

국내 은행부문의 시스템리스크 측정 및 자기자본규제의 유용성 평가

이성복*

한희준**

논문초록

본 논문은 조건부 청구권 모형을 기초로 극단치 이론과 Copula 함수를 이용하여 국내 은행부문의 시스템리스크를 측정하고, 이에 비교하여 시스템리스크 관리를 위해 도입한 거시건전성 감독 수단의 적정성을 평가함으로써 거시건전성 감독을 수행하는데 있어 유용한 정보를 제공하고자 있다. 시스템리스크 측정 결과에 따르면 국내 은행부문의 시스템리스크는 글로벌 금융위기, 유럽 재정위기 등과 같은 외부 요인과 경기취약업종의 부실화 등 국내 산업의 구조적인 특성이 결합할 경우 가장 크게 확대되는 것으로 나타났다. 시스템리스크 측정치와 은행이 적립해야 하는 자기자본 규모를 비교한 결과, 글로벌 금융위기 이후 도입된 거시건전성 감독 수단을 적용할 경우 자본의 과소적립 문제를 해소하는 것으로 나타나 새롭게 강화된 거시건전성 감독 수단의 효용성을 확인할 수 있었다.

주제어 : 시스템리스크, 거시건전성 감독, 조건부 청구권 모형, 은행부문, 글로벌 금융위기

JEL classificaton : C10, G18, G28

* 제1저자, 금융감독원 선임검사역, e-mail : seonbok.lee@fss.or.kr

** 교신저자, 성.균관대학교, 경제학과 부교수, e-mail: heejoonhan@skku.edu

I. 서론

금융시스템의 안정성은 거시경제정책과 금융감독정책을 통해 달성하여 왔다. 거시경제정책은 통화, 재정 등 거시정책수단을 사용하여 실물경제와 금융의 안정을 도모하여 왔으며, 금융감독정책은 미시건전성 감독 수단을 사용하여 개별 금융회사의 건전성을 확보함으로써 금융시스템의 안정성을 제고하는데 기여하였다. 그러나 글로벌 금융위기를 겪으면서 기존의 경제정책수단 또는 감독수단으로는 급격한 금융혁신과 과도한 위험추구로부터 비롯된 시스템적 불안 요인에 대하여 효과적으로 대응할 수 없다는 인식이 확산되었다.

이러한 배경 하에서 시스템리스크의 방지 또는 완화를 직접적이고 명시적인 목표로 하는 새로운 감독기능을 도입할 필요성이 있다는 주장이 제기되었고, 이에 따라 시스템리스크의 측정과 이를 기반으로 한 거시건전성 감독 기능을 크게 강화하게 되었다¹⁾. 시스템리스크의 측정 및 관리의 중요성이 부각되면서 시스템리스크의 정의 및 측정 방법 등에 대해 활발한 논의가 이루어졌으며 다양한 시스템리스크 측정 방법론들이 개발되고 점점 더 정교해지고 있다.

시스템리스크 측정 방법에 대한 초기 연구는 Adrian and Brunnermeier (2008)가 고안한 CoVaR(Value-at-Risk)나 Lehar (2005)가 이용한 조건부 청구권 모형(contingent claim approach) 등이 대표적이다. 이들 모형은 기존의 리스크 측정 모형을 확장한 것으로 활용 측면에서는 편리함이 있으나, 손실분포의 두꺼운 꼬리(fat tail), 금융회사간 상호의존성 등 시스템리스크의 특성을 설명하는데 한계점이 있어 이러한 문제점을 해결하기 위해 다양한 형태의 시스템리스크 측정 방법이 개발되고 발전해 왔다.

한편, 거시건전성 감독 기능이 강화되면서 시스템리스크 방지를 위해 다양한 거시건전성 감독 수단들이 도입되었다. 이에 금융감독 당국은 경기대응완충자본, 자본보전완충자본, 시스템적으로 중요한 금융회사(SIFI) 규제 등과 같은 거시건전성 감독 수단들을 통해 기존의 자기자본 규제에서 적립해야하는 자본규모에 추가적으로 더 많은 자본을 적립하도록 요구하고 있다. 따라서 거시건전성 감독 수단을 통해 추가로 적립한 자본규모가 위기상황에 시스템리스크가 증가하면서 발생하는 자본의 과소적립 문제를 해소하는지 여부를 판단하는 것은 거시건전성 감독 정책을 수립하고

1) IMF/BIS/FSB(2009)는 글로벌 금융위기 이후 시스템리스크 관리의 중요성이 부각되면서 시스템리스크를 '금융시스템의 전반적 또는 부분적 손상으로 인해 금융서비스의 공급에 중단(disruption)이 발생하고, 이로 인해 실물경제에 심각한 손실이 초래될 수 있는 리스크'로 정의하였고, 거시건전성 감독의 목표를 시스템리스크에 대한 직접적인 통제를 통해 실물경제 손실을 최소화하는 것으로 설정하였다.

시스템리스크는 시계열 관점과 횡단면 관점에서 인식할 수 있다. 시계열 관점에서는 금융과 실물 경제간 상호작용을 통해 리스크가 증폭되는 금융의 경기순응성(procyclicality)이 중요한 관심사항으로 경기대응완충자본, 자본보전완충자본, 레버리지 비율 등의 거시건전성 감독 수단이 있다. 횡단면적 관점에서는 금융회사의 쏠림현상, 상호연계성 등으로 인한 개별 금융회사가 금융시스템 전체에 미치는 영향이 중요한 관심사항으로 이를 위해 개별 금융회사가 금융시스템 전체 위협에 미치는 정도를 파악할 수 있는 도구가 필요하게 된다. 시스템적으로 중요한 은행(systemically important financial institution, SIFI) 규제 등의 거시건전성 감독 수단이 있다.

운영하는데 있어 매우 중요한 과정이라고 볼 수 있다.

그러나, 기존 관련 연구에서는 시스템리스크 측정 방법에 대한 연구가 활발하게 이루어졌지만, 측정된 시스템리스크에 비교하여 시스템리스크 관리를 위해 도입된 거시건전성 감독 수단의 적정성 여부를 평가하는 연구는 미흡하였다. 이에 본 논문에서는 국내 은행부문의 시스템리스크 규모를 측정하고, 이와 비교하여 시스템리스크 관리를 목적으로 도입된 거시건전성 감독 수단의 적정성을 평가함으로써 금융감독 업무를 수행하는데 필요한 정책적 함의를 도출하고자 한다. 본 논문은 Merton 모형(1974)을 발전시킨 Gray and Jobst (2013)의 방법을 기초로 시스템리스크를 측정한다. Gray and Jobst (2013)은 개별 금융회사별 예상손실의 일반화 극단치 분포(generalized extreme value distribution)를 금융회사간 극단적 의존성 함수와 결합하여 다변량 결합분포를 생성하고 시스템리스크 규모를 추정한다. 다만, 본 논문에서는 금융회사간 의존성 구조를 반영하기 위해 복잡하고 이해하기 어려운 극단적 의존성 함수 대신 최근 금융 분야에서 자주 사용하고 있는 Copula 함수를 이용한다.

본 논문의 시스템리스크 측정 결과에 따르면 글로벌 금융위기 기간과 글로벌 금융위기 직후 국내 경기취약업종의 부실화가 현실화되는 시점에 가장 높은 시스템리스크 측정치를 보여주고 있어 글로벌 금융위기, 유럽 재정위기 등과 같은 외부요인이 국내 산업의 구조적인 특성 등과 같은 내부요인과 결합할 때 시스템리스크가 급증한다는 것을 보였다. 또한, 글로벌 금융위기 이후 도입된 거시건전성 감독 수단을 적용할 경우 은행부문에 축적된 자기자본 규모가 위기상황에서의 시스템리스크 측정치를 상회하고 있어 새롭게 도입된 거시건전성 감독 수단이 기존 금융감독 규제에서 발생하는 자본의 과소적립 문제를 해소하는데 효과적인 수단임을 확인할 수 있었다.

본 논문은 시스템리스크를 측정하고 관리하는데 있어 다음과 같은 유용성과 의의를 지닌다. 시스템리스크 측정 차원에서는 BIS 자기자본비율 산출시 신용리스크 측정방법이 Merton 모형에 근간으로 하고 있어 시스템리스크 측정에 Merton 모형을 이용할 경우 금융규제와 일관성을 유지할 수 있다²⁾. 손실분포의 두꺼운 꼬리(fat tail), 금융회사간 상호의존성 등 시스템리스크 특성을 반영하기 위해 극단치 이론, Copula 함수 등 보편화된 방법론을 사용함으로써 감독당국 입장에서 활용하기 용이하다. 데이터 존재 여부에 따라 다양한 권역으로 확장 및 통합 관리가 용이하여 거시건전성 감독 수단으로 활용성이 높다. 한편, 시스템리스크 관리 측면에서는 시스템리스크 규모의 추이 분석을 통해 시스템리스크를 인식하고 조기경보 기능을 수행할 수 있고, 시스템리스크 규모와 개별 금융회사의 전체 자본 규모를 직접 비교·분석하여 자본의 과소적립 여부 및 추가 적립 필요성 등을 판단함으로써 거시건전성 감독시 선제적으로 대응할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 제2장은 관련 문헌연구를 살펴보고, 제3장은 본 연구에서 사용하는 세부적인 시스템리스크 측정 방법론을 설명한다. 제4장은

2) BIS 자기자본비율은 Merton (1974), Vasicek (1977)에 기반한 위험가중치함수를 적용한다(<부록 3> 참고).

시스템리스크 측정치를 통해 국내 은행부문의 위기상황을 살펴보고, 각 은행의 시스템리스크에 대한 공헌도를 분석한다. 그리고 금융 위기상황에 대비하여 보유해야 하는 자본, 새로 도입된 거시건전성 감독 수단 등을 시스템리스크 측정치와 비교·분석하여 거시건전성 감독 수단의 적정성을 평가한다. 제5장은 본 논문의 연구 결과를 요약하고 추후 연구 방향에 대해 기술한다.

II. 문헌연구

시스템리스크 측정에 대한 연구방향은 크게 축약형(reduced form) 접근법과 조건부 청구권 접근법으로 구분할 수 있다. 축약형 접근법은 해당 금융회사의 재무구조에 대한 정보 없이 주가 또는 자산 수익률, CDS 스프레드 등 시장정보에 의존하여 시스템리스크를 측정한다. 이에 반해 조건부 청구권 접근법은 구조형(structural form) 접근법이라고도 하는데 Merton (1974) 모형을 이용해 자산가치 변화, 레버리지 비율 등과 같은 구조적인 요인에 의존하여 추정하는 방법이다.

축약형 접근법의 경우 금융시장 상황이 즉각적으로 시장정보에 반영되어 있어 리스크 측정을 통한 적시성 있는 판단이 가능하다는 장점이 있으나, 국내 금융시장과 같이 효율성이 떨어질 경우 잡음(noise)이 포함되어 있는 시장정보를 사용하게 되어 리스크 측정이 왜곡될 수 있다. 이와 달리 조건부 청구권 접근법은 재무정보를 주가정보와 함께 사용하고 있어 시장상황을 적시에 반영하기에 다소 제약이 있으나, 재무정보에 위험에 노출된 익스포저가 구체적으로 나타날 수 있어 정확한 시스템리스크 측정이 가능하다.

축약형 접근법에는 Adrian and Brunnermeier (2008), Chan-Lau (2010) 등의 방법론들이 있다. Adrian and Brunnermeier (2008)은 금융회사 자산수익률에 대한 분위수 회귀분석을 통해 CoVaR를 추정하고 금융권간 리스크 확산효과를 측정하였다. Chan-Lau (2010)는 금융회사의 자산수익률 대신 CDS 스프레드 또는 예상부도율을 통해 CoVaR와 유사한 방법으로 CoRisk를 계산하여 시스템리스크를 측정하였다.

조건부 청구권 접근법에는 Lehar (2005), Gray, Merton and Bodie (2006), Gray and Jobst (2013) 등의 방법론들이 있다. Lehar (2005)는 금융시스템 내 다수의 금융회사가 동시에 부도가 발생하는 사건을 시스템리스크 사건으로 간주하고, Merton 모형을 통해 은행시스템의 일정 부분에서 동시에 부도가 발생할 확률을 계산함으로써 시스템리스크를 측정하고자 하였다. Gray et al.(2006)도 유사한 방법을 국가 경제의 각 권역으로 확대함으로써 국가 및 각 권역간 시스템리스크를 측정할 수 있는 방안을 제시하였다. Gray and Jobst (2013)은 Merton 모형(1974)을 통해 개별 금융회사의 예상 손실(expected loss)을 산출하고, 극단치 이론(extreme value theory)과 극단 의존성 구조(dependence structure)를 반영한 결합확률분포를 생성하여 시스템리스크를 추정하였다.

한편, 국내에서의 시스템리스크에 대한 연구로는 김진호·김윤정(2010), 이승환(2011), 김진호(2013), 문혜정(2013) 등이 포함된다. 김진호·김윤정(2010)은 국내 은행, 저축은행 및 증권사에 대한 주별(weekly) 자료를 이용하여 분위수 회귀분석을 통해 CoVaR를 측정하고 금융회사간 리스크 확산효과를 비교·분석하였다. 이승환(2011)은 CoVaR의 문제점인 극단의존성에 대한 측정오류를 해결하고자 금융회사의 재무건전성 정보를 이용하는 조건부 청구권 모형을 활용하여 금융회사의 부도가 다른 금융회사의 도산에 미치는 영향을 나타내는 CoPD를 추정하여 은행부문의 시스템리스크 측정하였다. 김진호(2013)은 Merton 모형을 근간으로 시스템리스크를 측정하고 1997년 외환위기(은행)와 2007년 글로벌 금융위기(은행지주회사)를 비교·분석하였다. 이때 시스템리스크는 분기별(quarterly) 재무정보를 보간법을 통해 주별(weekly) 자료로 전환한 후 주가 정보와 결합하여 개별 금융회사의 리스크량을 산출하고, 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 금융회사의 자산수익률간 상관관계를 고려한 결합분포를 생성하여 시스템리스크를 측정하였다. 문혜정(2013)도 국내 은행에 대하여 Merton 모형을 이용하여 예상손실을 산출한 후 극단치 이론(extreme value theory) 및 Copula를 적용하여 시스템리스크 측정하고, 스트레스 테스트를 실시하였다. 이때 최종 예상손실은 분기별 재무정보를 일별(daily)로 전환한 후 주가정보와 결합하여 산출한 예상손실과 CDS 스프레드를 이용해 산출한 예상손실을 평균하여 산정하였다. 다만, 최공필(2011)은 국내 은행의 CDS 스프레드에 대하여 과거에는 CDS 거래 규모가 매우 작고, 평상시 국가 CDS 스프레드와 국내 은행 CDS 스프레드의 격차가 거의 없는 등의 문제점이 있어 시스템리스크 측정시 개별 은행의 CDS 정보를 활용하는데 한계가 있다고 지적하였다.

Ⅲ. 시스템리스크 측정 방법

1. 개요

본 논문의 시스템리스크 측정방법은 Gray and Jobst (2013)과 문혜정(2013)의 방법을 준용한다. 먼저 Gray and Jobst (2013)에 따라 Merton 모형을 통해 예상손실을 산출하고, 극단치 이론(extreme value theory)을 통해 개별 은행의 **한계확률** 분포를 추정한다. 그리고 문혜정(2013)에 따라 금융회사간 상호의존성을 반영하기 위하여 Copula 함수를 적용한다.

본 논문의 시스템리스크 측정 방법과 기존 연구와 차이점은 다음과 같다. 첫째, 시스템리스크 측정치의 적정성을 확보하기 위하여 국내 개별 은행의 CDS 스프레드는

반영하지 않는다. CDS 스프레드는 과거 CDS 시장이 활성화되지 않아 2009년부터 사용이 가능하여 측정상 제약이 존재하고, 최공필(2011)의 지적에 따르면 국내 은행의 CDS 스프레드를 사용할 경우 시스템리스크 측정치의 적정성이 저하될 우려가 있다. 둘째, 조건부 청구권 모형을 활용할 때 분기별 재무정보는 주별 자료로 전환하여 사용한다. 시스템리스크 측정을 보다 정확하게 측정하기 위해서는 고빈도 자료(high frequency data)를 사용하는 것이 바람직하나 재무정보는 분기별로 공시하고 있어 분기별 재무정보는 김진호(2013)와 같이 주별 자료로 전환하여 사용한다. 셋째, 다양한 형태의 Copula 함수를 이용하여 시스템리스크를 측정하고 비교·분석함으로써 시스템리스크 측정치의 강건성(robust)을 확인하였다. 넷째, 과거 10년 이상의 장기간 자료를 이용하고 있어 국내 은행산업의 위기상황 변화에 따라 시가변적(time-varying)으로 시스템리스크를 분석하는데 유용하다.

본 논문에서 사용한 시스템리스크 측정 절차 및 세부적인 측정 방법은 다음과 같다. 먼저, 조건부 청구권 모형을 이용하여 개별 은행의 예상손실을 산출한다. 조건부 청구권 모형은 추가정보, 재무정보, 무위험이자율 등을 사용하여 예상손실을 추정하며, 예상손실 추정시 분기별로 공시하는 재무정보는 보간법을 이용하여 주별 자료로 전환하고 다른 정보와 일대일로 대응하여 추정하였다. 다음은 개별 은행의 예상손실에 대하여 극단치 이론을 적용하여 한계확률분포를 추정한다. 개별 은행별로 추정한 예상손실 자료는 과거 52주 단위를 표본으로 하여 매 시점의 표본을 이동하면서(rolling window) 극단치 이론을 적용한 한계확률분포를 반복 추정하게 된다. 마지막으로 Copula 함수를 이용하여 매 시점별 개별 은행들의 예상손실 결합확률분포를 추정한다. 이때 상관계수행렬과 자유도를 통해 꼬리부분 의존도를 다양하게 구현할 수 있는 Student's t-copula를 사용한다. 그리고 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 매 시점별로 추정한 예상손실의 결합확률분포에서 1만개의 자료를 추출하고 전체 은행 부문의 예상손실분포를 생성하여 시스템리스크 측정치로서 VaR(Value at Risk) 및 ES(Expected Shortfall)를 산정한다.

시스템리스크 측정치로서 VaR는 주어진 신뢰수준 하에서 발생할 수 있는 최대 손실을 나타내고, ES는 VaR를 초과하여 발생할 수 있는 손실의 평균을 의미하며 VaR를 초과하는 경우를 고려하고 있어 VaR에 비해 좀 더 보수적인 지표라고 할 수 있다. 본 논문에서 VaR는 예상손실분포의 95퍼센타일(95th percentile) 그리고 ES는 VaR을 초과하는 모의자료의 평균치로 산출한다. 아래의 3.2절~3.5절에서는 시스템리스크를 측정하기 위해 활용된 조건부 청구권 모형, 극단치 이론, Copula 함수, VaR 및 ES에 대한 세부적인 사항들을 설명하고 있다.

2. 조건부 청구권 모형(Contingent Claim Approach)

Merton (1974)은 자기자본을 자산에 대한 옵션으로 이해하는 조건부 청구권 모형을 제시하였다. 조건부 청구권 모형은 옵션가격결정이론을 이용하여 기업의 신용

리스크를 측정하는 방법이며 자산가치가 부채가치에 미치지 못할 경우 부도로 가정하고 있다. 이에 순자산가치 및 자산수익률 변동성이 리스크 측정에 중요한 변수가 된다.

Merton의 조건부 청구권 모형은 기업의 자기자본(equity) 보유자가 기업의 부채를 상환하고 남아 있는 잔여 자산(residual asset claim)에 대해 콜옵션(call option)을 발행한 것으로 가정하고 있다. 총자산(A_t)은 보유하고 있는 총부채 시장가치(D_t)와 자기자본 시장가치(E_t)의 합과 같다. 따라서 총부채 시장가치(D_t)는 만기에 상환해야 하는 부채가치(default-free debt, 이하 'B')에서 부도위험으로 발생할 수 있는 예상손실(expected loss, 이하 PE(t))을 차감한 것과 같다.

$$D_t + E_t$$

$$D_t = B \exp(-r(T-t)) + PE(t)$$

(r : risk free rate, T : 만기시점)

총자산(A_t)이 만기시 상환하는 부채(B)보다 작아지면($A_t < B$) 부도(default)가 되며, 부도 이후의 자기자본은 0이 되므로 자기자본(E_t) 가치는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$E_t = \text{Max}(A_t - B, 0)$$

이때 자기자본(E_t)은 기초자산이 A_t 이고 행사가격이 B인 콜옵션의 가치와 동일한 것을 알 수 있으며 블랙-숄스 공식에 따르면 자기자본(E_t)의 가치는 다음과 같다.

$$E_t = A_t N(d_1) - B \exp(-r(T-t)) N(d_2)$$

) : 준정규분포의 누적확률분포

$$d_1 = \frac{\ln(A_t/B) + (r + \sigma_A/2)(T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = 1 - \sigma_A \sqrt{T-t}$$

따라서, 예상손실(PE(t))은 다음과 같이 정리할 수 있으며, 이때 예상손실은 부채에 대한 풋옵션(put option)의 가치와 동일하게 된다.

$$\begin{aligned}
E_t) &= A - B \exp(-r(T-t)) - E_t & (4) \\
&= A_t - B \exp(-r(T-t)) - A_t N(d_1) + B \exp(-r(T-t)) N(d_2) \\
&= B \exp(-r(T-t)) N(-d_2) - A_t N(-d_1)
\end{aligned}$$

풋옵션을 계산하기 위해서는 A_t 와 표준 편차 σ_A 이 필요하다. 그러나, 두 변수를 시장에서 관찰할 수 없다. 따라서 시장에서 관찰 가능한 E_t 와 σ_E 를 추정된 후, 이토 정리(Itô's lemma)로부터 다음의 관계가 성립함을 이용하여 A_t 와 σ_A 이 추정한다.

$$E_t \sigma = A_t \sigma_A N(d_1)$$

3. 극단치 이론(Extreme Value Theory)

극단치 이론은 관측들이 독립적이고 동일한 분포(independent and **identically** distributed)를 따른다고 가정한다. 또한, 분포의 꼬리 부분에 관한 정보를 이용하고 있어 분포의 꼬리지표(tail index)를 추정하기 위해서는 극단적인 관측치의 개수를 결정하는 것이 중요하다. 극단치 이론에 따르면 정규분포에 대한 중심극한정리와 유사하게 극한에서는 어떤 분포라도 동일한 분포가 된다. 즉, 표본의 크기가 증가 하면서 분포는 동일한 극한분포(limiting distribution)로 수렴하게 되며, 이때 극한 분포는 모수의 값에 따라 다음 세 유형으로 구분한다.

$$\text{Gumbel 분포} : F_\xi(x) = \exp(-\exp(-x)) \quad \text{if } x \geq 0, \xi = 0$$

$$\text{Frechet 분포} : F_\xi(x) = \exp(-x^{-1/\xi}) \quad \text{if } x \in [\mu - \sigma/\xi, \infty), \xi > 0$$

$$\text{Weibull 분포} : F_\xi(x) = \exp(-(-x)^{-1/\xi}) \quad \text{if } x \in (-\infty, \mu - \sigma/\xi], \xi > 0$$

위 3가지의 극한분포는 다음의 일반화된 극단치 확률분포함수(generalized extreme value distribution)로 결합하여 표현할 수 있다.

$$f_{\mu, \sigma, \xi}(x) = \frac{1}{\sigma} \left(1 + \xi \frac{(x - \mu)}{\sigma} \right)^{(-1/\xi) - 1} \exp - \left(1 + \xi \frac{(x - \mu)}{\sigma} \right)^{-1/\xi}$$

이때, 누적확률분포함수는 다음과 같다.

$$F_{\mu, \sigma, \xi}(x) = \exp \left(- \left(1 + \xi \frac{(x - \mu)}{\sigma} \right)^{-1/\xi} \right) \quad \text{if } 1 + \frac{(x - \mu)}{\sigma} \geq 0$$

$$\exp - \exp\left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right) \quad \text{if } x \in$$

따라서, 각 예상손실의 j 번째 개별 한계확률분포는 다음과 같다.

$$y(x) = \left(1 + \xi_j \frac{(x - \hat{\mu}_j)}{\hat{\sigma}_j}\right)^{(-1/\xi_j)} \quad \text{for } j = 1, \dots, m$$

이때, $1 + \hat{\xi}_j \frac{(x - \hat{\mu}_j)}{\hat{\sigma}_j} > 0$ 이며, 척도 모수($\sigma_j > 0$), 위치 모수(μ_j) 및 형태 모수($\xi_j > 0$)는 최대우도추정법을 이용하여 추정한다.

4. Copula 함수

Copula는 개별 확률분포와 다변량 결합확률분포를 연결시켜주는 함수로서 다양한 리스크가 결합되어 있는 어떠한 다변량 결합확률분포도 개별 리스크의 한계확률분포와 Copula 함수의 결합으로 표현할 수 있다. F 가 n 차원 결합분포함수를 나타내고 연속 한계분포함수를 F_1, \dots, F_n 이라고 할 때, Sklar (1959)에 따르면 모든 실수 x_1, \dots, x_n 에 대하여 다음 식을 만족하는 Copula 함수 C 가 존재 한다.

$$F(x_1, \dots, x_n) = C(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n))$$

이는 여러 확률변수들 각각의 한계확률분포를 알고 있을 때 Copula 함수에 이들의 한계확률분포를 대입하면 확률변수들의 결합분포를 나타낼 수 있다는 것이다. 즉 Copula 함수는 다변량 분포함수와 단일 변량 한계분포함수를 연결시켜주는 함수이며, 변수간 상관구조(dependence structure)에 관한 정보를 가지고 있음을 의미한다. 그리고 모든 $u = (u_1, \dots, u_n) \in [0, 1]$ 에 다음이 성립하는데,

$$C(u_1, \dots, u_n) = F(F_1^{-1}(u_1), \dots, F_n^{-1}(u_n))$$

이는 개별 변수들에 대한 결합확률분포를 알고 있을 때 이것을 이용하여 Copula 함수를 정의할 수 있다는 것이다. F_i^{-1} 은 단일 변량 한계분포함수 F_i 의 일반역함수를 의미한다.³⁾

본 논문에서 사용하고자 하는 Student's t Copula는 상관계수와 자유도를 추정하여 금융자료의 두꺼운 꼬리부분의 상호 의존성을 표현하는데 자주 이용되고 있다.

3) Copula에 대한 자세한 설명은 <부록 2>와 김명직 · 신성환(2003) 등을 참고하기 바란다.

먼저, 상관관계행렬이 R 이고 자유도가 ν 인 표준 다변량 Student's t 분포함수($t_{R,\nu}$)를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$t_{R,\nu}(x_1, \dots, x_n) = \frac{1}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)(\nu\pi)^{\frac{n}{2}}} \left| \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\nu} x^T R^{-1} x\right) \right|^{-\frac{\nu+n}{2}} dx_1 \dots dx_n$$

이때, 다변량 Student's t copula는 다음과 같이 정의한다.

$$C_{R,\nu}(u_1, \dots, u_n; R, \nu) = t_{R,\nu}(t_{\nu}^{-1}(u_1), \dots, t_{\nu}^{-1}(u_n))$$

단, t_{ν}^{-1} 는 t_{ν} 의 일반역함수를 나타낸다.

5. 시스템리스크 측정

시스템리스크 측정치로서 VaR 및 ES는 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 도출된 예상손실의 결합확률분포를 통해 산출한다. VaR는 손실을 나타내는 확률변수 X 가 누적분포함수 F 를 따른다고 할 때 누적분포함수 F 의 α -분위수(α -th quantile)로 정의한다. 이때 $0 < \alpha < 1$ ($\alpha = 0.95$) 이다

$$VaR_{\alpha} = \inf \{x; F(x) \geq \alpha\}$$

ES는 VaR_{α} 를 초과하는 손실의 평균값으로 일반적으로 다음과 같이 표현하다.

$$\begin{aligned} ES_{\alpha} &= E[X | X > VaR_{\alpha}] \\ &= \frac{1}{1 - F(VaR_{\alpha})} \int_{VaR_{\alpha}}^{\infty} (1 - F(x)) dx = \frac{1}{1 - \alpha} \int_{\alpha}^1 VaR_{\alpha} d\alpha \end{aligned}$$

IV. 분석 결과

1. 분석자료

시스템리스크 측정은 2016년 국내 시스템적으로 중요한 은행(Domestic Systemic Important bank, D-SIB)으로 선정된 4개의 일반은행을 대상으로 하였다.⁴⁾ [표 1]와 같이 분석대상 4개 은행의 총자산(1,137.6조원)은 국내은행 전체 총자산(2,224.7 조원)의 51.1%를 차지하고 있다, 또한, 일반은행 기준으로는 전체 총자산(1,418.2조원)의 79.8%를 차지하고 있어 국내 은행산업에서 분석대상 4개 은행이 차지하는 비중은 상당히 크다.

[표 1] 2016.3월말 기준 국내 은행의 총자산

(단위 : 조원)

구분	총자산	구성비(%)	
		국내은행 기준	일반은행 기준
우리	292.8	13.16	20.54
신한	265.1	11.92	18.60
국민	291.2	13.09	20.42
하나	288.6	12.97	20.24
일반은행계*	1,425.5	63.75	100.00
국내은행계**	2,240.8	100.00	-

* 일반은행계 : 시중은행(우리, 신한, 국민, 하나, SC, 씨티), 지방은행(부산, 경남, 광주, 전북, 제주, 대구)

** 국내은행계 : 일반은행, 특수은행(산은, 기업, 수출입, 농협, 수협)

분석에 사용된 자료는 2003년 2월부터 2016년 3월까지 각 은행의 시가총액, 부채의 장부가액, 국고채수익률(1년 만기) 등에 대하여 680건의 주별 자료를 사용하였다. 시가총액은 은행지주회사 소속 은행에 대해서는 지주회사 총자산 중 해당 은행 총자산이 차지하는 비중을 곱하여 사용하였다. 부채 장부가액은 만기 1년 미만은 유동부채, 1년 이상은 고정부채로 정의하고 유동부채와 고정부채의 1/2의 합으로 산출하였고, 분기별 부채의 장부가액은 주별 단위로 전환하여 시가총액, 국공채 이자율과 일대일로 대응시켰다.

분석대상 은행의 시가총액 및 부채의 장부가액은 [그림 1]과 같다. 시가총액 및 부채의 장부가액 규모는 4개 은행 모두 유사한 추이를 보이고 있다. 시가총액의 경우 2007년 이후 시가총액이 급격히 하락하였다. 한편, 글로벌 금융위기 기간인 2009년 3월부터 2009년 12월까지 다소 증가하는 모습을 보였으나 글로벌 금융위기 이전 시가총액의 1/2 수준에도 미치지 못하고 있는 상태이며, 이 상태가 최근까지 계속되고

4) 금융위원회는 2016년 국내 시스템적으로 중요한 은행(D-SIB)을 은행지주(신한, KB, 하나, 농협)와 은행(신한, 국민, 하나, 농협, 제주, 우리)으로 구분하여 선정하였다(단, D-SIB 은행지주 소속 자은행은 D-SIB은행으로 자동 선정됨). 이에 본 논문의 분석 대상은 D-SIB로 하고, 특수은행인 농협과 규모가 작은 제주은행은 제외하였다.

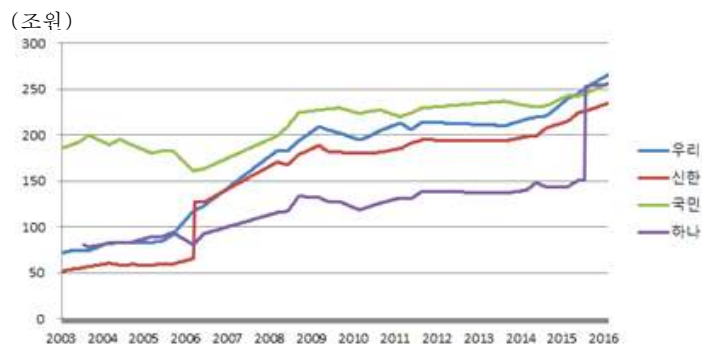
있다. 한편, 우리은행의 경우 글로벌 금융위기 이전에 다른 은행에 비해 높은 시가총액을 나타내고 있으나 글로벌 금융위기 기간 동안 가장 큰 폭으로 하락하였고, 2010년 이후에는 신한은행과 유사한 수준을 유지하고 있다. 부채의 장부가액의 경우 2006년부터 2008년까지 증가하는 모습을 보인 후 2014년까지 큰 변화가 없었으나 최근에 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. 한편, 분석대상 기간중 인수·합병을 경험한 신한은행 및 하나은행의 경우 인수·합병 시점을 기준으로 부채의 장부가액이 급격히 증가하고 있다⁵⁾.

[그림 1] 분석대상 은행의 시가총액 및 부채의 장부가액

< 시가총액 >



< 부채 장부가액 >



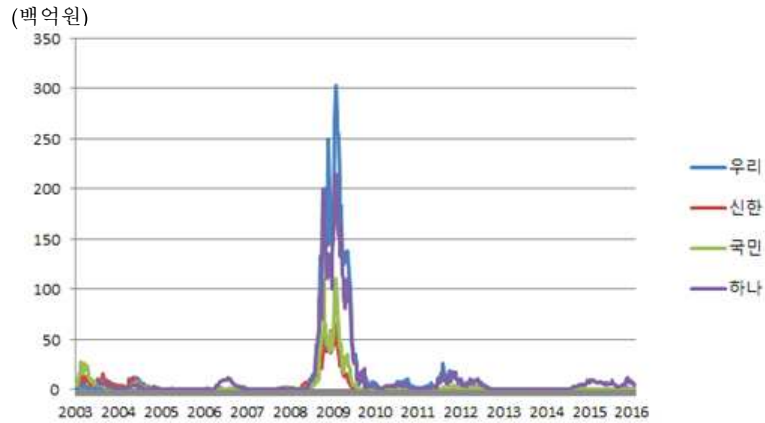
2. 예상손실 측정 결과

조건부 청구권 모형을 통해 산출한 예상손실 추정치는 [그림 2]과 같다. 예상손실 추정치는 글로벌 금융위기 기간에 가장 높은 수준을 보이고 있다. 또한, 유럽 재정 위기 기간에 해당하는 2011년 8월부터 2012년 2월까지 예상손실 추정치가 소폭 증가한 것을 발견할 수 있다. 각 은행별 예상손실 추정치를 비교해 보면 전반적인 추이는

5) 신한은행은 2006년 4월 조흥은행과 합병하였고, 하나은행은 2015년 9월 외환은행과 합병하였다.

유사하나 규모면에서는 다소 상이한 모습을 보인다.

[그림 2] 예상손실 추정치 추이



[표 2]에 따르면 각 은행의 기간별 예상손실 평균의 경우 우리은행 및 신한은행이 분석대상 전체 기간에서 상대적으로 높은 수준을 나타내고 있으나, 글로벌 금융위기 전·후로 기간을 나누어 비교하면 금융위기 이전에는 신한은행과 국민은행이 예상손실이 상대적으로 높았으나 글로벌 금융위기를 거치면서 최근까지 우리은행 및 하나은행의 예상손실이 현저히 높은 수준을 나타내고 있다.

[표 2] 각 은행의 기간별 예상손실 평균

	(단위 : 백억원)			
	우리	신한	국민	하나
전체 기간 (2003.2 ~ 2016.3)	12.9	3.2	4.2	11.5
글로벌 금융위기 이전 (2003.2 ~ 2008.9)	1.86	2.63	2.35	2.17
글로벌 금융위기 (2008.9 ~ 2009.6)	156.51	30.80	46.26	120.48
글로벌 금융위기 이후 (2009.7 ~ 2016.3)	4.71	0.35	0.69	5.44

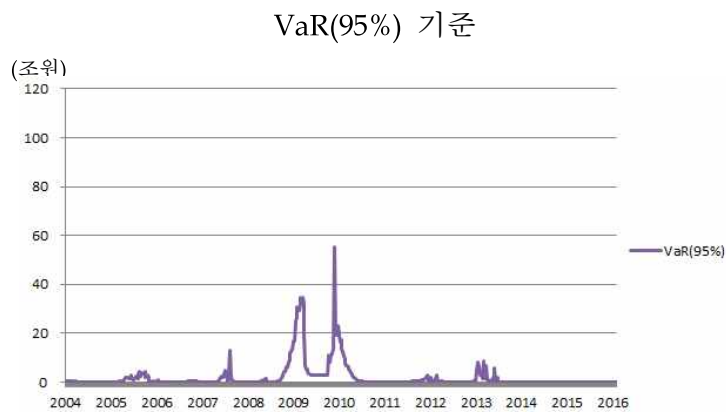
이는 각 은행의 포트폴리오 구성과 그에 따른 리스크 특성 등에 따른 것으로 우리은행 및 하나은행의 경우는 전반적으로 대기업 등의 여신 비중이 높아 신용편중 리스크가 크고, 파생상품 투자 실패와 KIKO 사태 등으로 대규모 손실을 시현한 경험이 있는 점 등이 반영된 것으로 보인다.

3. 시스템리스크 측정 결과

(1) 시스템리스크 측정치

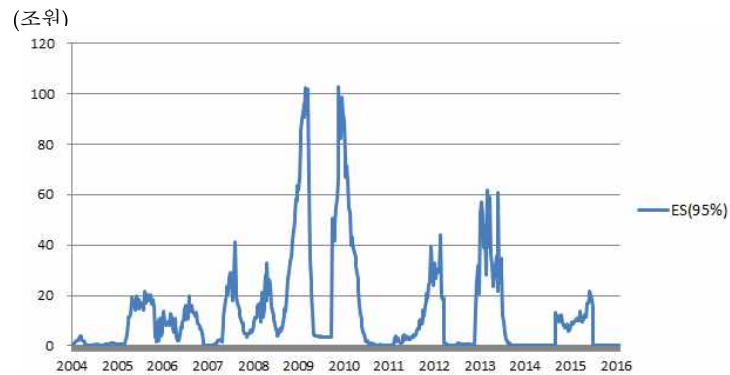
[그림 3]은 Student's t copula를 이용한 VaR 기준과 ES 기준의 시스템리스크 측정치 추이를 보여준다. VaR 기준 및 ES 기준의 시스템리스크 측정치는 가장 높은 시스템리스크를 보여준 시점에 다소 차이를 보이고 있다는 점을 제외하면 매우 유사한 양상을 보이고 있다. VaR 기준으로는 글로벌 금융위기 기간보다 2010년 전·후에 가장 높은 추정치를 보여주고 있으나, ES 기준으로는 글로벌 금융위기 기간과 2010년 전·후에 가장 높은 시스템리스크 측정치를 보여주고 있다. 한편, 본 논문의 결과는 글로벌 금융위기 직후에 가장 높은 시스템리스크 측정치를 보여주고 있는 기존의 연구(김진호(2013), 문혜정(2013))와는 다른 양상을 보이고 있다⁶⁾. 이러한 결과는 글로벌 금융위기 이후 국내 금융시장이 부정적인 영향을 받고 있는 가운데, 국내 건설업·조선업·해운업 등 경기취약업종의 부실화가 본격화되고 유동성이 악화된 일부 대기업의 구조조정이 시작되는 등 국내 산업의 상황 또한 악화되면서 나타난 것으로 판단된다.

[그림 3] 시스템리스크 측정치



6) 김진호(2013)는 1995년 1월부터 1999년 1월까지 은행에 대해 산출한 시스템리스크와 2002년 12월부터 2009년 12월 은행지주회사에 대해 시스템리스크를 비교·분석하였다. 문혜정(2013)는 2003년 1월부터 2013년 3월까지 은행의 시스템리스크를 측정하고 스트레스 테스트를 실시하였다.

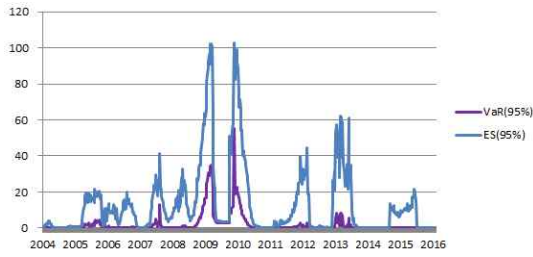
ES(95%) 기준



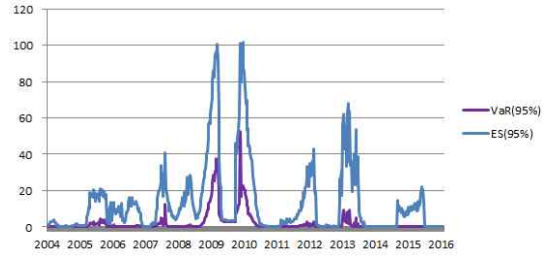
한편, 시스템리스크 측정치의 강건성(robust)을 평가하기 위해 Student's t copula 이외의 다른 Copula 함수들을 이용하여 산출한 시스템리스크 측정치를 비교하였다. [그림 4]은 Student's t-copula, Gaussian Copula, Clayton copula, Gumbel copula로 산출한 시스템리스크 측정치를 보여주고 있는데, Clayton Copula는 왼쪽 꼬리의 의존성을 증대시키는 특성으로 인해 다소 높게 나타나고 있으나 전반적으로 시스템리스크의 추이 및 규모 등이 유사한 형태를 보여주고 있다. 따라서 Student's t Copula를 통해 산출한 시스템리스크 측정치가 강건성(robust)을 확보하였음을 확인할 수 있다.

[그림 4] Copula 함수별 시스템리스크 측정치 비교

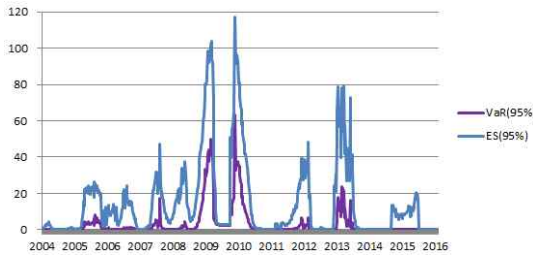
< Student's t Copula >



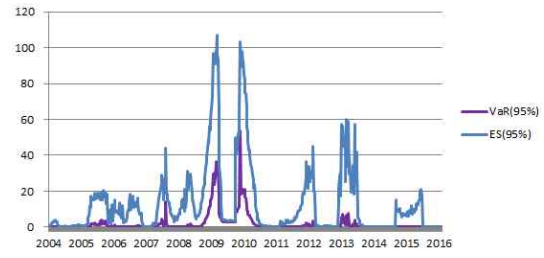
< Gaussian Copula >



< Clayton Copula >



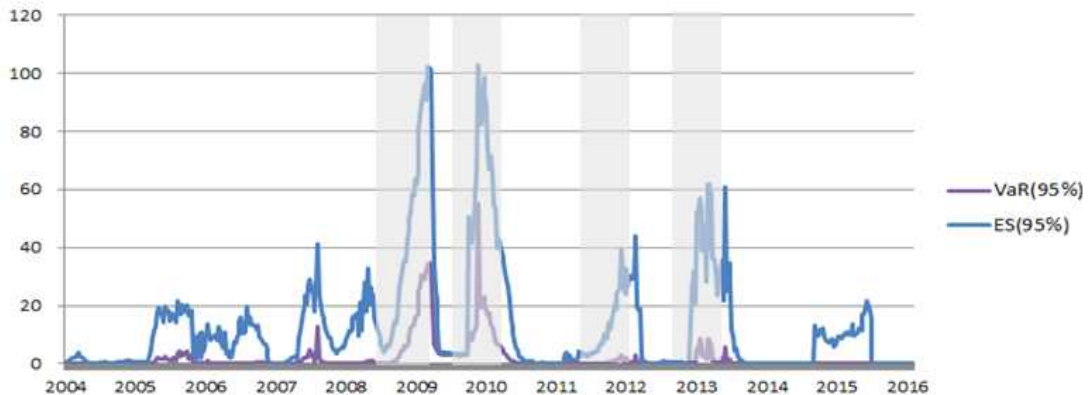
< Gumbel Copula >



[그림 5]는 국내 은행부문의 시스템리스크가 확대되는 시점을 보여준다. 시스템리스크 측정치는 2004년 이후 2008년, 2010년, 2012년, 2013년에 급증하는 것을 확인할 수 있다. 시스템리스크 측정치의 추이를 살펴보면 국내 은행부문의 시스템리스크는 글로벌 금융위기, 유럽 재정위기 등과 같은 외부요인과 국내 산업의 구조적인 특성 등과 같은 내부요인이 결합될 때 확대되는 모습을 볼 수 있다. 이는 시스템리스크 측정치가 시스템리스크의 확대 가능성에 대비하여 조기경보 기능을 수행할 수 있다는 것을 보여준다.

[그림 5] 국내 은행부문의 시스템리스크 확대 시점

(조원)



시스템리스크 측정치 추이를 자세히 살펴보면 2007년부터 불안정한 모습을 보이기 시작하며 글로벌 금융위기 기간에 급격히 상승한다. 2009년에는 다소 안정적인 모습을 보이나, 2009년 하반기부터 2010년 상반기까지 경기취약업종 부실화, 대기업 구조조정 등으로 인해 시스템리스크 측정치가 다시 급격하게 증가한다. 그리고 2011년~2012년에는 유럽의 재정위기 영향, 부동산 경기 침체에 따른 PF 대출의 부실 누적 등으로 시스템리스크가 증가하였으며, 2013년~2014년에는 은행 수익성이 최저 수준으로 악화된 상황에서 미국의 양적완화 축소 논의가 본격화됨에 따라 시스템리스크가 증가하였다.

(2) 시스템리스크에 대한 공헌도

은행부문의 시스템리스크에 대한 각 은행의 공헌도는 [표 3]와 같다. 먼저, VaR 기준으로 각 은행의 기간별 공헌도를 살펴보면 전체 기간에서는 우리은행의 비중이 가장 높고, 글로벌 금융위기 이전은 하나은행, 글로벌 금융위기 기간과 글로벌 금융위기 이후는 우리은행의 비중이 가장 높다. ES 기준에서는 전체 기간에서 신한은행의 비중이 가장 높고, 글로벌 금융위기 이전은 하나은행, 글로벌 금융위기 기간은 우리은행, 글로벌 금융위기 이후에는 신한은행의 비중이 가장 높다. 특히, 글로벌 금융위기 기간에서 VaR 및 ES 기준으로 우리은행과 하나은행의 공헌도가 상대적으로 높은 수치를 보이고 있는데 이는 우리지주와 하나지주가 상대적으로 높은 공헌도를 보이고 있는 김진호(2013)의 연구와 유사하다.

[표 3] 시스템리스크 측정치에 대한 각 은행별 공헌도

(단위 : %)

		우리	신한	국민	하나
전기간 (2004.8 ~ 2016.3)	VaR	39.85	12.28	11.96	35.91
	ES	24.49	30.00	18.66	26.85
글로벌 금융위기 이전 (2004.8 ~ 2008.9)	VaR	24.08	27.10	11.52	37.30
	ES	16.78	35.82	11.39	36.01
글로벌 금융위기 (2008.9 ~ 2009.6)	VaR	44.12	9.78	11.31	34.79
	ES	38.28	18.20	7.94	35.57
글로벌 금융위기 이후 (2009.7 ~ 2016.3)	VaR	39.69	11.72	12.32	36.27
	ES	20.01	34.46	26.30	19.23

한편, 전체기간에서 VaR 기준으로 공헌도가 가장 높은 우리은행의 경우는 글로벌

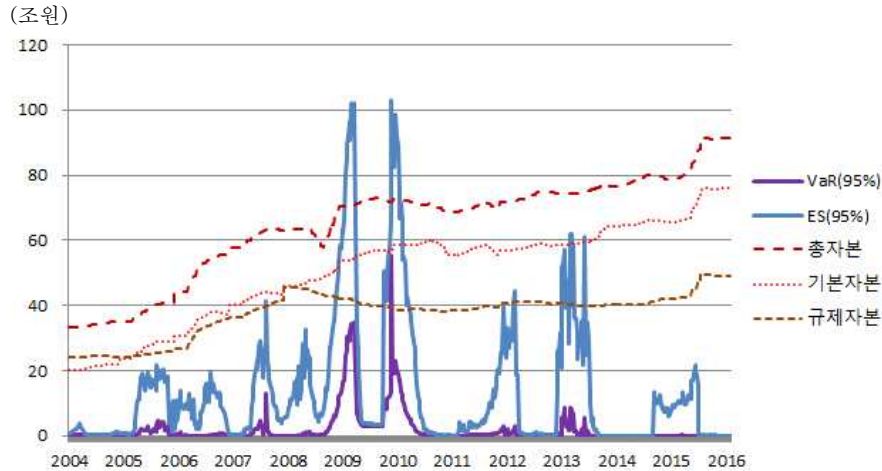
금융위기를 거치면서 신용과생상품에 대한 투자로 인해 대규모 손실을 겪었다. ES 기준으로 공헌도가 가장 높은 신한은행의 경우는 글로벌 금융위기 이전에는 부실은행을 인수·합병하고, 글로벌 금융위기 이후에는 경영진의 지배구조 문제로 인해 큰 혼란을 경험하였다. 이처럼 개별 은행의 특수한 상황과 거시경제적인 영향이 복합적으로 영향을 미쳐 시스템리스크를 증가시키는 요인으로 작용한 것을 알 수 있다.

(3) 기존 금융규제 관련 자본과 비교

일반적으로 은행의 리스크 측정치는 가용자본, 규제자본, 위험자본 등 다양하게 정의된 자본을 기준으로 리스크관리에 사용하게 된다. 가용자본은 실질적인 채무변제에 사용될 수 있는 자본으로 BIS 자기자본비율 산정시 분자 부문에 해당하는 자기자본을 의미한다. 자기자본은 계속기업 관점에 보유하는 기본자본과 청산 가정하에 손실흡수능력을 확보하기 위한 보완자본으로 구분한다. 규제자본은 금융당국에서 요구하는 최소한의 자본으로 BIS 자기자본비율의 분모 부문의 8%를 의미한다. 위험자본은 현재 자산의 위험에 대비해 실질적으로 필요한 자본을 의미하며 바젤 위원회가 제시하는 위험가중치함수(K-function)나 CreditMetrics 등의 방법론을 통해 추정한다. 아래에서는 시스템리스크 측정치와 은행이 관리하는 다양한 형태의 자본을 비교하여 은행들이 위기상황에서 충분한 자본을 보유하고 있는지 여부를 판단하고, 시스템리스크의 확대 가능성을 판단하는 기준지표인 신용/GDP 갭(Credit to GDP Gap)과 시스템리스크 측정치를 비교·분석한다.

[그림 6]에 따르면 자기자본 및 규제자본이 글로벌 금융위기 및 경기취약업종 부실화 시점의 시스템리스크 측정치를 하회하고 있다. 이는 위기상황에서 은행의 자본 과소적립문제가 유발되고 시스템리스크가 확대될 수 있다는 것을 보여주는 것으로 시스템리스크 관리 강화를 위해서는 기존 금융감독 규제를 보완할 필요가 있음을 나타낸다. VaR 기준의 시스템리스크 측정치는 전체 기간에서 자기자본 및 기본자본을 하회하고 있는 반면, ES 기준의 시스템리스크 측정치는 글로벌 금융위기 기간과 경기취약업종의 부실화가 본격화되는 기간에서 자기자본 및 기본자본을 상회하고 있다. 한편, 자기자본 및 기본자본은 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 자기자본의 경우 2008년 일시적으로 감소한 후 다시 증가하는 모습을 보이고 있다. 이는 글로벌 금융위기로 인해 손실이 확대되고 자기자본이 감소함에 따라 자본증권 발행 등을 통해 적극적으로 자본을 확충하는 노력을 기울인데 기인한다.

[그림 6] 자기자본 및 규제자본 비교

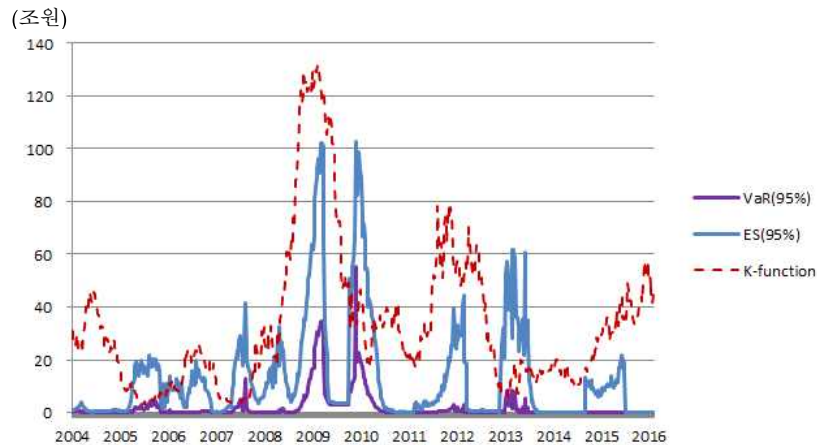


한편, 규제자본과 비교하여 VaR 기준의 시스템리스크 측정치는 경기취약업종이 부실화되는 시점에서 규제자본을 상회하나, 나머지 위기상황에서는 규제자본을 하회하고 있다. ES 기준의 시스템리스크 측정치는 유럽 재정위기 등이 발생한 시점에서 규제자본과 유사한 수준을 보여주나, 나머지 위기상황에서 규제자본을 상회하고 있다. 규제자본은 2008년까지 꾸준히 증가한 이후 소폭 감소한 뒤 일정 수준을 유지하고 있다. 글로벌 금융위기 이전까지는 은행들의 외형확대 경쟁과 함께 위험가중자산이 꾸준히 증가하였으나, 글로벌 금융위기 이후에는 강화된 금융규제와 은행들의 적극적인 리스크관리 등으로 인하여 은행의 위험가중자산이 일정 수준에서 유지되고 있는 것을 볼 수 있다.

위험자본은 바젤위원회에서 제시하는 위험가중치함수를 이용하여 측정하였다. 위험가중치함수는 BIS 자기자본비율 산정시 거래상대방의 신용리스크를 감안하여 리스크 측정치를 산출하는 산식이다. 위험가중치함수는 부도율, 부도시손실율 등을 통해 리스크량을 산출한다. 본 논문에서 부도율은 조건부 청구권 모형을 통해 추정하고, 부도시손실율은 바젤위원회에서 제시하는 45%(선순위채권)를 사용하였다.⁷⁾ [그림 7]는 위험자본 측정치와 시스템리스크 측정치를 비교하고 있다. 이에 따르면 위험자본은 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 기간에서 시스템리스크 측정치 보다 높은 반면, 경기취약업종의 부실화 시점, 은행의 수익성 악화가 가속화되는 시점에서는 낮게 나타나고 있다. 이는 위험가중치함수로 산출한 위험자본이 국내 산업 및 금융시장 특성 등으로 발생하는 시스템리스크 요인을 반영하는데 한계가 있다는 것을 나타낸다.

[그림 7] 시스템리스크 측정치 및 위험자본 비교

7) 위험가중치함수에 대한 자세한 설명은 <부록 2> 참고하기 바란다.



위험자본은 글로벌 금융위기 기간에 가장 높은 수준을 보인다. 그 이후 유럽 재정위기 기간에 다시 증가한 후 감소하였다가 최근 다시 증가 추세를 보이고 있다. 한편, VaR 기준의 시스템리스크 측정치는 글로벌 금융위기 기간 및 유럽 재정위기 기간에 유사한 규모의 위험자본을 보이고 있으나, 나머지 위기상황에서는 위험자본을 하회하고 있다. ES 기준의 시스템리스크 측정치는 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 기간에 위험자본을 하회하고 있는 반면, 경기취약업종의 부실화 시점, 은행의 수익성 악화가 가속화되는 시점에서 위험자본을 상회하고 있어 위험가중치함수로 산출한 국내 은행의 위험자본이 국내 산업이나 금융시장의 특성 등에 따라 발생할 수 있는 위기상황을 반영하는데 미흡하다고 볼 수 있다.

(4) 거시건전성 감독 수단의 적정성 평가

글로벌 금융위기 이후 국내 은행은 경기대응완충자본, 자본보전완충자본, 국내 시스템적으로 중요한 은행(D-SIB) 등의 거시건전성 감독 수단을 도입하고 시스템리스크 방지를 위해 기존 자기자본과 함께 추가 자본을 더 적립하도록 요구받고 있다⁸⁾. 이에 최근 도입된 거시건전성 감독 수단의 적정성을 판단하고자 거시건전성 감독 수단 적용시 추가 적립해야할 자본 규모와 시스템리스크 측정치를 비교·분석하였다.⁹⁾

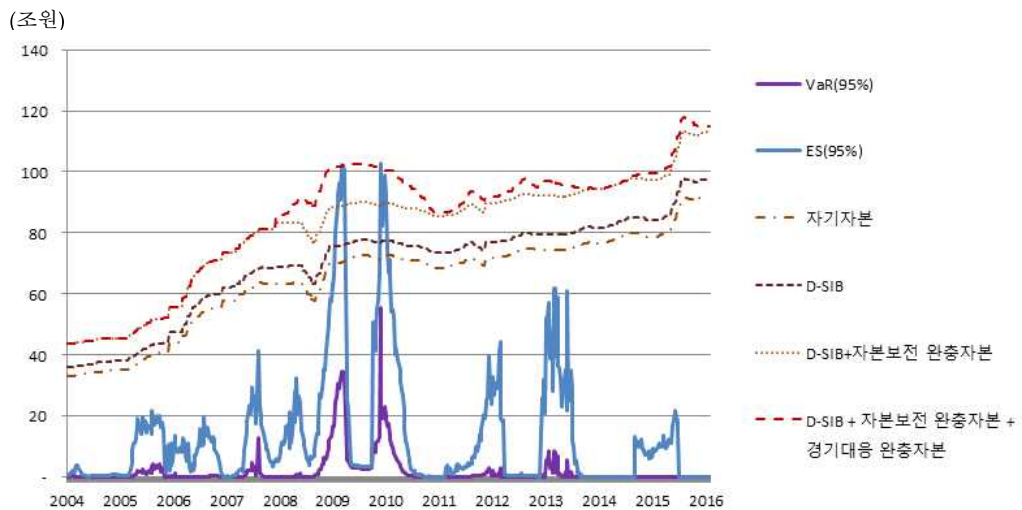
[그림 8]에 따르면 VaR 기준의 시스템리스크 측정치는 모든 위기상황에서 자기자본을 하회하고 있으나, ES 기준의 시스템리스크 측정치는 글로벌 금융위기 기간과

8) 바젤위원회는 바젤Ⅲ를 제시하면서 시스템리스크 방지를 위해 경기대응완충자본, 자본보전완충자본, 시스템적으로 중요한 은행(SIFI) 등에 규제를 도입하고 위험가중자산의 일정비율을 추가 적립하도록 하였다. 경기대응완충자본은 신용/GDP 겹에 따라 0%~2.5%, 자본보전완충자본은 2%, 국제적으로 시스템적 중요한 은행(SIFI)은 1~2.5%, 국내 시스템적 중요한 은행(D-SIB)는 1%를 적립한다.

9) 자기자본에 추가로 적립해야할 자본은 위험가중자산의 3.5%~5.5% 수준(경기대응완충자본 0%~2.5%, 자본보전완충자본 2.5%, D-SIB 1%)이며, 국내 시스템적으로 중요한 은행(D-SIB), 자본보전완충자본, 경기대응완충자본 순으로 적립하며 시스템리스크 측정치와 비교한다.

경기취약업종의 부실화 기간에서 D-SIB(1%)과 자본보전완충자본(2.5%)을 추가로 적립한 자기자본을 여전히 상회하고 있다. 그러나 경기대응완충자본(0%~2.5%)까지 추가로 적용할 경우 자기자본 적립 규모가 모든 위기상황에서 시스템리스크 측정치를 상회하거나 유사한 수준까지 높아진다. 따라서 최근 강화된 거시건전성 감독 수준이 글로벌 금융위기와 같은 위기상황에 선제적으로 대응할 수 있는 유용한 수단임을 확인할 수 있다.

[그림 8] 거시건전성 감독 수단 적용에 따른 필요 자본 규모

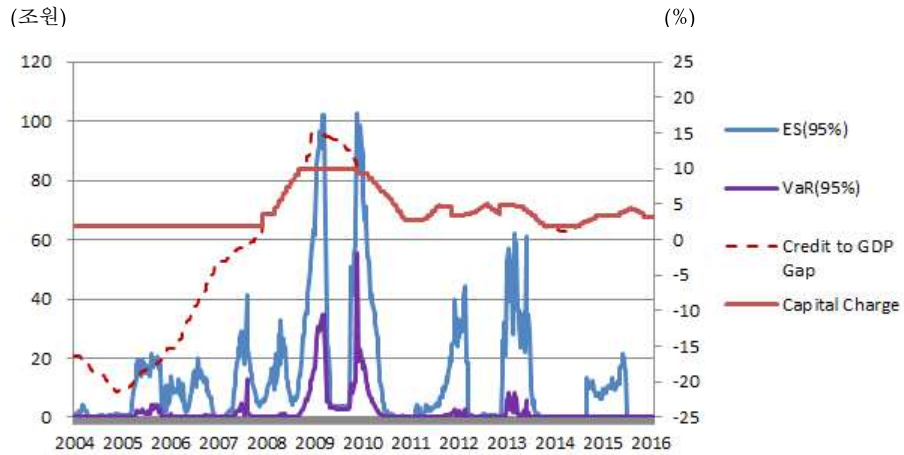


한편, 경기대응완충자본의 적립 여부는 신용/GDP 갭과 다양한 질적 정보를 고려하여 종합적으로 판단하게 되는데 [그림 9]의 신용/GDP 갭의 추이를 살펴보면 신용/GDP 갭이 2005년부터 꾸준히 증가하다가 2009년 글로벌 금융위기에 가장 높은 수준을 보인다.¹⁰⁾ 그 이후 2011년까지 감소한 이후 최근까지 큰 변동없이 일정 수준을 유지하고 있다. 글로벌 금융위기 기간의 신용/GDP 갭은 신용/GDP 갭의 상한(10%)을 초과하고 있어 최대치(2.5%)의 추가 자본 적립이 요구된다. 또한, 글로벌 금융위기 이후부터 최근까지 신용/GDP 갭이 하한(2%)을 지속적으로 상회하고 있어 과도한 가계부채 문제, 미국의 금리인상 가능성 등 최근 경제상황을 감안할 경우 향후 경기대응완충자본의 추가 적립 여부를 고려할 필요가 있다.

[그림 9] 신용/GDP 갭 및 경기대응완충자본¹¹⁾

10) 신용/GDP 갭은 신용/GDP 비율과 신용/GDP 비율의 장기추세선의 차이로 산출한다. 바젤위원회는 과거 은행 위기에 대한 분석을 통해 신용/GDP 갭에 대한 하한(2%)과 상한(10%)을 제시하고, 신용/GDP 갭의 크기에 비례하여 경기대응완충자본(위험가장자산의 0%~2.5%)을 추가로 적립할 것을 요구한다.

11) 경기대응완충자본은 신용/GDP 갭이 2%를 초과하는 시점부터 추가 적립하기 시작하며, 신용/GDP 갭의 크기에 따라 자본의 적립 수준도 정해진다. 다만, 신용/GDP 갭이 10% 초과할 경우 10% 시점에 부과하는 2.5%를 초과



V. 결론 및 향후 연구방향

본 논문은 조건부 청구권 방법을 통해 각 은행별로 예상손실을 산출하고, 각 은행별 예상손실에 대하여 극단치 이론을 통해 예상손실의 한계확률분포를 추정하였다. 또한, 예상손실의 한계확률분포와 개별은행 예상손실간의 종속성 구조를 고려한 Copula 함수를 사용하여 예상손실의 결합확률분포를 생성하고 VaR와 ES을 통해 은행부문의 시스템리스크를 측정하였다.

먼저, 시스템리스크 측정치를 살펴보면 글로벌 금융위기 기간 및 글로벌 금융위기 직후 경기취약업종의 부실화가 현실화되는 시점에 시스템리스크 측정치가 가장 크게 확대되었다. 또한, 시스템리스크는 2011년~2012년에 유럽의 재정위기, 부동산 경기 침체에 따른 PF(project financing) 대출의 부실 누적 등으로 인해 증가하였고, 2013년~2014년 은행의 수익성 악화가 최고조에 달했던 시기에 미국의 양적완화 축소 논의 등 외부요인이 결합되면서 증가하는 모습을 보였다. 이에 국내 은행부문의 시스템리스크는 글로벌 금융위기, 유럽 재정위기 등과 같은 외부요인과 국내 산업의 구조적인 특성 등과 같은 내부요인이 결합할 때 가장 크게 확대된다는 알 수 있다.

시스템리스크에 대한 은행별 공헌도를 분석한 결과, 전체 기간에서 VaR 기준은 우리은행, ES 기준은 신한은행이 공헌도가 가장 높게 나타났다. 우리은행의 경우 기업여신 비중이 높아 신용편중리스크가 증가하고, 글로벌 금융위기 기간에 신용파생상품에 대한 대규모 투자 손실이 발생한 것에 주로 기인한다. 신한은행의 경우

하여 적립할 수 없다. 따라서 [그림 9]에 따르면 2008년 이전에는 신용/GDP 갭 기준 2%보다 작아 경기대응 완충자본의 추가 적립이 불필요하였으나, 2008년 이후 지속적으로 신용/GDP 갭이 2%를 초과하고 있어 경기대응완충자본의 추가 적립을 검토할 필요가 있다. 단, 2009년 3월 신용/GDP 갭이 10%를 초과하여 14.9%까지 도달하였으나, 요구되는 추가 자본 수준은 2.5%를 초과할 수 없다.

글로벌 금융위기 이전 부실은행과의 인수·합병, 글로벌 금융위기 이후 지배구조 문제로 인한 내부 갈등 등에 기인한다.

기존의 금융규제 관련 자본과 시스템리스크 측정치를 비교한 결과, 자기자본 및 규제자본은 글로벌 금융위기 및 경기취약업종이 부실화되는 시점에서 시스템리스크 측정치를 하회하고 있어 기존 금융규제 하에서는 위기상황 발생시 자본의 과소적립으로 인해 시스템리스크가 확대될 가능성이 높아 보인다. 또한, 바젤위원회에서 제시하는 위험가중치함수를 통해 산출한 은행들의 전체 위험자본과 시스템리스크 추정치를 비교하면 위험자본이 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 기간에서 시스템리스크 측정치에 비해 높은 반면, 경기취약업종의 부실화 시점, 은행의 수익성 악화가 가속화되는 시점에서는 낮게 나타나고 있어 위험가중치함수를 통해 산출한 위험자본은 국내 산업 및 금융시장 특성 등으로 인해 발생하는 시스템리스크 요인을 반영하는데 한계가 있어 보인다.

기존 자기자본에 거시건전성 감독 수단을 적용하여 추가로 적립한 자기자본 규모와 시스템리스크 측정치를 비교한 결과, 은행부문의 자기자본 규모가 글로벌 금융위기 등과 같이 시스템리스크가 급격히 증가하는 상황에서도 충분히 대응 가능한 것으로 나타나 최근 강화된 거시건전성 감독 수단이 시스템리스크를 방지하기 위한 효과적인 관리 도구임을 확인할 수 있었다. 또한, 경기대응완충자본 적립 여부를 판단하는 기준지표로 활용하는 신용/GDP 갭의 추이를 분석한 결과, 글로벌 금융위기 이후 최근까지 경기대응완충자본 적립이 필요할 만큼 신용/GDP 갭 수준이 높아 향후 경기대응완충자본의 추가 적립 여부를 고려할 필요가 있는 것으로 나타났다.

본 논문은 금융감독 차원에서 국내 은행부문의 시스템리스크를 신속하게 측정하여 비교·분석하고, 은행부문의 안정성을 수시로 점검하고 평가하는데 유용하게 활용할 수 있는 방법론을 사용하였다는데 의의가 있다. 또한, 국내 은행부문의 특정 위기상황 하에서 거시건전성 감독 수단의 적정성을 평가하였다는 점에서 기존 연구와는 차별되는 기여점을 찾을 수 있을 것이다.

그러나, 본 논문은 시스템적으로 중요한 은행(D-SIB)만을 대상으로 시스템리스크를 살펴보았다. 향후에는 전 은행권역, 지주회사, 보험사, 금융투자회사, 저축은행 등으로 시스템리스크 측정 범위를 확대할 필요가 있다. 또한, 본 논문에서는 다양한 시장정보 중 추가정보에 의존하여 시스템리스크를 측정하였는데 채권, 파생상품 등의 사용 가능성을 판단하여 시장정보의 활용성을 확대한다면 보다 폭 넓은 연구가 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

- 김명직 · 신성환, 2003, Copula 함수의 추정과 시뮬레이션 : 국고채와 A-등급 회사채
현물수익률에의 응용, 선물연구, 제11권 제2호, 103-131
- 금융위원회 · 금융감독원 · 한국은행, 2011, 바젤 III 기준서: 글로벌 자본 및 유동성
규제체계.
- 김진호 · 김윤정, 2010, CoVaR를 이용한 금융회사 간 리스크 전이분석, 사회과학논
총, 제203권 제23호, 75-102.
- 김진호, 2013, 1997 외환위기와 2007년 글로벌 금융위기의 은행 부문 시스템리스크
규모 비교, 사회과학논총, 제2권 제29호, 203-249.
- 문혜정, 2013, 시장정보를 이용한 은행부문의 안정성 평가, BOK 경제리뷰, 제
2013-14호, 한국은행
- 이승환, 2011, 조건부 도산확률을 이용한 은행부문의 시스템리스크 측정, 재무연구
제24권 제3호, 819-847.
- 이석형 · 이상진, 2006, 신BIS협약 내부등급법의 규제자본 산출식에 대한 이해, 리스
크리뷰, 2006년 봄호, 금융감독원
- 전선애, 2011, 금융시스템 리스크와 측정, 금융안정연구, 제12권 제2호, 131-167.
- 최공필, 2011, 신흥시장 시스템위기의 원인과 측정방법, 금융안정연구, 제12권 제1호,
89-135.
- Adrian, T., and Brunnermeier, M., 2008, CoVaR, Staff Report No.348 (New York:
Federal Reserve Bank of New)
- Black, F, and Scholes, M., 1973, The Pricing of Options and Corporate
Liabilities, *Journal of Political Economy* 81, No. 3, 637-654.
- Basel Committee on Banking Supervision(BCBS), 2010, Basel III: A global
regulatory framework for more resilient bank s and banking systems,
Bank for International Settlements, December 2010.
- _____, 2011, Global systemically important banks: Assessment methodology and
the additional loss absorbency requirement - final document, Bank for
International Settlements, December 2011.
- Chan-Lau, J. A., 2010, The Global Financial Crisis and its Impact on the Chilean
Banking System, Working Paper No. 10/108 International Monetary Fund).
- Crockett A, 2000, Marrying the Micro- and Macro- Prudential Dimensions of
Financial Stability, BIS management Speeches, September 2000.
- Financial Stability Board, International Monetary Fund and Bank for International
Settlements, 2009, Report to the G-20 Finance Ministers and Central
Bank Governors : Guidance to Assess the Systemic Importance of

- Financial Institutions, Markets and Instruments: Initial Considerations, October 2009.
- Gray, D., Merton, R. C. and Bodie, Z., 2006, A New Framework for analyzing and managing Macrofinancial Risks of an Economy, NBER Working Paper, No.12637(Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research)
- Gray, D. and Jobst, A.A., 2013, Systemic contingent claims Analysis - Estimating Market-Implied Systemic Risk, Working Paper, No.13/54 (Washington, D.C.: International Monetary Fund).
- Lehar, A., 2005, Measuring systemic risk: A risk management approach, *Journal of Banking & Finance* 29, 2577-2603.
- Merton, R.C., 1974, On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest rates, *Journal of Finance* 29(2), 449-470.
- Sklar, A., 1959, Fonctions de répartition à n dimensions et leurs marges. *Publications de l'Institut de Statistique de l'Université de Paris* 8, 229-231.
- Vasicek, O.A., 1977, An Equilibrium Characterization of The Term Structure, *Journal of Financial Economics* 5(2), 177-188

부 록

부록 1 : Copula 함수

Copula 함수는 크게 Elliptical Copula와 Archimedean Copula로 구분한다. Elliptical Copula는 타원형 분포와 관련된 Copula로서 Gaussian Copula와 Student's t Copula가 있다. Gaussian Copula는 상관계수 행렬, Student's t Copula는 상관계수 행렬과 자유도에 의해서 결정된다. Archimedean Copula는 생성함수(generator)를 통해 여러 가지 종속성 구조를 표현하며, Clayton Copula, Frank Copula, Gumbel Copula 등이 있으며 다음과 같이 정의한다.

Archimedean Copula의 정의

Clayton Copula	생성함수	$\varphi(u) = u^{-\theta} - 1$ (역함수 : $\varphi^{-1}(t) = (1+t)^{-\frac{1}{\theta}}$)
	Copula	$C(u_1, \dots, u_n) = \left[\sum_{i=1}^n u_i^{-\theta} - n + 1 \right]^{-\frac{1}{\theta}}, \theta > 0$
Frank Copula	생성함수	$\varphi(u) = (-\log u)^\theta$ (역함수 : $\varphi^{-1}(t) = \exp(-t^{\frac{1}{\theta}})$)
	Copula	$C(u_1, \dots, u_n) = \exp \left[- \sum_{i=1}^n (-\log u_i)^\theta \right]^{\frac{1}{\theta}}, \theta > 1$
Gumbel Copula	생성함수	$\varphi(u) = \log \frac{\exp(-\theta u) - 1}{\exp(-\theta) - 1}$ (역함수 : $\varphi^{-1}(t) = -\frac{1}{\theta} \log(1 + e^t(e^{-\theta} - 1))$)
	Copula	$C(u_1, \dots, u_n) = -\frac{1}{\theta} \log \left[1 + \frac{\prod_{i=1}^n (e^{-\theta u_i} - 1)}{(e^{-\theta} - 1)^{n-1}} \right], \theta > 0, n \geq 3$

부록 2 : BIS 자기자본비율의 위험가중치함수¹²⁾

금융회사는 BIS 자기자본비율 산정시 신용리스크에 대한 요구자본량(capital requirement)을 산출하기 위하여 표준방법(standard approach; SA)과 내부등급법(internal-rating-based approach; IRB) 중 하나를 선택해야 한다. 내부등급법은 다양한 자산 익스포저에 감독당국이 제시하는 위험가중치를 적용하는 표준방법과 달리 은행이 차주의 신용리스크에 대한 측정치를 자체적으로 추정하여 소요자기자본 산정에 사용하는 방법이다. 이때 소요자기자본은 위험가중치함수를 통해 산출하게 된다.

기업 등 익스포저에 대한 위험가중치함수

- 상관관계(R) $0.12 \times \frac{(1 - \exp(-50 \times D))}{(1 - \exp(-50))} + 0.24 \times 1 - \frac{(1 - \exp(-50 \times PD))}{(1 - \exp(-50))}$
- 만기조정(b) = $0.11852 - 0.05478 \times \ln(D)$
- 소요자기자본율(K)

$$= LGD \times N \left[(1-R)^{0.5} \times N^{-1}(PD) + \frac{R}{1-R} \right]^{0.5} \times N^{-1}(0.999) - PD \times LGD$$

$$\times (1 - 1.5 \times b)^{-1} \times (1 + (M - 2.5) \times b)$$
- 위험가중자산(RW) = $K \times 12.5 \times EAD$
- 소요자기자본(CR) = $K * EAD$

주1) PD와 LGD는 소수점의 숫자를 사용(예 : 20% 대신 0.2, 이하 같음)

주2) $N[\cdot]$ 은 표준정규분포의 누적분포함수, $N^{-1}[\cdot]$ 는 표준정규분포의 역누적분포함수를 의미함

주3) M은 유효만기

바젤위원회가 제시한 위험가중치함수는 Merton 모형을 기초로 하는 Vasicek (1977) 모형에 근거를 두고 있다. 위험가중치함수의 산식은 다음과 같이 두 가지의 리스크 측정 기준이 제시하고 있다. 첫째, 손실이 자본보다 크지 않을 확률은 99.9%이다 (capital charge rule). 이는 99.9% 신뢰수준의 리스크값을 측정하는 것이다. 둘째, 두 자산의 소요자기자본은 각 개별 자산의 요구자본을 단순 합산함으로써 계산된다(loan-by-loan basis). 이는 모든 개별자산은 단일의 체계적 리스크만이 존재한다는 가정을 함으로써 전체 포트폴리오의 소요자기자본비율은 각 개별자산의 소요자기자본의 합으로 표현될 수 있다.

12) 위험가중치함수에 대한 설명은 이석형·이상진(2006) 참고하였다.

Measuring the systemic risk in Korean banking sector and evaluating the usefulness of financial supervisory regulations

Seong Bok Lee*

Heejoon Han**

Abstract

This paper measures the systemic risk in Korean banking sector and evaluate whether the macro-prudential regulations are appropriate in risk management. We adopt a contingent claim approach to measure the systemic risk and our method is also based on the extreme value theory and a Copula function. We show that the systemic risk in Korean banking sector reaches the highest when external risk factors such as the global financial crisis and the European sovereign debt crisis coincide with internal risk factors such as insolvency of domestic firms. We also confirm that recently introduced macro-prudential regulations are effective for sufficient capital accumulation while existing financial supervision regulations had the problem of under-capitalization.

Keywords : systemic risk, macro-prudential regulations, contingent claim approach, banking sector, global financial crisis,

* First author, Senior Examiner, Banking Risk Office, Financial Supervisory Service, 38 Yeoui-Daero, Yeongdeungpo-GU, Seoul 07321, Korea, Phone: +82-2-3145-8353

** Corresponding Author, Associate Professor, Department of Economics, Sungkyunkwan University, 25-2, Sungkyunkwan-ro, Jongno-gu, Seoul 03063, Korea, Phone: +82-2-760-0428, e-mail: heejoonhan@skku.edu