금융위기하의 원/달러 및 엔/달러 환율의 의존성에 대한 연구

박영배*
ybpark@deu.ac.kr

<目次>

1. 서론
2. 이론적 모형
   2.1 극단치이론
   2.2 Copula함수
3. 실증연구 결과분석
   3.1 기초통계분석
   3.2 실증분석 결과
4. 결론

主題語: 외환위기(finncial crisis), 극단치이론(extrteme value theory), Copula함수(Copula function), 환율(exchange rate), 전염효과(contagion efffect)

1. 서론

1997년 한국과 일본을 포함한 아시아 국가들의 금융위기는 지역내 금융시장의 문제인가? 아니면 시장간 혹은 국가 간 전염에 의한 문제인가에 대한 논란이 많은 상황이다. 대체적으로 한 국가에서 금융위기가 발생한 후 뒤이어 지역적으로 인접한 국가들에게서도 외환위기나 금융위기가 발생하는 것을 흔히 볼 수 있다. 1992년에 유럽 외환위기가 있어서 핀란드 마르카(markka)화의 절하 직후 스웨덴의 크로나(krona)화에 대한 투기적 공격이 발생한 것, 1994년에 발생한 멕시코의 페소(peso)화 위기 후 아르헨티나와 브라질 등의 중남미 국가들이 외환위기를 겪은 것이 그 예이다. 이처럼 금융위기는 이웃국가, 혹은 지역내 다른 국가들로 전염되며, 대부분의 전염경로는 주로 상품 및 금융자산의 교역, 거시경제정책과 경제환경의 유사성 혹은 국제금융시장 등을 통해 전파되고, 그 결과 전염효과가 쉽게 발생함을 보였다(Glick and Rose, 1998; Baig and Goldfajn, 1999, Kodres and Pritsker, 1998).

전염효과의 유형으로는 첫째, Calvo and Reinhart(1996)가 주장한 국가간 경제적 의존관계

* 동의대학교 상경대학 금융보험학과 교수

(economic interdependence)로 인하여 발생하는 전염효과, 즉 경제적 기본요인에 기인한 전염효과(fundamental-based contagion effect)와 둘째, Masson(1998)이 주장한 경제적 기본요인의 변화로 그 원인을 설명할 수 없지만 시장정서(market sentiments)의 변화나 경제적 기본요인에 대한 기본정보의 재해석 등으로 인하여 발생되는 전염효과, 즉 순수한 전염효과(pure contagion effect)로 분류한다. 하지만 현재까지의 연구 결과들을 살펴보면 금융위기의 전염효과에 대해서는 다양한 결과가 존재하고 있다. 특히, Calvo and Reinhart(1996)와 Franke and Schmukler (1996)은 금융시장간 상관관계가 수치적으로 높아진 현상을 모두 전염효과로 인정하고 있고, Noh and Kang(2015)의 경우 1998년 아시아 금융위기가 주식시장간의 상관관계를 증대시키는 것으로 분석하였다. 이는 한 국가의 주식시장의 정보가 다른 나라의 금융시장에 연쇄적으로 영향을 주고 있고, 이러한 변동성 전이현상은 시간이 갈수록 더 빈번해지고 강해지고 있음을 보여준다(Kim and Choi. 2010; Kim. Park and Kim, 2007; Yang and Chang, 2014). Braig and Goldfajan(1999)와 Forbes and Rigobon(2002)은 금융시장간 상관관계가 높아진 것은 통계학적으로 유의한 경우에 한해서만 전염효과가 존재하고 있다는 결과를 도출하였다.

그러나 금융위기가 발생할 경우 단지 금융시장의 국가 간 상관관계가 평상시에 비해 현저하게 높아진 현상을 금융위기의 전염효과라고 한다면 국제금리의 변화[1], 선진국의 환율 변화[2] 등 범세계적인 경제적 충격에 의하여 개발도상국들의 금융시장이 동조현상을 나타낸 결과 서로 간 상관관계가 증가하는 현상과 실제적인 전염효과를 구분하기가 불가능해진다.[3] 예를 들어 엔화가 약세를 지속하여 아시아 국가들의 경상수지가 악화되고 이로 인해 이들 국가들의 통화가 동시에 절하현상을 나타냈다면 당연히 아시아 국가들의 외환시장간 상관관계가 과거에 비해 높게 나타날 것이다. 그러나 이러한 경우 이들 국가의 금융시장간 전염효과가 발생하였다고 단정하기가 어렵다.[4] 따라서 금융위기의 상관관계를 평상시와 비교할 경우 범세계적인 경제적 충격에 따른 상관관계의 변화를 교려하는 것이 필요하다.

또한 Valdes(1998)과 Park and Song(2000)의 경우 금융위기시의 상관관계 증가가 경제요인들

1) Fukao, Mitsuhiro and Takashi Okubo.(1982)「International linkage of interest rates: The case of Japan and United States」『Discussion Paper』13, Tokyo, Bank of Japan. pp.4-12

2) Yamazaki, Yoshihiro.(2011)「Overshooting of exchange rate and new open economy macroeconomics; Some implications for Japanese Yen and Korean Won」『unpublished manuscript』Faculty of Economics, Fukuoka University, Japan. pp.1-11

3) 여러 국가가 공통의 외부충격을 받는 경우 해외차입이 과도하거나 경제구조가 취약한 국가가 먼저 금융위기를 겪고 순차적으로 위기가 확산되는 현상이 나타나게 된다. 이러한 현상을 몬순효과(monsoonal effect)라고 한다.

4) Suzuki, Yoshio(1987)『The Japanese Financial System』Clarendon Press, Oxford, pp.327-334 및 Bank of Japan(1986)「Stepped-up capital movements in and out of Japan and their effect on the Japanese financial market」『Special Paper』112, Tokyo, Bank of Japan. pp.4-8

의 변화로 충분히 설명된다면 상관관계를 반영한 것이지 곧바로 전염효과의 존재를 의미하는 것이 아니라는 것이다. 이들의 주장에 따르면 해당국가의 경제적 기본요인, 위험인식, 선호도 등의 변동으로 인하여 금융위기시의 금융시장간 상관관계가 평상시보다 현저하게 높게 나타날 수 있다. 따라서 금융위기시의 상관관계 증가가 이와 같은 요인들의 변화로 충분히 설명될 수 있다면 이는 금융시장간의 정상적인 상관관계를 반영하는 것일 뿐 전염효과가 존재 한다는 사실을 의미하는 것은 아니라는 것이다. 즉, 1997년 아시아 국가들의 금융위기에는 전염효과가 존재하지 않는다고 주장하고 있다.

그러나 최근 아시아 금융위기, 러시아 부채위기, LTCM(Long Term Capital Management) 파산 등과 같은 사건들을 볼 때 정상적인 상황보다는 극단적인 상황이 발생한 경우 시장가격의 급격한 변동에 의해 실제 시장가격의 분포는 정규분포보다 두터운 꼬리분포 구조를 갖는 것으로 판명되었다. 이것은 분포의 정규성이란 가정이 반드시 충족되는 것은 아니라는 것을 의미 한다.[5] Longuin(1999)의 예외적인 시장 조건하에서 분포의 중심보다는 꼬리에 초점을 두고 꼬리부분으로부터 발생하는 값을 이용하여 추정한 것처럼, 기존의 방법들이 전체 확률밀도함수를 모델화한 결과로서 분포의 꼬리를 얻는 것 대신에 분포의 꼬리자체를 모델화하고 있는 극단치이론(extreme value theory; EVT)을 이용한 방법이 새로이 연구되고 있다.

일반적으로 선형상관관계만을 고려한 포트폴리오이론은 기업의 고유한 위험인 비체계적인 위험을 최소화시키는데 목적이 있으므로,[6] 아시아 국가들의 금융위기로 인한 신용경색과 같은 시장전체의 체계적위험이 발생한 경우에는 분산효과를 발휘할 수 없게 된다. 따라서 "시장전체적인 체계적 위험"과 "발생빈도는 낮지만 손실금액이 큰 사건"에 관심을 가져 이를 측정하기 위해 Longin and Solinik(2001)이 미국, 영국, 일본, 독일, 프랑스의 주가지수의 상관관계와 변동성을 GPD(generalized Pareto distribution)와 Ghumbel Copula모형을 사용하여 분석한 것을 필두로 금융 분야에 응용되기 시작한 극단치이론과 Copula함수를 사용하여 극단적 사건들 간의 상관관계 모형화가 중요하다.

따라서 본 논문에서는 1997년 7월 태국의 바트(Baht)화 위기로부터 시작된 아시아 국가들의 금융위기 기간 동안 기축통화인 미국 달러화 대비 원화 및 엔화간의 환율의 상관관계와 상호의존성을 살펴보기 위하여 검정대상 환율이 극단치 분포(비정규적 분포)를 가지는지 여부와

---

5) 이는 멱급수(power law)라고 불리우는 분포의 유형을 의미하며, 예상치 못했던 변수들이 생각보다 자주, 게다가 크게 벌어지는 두터운 꼬리분포(fat tail)형태를 보여준다.

6) 개별위험자산 및 위험자산으로 구성된 포트폴리오의 분포는 정규분포보다는 꼬리부분이 투터운 형태를 보이고 있어 정규분포 가정하에서 위험자산간의 상관관계를 고려한 분산/공분산 방식이 실제 위험을 과소 평가할 가능성이 존재한다. (Markowitz, H. M.(1952)「Portfolio selection」『The Journal of Finance』7(1), pp.77-91)

이럴 경우 금융시장간 상관관계가 금융위기와 같이 극단적인 사건이 발생한 경우에도 상호 의존성이 존재하는지, 즉 전염효과가 일관되게 나타나는지를 살펴보고자 한다.

본 논문의 구성은 제2장에서는 분석 방법인 극단치 이론과 Copula함수의 이론적 모형과 모수 추정 방법에 대하여 설명하고, 제3장에서는 기초적 통계분석과 실증분석결과를 통해 논의를 검정한다. 본 연구의 결론은 제4장에 정리한다.

2. 이론적 모형

2.1. 극단치이론 (Extreme value theory)

극단치이론을 간단히 정의하면 극단치(최대값 등)가 어떠한 확률적 움직임을 보이는가를 연구대상으로 하는 이론체계라고 할 수 있다. 즉, 확률분포의 꼬리부분에만 주목하는 경우, 전체 데이터를 사용하여 전체분포형태를 추정하는 것보다 꼬리부분에 관련된 데이터만을 사용하여 꼬리의 형태자체를 모델화하는 것이 좋을 수도 있다는 것에 착안하고 있다.[7)]

극단치분포는 극단치를 어떻게 정의하느냐에 따라 두 가지로 나누어진다. 첫째는 전체구간을 몇 개의 세부구간(block)으로 나눈 후 각 구간에서 발생하는 최대값을 극단치로 정의하는 구간극대화(block maxima)방법이고, 둘째는 임계치를 정하고 이를 초과하는 값을 극단치로 정의하였을 때 구한 극단치들이 GPD(generalized Pareto distribution)에 수렴한다는 이론이다. 본 논문에서는 구간 극대화(Block Maxima)방법이 구간설정에 따른 결과의 차이가 민감하고 극단적 사건들의 군집현상(clustering)을 제대로 반영하지 못하기에 GPD방법을 적용한다.[8)]

GPD함수는 확률변수 X가 특정 임계치를 초과하는 값에 대한 조건부분포함수가 수렴된 극한분포이다. 이를 POT(peaks over threshold)방법이라고도 한다.

확률변수 X_1, X_2,...는 독립적이며 동일한(independent and identically distribution, i.i.d) 미지의 분포함수 $F(x)$=Pr($X_i \le x$)을 따른다고 가정한다. 분포함수 F를 따르는 확률변수 X가 일정한 임계치 u∈(0, xF)을 초과한다고 하는 조건하에서 초과부분 Y≡X-u가 최대라도 y이하의 값을

7) 극단치이론은 극단치들만 따로 고려하기 때문에 극단적인 상황에 대한 유용한 정보를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 모 분포에 대한 가정 없이도 표본자료만을 이용하여 극단적인 상황에서의 꼬리분포를 추정할 수 있는 장점이 있다.

8) 위험자산 수익률 분포가 꼬리가 두터운 비정규분포를 따를 경우 GPD분포가 상대적으로 우수함을 보여준다. (Embrëchts, P, Mcneil, A., and Straumann, D. (1999)「Correlation and dependence in risk management: Properties and pitfalls」『Working Paper』214, ETH Zurich.. pp.3-6)

가질 수 있는 확률에 대하여 다음의 식 (1)과 같이 고려한다.

$$F_u(y) = \Pr(X-u \le y | X > u) = \frac{F(y+u)-F(u)}{1-F(u)}, 0 \le y < x_F - u \tag{1}$$

단, xF는 우측점, 즉 xF=sup { x∈R:$F(x) < 1$ } 을 나타낸다. 이 식을 임계치 u에 대한 X의 초과분포 함수(excess distribution function)라고 한다.

이 식 (1)에서 임계치 u를 분포의 우측점에 근접시키면 이 F_u가 일정한 분포에 수렴한다는 것이 알려져 있으며 이것은 "Pickland, Balkema-de Hann의 정리"에 의해 주어진다. Pickland 및 Balkema-de Hann정리에 의해서 임계치 초과치의 분포를 GPD분포로 접근시키기 위하여 기초자료의 크기가 충분히 커야 한다.

이 정리에 의해 충분히 큰 임계치를 초과하는 미지의 초과분포에 대하여 GPD를 사용하여 모델화하면 된다. GPD의 밀도함수는 다음의 식 (2)와 같다.

$$g_{\zeta,\beta(u)}(y) = \begin{bmatrix} \frac{1}{\beta}(1+\zeta\frac{y}{\beta^{-(\frac{1}{\zeta}+1)}}, & \zeta \ne 0 \\ \frac{1}{\beta}e^{-\frac{y}{\beta}} & , \zeta = 0 \end{bmatrix} \tag{2}$$

이 정리가 성립하기 위해서는 초과분포함수를 GPD에 근사시킬 수 있을 정도로 충분히 큰 임계치를 주는 것 이외에 전체 확률분포가 세 개의 분포형태로 구성되어지는 극단치분포라고 불리는 분포의 어딘가에 포함될 필요가 있다. 이것은 GPD의 형태모수 ζ의 부호에 의해 분류되어진다.

2.2. Copula함수

Copula함수는 단일변량 한계분포와 결합분포를 연결시키는 함수로서 다음의 식 (3)을 만족한다.

$$H(x_1, x_2) = C_\theta(F_1(x_1), F(x_2)) \equiv C_\theta(u_1, u_2) \tag{3}$$

기존 두 변수간의 선형관계를 측정함에 있어 자료의 동질성이 의문시되거나, 변수를 구성하는 자료가 극단적인 분포를 나타내는 경우 비모수 통계기법인 Spearman의 순위(rank)상관계수

(correlation coefficient)와 더불어 Kendall의 타우(tau)를 사용함이 바람직하다. 따라서 본 논문에서는 비모수적 통계기법과 함께 극단적인 움직임의 동조화(concordance)의 정도를 표현한 꼬리의존지수(tail dependence index)를 사용하여 환율간의 의존성을 분석한다.

1) Kendall's tau

두 확률변수 X와 Y의 Kendall's 타우(tau)는 다음의 식 (4)와 같이 정의한다.

$$\begin{aligned}\tau &= \Pr\left[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) > 0\right] - \Pr\left[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) < 0\right] \\ &= 4\iint_{I^2} CdC - 1 \\ &= 4\iint_{I^2} C(u,v)c(u,v)dudv - 1\end{aligned} \tag{4}$$

비모수적으로 Kendall's 타우(tau)를 추정하는 방법은 다음과 같이 방향성을 고려하여 모든 쌍의 개수에 대한 의존정도를 표현함으로써 정의할 수 있다.

$$\hat{\tau} = \frac{1}{\binom{n}{2}} \sum_{1 \le i \le j \le n} sign((x_i - x_j)(y_i - y_j))$$

2) Spearman's Rho

두 확률변수 X와 Y Spearman's rho는 각 확률변수에 대한 한계분포인 $FX(x)$와 $FY(y)$ 사이의 상관계수로 정의할 수 있다.

$$\rho_s(X, Y) = 12\int_0^1 \int_0^1 C(u,v)dudv - 3$$

즉, Spearman's rho와 선형상관계수 사이에는 다음과 같은 관계가 있음을 알 수 있다.

$$\rho_s(X, Y) = corr(F(X), F(Y))$$

그리고 비모수적으로는 다음과 같이 추정된다.

$$\hat{\rho} = \frac{12}{n(n^2-1)} \sum_{i=1}^{n} (rank(x_i) - \frac{n+1}{2}(rank(y_i) - \frac{n+1}{2})$$

τ와 ρs는 선형상관계수와 달리, X와 Y사이의 증가함수로의 변환에 의해서 그 값이 변하지 않는 성질을 가지고 있다. 하지만 순위(rank) 상관관계(correlation)와 같이 한가지의 숫자를 갖는 측정치보다 자세한 정보를 반영할 수 있는 새로운 종속성 구조가 선택되어야 하며, 꼬리의존지수(tail dependence measure)를 통해 표현할 수 있다.[9)]

3) Tail Dependence Measures

꼬리의존지수(tail dependence measures)는 이변량 분포의 상위 사분면 꼬리(upper quadrant tail)과 하위 사분면 꼬리(lower quadrant tail)에서 의존정도를 측정할 수 있다.

$$\lambda_u(X,Y) = \lim_{q\to 1} P(Y > F_Y^{-1}(q) | X > F_X^{-1}(q)) = \lim_{q\to 1} \frac{1-2q+C(q,q)}{1-q}$$

$$\lambda_l(X,Y) = \lim_{q\to 0} P(Y \le F_Y^{-1}(q) | X \le F_X^{-1}(q)) = \lim_{q\to 0} \frac{C(q,q)}{q}$$

λu(λl)∈(0,1)이면 상위 꼬리(하위 꼬리)에서 의존관계가 존재하고, λu(λl)∈0이면 상위 꼬리(하위 꼬리)에서 근사적으로 독립이라고 한다. 꼬리의존지수 역시 각 확률변수들의 한계분포와 상관없이 Copula에 의해서만 구해지는 값들이다. 뿐만 아니라 X와 Y의 증가함수로의 변환에 의해서도 변하지 않는 특성이 있다.[10)]

3. 실증연구 결과분석

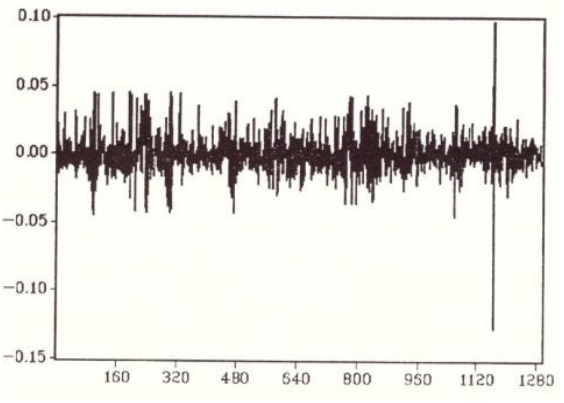
3.1. 기초통계분석

본 연구의 검정대상 환율은 원/달러 및 엔/달러환율을 로그 함수화하여 사용하였으며, 검정대상기간은 1995년 1월 1일부터 1998년 12월 31일까지이다. <그림 1>은 원/달러 환율, <그림

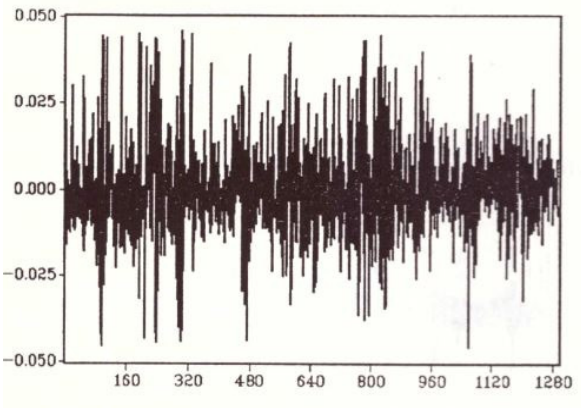
9) Embrëchts, P, Mcneil, A., and Straumann, D. (1999), 앞의 논문, p.6

10) 이러한 특성은 원 자료를 변환시켜서 주변 분포 함수들이 균일한 분포를 갖도록 하는 것이다. (Embrëchts, P, Mcneil, A., and Straumann, D. (1999), 앞의 논문, pp.7-12)

2>는 엔/달러환율에 대한 일별 로그 수익률의 추세를 나타낸 그래프로서, 원/달러환율은 아시아 외환위기 직후 수익률의 변동폭이 커짐을 알 수 있으나, 엔/달러환율의 경우 검정대상 전체기간동안 수익률이 큰 것으로 나타났다.



<그림 1> 원/달러 환율의 수익률



<그림 2> 엔/달러 환율의 수익률

검정 대상 자료의 특성을 정확히 분석하기 위하여 기술적 통계분석(descriptive statistics)을 실시하였으며, 그 결과는 <표 1>에 정리되어져 있다. 검정대상 환율 모두 평균이 0에 가까우며, 표준편차는 각각 0.554 및 0.421로 다소 적은 폭의 변화가 있음을 알 수 있다. 또한 첨도가 큰 값을 가지고 있으며, 왜도 또한 0이 아닌 것으로 나타나 정규분포에 비하여 비대칭적이며 다소 두터운 꼬리분포를 가지고 있음을 보여준다. 그리고 두 분포의 정규성을 검정한 Jarque-Bera의 통계량은 1% 유의수준에서 유의하므로 정규분포를 갖는다는 귀무가설을 기각

함을 알 수 있다. 따라서 본 연구의 검정대상 자료인 원/달러 및 엔/달러환율은 금융위기와 같은 극단적인 사건에 따른 시장가격의 급격한 변동에 의해 실제 시장가격의 분포는 정규분포보다 두터운 꼬리분포 구조를 갖는 비대칭성이 존재하는 것으로 판명되었다. 이것은 분포의 정규성이란 가정이 반드시 충족되는 것은 아니라는 것을 보여 준다.

<표 1> 기초 통계 분석

통계량	원/달러 환율	엔/달러 환율
Mean	0.006	-0.0003
Maximum	21.442	8.975
Minimum	-20.178	-5.792
Std. Dev.	0.554	0.421
Skewness	0.257	-0.610
Kurtosis	207.128	14.279
Jarque-Bera	152425 (0.0000)*	150102 (0.0000)*

주) *는 1%의 유의수준에서 정규분포를 가진다는 귀무가설이 기각됨을 표시함.

3.2. 실증분석 결과

1) 임계치 결정 및 GPD 모수 추정 결과

단일변량 극단치분포를 이용하여 의존성을 분석할 때 임계치 초과치 모형(peaks over thresholds; POT)을 사용한다. POT모형을 사용하기 위해서는 GPD모형을 이용하여 모수추정을 한다. GPD의 모수추정을 위해 먼저 각 시계열의 임계치(thresholds) u를 결정하는게 최우선이다. 임계치를 추정하는 다양한 방법의 선행연구들에서는 아직까지 획일적인 방법을 제시하지 못하고 있으나[11], 본 연구에서는 평균초과함수와 Hill그래프를 이용한 두가지 방법을 조화시켜 임계치 u를 설정하였다[12]. 또한 Picklands 및 Balkema-de Hann의 정리를 만족시키기 위해서는 임계치 u의 값을 높게 설정해야 한다. 임계치 u의 값이 너무 높을 경우 데이터의 관측치가 작아져 분산이 커지고 모수추정은 정확하지 못하게 되고, 반대의 경우 데이터의 관측치가 증가하여 모수 추정이 정확해지나 분포의 중심에 가까운 값을 사용하게 되어 추정된 모수들의

11) 임계치 선정과 관련한 방법들에는 평균초과함수 (mean excess function)에서 양의 기울기를 가진 직선형태의 영역이 시작되는 점을 임계치로 정하는 방법인 ME Plot방식과 Hill그래프를 사용하여 꼬리지수가 안정적인 영역의 시작점을 임계치로 정하는 방법이 있다.

12) 두 방법 모두 임의적이고 주관적이어서 최적의 임계치 설정의 방법으로 적절하지 않지만 상대적으로 객관성을 확보할 수 있기 때문에 본 연구에서는 이 방법을 병행하여 사용한다.

편의가 커지게 되는 문제점이 있다. 하지만 임계치를 정확하게 정의하기 힘들어 꼬리모수가 안정적으로 움직이기 시작하는 부분을 동시에 고려하여 <표 2>와 같이 임계치 u를 정했다.

<표 2> 임계치 결정

추정 모수	원/달러 환율		엔/달러 환율	
	upper	lower	upper	lower
threshold	+1.33%	-0.15%	+0.92%	-0.68%
% of data	14.21%	23.22%	9.97%	11.47%

임계치를 반영하여 반모수적방법으로 GPD의 꼬리부분을 추정하고 접합시킨 결과는 <표 3>과 같다. 극한이론정리에 따르면 평균초과 함수의 모수가 양(+)인 경우 극단치가 두터운 꼬리분포, 음(-)인 경우 극단치가 얇은 꼬리분포, 그리고 양(+)과 음(-)이 혼재되어 나타나는 경우 극단치가 두텁고 얇은 꼬리분포를 나타는 것으로 추정될 수 있다. GPD모수를 아래와 같이 추정하고 실제 자료를 추정된 분포함수에 접합시킨 결과 검정 대상 자료 모두에서 양(+)과 음(-)이 혼재되고 있다는 결과로 나타나 극한이론정리의 가설을 바탕으로 검정대상 자료들은 검정대상 기간 동안 비정규적 분포도를 지니고 있음을 알 수 있다.

<표 3> GPD 추정 결과

변수	원/달러 환율		엔/달러 환율	
	upper	lower	upper	lower
ζ	0.042	-0.153	-0.156	-0.025
$\beta(u)$	0.751	1.042	0.528	0.625

주) ζ: GPD feature parameter, $\beta(u)$: Scale parameter.

2) Copula를 이용한 의존성 측정 결과

Copula를 추정하기 위하여 먼저 주변분포를 균일분포(uniform distribution)로 변형시켜 추정된 GPD의 누적분포함수(cummulative distribution function)를 구하고, 이를 바탕으로 Copula모수를 추정한다. Copula모수를 추정하기 위하여 본 논문에서는 최우추정법(maximum likelihood estimation)을 사용하였으며, 개별 주변분포함수는 student t 분포를 가정한다.

실제로 실증분석에 사용 가능한 Copula함수의 종류는 다양하나, Elliptical Copula함수인 Gaussian Copula 함수의 경우에는 모형에 적용하기는 쉬우나 꼬리의존지수가 0으로 측정되기

에 적합하지 않고, Student's t-Copula 함수의 경우 자유도가 작을수록 두터운 꼬리를 표현할 수 있지만 왼쪽과 오른쪽 꼬리의 비대칭성을 반영하지 못하는 단점이 있다. 그리고 Archimedean Copula 함수는 위의 Elliptical Copula 함수에 비해 훨씬 복잡하지만 생성자함수와 Copula모수에 따라 비대칭성과 상호간 의존정도를 반영할 수 있는 다양한 형태를 가진다. 하지만 극단치 Copula는 극단치분포를 설명하는데 매우 유용하다고 알려져 있다. 따라서 본 논문에서는 극단치 Copula 함수인 Galambos Copula, Husler-Reiss Copula 및 BB5 Copula함수를 사용한다.

<표 4>에 검정대상 Copula를 이용한 의존성 측정 결과를 Kendall의 τ와 Spearman의 ρ, 꼬리 의존성 지수 λu, λL의 순으로 정리하였다. 먼저 측정된 오른쪽 꼬리 의존성은 왼쪽 꼬리 의존성보다 평균적으로 0.001-0.006정도로 미세한 정도로 크지만 통계적으로 유의미하지 못하다. 오른쪽 꼬리의 의존성 순위와 왼쪽 꼬리의 의존성 순위는 거의 유사한 패턴을 보여주고 있다. 즉, Kendall의 τ와 Spearman의 ρ, 꼬리 의존성 지수 λu, λL의 결과는 모든 검정대상 Copula함수에서 Spearman의 ρ-Kendall의 τ-꼬리 의존성 지수 λu, λL순서이다. 꼬리 의존성 지수인 λu, λL의 범위는 [0,1]이고 λu〉0, λL〉0이어서 0에서 멀어지면 (X,Y)가 오른쪽, 왼쪽 꼬리에 점근적으로 의존하는 것을 의미하며, λu=0, λL=0이거나 0에 가까이 갈수록 (X,Y)는 오른쪽 왼쪽 꼬리에서 점근적으로 독립한다는 것을 뜻한다. 결론적으로, 꼬리의 의존성은 오른쪽 꼬리나 왼쪽 꼬리 어느 쪽 이라도 동일하게 검정 대상 기간 동안 상당히 의미있게 나타나고 있음을 발견할 수 있다. 즉, 환율의 종류에 따라 약간의 차이는 존재하나, 외환위기를 겪으면서 검정대상 환율의 극단적 의존성 통계량이 커졌다는 것을 알 수 있다. 검정대상기간 동안 두 환율간의 높은 순위 상관관계가 존재할 경우 두 변수간의 꼬리의 의존성도 역시 높아질 것이라는 귀무가설을 기각하지 못하고 있다. 이는 검정대상기간 동안 달러화대 원화환율과 달러화대 엔화환율 모두에서 극단적 상호 의존성이 존재하고 있음을 의미한다.

이는 외환시장에서 금융위기와 같은 외부적 충격이 있는 경우 원/달러 환율이 엔/달러환율보다 시장에서의 반응정도가 크며, 두 환율 모두 모두 다 기축통화인 달러화의 변동에 많은 영향을 받는 극단적 상호 의존적 관계가 있는 것으로 해석할 수 있다. 또한 외부적 충격으로 인해 원/달러환율과 엔/달러환율간의 시간 가변적 상관관계가 존재함을 알 수 있다.

<표 4> Copula함수 의존성 결과

방법		원/달러 환율	엔/달러 환율	방법		원/달러 환율	엔/달러 환율
Galambos Copula	δ	0.3423	0.7508	Galambos Copula	δ	0.3391	0.7508
	τ	0.1014	0.3233		τ	0.0994	0.3233
	ρ_s	0.1511	0.4650		ρ_s	0.1481	0.4650
	λ_u	0.1320	0.3972		λ_L	0.1295	0.3972
Husler and Reiss Copula	δ	0.6351	1.1367	Husler and Reiss Copula	δ	0.6310	1.1367
	τ	0.0891	0.4481		τ	0.0872	0.3097
	ρ_s	0.1330	0.3097		ρ_s	0.1302	0.4481
	λ_u	0.1154	0.3790		λ_L	0.1130	0.3790
BB5 Copula	δ	0.0275	9.0631	BB5 Copula	δ	0.0280	1.8530
	Θ	1.1271	1.0414		Θ	1.1250	1.0417
	τ	0.1127	0.0397		τ	0.1111	0.0400
	ρ_s	0.1673	0.0594		ρ_s	0.1649	0.0599
	λ_u	0.1503	0.0543		λ_L	0.1482	0.0547

주) δ, Θ: Copula parameter, τ: Kendall's tau, ρs: Spearman's correlation, λu: Upper tail dependence, λL: Lower tail dependence.

4. 결론

본 연구에서는 아시아 국가들의 외환위기 기간 동안 환율의 상관관계에 어떤 변화가 발생하였는지를 실증적으로 비교하여, 기축통화인 미국 달러화 대비 원화 및 엔화간의 상관관계 및 상호 의존성의 특성을 분석함으로써 정책적 시사점을 얻고자 했다. 분석기간은 1995년 1월 1일부터 1998년 12월 31일까지이며, 일간 환율을 로그함수로 변환 사용하여 분석하였다.

분석 결과 검정대상 환율 모두 정규분포에 비하여 비대칭적이며 다소 두터운 꼬리분포를 가지고 있음을 보여주고, 정규분포를 갖는다는 귀무가설을 기각함을 알 수 있다. 그리고 임계치를 반영하여 반모수적방법으로 GPD의 꼬리부분을 추정하고 접합시킨 결과 검정대상 기간 동안 비정규적 분포도를 지니고 있음을 알 수 있다.

또한, Copula를 추정하기 위하여 먼저 주변분포를 균일분포(uniform distribution)로 변형시켜 추정된 GPD의 누적분포함수(CDF, cummulative distribution function)를 구하고, 이를 바탕으로

Copula모수를 추정하고, Copula모수를 추정하기 위하여 본 논문에서는 최우추정법(maximum likelihood estimation)을 사용한 결과 외환위기 기간 동안 외환시장에서 금융위기와 같은 외부적 충격이 있는 경우 원/달러 환율이 엔/달러 환율보다 시장에서 반응정도가 크며, 두 환율 모두 다 기축통화인 달러화의 변동에 많은 영향을 받는 극단적 상호 의존적 관계가 있는 것을 발견할 수 있다. 또한 외부적 충격으로 인해 원/달러환율과 엔/달러환율간의 시간 가변적 상관관계가 존재함을 알 수 있다.

결론적으로 금융위기 기간 동안 기축통화인 미국 달러화 대비 원화 및 엔화간의 환율은 시간 가변적 상관관계와 상호 의존성이 존재하며, 전염효과가 일관되게 나타나고 있음을 알 수 있다.

결국, 금융위기기간동안 원/달러 및 엔/달러 환율의 상관관계 및 의존성의 특성을 분석하여 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 엔/달러환율은 원/달러 환율보다 외부적 충격에 덜 민감하게 반응하지만, 기축통화인 달러화와 극단적 상호 의존적 관계에 놓여 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 아시아 외환위기 기간 동안 한국의 경우보다 일본은 단순히 고평가된 통화의 평가절상 기대에 따른 투기적 공격에 의해 발생하는 전통적 외환위기와는 다른 금융위기적 성격이 강하다고 추정해 볼 수 있다. 또한 금융위기의 전염성은 한국뿐만 아니라 상대적으로 영향을 적게 받았지만 일본에도 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

둘째, 환율변동성의 비정규적 분포도 분석에 있어 분석결과 원/달러 및 엔/달러 환율의 경우 검정대상 기간 동안 비대칭성이 존재하고 있는 것으로 추정되었다. 이는 검정대상 환율 모두에서 외환시장의 변동성이 금융위기 같은 나쁜 뉴스의 충격에 대한 반응에 있어 펀더멘탈과는 무관하게 과도한 반응을 보이는 맹목적 공황(blind panic)상태가 외환시장을 주도하고 있다는 의미이다. 즉, 이는 외환시장의 환율 변동성에 외부적 충격이 경제 펀더멘탈보다 더 영향력이 있음을 시사한다.

셋째, 본 논문의 연구결과는 최근에 실시되고 있는 검정방법의 다양성 측면에서 매우 유용함을 보여준다. 본 연구는 복잡한 상호작용이 항상 존재하는 실제 금융시장의 자산들간에서 비정규성의 문제를 해결하기 위하여 Copula함수의 적용과 이변량 분포 추정방법을 사용하여 Copula함수의 효용성을 살펴보았다. 하지만, 이러한 분석결과에도 불구하고 동종의 연구가 많이 시행되고 있지 않기에 향후 추가의 과제로는 다음의 방법이 있음을 제언한다.

첫째, 본 연구에서는 이변량 Copula를 활용하여 의존성을 살펴보았으나 실제로는 이변량보다는 이차원 이상의 다변량 Copula를 활용한 의존성에 관한 연구 또한 필요하다고 본다. 또한 이변량 Copula분석을 하더라도 금융위기 경험국간의 시차를 고려한 분석방안 또는

2008년 미국 금융위기 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

둘째, 본 연구는 주변분포 함수를 GPD분포로 가정하고 Copula모수를 추정하였다. 그러나 GPD분포의 경우 임계치의 설정방법에 따라 분석결과에 유의적인 차이가 존재할 수 있어서 임계치 상하한의 설정방법에 대한 추가적인 연구가 진행되어져야 할 것이다.

【參考文獻】

Bank of Japan(1986)「Stepped-up capital movements in and out of Japan and their effect on the Japanese financial market」『Special Paper』112, Tokyo, Bank of Japan.

Braig, T., and Goldfajan, I.(1999)「Financial market contagion in Asian crisis」『IMF Staff Paper』46

Calvo, G., and Reinhart, C.(1996)『Capital flows to Latin America: Is there evidence of contagion effect? Private capital flows to emerging markets after the Mexican crisis』Institute for International Economics.

Casella, G., and Berger, R.(2002)『Statistical Inference』2nd edition, Duxbury.

Embrëchts, P, Mcneil, A., and Straumann, D.(1999)「Correlation and dependence in risk management: Properties and pitfalls」『Working Paper』214, ETH Zurich.

Forbes, K., and Rigobon, R.(2002)「No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovements」『Journal of Finance』57

Frankel, J., and Schmukler, S.(1997)「Country fund discounts and the Mexican crisis of 1994: Did Mexican residents turn pessimistic before international investors?」『Open Economies Review』7

Fukao, Mitsuhiro and Takashi Okubo.(1982)「International linkage of interest rates: The case of Japan and United States」『Discussion Paper』13, Tokyo, Bank of Japan.

Glick, R., and Rose, A.(1998)「Contagion and trade: Why are currency crises regional?」『unpublished manuscrip』t, UC Berkeley.

Goldstein, M.(1997)「Comments on early warning indicators of financial instability in emerging economies」Paper Presented at the Symposium『Maintaining Financial Stability in a Global Economy』1997` Jackson Hole, Wyoming, Federal Reserve Bank of Kansas City

Kim, T. H., Park, J. H., and Kim, M. R.(2007)「Analysis of volatility clustering and asymmetry and volatility forecasting in KOSPI」『Journal of the Korean Data Analysis Society』9(6)

Kim, W. S., and Choi, H. S.(2010)「A study on developing an intra-day volatility trading systems using volatility spillover effect」『Journal of the Korean Data Analysis Society』12(5)

Kodres, L., and Pritsker, M.(1998)「A rational expectations model of financial contagion」『Working Paper』634, Board of Governors of the Federal Reserve System.

Longin, F., and Solnik, B.(2001)「Extreme correlation of international equity markets」『Journal of Finance』56

Longuin, M.(1999)「From Value at Risk to stress testing: The extreme value approach」『Research Discussion Paper』12-1999, Center for Economic Policy Research.

Markowitz, H. M.(1952)「Portfolio selection」『The Journal of Finance』7 (1)

Noh, H. S., and Kang, S. H.(2015)「Analysis of long memory, asymmetry and volatility spillover effect in ASEAN stock markets」『Journal of the Korean Data Analysis Society』17(3)

Park, Y. C., and Song, C. S.(2000)『Financial contagion in east Asia: with a special reference to the Republic of Korea』Kluwyer Academic Publishers.

Suzuki, Yoshio(1987)『The Japanese Financial System』Clarendon Press, Oxford.

Umberto, C. L., and Walter, V.(2004)『Copula Methods in Finance』Wiley.

Valdes, R.(1998)「Emerging Markets Contagion: Evidence and Theory」『mimeo』Bank of Chile.

Yamazaki, Yoshihiro.,(2011)「Overshooting of exchange rate and new open economy macroeconomics; Some implications for Japanese Yen and Korean Won」『unpublished manuscript』Faculty of Economics, Fukuoka University, Japan

Yang, Z. and Chang, B. K.(2014)「Spillover effects among the greater China stock markets and globalization of China stock market」『Journal of the Korean Data Analysis Society』16(3)

Zangari, P.(1996)「An Improved Methodology for Measuring VaR」『RiskMetrics Monitor』2

논문투고일 : 2015년 12월 10일
심사개시일 : 2015년 12월 20일
1차 수정일 : 2016년 01월 08일
2차 수정일 : 2016년 01월 14일
게재확정일 : 2016년 01월 19일

<要旨>

금융위기하의 원/달러 및 엔/달러 환율의 의존성에 대한 연구

본 논문에서는 1997년 7월 태국 바트(Baht)화 위기로부터 시작된 한국을 포함한 아시아 국가들의 금융(외환)위기 기간 동안 환율에 어떤 변화가 발생하였는지를 살펴보고자 기축통화인 미국 달러화 대비 원화 및 엔화간의 상관관계와 상호 의존성을 살펴보았으며, 이를 위하여 극단치 이론을 Copula통계기법과 결합하여 시장간 의존구조를 분석하고, 분석 대상 통화 간 상호 의존성을 측정하는데 Copula함수를 이용하였고, 극단치분포를 구축하기 위하여 POT모형을 사용하였다. 그 결과 검정대상 환율 모두 정규분포에 비하여 비대칭적이며 다소 두터운 꼬리분포를 가지고 있음을 보여주고, 정규분포를 갖는다는 귀무가설을 기각함을 알 수 있다. 그리고 임계치를 반영하여 반모수적방법으로 GPD의 꼬리부분을 추정하고 적합시킨 결과 검정 대상 자료 모두에서 잘 분포되고 있음을 알 수 있다. 또한, Copula함수를 추정한 결과 환율의 종류에 따라 약간의 차이는 존재하나, 외환위기 기간 동안 원-달러화 환율과 엔-달러화 환율 모두에서 극단적 상호의존성이 존재하고 있는 것으로 나타났다.

Testing for Dependence for US Won/Dollar and Yen/Dollar Exchange Rates

The purpose of this paper is to analyse comparatively the characteristics of the dependence between dollar-won exchange rates and dollar-yen exchange rates using Copula methodology in modelling joint distributions with fat tails during 1997 Asian financial crisis period. We select Peaks-Over-Threshold (POT) method for building Extreme value distribution and use generalized Pareto distribution (GPD) as the marginal distribution. We also adapting maximum likelihood method to estimate Copula parameter. We use the Galambos Copula, Husler and Reiss Copula, and BB 5 Copula for measure market dependence. We fit these copula methods to daily exchange rates and found that exchange rates have asymmetric and fat tail distribution. Empirical result show that exchange rate dependence exist between exchange rates of US dollar-Korean Won and US Dollar-Japanese Yen. And such dependence become stronger after Asian financial crisis.