 도달하기 위해 필요한 고유 벡터 최소 개수를 계산해 보았다. 분석 기간은 첫 번째 분석과 동일하게 2008년부터 2015년까지이다.

<Table 3>의 Panel A는 absorption ratio가 0.8이 되기 위해 필요한 고유 벡터 최소 개수, Panel B는 0.9가 되기 위해 필요한 고유 벡터 최소 개수를 미국과 한국 ETF 시장에 대해 비교하여 보여주고 있다. 모든 경우에 일정 수준의 absorption ratio 달성을 위해 필요한 고유 벡터의 수가 한국 ETF 시장보다 미국

Table 3. Minimum Number of Principal Components : the U.S. and Korean ETF markets(absorption ratio = 0.8, 0.9)

Panel A. (A.R = 0.8) No. of principal components				Panel B. (A.R = 0.9) No. of principal components			
Year	U.S.	Korea	Diff	Year	U.S.	Korea	Diff
2008	18	3	15	2008	31	5	26
2009	26	4	22	2009	41	8	33
2010	22	10	12	2010	40	14	26
2011	25	5	20	2011	44	11	33
2012	41	6	35	2012	63	15	48
2013	43	9	34	2013	67	20	47
2014	48	14	34	2014	74	25	49
2015	50	13	37	2015	76	24	52

Diff : Difference between the U.S. and Korean ETF markets.

ETF 시장에서 더 많으며 그 차이도 매우 큰 것을 확인할 수 있다. 이는 미국 시장에 비해 한국 시장이 적은 수의 factor에 좌우된다는 것이며, 그만큼 시스템적 리스크에 더 취약하다는 것이다.

보다 구체적으로 목표 absorption ratio가 0.8일 때, 두 시장의 필요 고유 벡터 수 차이는 평균 26.125개였다. 하지만 2014년과 2015년을 보면 알 수 있듯이 최근 들어 그 격차는 34, 37개로 평균을 훨씬 상회하는 수치로 높아졌음을 알 수 있다. 목표 absorption ratio가 0.9일 때 역시 평균 차이 39.25개보다 2014년과 2015년에 각각 49, 52개로 늘어났다. 한미간 absorption ratio 차이가 시간이 지날수록 점점 줄어드는 추세였던 <Table 2>의 결과와는 달리, <Table 3>의 결과에서는 한국 ETF 시장이 시간이 지날수록 점점 더 취약해지고 있는 것으로 나타났다.

결론적으로 두 실험 모두에서 공통적으로 한국 ETF 시장이 미국 시장에 비해 시스템적 리스크에 취약하다는 사실을 알 수 있었다. 특히 한국 ETF 시장은 크기가 매우 작고, 상장된 ETF의 수 역시 적어 같은 수준의 시스템적 리스크에 대해서 미국보다 커다란 충격을 받을 수 있다. 뿐만 아니라 두 번째 분석을 통해 볼 때, 현재 한국 ETF 시장의 발전 방향이 시스템적 리스크 측면에서 올바른 방향이 아닐 수도 있다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 한국 ETF 시장이 시스템적 리스크에 취약하다는 것을 받아들이고, 이를 완화해 줄 수 있는 다양한 ETF 도입이 중요하다.

3. 한국 ETF 시장의 최적의 ETF 도입 순서

3.1 ETF 선정 방법론

제 2장에서 분석을 통해 한국 ETF 시장이 미국 ETF 시장에 비해 시스템적 리스크에 취약하다는 것을 확인할 수 있었다. 본 3장에서는 미국 ETF 시장에 상장된 ETF들을 종류 별로 분류하고, 이 중에서 어떠한 것을 우선적으로 도입하는 것이

좋은지를 현대 포트폴리오 이론(Modern Portfolio Theory)에 입각해 분석한다. 구체적인 방법론은 Kwon *et al.*(2012)의 한국 헤지 펀드 시장 투자전략 도입 순서에 대한 연구를 따랐다.

현대 포트폴리오 이론에서 투자의 위험 대비 수익을 나타내는 가장 대표적인 지수는 바로 샤프 지수(Sharpe ratio)이다. n 개 자산의 수익률 벡터가 $r \in \mathbb{R}^n$ 로 표현되고, 무위험 수익률(risk-free rate) r_f 이 존재 할 때, 이 각각의 자산에 투자하는 포트폴리오 $w \in \mathbb{R}^n$ 가 존재할 때 이 포트폴리오의 샤프 지수는 다음과 같다.

$$\text{Sharpe Ratio}(w) = \frac{\mathbb{E}(w^T r) - r_f}{\text{Std}(w^T r)}$$

여기서 $\mathbb{E}(w^T r)$ 는 투자 포트폴리오의 기대 수익률이며, $\text{Std}(w^T r)$ 는 투자 포트폴리오 수익률의 표준편차를 의미한다.

본 분석에서는 미국 ETF 시장에 상장된 ETF들을 종류 별로 분류하고, 한국 ETF 시장에 추가 되었을 시 최대 샤프 지수 변화 분석을 통해 효율적인 ETF 국내 도입 방안을 도출해낸다. 최대 샤프 지수가 높을수록 해당 시장에서 얻을 수 있는 위험 대비 수익이 높다고 할 수 있다. 반대로 최대 샤프 지수가 낮다면 그만큼 해당 시장에서 얻을 수 있는 위험 대비 수익이 제한적이다.

3.2 샤프 지수 최대화 모형

임의의 n 개 자산의 수익률 벡터가 $r \in \mathbb{R}^n$ 와 같이 표현된다고 가정하자. 이 수익률 벡터의 평균과 공분산을 각각 $\mathbb{E}(r) = \mu$, $\text{Cov}(r) = \Sigma$ 로, 그리고 n 개 자산에 대한 투자 포트폴리오를 $w \in \mathbb{R}^n$ 로 표현했을 때, 샤프 지수(Sharpe ratio)를 최대화하는 자산 배분 결정 문제는 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\max_w \frac{w^T \mu - r_f}{\sqrt{w^T \Sigma w}} \quad (3)$$

$$\text{subject to} \quad \mathbb{1}^T w = 1$$

w = portfolio weight vector

μ = expected return vector of n securities

Σ = return covariance matrix of n securities

r_f = risk-free rate

$\mathbb{1}$ = n -dimensional vector of ones

하지만 위 식은 컨벡스 최적화 문제에 속하지 않기 때문에, 일반 solver로 풀었을 때 해답의 최적성(optimality)을 보장할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 Iyengar and Kang(2005)에 제시된 샤프 지수 최대화 문제의 convex reformulation을 활용하였으며, 이는 식 (4)와 같이 나타내어진다.

$$\max_{y,t} \mu_c^T y \quad (4)$$

$$\text{Subject to} \quad \mathbb{1}^T y = t$$

$$t \geq 0$$

$$y^T \Sigma y \leq 1$$

$\frac{y}{t}$ = portfolio weight vector

μ_c = excessive expected return vector of n securities

Σ = return covariance matrix of n securities

여기서 결정변수 y 는 n -차원 실수 벡터이며, t 는 0보다 크거나 같은 실수이다. 위 식은 QCQP(Quadratically Constrained Quadratic Programming) 문제로 컨벡스 최적화 문제이기 때문에, 일반 solver를 통해 풀어도 매우 효율적으로 해답을 찾을 수 있으며 그 해답의 최적성이 보장된다. 본 연구에서는 ETF의 공매도(short-selling) 거래가 불가능하다는 가정 하에 weight vector의 모든 요소가 0 이상이라는 조건문(constraint)을 추가하였다. 실제 금융시장에서 공매도가 불가능한 것은 아니나, 많은 제약조건이 있어 그 물량이 많지 않을뿐더러 한국 시장에서는 공매도에 대한 규제가 더욱 강한 편이다. 따라서 공매도를 허용하는 것 보다는 공매도를 허용하지 않는 것이 보다 현실적인 결과를 낼 수 있을 것으로 판단하였다.

3.3 데이터

분석 기간은 2015년 1월부터 2016년 6월까지로 비교적 최근 시장 상황을 반영할 수 있도록 설정하였다. 한국과 미국 ETF 데이터는 제 2장 분석과 마찬가지로 Thomson Reuters Datastream을 통해 수집하였으며, 미국 ETF 시장을 추종 기초자산에 따라 크게 채권, 원자재, 외환, Diversified Portfolio, Alternative ETFs, 부동산, 주식, 변동성으로 분류하고, 이 그룹을 더 세부적인 59개의 그룹으로 나누었다. 59개 세부 그룹에는 해당 그룹에 속하는 ETF 중 5개 이내의 대표적인 ETF를 선별하였다. <Table 4>는 ETFDB.com의 미국 ETF 분류를 바탕으로 미국 ETF 시장을 세부 그룹으로 분류한 것이다. 본 연구의 목적이 한국 ETF 시장에 도입이 필요한 미국 ETF를 선별하는 것이기 때문에, 한국에 이미 상장 되어있거나 분석기간 이후 최근에 상장된 ETF들과 동일한 기초자산을 추종하는 미국 ETF들은 그룹 선정에서 미리 배제하였으며 <Table 4>에 따로 표시하였다.

한국 ETF 시장의 경우, 시장의 상황상 조금 다르게 접근하여야 한다. Jeon(2016)에 언급되어 있듯이 한국은 미국 ETF 시장처럼 다양한 카테고리에 ETF들이 충분히 채워져 있지 않다. 따라서 미국과 같이 세부 그룹을 직접 나누기보다는, 제 2.1절에서 미국 ETF 시장에 적용 했듯이 k-means clustering을 사용하여 세부 그룹을 선정하는 것이 더 효과적이라고 판단하였다. 이를 통해 한국 ETF 시장에 대해서는 총 50개의 충분한 수의

Table 4. U.S. ETF Market Classification

Bond/Fixed income(10)
(US) Corporate Bonds, Government Bonds(short-term), Government Bonds(long-term)**, Inflation Protected Bonds, Mortgage Backed Security, Money Market, Total Bond Market, High Yield Bonds* (Others) Emerging Markets Bond, International Government Bonds
Commodity(4)
Agriculture*, Metals*, Oil & Gas*, Precious Metals*
Currency(5)
US Dollar*, British Pound, Canadian Dollar, Japanese Yen, Chinese Yuan
Diversified Portfolio(1)
Diversified Portfolio
Alternative ETFs(2)
Hedge Fund, Long-Short
Real Estate(2)
Global Real Estate, US Real Estate*
Equity (34)
(Style) Large Cap. Blend*, Large Cap. Growth, Large Cap. Value, Mid Cap. Blend, Mid Cap. Growth, Mid Cap. Value, Small Cap. Blend, Small Cap. Growth, Small Cap. Value (Industry) Alternative Energy, Building & Construction, Commodity Producers, Communications, Consumer Discretionary, Consumer Staples, Energy**, Financials*, Health & Biotech*, Industrials*, MLPs, Materials, Technology*, Transportation, Utilities**, Water (Region) Asia Pacific*. **, China*, Emerging Market*, Europe*, Global*, Japan*, Latin America*, Foreign Large Cap.*, Foreign Small & Mid Cap.
Volatility(1)
VIX

*Underlying assets that corresponding ETFs are introduced in Korea during the test period(In total 20).

**Underlying assets that corresponding ETFs are introduced in Korea after the test period(In total 4).

세부 그룹을 선정하였으며, 이는 전체 상장된 수의 1/4 수준으로 조정된 것이다. 총 100,000번의 k-means clustering을 실시하여 가장 나은 클러스터를 택하였으며, 반복적으로 시행해본 결과 각 그룹에 속하는 ETF 수 및 최대 샤프 지수가 거의 일정하게 나옴을 확인하였다.

3.4 분석 결과

최대 샤프 지수 측정은 제 3.2절에 설명된 모형을 통해 이루어졌으며, 2015년 1월 1일부터 2016년 6월 30일까지의 일별 수익률을 사용하였다. 무위험 수익률(risk-free rate)은 해당 기간 10년 한국 국고채 수익률을 기준으로 1.5%로 가정하였다.

한국 ETF 시장(50개 그룹)의 최대 샤프 지수를 먼저 계산하고, 한국에 상장되지 않은 미국 ETF 그룹을 하나씩 추가해보며 어떤 ETF 그룹이 한국 ETF 시장의 샤프 지수를 가장 크게

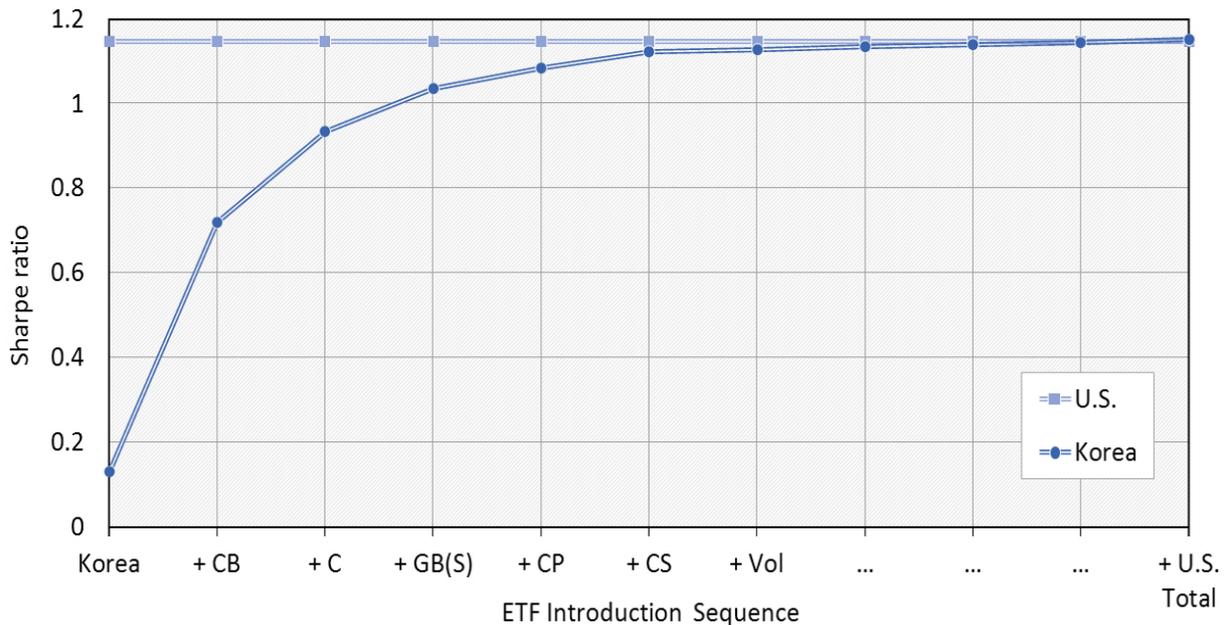
높이는지 분석해 보았다. 그리고 도입 효과가 가장 컸던 그룹을 한국 ETF 시장에 추가한 뒤, 또 다시 위의 과정을 반복하여 두 번째로 도입 효과가 큰 그룹을 찾고, 이를 또 반복하여 추가 도입 효과가 미미할 때까지 반복하였다. 그 결과는 <Table 5>와 <Figure 2>에 정리하였다.

한국과 미국 ETF 시장 내에서의 최대 샤프 지수는 0.131과 1.147로 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 미국 시장은 한국 시장에 비해 얻을 수 있는 위험 대비 수익이 훨씬 크며, 이는 곧 미국의 일부 ETF 그룹을 도입했을 시 한국 시장 역시 크게 발전할 여지가 있음을 의미한다. 미국의 ETF 그룹을 하나씩 추가해본 결과 샤프 지수를 가장 많이 증가시킨 것은 Bond/Fixed income에 속한 Corporate Bonds(CB), 즉 미국 회사채를 기초자산으로 하는 ETF 그룹이었다. 미국 회사채 ETF 그룹이 한국 시장에 추가 되었을 때 샤프 지수는 0.7211로 이는 기존 값에서 무려 0.5901만큼 증가된 수치이다.

Table 5. Optimal ETF Introduction Sequence

	Korea	+ CB	+ C	+ GB(S)	+ CP	+ CS	+ Vol	+ U.S. Total
Sharpe ratio	0.131	0.7211	0.9355	1.0364	1.0838	1.1224	1.129	1.1514
Increment	-	0.5901	0.2144	0.1009	0.0474	0.0386	0.0066	0.0224

CB : Corporate Bonds, C : Communications, GB(S) : Government Bonds(short-term), CP : Commodity Producers, CS : Consumer Staples, Vol : Volatility.



CB : Corporate Bonds, C : Communications, GB(S) : Government Bonds (short-term), CP : Commodity Producers, CS : Consumer Staples, Vol : Volatility.

Figure 2. Sharpe Ratios of Korean and U.S. ETF Market

미국 CB 그룹이 도입된 한국 ETF 시장에서 다음으로 도입 효과가 가장 큰 그룹은 Equity에 속한 Communications로, 미국 주식시장 중 통신사 산업군을 추종하는 ETF 그룹이다. 도입 시 최대 샤프 지수는 0.9355로 0.2144의 추가적인 증가량을 보였다. 다음으로 도입 효과가 큰 그룹은 Bond/Fixed income에 속한 Government Bonds(short-term)으로, 미국 단기 국채를 기초자산으로 하는 ETF 그룹이었다. 샤프 지수가 0.1009만큼 증가하여 최종 샤프 지수는 1.0364로 나타났다. 2015년 한국 ETF 시장에 미국 장기 국채를 기초자산으로 하는 ETF만 도입되었으나, 본 분석 결과를 볼 때 미국 단기 국채의 도입 역시 시장의 효율성을 크게 높여줄 것으로 기대된다.

그 외에는 Equity에 속한 Commodity Producers(원자재 생산), Consumer Staples(필수 소비재), 그리고 Volatility에 속한 VIX(변동성 지수)가 유의미한 도입 효과가 있는 것으로 나타났다. 이후 나머지 그룹의 경우 샤프 지수의 측면에서는 도입 효과가 미미하여 생략하였다. 미국의 모든 그룹을 다 도입하였을 시에는 샤프지수 1.1514로 미국 ETF 시장의 샤프지수 1.147보다 근소하게 더 높아지는 것을 확인할 수 있다. 이는 미국 시장의 모든 ETF 그룹을 도입할 시 오히려 한국 시장에 상장된 종목 중에 미국 시장에 상장되지 않은 ETF가 존재하기 때문이다.

위 결과를 바탕으로 한국 ETF 시장에서 미국 ETF 그룹 추가 도입에 따른 효율적 경계선(efficient frontier)의 변화를 분석해 보았다. 효율적 경계선은 현대 포트폴리오 이론의 가장 상징적인 개념 중 하나로, 수익률-위험도 평면에서 가능한 모든 투자 포트폴리오들 중 가장 좌상단에 위치한 투자 포트폴리오들의 집합이다. 현대 포트폴리오 이론에서 투자 포트폴리오는 투자 위험 대비 수익률에 의해 평가 되기 때문에, 효율적 경계

선에 위치한 투자 포트폴리오는 모두 동등하게 효율적인 투자이며, 투자자의 위험 성향에 따라 효율적 경계선 내에서 최적의 포트폴리오를 선정하게 된다.

<Figure 3>은 기존 한국 ETF 시장, CB와 C 그룹이 포함되었을 시, GB(S)와 CP가 포함되었을 시, CS와 Vol이 포함되었을 시, 그리고 마지막으로 미국 ETF 시장의 효율적 경계선을 나타내고 있다. 먼저 샤프지수 측면에서 가장 도입 효과가 큰 6개 그룹의 도입 시 효율적 경계선 역시 좌상단으로 크게 확장되는 것을 확인할 수 있다. 그러나 특히 흥미로운 점은 6개를 제외한 미국의 나머지 기초자산 그룹 ETF는 샤프지수 측면에서는 도입 효과가 미미한 것으로 보여졌으나, 효율적 경계선 측면에서는 그 도입 효과가 충분히 있는 것으로 나타났다. 보다 구체적으로, 기대수익률의 측면에서는 도입 효과가 미미하나, 위험도를 줄이는 측면에서는 도입 효과가 매우 컸다. 즉, 위 분석에서 선정된 6개 그룹 이외의 미국 ETF 그룹들을 도입하게 되면, 샤프지수 또는 기대수익률의 증가율은 크지 않겠으나, 동일한 기대수익률 대비 훨씬 안정적인 투자를 할 수 있는 가능성은 크게 높아진다고 할 수 있다.

제 2장의 분석을 통해 한국 ETF 시장이 미국 ETF 시장에 비해 시스템적 리스크에 취약하다는 것을 확인하였고, 제 3장의 분석을 통해 미국 ETF 시장에서 어떤 순서로 ETF를 도입하여야 시장의 효율성을 빠르게 증대시킬 수 있는지를 알아보았다. 본 분석은 단순히 수리적인 투자의 효율성을 기반으로 이루어진 분석으로, 실제 도입을 위해서는 투자자의 수요 등이 고려되어야 할 것이다. 하지만 본 분석을 통해 단 몇 개의 그룹을 추가 도입하는 것만으로도 한국 ETF 시장의 효율성이 크게 증가할 수 있다는 것을 보였으며, 이는 한국 ETF 시장이 다양성 측면에서 아직 많이 부족하다는 명백한 증거이다.

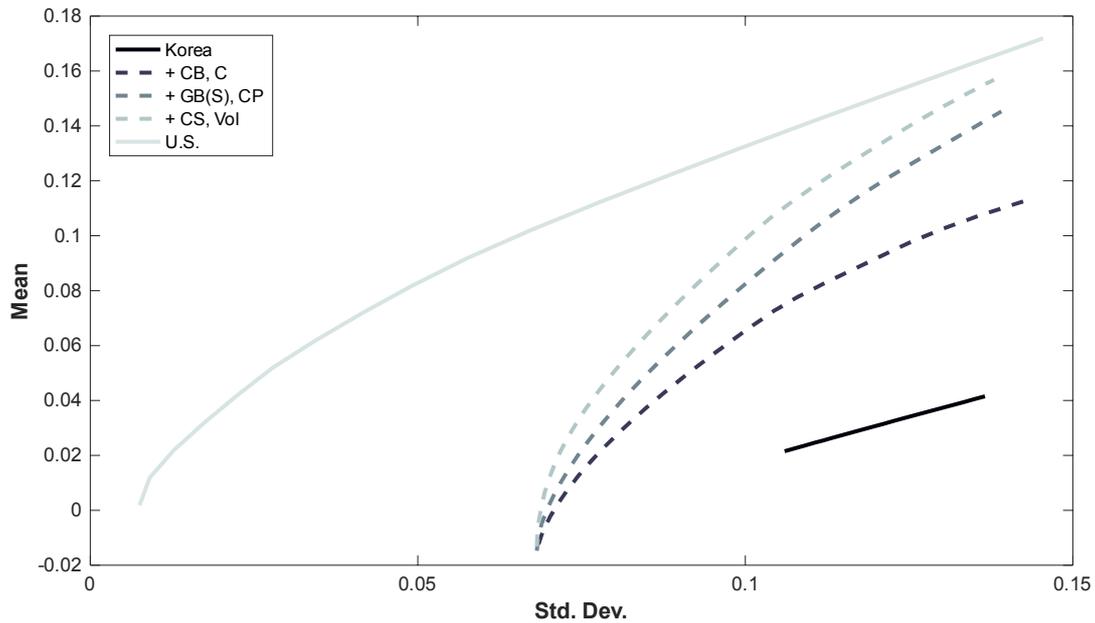


Figure 3. Efficient Frontiers of Korean and the U.S. ETF Markets

4. 결론

최근 고령화 사회, 저금리 기조, 퇴직연금 구조 변화 등의 사회적 환경 변화에 따라 자산규모가 크지 않은 일반 대중들을 위한 전문적인 자산 관리 서비스의 필요성이 높아졌다. 정보통신 기술과 금융 공학의 발전을 통해 해당 서비스를 획기적으로 낮은 수수료에 실제로 구현해 나가고 있는 로보 어드바이저 서비스가 급성장하고 있으며, 이는 소비자와 공급자 간의 필연적인 수요 공급 관계로 볼 수 있다. 또한 기술의 발전 외에도 로보 어드바이저 서비스를 실현시킨 중요한 한 축이 바로 적은 수수료로 안정적인 패시브 투자를 가능케 하는 ETF 자산이다. 미국 시장에서 로보 어드바이저 산업이 성공적으로 정착할 수 있었던 기틀이 바로 미국의 활성화된 ETF 시장이다.

따라서 본 연구에서는 미국과 국내 ETF 시장의 시스템적 리스크를 비교 분석함으로써, 국내 ETF 시장의 성숙도를 확인해보았다. PCA를 통한 실험 결과 국내 ETF 시장은 미국 ETF 시장에 비해 시스템적 리스크에 많이 노출된 상태였으며, 이는 상장된 ETF들의 다양성 부족으로 시장이 외부 또는 내부 충격에 굉장히 취약하다는 의미이다. 국내 ETF 시장은 본 연구에서의 전체 분석 기간인 2008년부터 2015년까지 항상 미국 ETF 시장보다 시스템적 리스크가 크게 높은 것으로 나타났다.

이는 로보 어드바이저 기술을 이용해 ETF 시장에 분산 투자를 하더라도 투자자들에게 충분한 리스크 관리를 제공할 수 없음을 시사하며, 국내 ETF 시장의 질적, 양적 성장을 위해 시장의 시스템적 취약성을 보완할 수 있는 새로운 ETF들이 도입되어야 점을 보여주는 결과였다. 따라서 본 연구에서는 국내 ETF 시장을 가장 효율적으로 발전시킬 수 있는 최적 ETF 도입 순서를 현대 포트폴리오 이론을 기반으로 도출해보았다. 그

결과 국내 ETF 시장을 위험 대비 수익 면에서 가장 크게 발전시킨 ETF 6개는 순서대로 각각 미국 회사채, 미국 통신 산업군, 미국 단기 국채, 미국 원자재 생산 산업군, 미국 필수 소비재 산업군, 그리고 미국 변동성 지수를 기초자산으로 하고 있었다. 그러나 그 외의 그룹 역시 국내 도입 시에 안정적인 포트폴리오 구성에 큰 도움이 된다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구는 국내 ETF 시장의 발전 정도에 대해 상장 종목의 종류와 개수만을 두고 선진 ETF 시장과 비교하는 단순한 양적인 비교 분석이 아닌, 계량적 방법론들을 통해 시스템적 리스크를 분석함으로써 질적인 비교 분석을 하였다. 그 의의가 있다고 할 수 있겠다. 뿐만 아니라, 추가 도입이 필요한 종목 역시 현대 포트폴리오 이론에 입각해 시장의 효율성을 가장 빠르게 높일 수 있는 방향으로 도출하였기 때문에, 더욱 의미가 있는 결과라고 할 수 있겠다. 물론 금융 당국과 ETF 공급자 입장에서는 본 연구의 분석 이외에도 투자자의 수요와 실제 도입에 필요한 노력이 고려되어야 할 것이다. 국내 ETF 공급자 입장에서 로보 어드바이저가 크게 성장한다면 미래 ETF 수요의 상당 부분을 담당하게 될 산업이기 때문에, 단순히 현재의 수요를 기반으로 단기적인 관점에서의 추가 도입보다는, 로보 어드바이저가 ETF 시장 내에서 보다 더 효율적인 투자를 할 수 있도록 장기적인 관점에서 종목을 늘려가는 것이 중요할 것이다.

참고문헌

- Acharya, V., Pedersen, L., Philippon, T., and Richardson, M. (2011), Measuring systemic risk, *Unpublished working paper*, New York University.

- Adrian, T. and Brunnermeier, M. K. (2016), CoVaR, *American Economic Review*, **106**(7), 1705-1741.
- Bae, J.-K. (2016), ETF Solutions : An Evolution of Asset Allocation using ETFs, *Samsung Asset Management*.
- Billio, M., Getmansky, M., Lo, A. W., and Pelizzon, L. (2012), Econometric measures of systemic risk in the finance and insurance sectors, *Journal of Financial Economics*, **104**(3), 535-559.
- Gwak, G.-H. (2015), Institutional Investor's Fiduciary Duty, *Comparative Private Law*, **22**(2), 563-594.
- Huang, X., Zhou, H., and Zhu, H. (2012), Assessing the systemic risk of a heterogeneous portfolio of banks during the recent financial crisis, *Journal of Financial Stability*, **8**(3), 193-205.
- Iyengar, G. and Kang, W. (2005), Inverse Conic Programming with Applications, *Operations Research Letters*, **33**(3), 319-330.
- Jeon, K. (2016), ETF Managed Portfolio : Change the Framework of Asset Management, *Samsung Securities Report*.
- Choi, K. (2016), Financial Insurance, Change in the Investment Industry, *Joongang Daily*.
- Kim, J.-H. (2015), KB Knowledge Vitamin : Recent Changes in ETF Market in Korea and Abroad, KB Financial Holding Management Research Institute.
- Kritzman, M., Li, Y., Page, S., and Rigobon, R. (2010), Principal Components as a Measure of Systemic Risk, *Journal of Portfolio Management*, **37**(4), 112-126.
- Kwon, D.-G., Park, H. H., Kang, D. H., and Kim, M. J. (2012), Optimal Introductory Sequence of Hedge Fund Baskets in the Korean Market, *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, **38**(4), 254-257.
- Kwon, M.-G. (2015), Domestic ETF Market Status and Tasks, *Capital Market Review*, 2015, 93-103.
- Liu, H., Mulvey, J. M., and Zhao, T. (2015), A Semiparametric Graphical Modelling Approach for Large-scale Equity Selection, *Quantitative Finance*, **16**(7), 1-15.
- Park, S.-Y. and Lee, S.-J. (2015), Advisory Market Changes and Implications After the Implementation of the UK RDR, *Insurance Research*, **36**(1), 1-11.
- Skar, J., Lumb, R., Masood, S., and Conway, S. K. (2014), The Boom in Global Fintech Investment : A New Growth Opportunity for London, *Accenture Report*, **1**, 8-12.