

## Brexit and Time Dependence and Asymmetry of Dollar-Euro and Pound-Euro Exchange Rates

Chae-Deug Yi\*

**Abstract** This paper analyzes the recent realized volatility and jump of US Dollar/Euro and UK Pound/Euro returns using the high frequency five minute with the nonparametric estimation during years 2010-2018 including year 2016 of UK's national vote of Brexit. The empirical results show that before Brexit vote in year 2016 the Bipower volatilities of US Dollar/Euro and UK Pound/Euro returns have the time dependence effects such as daily and monthly effects, but they do not have weekly effects. But, they have asymmetrical properties on real rate of returns. However, after Brexit vote in year 2016 Bipower volatilities of US Dollar/Euro and UK Pound/Euro returns have only daily effects, but they do not have weekly and monthly effects. Furthermore, they do not have asymmetrical properties on real rate of returns. Before Brexit vote in year 2016, the Bipower jumps of US Dollar/Euro returns were not affected by the previous jumps and they do not have asymmetrical properties. Before Brexit vote in year 2016, Bipower jumps of UK Pound/Euro returns were not affected by the previous rates of returns, but after Brexit vote, jumps of UK Pound/Euro returns were affected by the previous rates of returns. Jumps of UK Pound/Euro returns do not have asymmetrical effects of previous rates of returns and jumps.

**Keywords** Brexit, Exchange Rate, Time Dependence, Volatility, Jump

**JEL Classification** G10, G30

---

\*College of Economics and International Trade, Pusan National University, Busan, Korea,  
E-mail: givethanks@pusan.ac.kr.

## 브렉시트와 달러-유로 및 파운드-유로 환율의 시간 의존성과 비대칭성 분석

이재득\*

**Abstract** 본 연구는 2010년-2018년 동안 미국의 달러와 유로 환율 및 영국의 파운드와 유로 환율의 하루 5분 간격의 초고빈도자료를 사용하여 환율 변동성의 일간, 주간, 월간 효과 등의 시간의존성과 점프 요인들을 비모수적 추정방법을 사용하여 분석하였다. 일단 이들 환율 변동은 영국의 브렉시트에 관한 국민투표가 있었던 전체기간과 또한 2016년 전후로 나누어 분석하였다.

2010년부터 2016년 브렉시트 투표일 전에는 미국 달러-유로화 환율과 영국 파운드-유로화 환율 변동성은 모두 일간 효과와 월간 효과를 정의 방향을 가지고 있었지만, 주간 효과는 나타나지 않았다. 그러나 실질수익률에 대한 환율 변동성의 비대칭성이 같이 나타났다. 그리고 2016년 브렉시트 투표일 후에는 환율 변동성의 일간 효과가 나타난 반면, 주간 효과와 월간효과는 앞의 브렉시트 투표 전의 기간과 달리 나타나지 않았다. 실질변동성에 대한 수익률은 비대칭성이 모두 나타나지 않았다.

2010년-2018년 전체기간 동안의 미국의 달러화의 유로화에 대한 환율의 점프는 전기의 점프에 의해 영향을 받지 않고 있으며 비대칭적 효과도 없는 것으로 나타났다. 그리고 영국 파운드화의 유로화의 환율의 점프는 브렉시트 투표일 전에는 전기의 수익률에 의해 영향을 받지 않았지만, 투표일 이후에는 전기의 수익률에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 브렉시트 전후 모두 전기의 수익률과 전기의 상대적 점프에 의한 비대칭적 효과는 없는 것으로 나타났다.

**Keywords** 브렉시트, 환율, 시간 의존성, 변동성, 점프

**JEL Classification** G10, G30

---

\*부산대학교 경제통상대학 교수, E-mail: givethanks@pusan.ac.kr.

## 1. 서론

세계 금융위기와 EU의 재정금융위기가 닥쳐왔던 2007년 이래 세계 주요국의 주가와 환율을 비롯하여 금융 자산 가격이 크게 변동하고 있고 미국에서는 경기 진작을 위해 양적완화를 시행해왔다. 2014년 이래 현재 일본의 아베내각 역시 엔화 평가절하를 위한 정책을 시행해오고 있다. 이와 같이 2010년 이래세계의 주요국들은 미국, 중국, 일본, EU을 비롯한 주요 국가들 간에는 수출 증대를 위한 평가절하 및 환율 조정에 대한 논쟁이 벌어지고 있다.

2016년 6월 23일 EU의 주축국의 하나인 영국은 유럽연합(EU)을 탈퇴할지에 대한 소위 브렉시트(Brexit)에 대한 국민투표를 실시하였다. 그 국민투표를 한 결과 탈퇴 51.9%, 잔류 48.1%로 나타나 영국은 2019년 현재 EU국가들과 브렉시트에 대한 협상을 하고 있다. 그러나 하드 브렉시트와 소프트 브렉시트 그리고 노딜 브렉시트 등 여러 가지 EU 탈퇴 협상안을 두고 국내외적으로 난항을 겪었다가 2020년 올해 브렉시트를 하기로 결정하였다.

이와 같이 2016년의 영국의 하드 브렉시트에 대한 투표와 브렉시트 결과는 영국뿐만 아니라 EU 및 세계경제에도 영향을 미칠 것이다. 또 영국의 브렉시트로 인한 파운드화 가치의 하락은 단기에는 영국 입장에서 환율 상승으로 수출증가의 이득을 볼 수 있겠으나, 장기적으로는 자본 시장에서의 글로벌 자본 이탈에 따른 환율 변동성과 외환시장에 커다란 교란이 발생할 가능성이 높다.

한편, 1980년대와 2000년대 초까지 이러한 환율이나 주식 등의 금융자산 가격의 변동성추정은 모수추정(parametric estimation) 방법인 GARCH 모형이나 확률적 변동성(stochastic volatility) 모형에 의한 내재변동성과 연관한 가격결정모형이 주류를 이루어 왔다.

그러나 고빈도 표본자료는 거시경제뉴스의 발표와 기업의 수익보고서 같은 중요한 정보의 도착으로 외환금융 자산가격의 즉각적이고 불규칙적인 이산적인 점프를 발생시키지만, 기존의 모수적 추정방법들은 주로 일, 월, 분기별 등 저빈도 자료를 사용한 GARCH모형과 확률적 변동성 모형 등의 모수적 추정방식은 불연속적인 점프를 규명하기 아주 힘들고 환율변동 함수를 정확하게 설정하는 것이 힘들다.

그러므로 이러한 불규칙적이고 불연속적인 변동성을 규명하기 위하여 최근 2000년대에 들어 실현된 변동성이론의 개발과 초고빈도자료의 획득, 그리고 금융계량경제이론의 발달에 힘입어 Andersen *et al.* (2001, 2003), Andersen *et al.* (2002, 2004), Barndorff-Nielsen and Shephard (2001, 2004, 2005, 2006) 등은 이전의 변동성추정방법에 대한 대안이자 새로운 연구접근방법으로 실현된 변동성(realized volatility)이란 개념을 도입하여 아직 초기 단계지만 비모수적

변동성추정 연구접근법을 시도하고 있다.

그리고 2007년 미국의 서브프라임 모기지 사태, 2009년 유럽 경제위기 등을 시작으로 한 금융위기로 야기된 주식과 환율 등 금융자산시장의 수익률 및 가격 변동성은 최근 10년간 금융경제에서 가장 중요한 연구 분야가 되어 왔다. 특히 최근 영국의 브렉시트 투표와 브렉시트에 대한 영국과 EU 간의 협상들은 영국의 파운드화는 물론이고 미국 달러화와 EU 유로화 등의 주축통화의 변동성에 충격을 줄 수 있을 것이고, 나아가 전 세계 금융시장뿐만 아니라 세계경제에 충격을 줄 수 있다.

그러므로 영국의 브렉시트와 관련하여 영국파운드와 유로 및 달러화의 변동성과 점프에 관한 동태적 연구에 대한 필요성이 절실하지만, 아직 브렉시트와 연관된 이들 영국 파운드화와 유로화 및 달러화 간의 환율 변동성에 대한 심층적인 연구는 국내외에서 연구가 없는 실정이다.

이를 위해 본 연구는 먼저 실현변동성을 사용한 비모수적 추정방법을 사용하여 5분간의 고빈도 자료를 사용하여 파워 변동성을 구한다. 그러나 아직 이런 실현변동성 개념을 사용하여 금융자산의 연속적 변동과 불연속 점프에 대한 비모수적 접근법을 통한 파워 변동성과 불연속적 점프통계량 등에 관한 연구는 아직 국내에 많이 소개되어 있지 않고 국내연구도 극히 미약하다. 더구나 이를 국제 금융시장과 세계경제에서 중요한 이슈인 브렉시트와 브렉시트 전후 미국 달러와 유로, 파운드와 유로 환율 변동성과 그에 대한 동태적인 특징을 분석한 논문은 없다.

그리하여 본 연구에서는 국내외에서 처음으로 2016년 영국의 브렉시트 투표와 관련하여, 분석기간을 2010년부터 2018년까지의 전체 기간, 2016년 브렉시트 투표 전후의 기간으로 나누어 비모수적 추정방법을 통하여 환율과 점프의 변동성을 추정한다. 그 다음 브렉시트와 연관한 영국 파운드, 미국 달러 환율의 대 유로 환율들의 변동성과 그 점프의 시간의존성과 그에 따른 일간, 주간, 월간 효과를 다음과 같은 점에 주안점을 두고 이들 환율 변동성과 점프의 동태적인 변동 요인들을 분석할 것이다.

따라서 본 연구는 첫째, EU와 유로화 변동성에 중요한 충격을 줄 수 있는 영국의 브렉시트로 인한 영국 파운드화, 미국 달러화, 그리고 유로화 간 통화 및 환율의 변동성을 주로 2000년대 이후에 개발된 새로운 파워 실현변동성 개념인 Bipower 변동성 등을 사용하여 분석할 것이다.

둘째, 기존의 1990년대와 2000년 초까지 많이 사용한 대부분 모수추정적인 GARCH 모형이나 확률적 변동성 모형 등은 저빈도 자료를 사용하는데, 저빈도 자료에 의한 분석은 금융시장에서 매일매일 시시각각으로 일어나는 환율 변동성과 특히 불연속적인 점프가 있는 경우 변동성 점프를 규명하는 것

은 거의 불가능하다. 그래서 본 연구는 2010년대 자주 발생하였던 불연속적인 환율 변동성 점프의 동태적 효과를 분석하기 위해서는 2016년대 영국의 브렉시트 투표일을 전후하여 5분 간격의 고빈도 자료를 사용하여야 한다.

셋째, 그리하여 먼저 2010년부터 2018년까지 유로에 대한 미국 달러 환율과 유로에 대한 영국 파운드화 환율들의 일중 5분간 수익 자료를 사용하여 실현변동성과 Bipower 변동성을 구하여 영국의 EU 탈퇴를 위한 브렉시트 투표일 전후 환율 자료를 사용하여 비교 분석할 것이다.

넷째, 그 다음에는 환율 변동성의 시간의존적 특징이 다 다를 수 있으므로, 본 연구에서는 2016년 브렉시트 투표와 관련하여 영국의 파운드화와 유로화, 달러화와 유로화 간의 환율 수익률의 변동성이 일간 효과, 주간 효과, 그리고 월간 효과 등의 동태적 시간 의존성이 있는지 실증적으로 분석할 것이다.

다섯째, 영국의 파운드화와 미국 달러화의 대 유로환율의 실현된 점프들을 추정하여 이들 두 환율 변동성과 점프들이 어떤 요인에 의해 영향을 받는지 기존 연구들과 달리 이들 환율 변동성과 점프의 레버리지 효과와 비대칭성에 대하여 실증 분석할 것이다.

## 2. 기존 연구

금융시장에서 환율이나 주가 변동성을 분석하는 방법은 첫째, Andersen *et al.* (2002), Eraker(2004), Eraker *et al.* (2003), Johannes (2004) 등의 연구들처럼 연속적인 시간모형을 사용하는 어떤 특정한 모수적 추정방법을 사용하는 것이다. 점프에 대한 모수적 모형은 Andersen *et al.* (2002, 2004, 2007), Andersen *et al.* (2003) 등이 하였다.

그러나 이러한 모수적(parametric) 추정방법은 주로 일간의 저빈도 자료를 사용하는데 이러한 저빈도 자료를 가지고 먼저 모수추정적인 점프발산(jump diffusion)모형로 추정한다는 것이 상당히 어렵다. 그리고 모수적 ARCH 모형은 기대 변동성을 이산적으로 관측된 수익률의 명시적인 함수, 즉 모수화된 조건부 기대치의 함수로 고안된 모형이지만, 특정한 모수 추정적인 변동성 모형들은 설정오류도 발생하고 불연속적인 점프가 발생할 때는 변동성을 직접 추정하는 것이 매우 어렵고 복잡해지는 난점이 존재한다.

그리하여 최근에는 두 번째 접근방법으로 1990년대 말과 2000년대부터는 초고빈도자료를 사용하는 일중 및 일간 변동성측정구조에 비모수 추정적인(nonparametric) 연구접근법을 사용하려고 시도하고 있다. Andersen and Bollerslev(1998a, 1998b)의 연구를 효시로 하여, Andersen *et al.* (2002, 2004, 2007), Barndorff-Nielsen and Shephard(2004, 2005, 2006) 등은 고빈도 자료를

사용하여 실현된 변동성을 사용하는 비모수적 추정방법을 사용하였다. 비모수적(Nonparametric) 변동성 측정방법은 어떤 특정한 함수에 대한 가정 없이 직접 사후적으로 실증적인 분석을 하고 있다.

그리고 환율이나 주가 등 금융자산가격의 변동성을 연속적인 부분과 불연속적인 점프부분으로 분리하기 위해 Andersen and Bollerslev (1998a), Comte and Renault(1998), Andersen *et al.* (2001), Barndorff-Nielsen and Shephard (2004, 2005, 2006) 등은 실현된 Bipower 변동(variation)이란 개념을 최초로 고안하여 실현된(realized) 변동과 결합하여 직접적인 비모수적인 추정방법에 의해 금융자산가격의 총변동분을 연속적인 표본들의 변동과 불연속적인 점프부분을 2가지 부분으로 분리하였다. Andersen *et al.* (2004), Corsi *et al.* (2001), Deo *et al.* (2006), Martens and Dijk (2007) 등은 새로운 비모수추정방법에 의한 실현된 변동성을 표준적인 이산적인 시간의 시계열과정을 사용하여 축약형 변동성 예측모형을 개발하는데 기여하였다.

그리고 비모수적인(nonparametric) 변동성 추정방법은 연속적인 변동성과 특히 불연속적인 점프를 추정하기 위해 모수적인 추정방법에서 사용하는 저빈도 자료가 아니라, 일종의 분 단위 등의 고빈도 자료들을 사용하고 있다. 최근에는 Délèze and Hussain (2014), Dewachter *et al.* (2014), Yi (2018, 2019), Bibinger and Winkelmann(2013) 등이 유로 환율의 변동성과 점프를 분석하였다. Aroui and M'saddek(2019)도 주요 국제증권시장에서 리스크 프리미엄을 연속적 부분과 불연속적인 점프 부분으로 나누어 분석하였다.

그러나 이들 기존 연구들은 환율의 실현된 파워 변동성을 사용하여 비모수적 방법으로 영국의 브렉시트와 관련하여 파운드화와 유로환율, 유로와 달러 환율 등에 대한 분석이 아니다. 그리하여 본 연구에서는 기존 연구들과는 달리, 국내외에서 처음으로 브렉시트의 영향과 관련하여 분석기간을 2010년부터 2018년까지의 전체 기간, 2016년 브렉시트 전후의 기간으로 나누어, 비모수적 추정방법을 통하여 환율의 변동성과 점프를 시간의존성과 그에 따른 일간, 주간, 월간 효과를 분석하고 이들이 어떤 변동 요인들에 의해 동태적 영향을 받는가에 대해서 분석하고자 한다.

### 3. 실현된 파워 변동성과 점프 모형

#### 3.1. 실현된 Bipower 변동성

실현된 파워 변동성 모형을 설정하기 위하여 본 연구에서는 Barndorff-Nielsen and Shephard (2004), Yi (2014, 2018), Andersen *et al.* (2007) 등의 연구에서와 같이,  $r$ 은 일간(daily) 단위를 상정하며, 정수  $t$ 에 대하여 일중의 수익률 (intraday return)을 나타내면,  $M$ 은 관측된 일중 표본의 주기를 나타낸다.<sup>1</sup> 그리하여 일중의 수익률( $r$ )의 자승근의 합을 실현된 변동 혹은 실현된 변동성 (realized volatility)으로 정의하면,  $t$ 일의 실현된 변동의 측정치는 다음과 같이  $RV_t$ 로 나타낸다.

$$RV_t = \sum_{j=1}^M r_{t,j}^2 \quad (1)$$

실현된 변동은 일반적으로 표본의 주기  $M$ 이 클 때, Andersen *et al.* (2002, 2007), Arouri and M'saddek (2019) 등의 연구와 같이  $\sigma(t)$ 는 순간적인 변동성이라 할 때, 적분된 변동(integrated variance)의 크기를 나타내는 연속적인  $\int_{t-1}^t \sigma^2(s)ds$ 와 불연속적인 점프부분을 포함한 총 수익률 변동의 사후적인 측정치의 합으로 (2)식과 같이 나타낸다. (2)식에서  $N_t$ 는 어느 특정한  $t$ 일의 수익률 점프변동의 개수,  $\kappa_{t,j}$ 는  $t$ 일의 점프변동의 크기를 나타내는 것으로 순수한 점프 Levy 과정을  $\gamma$ 로 나타낼 때,  $\gamma(t) - \gamma(s) = \sum_{\tau} \kappa(\tau), s \leq \tau \leq t$ 가 성립한다.

$$\lim_{M \rightarrow \infty} = \int_{t-1}^t \sigma^2(s)ds + \sum_{j=1}^{N_t} \kappa_{t,j}^2 \quad (2)$$

본 연구에서는 Barndorff-Nielsen and Shephard (2004, 2005, 2006)가 도출한 Bipower 변동의 측정치( $BV_t$ )를 원용하여 Bipower 변동을 다음과 같이 정의한다.

$$BV_t = \mu_1^{-2} \left( \frac{M}{M-1} \right) \sum_{j=2}^M |r_{t,j-1}| |r_{t,j}| = \frac{\pi}{2} \left( \frac{M}{M-1} \right) \sum_{j=2}^M |r_{t,j-1}| |r_{t,j}|, \quad (3)$$

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{2}{\pi}} = E(|Z|), Z \sim N(0, 1).$$

<sup>1</sup>Yi (2014, 2018), Andersen *et al.* (2007) 등 참조.

### 3.2. 점프(Jump) 모형

따라서 실현된 총변동과 실현된 Bipower 변동의 차이분을 총가적 변동분에 대해 점프부분이 얼마나 많이 공헌하고 있는가 하는 비모수적 추정량으로 사용할 수 있다. 그리하여  $(RV_t - BV_t)$ 는 순수한 점프 변동분의 일치추정량이 되며, 자산이나 환율 수익률의 점프를 검증하는데 토대가 될 수 있다. Huang and Tauchen (2005)은 어느 특정한  $t$ 일의 상대적 점프크기와 공헌도를 나타내는 상대적 점프 측정치( $RJ_t$ )로 다음과 같이 설정하였다.

$$RJ_t = \frac{RV_t - BJ_t}{RV_t} \quad (4)$$

$RJ_t$ 는 고빈도주기인 일종의 환율 혹은 외환자산수익률이나 가격의 총변동에 대한 상대적 공헌도의 크기를 나타낸다. 그리하여 다음과 같이 점프변동을 로그로 표시하여 점프의 공헌도를 측정할 수 있다.

$$J_t = \log RJ_t - \log BJ_t \quad (5)$$

그리고 본 연구에서는 실현된 점프의 크기를 측정하거나 점프의 공헌도를 혹은 점프 측정치의 민감성을 분석하기 위하여 불연속적인 실현된 점프를 실현된 변동과 적분된 변동(integrated variation)의 추정치의 차이로서 다음과 같이 표시한다.

$$RJ_t(\Delta) \equiv RV_t(\Delta) - \hat{IV}_t(\Delta) \rightarrow \sum_{t-1}^t \kappa^2(s) \quad (6)$$

위식에서  $\hat{IV}_t(\Delta)$ 는 적분된 변동의 추정치로 Bipower 실현 변동의 측정치( $BV_t$ )나 임의의 일치추정량이 된다.

### 3.3. 환율 파워 변동성의 일간, 주간, 월간 효과 분석 모형

금융자산시장에 있어 Andersen *et al.* (2004), Eraker *et al.* (2003)은 수익률의 총변동성에 있어 점프가 상당한 부분을 차지하고 있음을 규명하였다. Bollerslev(1987)은 변동성의 동학을 살펴보기 위해 GARCH 모형과 그와 연관된 확률성 변동성(stochastic volatility) 모형등을 사용하였다. 그러나 2000년대 Andersen *et al.* (2003) 등이 실현변동성의 장기기억과정과 연관시켜 ARFIMA 모델을 사용할 것을 권하고 있다.

그러나 실현변동성이 아닌 실현된 Bipower 변동성이나 점프의 동학에 대한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 환율의 총변동성 중 연속적인 변동성 부분과 불연속적인 점프부분을 분리하여 분석하기 위하여, Bipower 변동성이나 점프에 대한 모형을 따로 사용하여 동학적인 성질을 분석한다.

그리하여 먼저 영국의 브렉시트 발표에 의한 달러와 유로화와 파운드화와 유로화 등의 환율들의 Bipower 변동성을 추정하기 위하여 Bollerslev *et al.* (2005)의 연구에서 나오는 HAR-GARCH-RV(Heterogeneous Autoregressive RV) 모형을 원용한다. 그 다음 Bipower 변동성의 동학적 구조를 분석하기 위해 Bipower 변동성(BV)과 실현변동성(RV)를 사용하여 변동성의 시간 의존적 효과와 그 변동 요인들을 분석한다.

그리하여 본 절에서는 환율 변동성의 시간 의존적 특징을 분석하기 위하여 달러와 유로화와 파운드화와 유로화 환율 등의 Bipower(BV) 변동성의 단기적인 일간 효과, 주간 효과, 월간 효과 등의 장기기억효과, 그리고 환율 수익률의 변동성 비대칭성 혹은 레버리지 효과 등을 분석하기 위해 다음 (7)식과 같이 환율의 파워 변동성 요인들을 분석하기 위한 추정모형을 설정한다.

$$\begin{aligned} \log BV_t = & \alpha_0 + \alpha_d \log BV_{t-1} + \alpha_w \log(BV)_{t-5:t-1} + \alpha_m (BV)_{t-22:t-1} \\ & + \theta_1 \frac{|r_{t-1}|}{\sqrt{RV_{t-1}}} + \theta_2 I[r_{t-1}] + \theta_3 V \frac{|r_{t-1}|}{\sqrt{RV_{t-1}}} I[r_{t-1} < 0] + u_t \end{aligned} \quad (7)$$

위의 (7)식에서  $BV_t$ 는 (3)식에 의해 구한  $t$ 기의 Bipower 실현변동성을 나타낸다. 그 다음 변동성의 변동성의 일간, 주간, 월간 시간의존적 특징을 분석하기 위하여 하루의 일간 효과, 주말을 제외한 한 주 5일의 주간 효과, 1개월 동안 주말 8일을 제외한 22일의 월간 효과를 각각 선택한다. 그리하여  $BV_{t-1}$ 는 전기  $t-1$ 의 Bipower 실현변동성이며,  $BV_{t-5:t-1}$ 은  $t-5$ 기에서  $t-1$ 기에 이르는 주간의 Bipower 실현변동성이고  $BV_{t-22:t-1}$ 은  $t-22$ 기에서  $t-1$ 기에 이르는 월간 Bipower 실현변동성을 나타낸다.  $r_t$ 는 앞에서 정의한  $t$ 일의 일중수익률이며,  $RV_t$ 는  $t$ 기의 실현변동성을 나타낸다.  $I$ 는 인덱스 함수를 나타내며 마지막으로  $u$ 는 오차항이다.

(7)식의 추정계수들인  $\alpha_0$ ,  $\alpha_d$ ,  $\alpha_w$ , 그리고  $\alpha_m$ 은 각각 파워 변동성의 상수, 일간 효과, 주간 효과, 그리고 월간 효과를 나타내는 패러미터이다,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ , 그리고  $\theta_3$ 는 각각 전기의 실현변동성의 자승근으로 나타낸 전기의 일중수익률, 인덱스 함수  $I$ 를 도입한 수익률, 그리고 일중 수익률의 변동성의 비대칭성 등을 나타내는 패러미터이다.

그리하여 본 연구에서는 위 (7)식을 추정하여 첫째, 위의 식에서 실현된

달러-유로화와 파운드-유로화 등의 브렉시트와 가장 밀접한 주요 환율들의 변동성에 일간, 주간, 월간 효과가 있는지 분석하기 위해 각각의 변동성에 시차를 도입하여 변동성이 일간, 주간, 그리고 월간 등 효과 등의 장기기억 등의 시간 의존성이 있는가를 살펴본다.

둘째, 수익률과 실현변동성으로 나타낸 수익률의 시차변수에 인덱스 함수  $I$ 를 도입하여 변동성의 레버리지 효과 즉 수익률이 음 혹은 양으로 나타났는지에 따라 비대칭성이 있는가를 분석한다.

### 3.4. 환율 수익률의 변동성 점프와 동인 분석

본 절에서는 먼저 앞의 (5)식에서 나타냈듯이 환율의 점프 변동을 실현변동성과 Bipower 변동성의 로그로 정의한다. 그 다음 영국의 브렉시트 투표일을 포함한 기간 중 영국 파운드화와 미국 달러화의 대 유로 환율의 점프 변동의 실현변동성으로 자승근으로 나눈 수익률과 그것의 비대칭성과 전기에 대한 점프에 대한 동학 등을 분석하기 위해 아래 (8)식과 같이 표준적인 자기회귀모형을 도입하여 추정한다.

그리하여 특히 2010년 2월부터 2018년 2월까지 유럽의 경제위기와 브렉시트 발표에 의한 파운드화의 대 유로화 그리고 미국 달러화의 대 유로화의 총변동성 중에서 불연속적인 점프부문의 공헌이 얼마나 되는가를 분석하기 위해 다음과 같이 상대적인 점프를 실현된 변동과 Bipower 변동성의 차이의 로그로써 나타나는 모형을 취한다.

$$\begin{aligned} \log \frac{RV_t}{BV_t} = & \psi_0 + \psi_1 \frac{|r_{t-1}|}{\sqrt{RV_{t-1}}} + \psi_2 I[r_{t-1}] + \psi_3 \frac{|r_{t-1}|}{\sqrt{RV_{t-1}}} I[r_{t-1} < 0] \\ & + \psi_4 \log \frac{RV_{t-1}}{BV_{t-1}} + v_t \end{aligned} \quad (8)$$

위의 (8)식에서  $\log(RV_t - BV_t)$ 는 개별 환율들의 각각 상대적인 점프를 나타내며  $RV_t$ 는  $t$ 일의 실현변동성을 나타낸다.  $BV_t$ 는 구한  $t$ 기의 Bipower 실현변동성이며,  $RV_{t-1}$ 는 전기의 실현변동성이며,  $BV_{t-1}$ 는 전기의 Bipower 실현변동성이며,  $r_{t-1}$ 은  $t-1$ 일의 일중 수익률이며,  $I$ 는 인덱스 함수를 나타내며 마지막으로  $v$ 는 오차항이다. (8)식에서 추정계수들인  $\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$ 는 각각 환율의 점프에 대한 상수, 전기의 실현변동성의 자승근으로 나타낸 수익률, 수익률의 비대칭성, 전기의 실현변동성의 자승근으로 나타낸 수익률과 음의 수익률을 동시에 고려한 비대칭성 효과, 그리고 점프의 일간 월간 효과를 나타내는 패러미터들을 각각 나타낸다.

위의 추정식 (8)은 중요성 이슈 중의 하나인 파운드화의 대 유로화 그리고 미국 달러화의 대 유로화의 총변동성 중 수익률 요인과 수익률의 변동의 비대칭적인 부정적 효과, 전기의 점프의 일일 효과의 분석과 함께, 총 변동 중에서 연속적인 수익률의 변동성부문과 점프부문 중 특히 어느 것에 의해 주도되는지 규명해준다. 그리하여 (8) 식은 환율의 점프가 전기의 실현변동성으로 나타낸 일중 수익률과 인덱스 함수를 도입하여 레버리지 효과 즉 비대칭성, 그리고 전기의 점프 등에 의해 어떤 영향을 받는지 보여준다.

## 4. 실증분석

### 4.1. 표본과 통계자료

2019년 10월 현재 영국의 브렉시트가 세계경제와 EU 경제에 미치는 파급효과 등이 전 세계 경제와 금융시장에 있어 가장 뜨거운 이슈가 되고 있다. 먼저 고빈도 환율 통계 자료는 최근에 Olsen and Associates에서 주요국 통화에 대한 환율과 자산수익률에 대한 초고빈도 자료를 유상으로 매도하여 제공하고 있으므로, 본 연구에서도 미국 달러, 영국 파운드, 유로 간의 환율의 초고빈도 자료를 사용하기 위해서 스위스 쥐리히의 Olsen and Associates의 비싼 유상자료를 사용하였다.

그리하여 본 연구에서는 환율 혹은 외환금융가격 수익률의 연속적인 파워 변동성 부문과 비연속적인 점프부문의 일간, 주간, 월간 등의 시간의존성과 변동성 요인들의 통계적 추정을 위하여 유로화에 대한 영국의 파운드화의 현물환율, 그리고 유로화에 대한 미국 달러화의 현물환율 등의 5분 간 일중 환율 자료를 사용하였다.

본 연구에서 사용한 자료의 기간은 2010년 2월 3일부터 2018년 3월 1일 까지의 실현된 영국 파운드-유로 현물환율과 미국 달러-유로 현물환율의 초고빈도 자료인 일중(within-day)의 5분 자료(하루에 288개의 5분 자료, 즉  $M=288$ ,  $\Delta=1/288$ )를 사용하였다. 그 다음에 5분 간의 환율 수익률을 로그 환율의 차이로 표시하였다. 그러나 이 가운데 환율의 주말효과를 피하기 위해 GMT 시간으로 금요일 21:00시에서 일요일 GMT 21:00시까지의 자료를 생략하였다. 또한 특정 공휴일 기간들인 크리스마스(12월 24일-26일), 새해 연휴(12월 31일-1월 2일), 공휴일 등을 제외하였다. 그리고 자료의 신빙성을 높이기 위해 기록오류로 볼 수 있는 경우와 관측이 이루어지지 않은 날들을 표본에서 제외하여 총 관측일수는 2,529일로 채택하였다.

그리하여 브렉시트와 관련하여 가장 밀접하고 중요한 영국 파운드화-유로화 현물 환율 그리고 미국 달러화-유로화 현물 환율의 5분간의 수익률을

채택하여 그 수익률들은  $r_{t+\Delta, \Delta}, t = \Delta, 2\Delta, 3\Delta, \dots, 2529$ 로 표시된다. 하루 동안의 개별 5분간의 288개의 누적 수익률로 이루어진 일간 환율 수익률은  $r_{t+1} \equiv r_{t+1,1} \equiv r_{t+\Delta, \Delta} + r_{t+2\Delta, \Delta} + \dots + r_{t+1, \Delta}, t = 1, 2, \dots, 2529$ 로 표시된다. 따라서 본 연구에서는 미국 달러화-유로화 현물 환율과 영국 파운드화-유로화 현물 환율에 대해서 표본의 총 관측치 개수가 2,529(일)288(일중 5분간 자료개수)=728,352개에 각각 달하므로, 2개의 환율들에 대해 총 1,456,704개 고빈도 환율 관측치들을 사용하였다.

## 4.2. 실증분석 결과

### 4.2.1 미국 달러-유로 변동성과 점프 동학

#### 1) 미국 달러-유로 환율변동의 시간 의존성과 요인

##### (1) 미국 달러-유로의 변동성 분석(전체기간)

표 1은 2010년 2월 26일부터 2018년 3월 1일까지 2,507일에 해당하는 미국 달러의 대 유로화 환율의 5분간 자료에 대한 환율 변동성을 이용하였다. 미국 달러의 대 유로 환율의 BV 변동성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 앞에서 살펴본 (7)식의 파워 변동성 결정요인 모형을 사용하였다. 이 추정모형에서 미국 달러화의 대 유로 환율 변동성에 대한 일간, 주간, 월간 효과를 분석하기 위해 각각의 주기에 시차를 도입하여 변동성이 장기기억 등의 시간 의존성이 있는가를 분석한다.

먼저 이 모형을 추정한 결과 첫째, 달러의 대 유로 환율에 대한 변동성의 시간의존적 효과를 살펴보면, 먼저  $t-1$ 기의 BV 환율 변동성이  $t$ 기의 BV 환율 변동성에 대한 영향을 나타내는 BV1 추정계수는 0.2093으로 나타났고  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05보다 작아 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 전기의 변동성은 현재기의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있다. 그리하여 BV 환율 변동성은 일간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

다음 주간 효과를 나타내는 BV51 추정계수는 0.1002로 나타났고  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05보다 작아 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 지난주의 BV 환율 변동성은 현재일의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, BV 환율 변동성은 주간 효과가 있는 것으로 나타났다.

마지막으로 월간 효과를 나타내는 BV221 추정계수는 0.04931로 나타났고  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05%보다 작아 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 저번 달의 미국 달러화의 환율 변동성은 현재일의 미국 달러화의 BV

표 1: 미국 달러의 대 유로화 환율의 변동성 요인  
: 2010.226 – 2018.3.1(전체기간)

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
상수	6.61944e-06	1.630e-06	4.06	0.0001
SBV1	0.209258	0.02269	9.22	0.0000
SBV51	0.100186	0.04833	2.07	0.0383
SBV221	0.493066	0.05342	9.23	0.0000
RRRV	-2.34362e-07	1.465e-06	-0.160	0.8729
RR0	-3.65691e-06	1.910e-06	-1.91	0.0557
RRRV0	2.36459e-06	2.061e-06	1.15	0.2514
F(6,2499)	116 [0.000]**			
결정계수	0.217729			
수정된 결정계수	0.215851			
AR 1-2 test	F(2,2498) = 17.321 [0.0000]**			
ARCH 1-1 test	F(1,2505) = 23.254 [0.0000]**			

주: \*\*는 5% 유의수준에서 유의함을 나타낸다.

변동성에 역시 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 정의 월간 효과가 있는 것으로 나타나고 있다.

둘째, 달러화의 Bipower 실현변동성에 대한 수익률의 추정계수를 나타내는 RRRV에 대한 추정계수는 음으로 나타났으나 t 값에 대한 확률(p) 값이 0.10 보다 훨씬 크게 나타나 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

다음에는 실질수익률의 시차변수에 인덱스 함수 I를 도입하여 환율 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 그에 대한 추정변수 RR0를 나타내는 추정계수의 t 값은 음으로 나타났고 t 값에 대한 확률(p) 값이 0.0557로 나타나 5% 유의수준에서는 유의하지 않게 나타났으나 10% 유의수준에서는 유의하게 나타나 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 존재하는 것으로 나타났다. 마지막으로 실질변동성에 대한 수익률의 레버리지 즉 비대칭성 효과를 나타내는 추정계수 RRRV0에 대한 추정계수는 양으로 나타났으나 t 값과 t 값에 대한 확률(p) 값이 0.10 보다 크게 나타나 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

모형의 적합성을 나타내는 F 통계량의 값은 5%에서 유의하게 나타났고, 모형의 설명력을 나타내는 결정계수( $R^2$ ) 혹은 수정 결정계수(Adj. $R^2$ )는 다소 낮게 나타났다. 그리고 시차 1과 2를 가진 자기회귀모형(AR)과 ARCH(1) 모형

역시 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

(2) 브렉시트 투표 이전의 미국 달러-유로의 변동성 분석(2010.2.26. - 2016.6.23)

표 2는 영국의 브렉시트 투표가 2016년 6월 23일 행해졌으므로, 브렉시트 투표일 전인 즉 2010년 2월 26일부터 2016년 6월 23일까지 1,979일에 해당하는 5분간 자료에 대한 환율 변동성자료를 사용하여, 미국 달러화의 대 유로 환율의 BV 변동성에 대한 일간, 주간, 월간 효과를 분석하기 위해 변동성 결정 요인 모형을 사용하여 구하였다.

먼저 모형의 설명력을 나타내는 조정된 결정계수는 0.2567로 나타나, 앞의 전 기간 동안의 분석에서 보다 결정계수가 다소 높게 나타났다. 그리고 환율 변동성에 대한 일간, 주간, 월간 효과를 분석하기 위해 변동성이 장기기억 등이 시간의존성이 있는가를 분석한 결과, 환율 변동성에 대한 시간의존 효과는 다음과 같이 나타났다.

첫째, 표 2에 나와 있듯이 먼저  $t-1$ 기의 BV 환율 변동성이  $t$ 기의 BV 환율 변동성에 대한 영향을 나타내는 BV1 추정계수는 0.2373으로 나타났고  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05보다 작아 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 전기의 변동성은 현재기의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, BV 환율 변동성은 일간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

그러나, 주간 효과를 나타내는 BV51 추정계수는 0.0891으로 나타났고 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았고 10% 유의수준에서만 유의하게 나타났다. 지난주의 변동성은 현재일의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 10% 유의수준에서 BV 환율 변동성은 주간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

반면에 월간 효과를 나타내는 BV221 추정계수는 0.4936으로 나타났고 5% 유의수준에서 유의하게 나타났다. 그리하여 저번 달의 변동성은 현재일의 BV 변동성에 역시 정의 영향을 미치고 있으며 BV 환율 변동성의 월간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

둘째, 실질변동성에 대한 수익률의 추정계수를 나타내는 RRRV에 대한 추정계수는 음으로 나타났으며,  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05 보다 크게 나타나 앞의 전 기간 동안의 분석과는 같이 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다. 또한 실질수익률의 시차변수에 인덱스 함수  $I$ 를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 그에 대한 추정변수 RR0를 나타내는 추정계수의  $t$  값은 음으로 나타났고  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 5%

표 2: 브렉시트 투표 이전의 미국 달러화의 대 유로화 환율 변동성 : 2010.2.26. - 2016.6.23

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
BV_1	0.238994	0.02347	10.2	0.0000
Constant	7.09745e-07	1.298e-06	0.547	0.5846
SBV51_1	0.522912	0.05325	9.82	0.0000
SBV221_1	0.0993443	0.06527	1.52	0.1282
RRRV_1	3.78545e-06	1.125e-06	3.37	0.0008
RRRV0.1	-3.05886e-06	1.608e-06	-1.90	0.0573
결정계수	0.264825			
수정된 결정계수	0.262589			
F(6,1972)	118.4 [0.000]**			

주: \*\*는 5% 유의수준에서 유의함을 나타낸다.

유의수준에서 유의하게 나타나 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 존재하는 것으로 나타났다.

마지막으로 수익률  $r$ 의 시차변수에 인덱스 함수  $I$ 를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 실질변동성에 대한 수익률의 레버리지 즉 비대칭성 효과를 나타내는 추정계수  $RRRV0$ 에 대한 추정계수는 양으로 나타났으나  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.0502로 나타나 10% 유의수준에서는 유의하게 나타났으나 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

(3) 브렉시트 투표 이후 미국 달러-유로의 변동성 분석 (2016.6.24.-2018.3.1.)

표 3은 영국의 브렉시트 투표가 2016년 6월 24일 이후부터 2018년 3월 1일까지 527일에 해당하는 미국 달러화의 대 유로 환율의  $BV$  변동성에 대한 일간, 주간, 월간 효과를 분석하기 위해 변동성 결정요인 모형을 사용하여 구하였는데, 앞의 브렉시트 투표 전 기간 동안의 추정결과보다 결정계수가 다소 낮게 나타났다.

그리고 유로에 대한 달러 환율 변동성에 대한 일간, 주간, 월간 효과를 분석하기 위해 각각의 주기에 시차를 도입하여 동성이 장기기억 등이 시간의존 효과가 있는가를 추정한 결과를 보면, 먼저  $t-1$ 기의  $BV$  환율 변동성이  $t$ 기의  $BV$  환율 변동성에 대한 영향을 나타내는  $BV1$  추정계수는 0.1291로 나타났고 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 전기의 변동성은 현재기의 달러의  $BV$

표 3: 브렉시트 투표 이후의 미국 달러화의 대 유로화 환율 변동성  
: 2016.6.23.-2018.3.31.

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
BV_1	0.151790	0.04286	3.54	0.0236
Constant	8.13054e-06	4.158e-06	1.96	0.0511
SBV51_1	0.220078	0.09624	2.29	0.0226
SBV221_1	0.143583	0.1525	0.941	0.3470
RRRV_1	-3.20926e-07	3.573e-06	-0.0898	0.9285
RRR0_1	2.81122e-07	4.700e-06	0.0598	0.9523
RRRV0_1	4.07370e-06	5.070e-06	0.803	0.4221
결정계수	0.0618245			
수정된 결정계수	0.0509994			
F(6,1972)	5.711 [0.000]**			

주: \*\*는 5% 유의수준에서 유의함을 나타낸다.

변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

그러나 BV 환율 변동성은 앞의 분석들과 마찬가지로 일간 효과가 정의 방향으로 나타났고 그 추정계수는 0.1137로 나타났고, 월간 효과를 나타내는 BV221 추정계수는 0.1327로 각각 나타났지만, 5% 혹은 10% 유의수준에서 모두 유의한 것으로 나타나지 않았다.

따라서 영국의 브렉시트 이후의 기간 동안 영국의 파운드화의 대 유로화에 대한 BV 환율 변동성은 주간 효과와 월간 효과가 앞의 브렉시트 투표 전의 기간과 달리 나타나지 않았다. 이것은 브렉시트 선거 후 미국 달러화의 대 유로화 환율은 시간에 의존하지 않고 더 불규칙으로 변동하고 있다는 중요한 사실을 알 수 있다.

둘째, 실질변동성에 대한 수익률의 추정계수를 나타내는 RRRV에 대한 추정계수와 실질수익률의 시차변수에 인덱스 함수 I를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성의 존재를 나타내는 RRO.1의 추정계수, 그리고 인덱스 함수 I를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 실질변동성에 대한 수익률(r)의 레버리지 즉 비대칭성 효과를 나타내는 추정계수 RRRV0에 대한 추정계수들은 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

## 2) 미국 달러화 대 유로화 환율의 점프 동학

다음 표 4는 2010년 2월 26일부터 2018년 3월 1일까지 2,507일에 해당하는 미국의 달러화에 대한 유로화의 환율의 5분간 자료를 사용하여 미국달러화에 대한 유로화 환율의 실현된 변동과 Bipower 변동성의 차이로 표시한 상대적인 점프요인에 대한 분석결과를 나타낸다.

먼저 이 기간 동안 상대적인 환율의 점프는 먼저 대미 달러화에 대한 유로화 환율의 상대적 점프는 전기의 상대적 점프에 의한 변동( $RJ\_BV\_1$ )에 의해 5% 유의수준에서 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그리고 미국달러화에 대한 유로화 환율의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률( $RRRV\_1$ )에 의해 정의 방향으로 영향을 받는 것처럼 나타났지만, 5% 유의수준에서 유의한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

또한 전기의 수익률( $RRR0\_1$ )이 0보다 작을 때에 추정계수가 5% 유의수준에서 유의하지 않은 것으로 나타나 전기 수익률 대한 비대칭적 효과는 없는 것으로 나타났다. 그리고 모형의 적합성을 나타내는 F 통계량의 값은 5%에서 유의하게 나타났고, 모형의 설명력을 나타내는 결정계수( $R^2$ ) 혹은 수정 결정계수( $Adj.R^2$ )는 낮게 나타났다. 그리고 시차 1과 2를 가진 자기회귀모형(AR)과 ARCH(1) 모형 역시 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

그리고 전기의 수익률이 0보다 작을 때에는 전기의 대미 달러화에 대한 유로화 환율의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률( $RRRV0\_1$ )에 의해 음의 방향으로 영향을 받는 것처럼 나타났는데, 5% 유의수준에서 역시 유의하지 않는 것으로 나타났다. 그리하여 미국 달러화의 대 유로화 환율의 상대적 점프는 전기의 수익률이 음인 경우 비대칭적인 부정적 효과가 나타나지 않았다<sup>2</sup>.

#### 4.2.2 영국 파운드-유로 변동성과 점프 동학

##### 1) 영국 파운드-유로 환율변동의 시간 의존성과 요인

##### (1) 영국 파운드-유로 변동성 분석(전체기간)

표 5는 2010년 2월 26일부터 2018년 3월 1일까지 2,507일에 해당하는 유로화에 대한 영국의 파운드화의 환율의 5분간 자료를 사용하여 파운드 환율의 BV 변동성에 영향을 미치는 일간, 주간, 월간 효과와 그 외 다른 요인들을 분석하기 위해 추정한 결과는 다음과 같이 나타났다.

<sup>2</sup>그 외에도 영국의 브렉시트 투표일 전후로 나누어 분석해보았으나, 위의 결과와 정성적으로 동일하게 나타났고, 미국 달러화에 대한 유로환율의 점프는 비대칭적인 효과들이 발생하지 않아 생략하였다.

표 4: 미국 달러화의 대 유로화 환율 점프 : 2010.226 – 2018.3.1.(전체기간)

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
RJ_BV_1	-0.00890334	0.01991	-0.447	0.6548
Constant	1.67279e-06	2.945e-07	5.68	0.0000
RRRV_1	4.45243e-09	3.205e-07	0.0139	0.9889
RR0_1	-2.20884e-07	4.175e-07	-0.529	0.5968
RRRV0_1	-2.37610e-07	4.500e-07	-0.528	0.5975
결정계수	0.00137785			
F(4,2522)	0.8699 [0.481]			
AR 1-2 test	F(2,2520) = 0.42373 [0.6547]			
ARCH 1-1 test	F(1,2525) = 0.036275 [0.8490]			

첫째, 표 5에 나와 있듯이 먼저  $t - 1$ 기의 파운드화의 대 유로화 환율의 BV 환율 변동성이  $t$ 기의 BV 환율 변동성에 대한 영향을 나타내는 BV1 추정계수는 0.1440으로 나타났고 전기의 변동성은 현재기의 BV 변동성에 5% 유의수준에서 유의하게 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 즉 BV 환율 변동성의 일간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

주간 효과를 나타내는 BV51 추정계수는 0.1491로 나타났고 역시 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 지난주의 변동성은 현재일의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 그리하여 파운드화의 대 유로화 환율의 BV 변동성의 주간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

파운드화의 대 유로화 환율 변동성의 월간 효과를 나타내는 BV221 추정계수는 0.2384로 나타났고 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 저번 달의 변동성은 현재일의 BV 변동성에 역시 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 BV 환율 변동성은 월간 효과 역시 정의 방향으로 나타나고 있다.

둘째, 파운드화의 대 유로화 환율의 BV 변동성에 대한 실현된 수익률의 추정계수를 나타내는 RRRV-1에 대한 추정계수는 양으로 나타났으나 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다. 다음에는 실질수익률의 시차 변수에 인덱스 함수 I를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 그에 대한 추정변수 RR0\_1를 나타내는 추정계수의 t값은 음으로 나타났지만, t값에 대한 확률(p) 값이 10% 유의수준에서는 유의하게 나타나지 않아 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

그리고 수익률 r의 시차변수에 인덱스 함수 I를 도입하여 변동성에 레버

표 5: 영국 파운드화의 대 유로 환율 변동성 : 2010.2.26 – 2018.3.1.(전체기간)

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
BV_1	0.143957	0.01990	7.23	0.0000
Constant	9.19091e-06	3.037e-06	3.03	0.0025
SBV51_1	0.149064	0.04568	3.26	0.0011
SBV221_1	0.238450	0.07286	3.27	0.0011
RRRV_1	2.56184e-06	2.992e-06	0.856	0.3920
RR0_1	-2.36167e-09	3.872e-06	-0.000610	0.9995
RRRV0_1	1.56672e-06	4.269e-06	0.367	0.7136
결정계수	0.0507198			
수정된 결정계수	0.0484406			
F(6,2499)	22.25 [0.000]**			
AR 1-2 test	F(2,2497) = 0.78603 [0.4558]			
ARCH 1-1 test	F(1,2504) = 2.3611 [0.1245]			

주: \*\*는 1% 유의수준에서 유의함을 나타낸다.

리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과 다. 마지막으로 실질변동성에 대한 수익률의 레버리지 즉 비대칭성 효과를 나타내는 추정계수 RRRV0에 대한 추정계수는 양으로 나타났지만, t 값에 대한 확률(p) 값이 0.10 보다 크게 나타나 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

한편, 모형의 적합성을 나타내는 F 통계량의 값은 5%에서 유의하게 나타났고, 모형의 설명력을 나타내는 결정계수( $R^2$ ) 혹은 수정 결정계수(Adj. $R^2$ )는 다소 나타났다. 그리고 시차 1과 2를 가진 자기회귀모형(AR)과 ARCH(1) 모형 역시 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

## (2) 브렉시트 이전의 영국 파운드-유로 변동성 분석(2010.2.26. - 2016.6.23)

영국의 브렉시트 투표가 2016년 6월 23일 행해졌으므로, 아래의 표 6은 브렉시트 투표일 전의 기간 동안 즉 2010년 2월 26일부터 2016년 6월 23일까지 1,979일에 해당하는 5년간 실현변동성 자료를 사용하여, (8)식의 변동성 결정요인 모형을 추정하였다. 먼저 파운드화의 대 유로화의 환율의 파워 변동성에 대한 설명력을 나타내는 조정된 결정계수는 0.2626으로 나타나, 전 기간 동안의 추정결과의 결정계수보다 높게 나타났다.

그 다음 변동성이 장기기억 등이 시간의존성이 있는가를 추정한 결과 첫

째, 표 6에 나와 있듯이 먼저  $t-1$ 기의 BV 환율 변동성이  $t$ 기의 BV 환율 변동성에 대한 영향을 나타내는 BV1 추정계수는 0.2390으로 나타났고  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05보다 작아 5% 유의수준에서 유의하게 나타나 전기의 변동성은 현재기의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, 유로화에 대한 파운드의 BV 환율 변동성은 일간 효과가 정의 방향으로 나타나고 있다.

그러나, 주간 효과를 나타내는 BV51 추정계수는 0.5229로 나타났고  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05 보다 작게 나타나 5% 유의수준에서 지난 주의 변동성은 현재일의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 5% 유의수준에서 역시 유로화에 대한 파운드화의 BV 환율 변동성은 주간 효과가 있는 것으로 나타났다.

반면에 월간 효과를 나타내는 BV21 추정계수는 0.993으로 나타났고  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.10% 보다 작아 5%와 10% 유의수준에서 모두 유의하게 나타나지 않았다. 그리하여 저변 달의 변동성은 현재일의 BV 변동성에 유의한 영향을 미치고 있지 않는 것으로 나타나 파운드화의 BV 환율 변동성은 월간 효과가 없는 것으로 나타났다.

둘째, 유로화에 대한 파운드화의 BV 환율 변동성에 대한 수익률의 추정계수를 나타내는 RRRV\_1에 대한 추정계수는 양으로 나타났으며,  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.05 보다 작게 나타나 앞의 전 기간 동안의 분석과는 같이 5% 유의수준에서 정의 영향을 유의하게 미치고 있다. 또한 실질수익률의 시차 변수에 인덱스 함수  $I$ 를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 그에 대한 추정변수 RR0\_1를 나타내는 추정계수의  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값 0.05보다 크게 나타나 5% 유의수준에서 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

마지막으로 유로화에 대한 파운드화의 수익률  $r$ 의 시차변수에 인덱스 함수  $I$ 를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 분석한 결과, 실질변동성에 대한 수익률의 레버리지 즉 비대칭성 효과를 나타내는 추정계수 RRRV0\_1에 대한 추정계수는 역시  $t$  값과  $t$  값에 대한 확률( $p$ ) 값이 0.0573으로 나타나 10% 유의수준에서는 비대칭성 효과가 유의하게 나타났으나 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

(3) 브렉시트 이후 영국 파운드화의 대 유로화 변동성 분석 (2016.6.24.-2018.3.1.)

아래 표 7은 영국의 브렉시트 투표가 2016년 6월 24일 이후부터 2018년 3

표 6: 브렉시트 투표 이전의 영국 파운드의 대 유로화 환율 변동성  
: 2010.2.26. - 2016.6.23.

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
BV_1	0.238994	0.02347	10.2	0.0000
Constant	7.09745e-07	1.298e-06	0.547	0.5846
SBV51_1	0.522912	0.05325	9.82	0.0000
SBV221_1	0.0993443	0.06527	1.52	0.1282
RRRV_1	3.78545e-06	1.125e-06	3.37	0.0008
RR0_1	2.02494e-06	1.472e-06	1.38	0.1692
RRRV0_1	-3.05886e-06	1.608e-06	-1.90	0.0573
결정계수	0.264825			
수정된 결정계수	0.262589			
F(6,1972)	118.4 [0.000]**			

주: \*\*는 1% 유의수준에서 유의함을 나타낸다.

월 1일까지 527일에 해당하는 유로화에 대한 파운드화 환율의 5분간 자료를 사용한 유로화에 대한 파운드화 환율의 BV 변동성에 대한 추정결과를 나타낸다.

그 결과, 먼저 유로화에 대한 파운드화의 환율 변동성에 대한 일간 효과를 보면 표7에 나와 있듯이 먼저  $t-1$ 기의 BV 환율 변동성이  $t$ 기의 BV 환율 변동성에 대한 영향을 나타내는 BV\_1 추정계수는 0.1291로 유의하게 나타났다. 그리하여 전기의 변동성은 현재기의 BV 변동성에 정의 영향을 미치고 있는 것으로 나타나, 브렉시트 이후에도 파운드화의 BV 환율 변동성은 앞의 분석들과 마찬가지로 일간 효과가 정의 방향으로 나타났다.

그러나, 주간 효과를 나타내는 BV51\_1 추정계수는 0.1137로 나타났고, 월간 효과를 나타내는 BV221\_1 추정계수는 0.1327로 나타났지만 5%와 10% 유의수준에서 모두 유의하게 나타나지 않았다. 그리하여 유로화에 대한 파운드화 환율의 BV 변동성은 주간 효과 및 월간 효과가 모두 없는 것으로 나타났다.

그리하여 영국의 브렉시트 이후의 기간 동안 영국의 파운드화의 대 유로화의 BV 환율 변동성은 주간 효과와 월간 효과가 앞의 브렉시트 투표 전의 기간 동안의 추정 결과와 달리 나타나지 않았다. 이것은 브렉시트 선거 후 영국파운드화의 대 유로화 환율은 시간에 의존하지 않고 더 불규칙으로 변동하고 있음을 나타내고 있음을 알 수 있다. 브렉시트 투표일 이후 영국의 파운드화의 대 유로환율은 금융시장에서 더욱 교란이 발생하고 있다는 중요한 정보를

표 7: 브렉시트 투표 이전의 영국 파운드의 대 유로화 환율 변동성  
: 2010.2.26. - 2016.6.23.

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
BV_1	0.129124	0.04339	2.98	0.0031
Constant	2.16270e-05	1.297e-05	1.67	0.0960
SBV51_1	0.113699	0.09950	1.14	0.2537
SBV221_1	0.132720	0.1750	0.758	0.4486
RRRV_1	-6.98095e-06	1.437e-05	-0.486	0.6273
RR0_1	-9.94709e-06	1.759e-05	-0.566	0.5719
RRRV0_1	2.24485e-05	2.008e-05	1.12	0.2641
결정계수	0.0304796			
수정된 결정계수	0.0192928			
F(6,520)	2.725 [0.013]*			

주: \*는 5% 유의수준에서 유의함을 나타낸다.

내포하고 있다.

마지막으로, 유로화에 대한 파운드화의 환율 변동성에 대한 실질 수익률의 추정계수를 나타내는 RRRV\_1에 대한 추정계수는 음으로 나타났으나, 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의한 영향이 나타나지 않았다. 그리고 실질수익률의 시차변수에 인덱스 함수 I를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성의 존재를 나타내는 RR0\_1의 추정계수, 그리고 인덱스 함수 I를 도입하여 변동성에 레버리지 즉 비대칭성이 있는가를 추정하였다. 그 결과, 실질변동성에 대한 수익률(r)의 레버리지 즉 비대칭성 효과를 나타내는 추정계수 RRRV0\_1에 대한 추정계수들에 대한 모든 t 값에 대한 확률(p) 값 역시 0.05보다 크게 나타나 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

## 2) 영국 파운드화의 대 유로화 환율 점프 동학

### (1) 전체기간

아래 표 8은 2010년 02월 03일 부터 2018년 02월 28일까지 유로화에 대한 파운드화 환율의 실현된 변동과 Bipower 변동성의 차이로 표시한 상대적인 점프에 대한 분석결과를 나타낸다. 먼저 이 기간 동안 상대적인 환율의 점프는 유로화에 대한 파운드화 환율의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률(RRRV\_1)

표 8: 영국 파운드의 대 유로화 환율 점프 : 2010.2.26 – 2018.3.1.(전체기간)

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
RVBV_1	0.00927123	0.01989	0.466	0.6412
Constant	1.05199	0.02341	44.9	0.0000
RRRV_1	0.0264203	0.01098	2.41	0.0162
RR0_1	0.0162500	0.01418	1.15	0.2521
RRRV0_1	-0.0371175	0.01565	-2.37	0.0178
결정계수	0.00336744			
수정된 결정계수	0.00178611			
F(4,2521)	2.129 [0.075]			
AR 1-2 test	F(2,2519) = 1.3998 [0.2468]			
ARCH 1-1 test	F(1,2524) = 0.23456 [0.6282]			

에 의해 정의 방향으로 영향을 받는 것처럼 나타났고, t 값과 그 확률 값으로 볼 때, 5% 유의수준에서 유의한 영향을 받는 것으로 나타났다. 그리고 전기의 수익률이 0보다 작을 때에는 전기의 유로화 환율의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률(RRRV0\_1)에 의해 음의 방향으로 영향을 받는 것으로 나타났는데, 5% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 그리하여 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적 점프는 전기의 수익률이 음인 경우 비대칭적인 부정적 효과가 나타났다.

그러나 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적 점프는 전기의 상대적 점프에 의한 변동(RVBV\_1)에 의해 5% 유의수준에서 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 또한 전기의 수익률(RRR0\_1)이 0보다 작을 때에 추정계수가 5% 유의수준에서 유의하지 않은 것으로 나타나 전기 수익률 대한 비대칭적 효과는 없는 것으로 나타났다.

그리고 모형의 적합성을 나타내는 F 통계량의 값은 10% 유의수준에서 유의하게 나타났고, 모형의 설명력을 나타내는 결정계수( $R^2$ ) 혹은 수정 결정계수(Adj. $R^2$ )는 다소 나타났다. 그리고 시차 1과 2를 가진 자기회귀모형(AR)과 ARCH(1) 모형 역시 5% 유의수준에서 유의하게 나타나지 않았다.

## (2) 브렉시트 투표 이전의 영국 파운드화의 대 유로화 환율 점프

아래 표9는 2010년 2월 3일 부터 영국의 브렉시트 투표일인 2016년 6월 23일까지 유로화에 대한 파운드화 환율의 실현된 변동과 Bpower 변동성의 차

표 9: 영국 파운드의 대 유로화 환율 점프 : 2010.2.26 – 2018.3.1.(전체기간)

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
RVBV_1	0.0319033	0.02248	1.42	0.1560
Constant	1.02854	0.02626	39.2	0.0000
RRRV_1	0.0195156	0.01161	1.68	0.0929
RR0_1	0.0151303	0.01518	0.997	0.3190
RRRV0_1	-0.0318505	0.01661	-1.92	0.0552
결정계수	0.00328872			
수정된 결정계수	0.00129031			
F(4,2521)	2.129 [0.075]			
AR 1-2 test	F(2,1993) =1.0398 [0.3537]			
ARCH 1-1 test	F(1,1998) =0.0051412 [0.9428]			

이로 표시한 상대적인 점프에 대한 분석결과를 나타낸다. 먼저 이 기간 동안 상대적인 유로화에 대한 파운드화 환율의 점프는 실현된 변동성으로 나타낸 수익률(RRRV\_1)에 의해 정의 방향으로 영향을 받는 것으로 나타났는데, t 값과 그 확률 값으로 볼 때, 5% 유의수준에서 유의성이 없는 것으로 나타났다.

반면 전기의 수익률이 0보다 작을 때에는 전기의 파운드화 환율의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률(RRRV0\_1)에 의해 음의 방향으로 영향을 받는 것으로 나타났는데, t 값과 그 확률값으로 볼 때, 5% 유의수준에서 유의성이 없고 10% 유의수준에서만 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리하여 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적 점프는 전기의 수익률이 음인 경우 10% 유의수준에서만 비대칭적인 부정적 효과가 나타났다.

그러나 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적 점프는 전기의 상대적 점프에 의한 변동(RVBV\_1)와 전기의 수익률(RRR0\_1)이 0보다 작을 때에 추정계수들을 t 값과 그 확률 값으로 볼 때, 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하지 않은 것으로 나타나 전기 수익률 대한 비대칭적 효과는 없는 것으로 나타났다.

(3) 브렉시트 투표 이후의 영국 파운드화의 대 유로화 환율 점프

마지막으로 아래 표10은 영국의 브렉시트에 대한 투표를 한 이후인 2016년 6월 24일 부터 2018년 2월 28일까지 유로화에 대한 파운드화 환율의 실현된 변동과 Bipower 변동성의 차이로 표시한 상대적인 점프에 대한 분석결과를 나타낸다.

표 10: 브렉시트 이후의 영국 파운드화의 대 유로화 환율 점프  
: 2016.6.24.-2018.3.1.

변수	추정계수	표준오차	t 값	t 값의 확률
RVBV_1	-0.0526805	0.04369	-1.21	0.2285
Constant	1.11104	0.05265	21.1	0.0000
RRRV_1	0.0625074	0.02988	2.09	0.0369
RR0_1	0.0322397	0.03671	0.878	0.3802
RRRV0_1	-0.0709172	0.04195	-1.69	0.0916
결정계수	0.0118515			
수정된 결정계수	0.0042795			
AR 1-2 test	F(2,520) = 0.42047 [0.6570]			
ARCH 1-1 test	F(1,525) = 0.35059 [0.5540]			

그리하여 브렉시트에 대한 투표일 이후 파운드화의 유로화에 대한 상대적인 환율의 점프는 파운드화의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률(RRRV\_1)에 의해 정의 방향으로 영향을 받는 것으로 나타났는데, t 값과 그 확률 값으로 볼 때, 5% 유의수준에서 영향을 미치는 것으로 나타났다.

반면 파운드화의 점프는 전기의 수익률이 0보다 작을 때에는 전기의 파운드화의 환율의 실현된 변동성으로 나타낸 수익률(RRRV0\_1)에 의해 음의 방향으로 영향을 받는 것처럼 나타났지만, 5% 유의수준에서 유의성이 없고 10% 유의수준에서만 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적 점프는 전기의 파운드화 수익률이 음인 경우 10% 유의수준에서만 비대칭적인 부정적 효과가 나타났다.

그러나 영국의 브렉시트 투표일 이후에는 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적 점프는 전기의 상대적 점프에 의한 변동(RVBV\_1)와 전기의 수익률(RRR0\_1)이 0보다 작을 때에 추정계수들을 t 값과 그 확률 값으로 볼 때, 5% 혹은 10% 유의수준에서 유의하지 않은 것으로 나타나 전기 수익률 대한 비대칭적 효과는 없는 것으로 나타났다.

그러므로 영국의 브렉시트 투표일 이전과는 달리, 브렉시트 투표일 이후에는 파운드화 환율의 점프는 5% 유의수준에서 볼 때, 실현된 파운드화의 수익률에 의해 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

## 5. 결론

본 연구는 2016년 6월 23일 영국의 브렉시트 투표일 전후의 국제금융시장에서 유로화에 대한 미국 달러 환율과 유로화에 대한 영국 파운드화 환율의 변동성과 점프를 비모수적 실현변동성과 파워 변동성의 새로운 이론과 기법을 이용하여 초고빈도 환율 자료를 사용하여 동학적으로 추정하였다. 브렉시트에 의한 미국 달러, 영국파운드, 유로화 환율의 변동성은 세계적으로 볼 때 매우 중요한 이슈이다. 그러나 국내에서는 아직까지 파워 변동성에 대한 연구가 미약하며, 특히 초고빈도 자료와 파워 변동성을 이용하여 최근의 브렉시트에 대한 변동성과 점프 추정에 대한 비모수적 실증연구는 아직 없는 실정이다.

그리하여 본 연구는 2010년 2월부터 2018년 2월 사이 미국 달러-유로화, 그리고 영국의 파운드-유로화 5분간 고빈도 환율자료들을 각각 사용하여 파워 변동성과 점프를 비모수적으로 추정하였다. 특히 브렉시트와 가장 밀접한 연관이 있는 중요한 환율들인 미국 달러-유로 그리고 파운드-유로 환율들의 변동성과 점프에 영향을 주는 요인들에 대한 추정을 하고 그에 대한 일간, 주간, 월간 효과 등의 시간의존성과 레버리지 효과를 동학적으로 분석하였는데, 본 연구의 중요한 결과와 공헌점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 미국 달러-유로화 환율에 대한 분석결과, 2010년-2018년 전체기간 실현된 수익률의 Bipower 변동성(BV)은 일간 효과와 주간 효과 그리고 월간 효과를 정의 방향으로 가지고 있는 반면, 실질변동성에 대한 수익률의 비대칭적 효과는 나타나지 않았다. 그러나 2010년부터 2016년 브렉시트 투표일 전에는 일간 효과와 월간효과를 정의 방향으로 가지고 있었지만, 주간 효과는 나타나지 않았고 실질수익률의 비대칭성은 나타났다.

2016년 브렉시트 투표일 후에는 미국 달러-유로화 환율 변동성에 대한 일간 효과가 나타난 반면, 주간 효과와 월간 효과는 앞의 브렉시트 투표 전의 기간과 달리 나타나지 않았고, 실질변동성에 대한 수익률 역시 비대칭성이 나타나지 않았다. 그리고 브렉시트와 관계없이 2010년-2018년 전체기간 동안 미국의 달러화에 대한 유로화의 환율의 점프는 전기의 점프에 의해 영향을 받지 않고 있으며 비대칭적 효과도 없는 것으로 나타났다.

둘째, 영국 파운드-유로화 환율에 대한 분석결과, 2010년-2018년 전체기간 실현된 수익률의 Bipower 변동성(BV)은 일간 효과와 주간 효과 그리고 월간 효과를 가지고 있었으나, 실질변동성에 대한 수익률의 비대칭적 효과는 역시 나타나지 않았다. 2016년 브렉시트 투표일 전에는 일간 효과와 월간효과를 가지고 있었지만, 주간 효과는 나타나지 않았다. 그러나 실질수익률의 비대칭성이 나타났다.

브렉시트 투표일 후에는 영국의 파운드-유로화 환율 변동성은 일간 효과가 나타난 반면, 주간 효과와 월간 효과는 앞의 브렉시트 투표 전의 기간과 달리 나타나지 않았고, 실질변동성에 대한 수익률 역시 비대칭성이 나타나지 않았다. 그러므로 이것은 영국의 브렉시트 선거 후 파운드화의 대 유로화 환율은 시간에 의존하지 않고 금융시장에서 더 많은 교란과 더 불규칙으로 변동하였다는 중요한 사실을 나타내주고 있다.

셋째, 2010년-2018년 전체기간 동안의 영국 파운드화에 대한 유로화의 환율의 상대적인 점프는 전기의 수익률과 전기의 상대적 점프에 의해 영향을 받는 것으로 나타났지만, 상대적 점프는 전기의 수익률에 의한 비대칭인 부정적 효과가 나타났다.

2016년 6월 23일 영국의 브렉시트 투표일 전에는 유로에 대한 파운드화의 환율 점프는 전기의 수익률에 의해 영향을 받지 않고 전기 수익률 대한 비대칭적 효과 역시 없는 것으로 나타났다. 그러나 영국의 브렉시트에 대한 투표를 한 이후 즉 2016년 6월 24일 부터 2018년 2월 28일 기간 동안에도 역시 유로화에 대한 파운드화 환율의 상대적인 점프에 의한 비대칭적 효과는 없는 것으로 나타났지만, 브렉시트 투표일 이후에는 투표일 이전과는 달리 영국의 파운드화의 점프는 전기의 파운드화 수익률에 의해 정의 방향으로 영향을 받는 것으로 나타나, 전기의 파운드화의 수익률의 변동이 중요한 요인이 된 것으로 나타났다.

이와 같이 본 연구는 영국의 브렉시트 투표일 전후 기간을 대상으로 2010년 부터 2018년초까지 유로화에 대한 미국 달러와 유로화에 대한 파운드 실현된 환율 변동성과 점프를 분석하였는데, 미국 달러의 유로화에 대한 환율과 파운드의 유로화에 대한 환율 변동성들과 점프는 이들의 시간의존적 효과와 실질수익률의 레버리지 혹은 비대칭성 효과가 브렉시트 투표일 전후 다소 달리 나타난 특징을 보이고 있다.

2010년대 영국의 브렉시트와 밀접한 주요 환율 즉 달러-유로-파운드화 간의 변동성과 점프를 하루 5분간 고빈도 자료를 사용하여 비모수적 파워 변동성과 점프에 대한 추정 모형을 설정하고, 그 다음 이들 파워 변동성과 점프 동학 추정모형을 통하여 일간, 주간, 월간 등 시간의존성과 그 요인 등을 국내에서 처음으로 분석하였다. 대부분의 기존 연구들이 주로 변동성을 추정하였지만, 기존 연구와 달리 2010년대 빈번히 발생한 불연속적인 환율 변동성과 점프가 있을 때, 그 변동성과 점프 동학을 비모수적으로 또 동학적으로 추정하였다는 의의를 가지고 있다.

그러나 자료의 한계가 있겠지만, 향후 주요국 통화들에 대해 좀 더 길고 1분간 혹은 2분간 자료 등의 초고빈도 자료를 사용하여 좀 더 엄밀한 모형을

통하여 비교 분석하면 좀 더 건전한 추정량을 수 있을 것이다. 또한 이러한 초고빈도 자료를 수집하고 좀 더 비싼 비용과 시간을 투여하면, 더 엄격한 결과를 얻을 수 있겠지만 향후과제로 남긴다.

## 참고문헌

## References

- Andersen, T.G. and T. Bollerslev (1998a). "Answering the Skeptics: Yes, Standard Volatility Models Do Provide Accurate Forecasts", *International Economic Review* 39, 885-905.
- Andersen, T.G. and T. Bollerslev (1998b). "Deutschemark-Dollar Volatility: Intraday Activity Patterns, Macroeconomic Announcements, and Longer Run Dependencies," *Journal of Finance* 53, 219-265.
- Andersen, T.G., Bollerslev, T., and F.X. Diebold (2002). "Parametric and Non-parametric Volatility Measurement." In *Handbook of Financial Econometrics*, eds., Yacine Ait-Sahalia and Lars Peter Hansen, Amsterdam: North Holland.
- Andersen, T.G., Bollerslev, T., and F.X. Diebold (2004). "Some Like it Smooth, and Some Like it Rough: Untangling Continuous and Jump Components in Measuring, Modeling, and Forecasting Asset Return Volatility," Working Paper, Duke University.
- Andersen, T.G., Bollerslev, T., and F.X. Diebold (2007). "Roughing it up: including Jump Components in the Measurement, Modelling and Forecasting of Return Volatility," *The Review of Economics and Statistics* 89(4), 701-720.
- Andersen, T.G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., and P. Labys (2001). "The Distribution of Realized Exchange Rate Volatility," *Journal of the American Statistical Association* 96, 42-55.
- Andersen, T.G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., and P. Labys (2003). "Modeling and Forecasting Realized Volatility," *Econometrica* 71, 579-625.
- Andersen, T.G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., and C. Vega (2003). "Micro Effects of Macro Announcements: Real Time Price Discovery in Foreign Exchange," *American Economic Review* 93, 38-62.
- Arouri M. and O. M'saddek (2019). "Jump Risk Premia Across Major International Equity Markets," *Journal of Empirical Finance* 52, 1-21.

- Barndorff-Nielsen, O.E. and N. Shephard (2001). "Non-Gaussian Ornstein-Uhlenbeck-Based Models and Some of Their Uses in Financial Economics," *Journal of the Royal Statistical Society Series B* 63, 167-241.
- Barndorff-Nielsen, O.E. and N. Shephard (2004). "Power and Bipower Variation with Stochastic Volatility and Jumps," *Journal of Financial Econometrics* 2, 1-37.
- Barndorff-Nielsen, O.E. and N. Shephard (2005). "How Accurate is the Asymptotic Approximation to the Distribution of Realized Volatility," Donald W. K. Andrews, James L. Powell, Paul A. Ruud and James H. Stock (eds.), *Identification and Inference for Econometric Models. Essays in Honor of Thomas Rothenberg*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barndorff-Nielsen, O.E. and N. Shephard (2006). "Econometrics of Testing for Jumps in Financial Economics Using Bipower Variation," *Journal of Financial Econometrics* 4(1), 1-30.
- Bibinger, M. and L. Winkelmann (2013). "Econometrics of Cojumps in High-Frequency Data with Noise," CRC 649 Discussion paper 2013-021.
- Bollerslev, T. (1987). "A Conditionally Heteroskedastic Time Series Model for Speculative Prices and Rates of Return," *The Review of Economics and Statistics* 69, 542-547.
- Bollerslev, T., Litvinova, J., and G. Tauchen (2005). "Volatility Asymmetry in High Frequency Data," manuscript, Duke University.
- Comte, F. and E. Renault (1998). "Long Memory in Continuous Time Stochastic Volatility Models," *Mathematical Finance* 8, 291-323.
- Corsi, F., Zumbach, G., Muller, U., and M.M. Dacorogna (2001). "Consistent High-Precision Volatility from High-Frequency Data," *Economic Notes* 30, 183-204.
- Deo, R., Hurvich, C., and Y. Lu (2006). "Forecasting Realized Volatility Using a Long-Memory Stochastic Volatility Model: Estimation, Prediction and Seasonal Adjustment," *Journal of Econometrics* 131, 29-58.

- Délèze, F. and S.M. Hussain (2014). “Information Arrival, Jumps and Cojumps in European Financial Markets: Evidence Using Tick by Tick Data,” *Essays in Quantitative Analysis of the Effects of Market Imperfections on Asset Returns* 1, 61-99.
- Dewachter, H., Erdemlioglu, D., Gnabo, J.Y., and C. Lecourt (2014). “The Intra-Day Impact of Communication on Euro-Dollar Volatility and Jumps,” *Journal of International Money and Finance* 43, 131-154.
- Eraker, B., Johannes, M.S., and N.G. Polsen (2003). “The Impact of Jumps in Volatility and Returns,” *Journal of Finance* 58, 1269-1300.
- Eraker, B. (2004). “Do Stock Prices and Volatility Jump? Reconciling Evidence from Spot and Option Prices,” *Journal of Finance* 59, 1367-1403.
- Huang, X. and G. Tauchen (2005). “The Relative Contribution of Jumps to Total Price Variation,” *Journal of Financial Econometrics* 3, 456-499.
- Johannes, M.S. (2004). “The Statistical and Economic Role of Jumps in Continuous-Time Interest Rate Models,” *Journal of Finance* 59, 227-260.
- Martens, M. and D. van Dijk (2007). “Realized Volatility with the Realized Range,” *Journal of Econometrics* 138, 112-133.
- Yi, C. (2014). “Nonparametric Estimation of Periodicity of Power Volatility and Discontinuous Daily Jump and Intraday Jump,” *Journal of Economic Theory and Econometrics* 25(1), 27-57.
- Yi, C. (2018). “Exchange Rate Volatility: Korean Won versus Euro in 2000’s,” *The Journal of Contemporary European studies* 36(2), 103-128.
- Yi, C. (2019). “Volatility and Z-Type Jumps of Euro Exchange Rates Using Outlying Weighted Quarticity Statistics in the 2010s,” *Journal of Korea Trade* 23(2), 110-126.