

비거래시간대 주식시장정보가 장중 주가변동성에 미치는 영향

김선웅¹ · 최흥식²

¹국민대학교 비즈니스IT전문대학원, ²국민대학교 비즈니스IT전문대학원

(2010년 7월 접수, 2010년 9월 채택)

요약

주가에 영향을 미치는 정보는 장 중 뿐만 아니라 거래가 중단되고 있는 밤사이에도 계속해서 발생하고 있다. 거래가 중단되고 있는 비거래시간대에 발생하는 정보는 밤사이 누적되어 있다가 아침 동시호가에 한꺼번에 반영되면서 주가의 변동성을 확대시킬 수 있다. 본 연구는 비거래시간대의 주식시장정보가 장중 주가변동성에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 분석모형으로는 시계열통계모형과 변동성지수모형을 제시한다. 실증분석을 위한 표본자료는 2008년 3월 3일부터 2010년 6월 22일까지의 578일간의 KOSPI 200 주가지수와 VKOSPI 지수의 일별 시가지수와 종가지수이다. 실증분석 결과 비거래시간대의 시장정보가 호재가 많아 아침 시가가 상승으로 시작하는 날은 장중변동성이 추가 하락할 확률이 커짐을 밝혔다. 한국거래소가 2010년 하반기를 목표로 VKOSPI 선물을 상장시킬 것으로 예상되어, 본 연구의 결과는 투자자들에게 중요한 투자정보를 제공하게 될 것으로 예상된다.

주요용어: 비거래시간대 시장정보, Overnight GJR-GARCH, VKOSPI.

1. 서론

효율적 시장이란 주가가 정보를 즉각적으로 반영하는 시장이다. 주가에 영향을 미치는 정보는 하루 중 6시간동안의 거래시간대(trading time)에만 국한되지 않고 나머지 18시간동안의 비거래시간대(non-trading time or overnight)에도 계속 발생하고 있다. 거래시간대에 발생하는 정보는 거래과정을 통해서 주가에 실시간으로 반영될 수 있다. 하지만 비거래시간대에 발생한 주가정보는 밤사이 누적되어 있다 장이 새로 시작하는 아침의 시가(opening price)에 한꺼번에 반영되게 된다. 이 과정에서 시가는 거래시간대의 거래과정을 통해 최종적으로 결정되는 종가(closing price)와는 다른 특성을 가질 수 있으며, 비거래시간대에 누적된 정보가 시가에 적절히 반영되지 않을 경우 장중 가격에도 영향을 미칠 수 있다. 본 연구는 시가정보가 장중 주가의 변동성(volatility)에 어떻게 영향을 미치는 지를 분석하고자 한다.

그동안 대부분의 주가분석은 하루 중 거래의 마지막 가격인 종가에 의존하는 경우가 많았다. Oldfield와 Rogalski (1980)는 시가에 반영되는 비거래시간대 수익률과 장중 거래시간대 수익률이 서로 다른 발생과정을 통해 생성될 수 있음을 최초로 모형화하였다. French와 Roll (1986)은 전일시가와 오늘시가를 이용하여 계산하는 시가수익률이 전일종가와 오늘종가를 이용하여 계산하는 종가수익률보다 변동성이 더 크게 나타나는 점을 밝혔다. Amihud와 Mendelson (1991)은 미국 시장과 거래방식이 다른 일본 주식시장을 분석한 결과, 장 시작시의 시가의 높은 변동성은 거래방식의 차이에 의한 요인보다는 비거래시간대의 정보에 영향을 받고 있다고 주장하였다. 일본 주식시장은 미국 주식시장과는 달리 이타요새(Itayose)방식에 의해 오전장 시가를 결정하고 이어서 이어지는 매매는 자라바(Zaraba)방식의 연속매매에 의해 매매가격을 결정하고 있다. Gerety와 Mulherin (1994)은 하루 중 장 초반 변동성이 증가했

²교신저자: (136-702) 서울시 성북구 정릉동 861-1, 국민대학교 비즈니스IT전문대학원, 교수.

E-mail: hschoi@kookmin.ac.kr

다가 장 중 변동성이 감소함을 보였다. Boes 등 (2007)은 비거래시간대의 시장정보가 옵션가격에 미치는 영향을 분석하여 밤사이정보(overnight information)에 의한 시가의 가격점프(price jump)가 옵션가격에 상당히 영향을 미치고 있음을 보여주었다. Gallo (2001)는 비거래시간대의 시장정보변수가 추가된 확장 GARCH 모형을 개발하고, 미국 주식시장을 대상으로 확장 GARCH 모형의 우수성을 보였다.

변동성의 참값은 관찰할 수 없기 때문에 실증분석에서는 다양한 변동성의 대용치(volatility proxy)를 사용하고 있다. 대표적인 대용치로는 과거변동성(historical volatility), GARCH(Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) 모형에 의해 추정된 변동성, 옵션의 내재변동성(implied volatility)과 옵션가격에서 직접적으로 계산한 고품질의 변동성지수(volatility index) 등이 포함된다. 변동성의 움직임은 몇 가지 정형화된 패턴을 보이는 데 변동성의 시간가변성(time-varying)과 비대칭성(asymmetry)이 대표적이다. Engle (1982)은 시간에 따라 변하는 변동성의 속성을 반영한 ARCH(Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) 모형을 제시하여 다양한 통계적 시계열모형이 만들어지는 발판을 마련하였다. Bollerslev (1986)은 ARCH 모형에 자기회귀이동평균(Autoregressive Moving Average)을 추가하여 GARCH 모형을 완성하였다. 뒤를 이어 변동성의 비대칭성을 반영한 다양한 형태의 비대칭 GARCH 모형이 개발되었으며 Nelson (1991)의 EGARCH(Exponential GARCH) 모형이나 Glosten 등 (1993)의 GJR-GARCH 모형 등이 대표적이다.

2003년 미국의 시카고옵션거래소(Chicago Board Options Exchange; CBOT)는 옵션가격결정모형을 사용하지 않고 기존의 변동성지수를 수정·보완한 새로운 변동성지수인 VIX(Volatility Index)를 개발하였다. VIX 지수는 주식시장에 대한 옵션시장 참여자들의 기대변동성으로 학계와 업계에서 폭넓게 활용되면서 미국 주식시장의 대표적인 변동성지수가 되고 있다. 한국거래소(Korea Exchange)에서도 2009년 미국의 VIX와 같은 방법으로 한국형 VIX 지수인 VKOSPI(Volatility index of KOSPI 200)를 개발하고 2003년까지의 과거자료와 실시간 변동성지수를 계산하여 제공하고 있다. Jiang과 Tian (2005)은 미국의 SPX 옵션을 이용하여 모델프리 변동성지수를 추정한 결과 과거변동성이나 내재변동성보다 실현변동성(realized volatility)에 대한 예측력이 우월함을 보였다. 이병근과 황상원(2008)은 한국 주식시장에서 모델프리 변동성지수의 우월성을 입증하였고 최영수와 이현정 (2010)은 국내 최초로 VKOSPI 지수를 분석하고, 역사적 변동성과 내재변동성과의 비교분석을 통해 VKOSPI가 가장 우수한 예측력을 갖는 것을 확인하였다. Kim (2010)은 KOSPI 200 주가지수와 VKOSPI 사이의 변동성비대칭성을 밝혔다.

본 연구는 일본 주식시장과 동일한 매매방식을 따르는 한국 주식시장에서 KOSPI 200 주가지수의 시가지수와 종가지수를 이용하여 비거래시간대에 누적된 시장정보가 장 중 주가수익률과 변동성에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 위해 KOSPI 200 주가지수의 일별 시가지수와 종가지수의 시계열자료를 이용하여 GARCH 모형을 추정하고 비거래시간대 정보의 영향력을 분석한다. 옵션시장에서 관찰된 주식시장의 변동성지수인 VKOSPI의 시가지수와 종가지수를 이용하여 비거래시간대의 시장정보가 장중 VKOSPI에 어떻게 영향을 미치는가를 분석한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 실증분석에 이용되는 자료에 대한 설명을 한다. 3장에서는 비거래시간대의 시장정보를 분석하는 모형을 제시하고 4장에서는 비거래시간대의 주식시장정보가 장중 변동성에 미치는 영향력에 대한 실증분석을 한다. 마지막 장에서는 본 연구의 결론 및 의의를 설명한다.

2. 자료설명

2.1. 실증분석 자료

변동성지수는 옵션가격에 내재된 기초자산의 미래의 변동성에 대한 시장참여자들의 기댓값이다. 한국

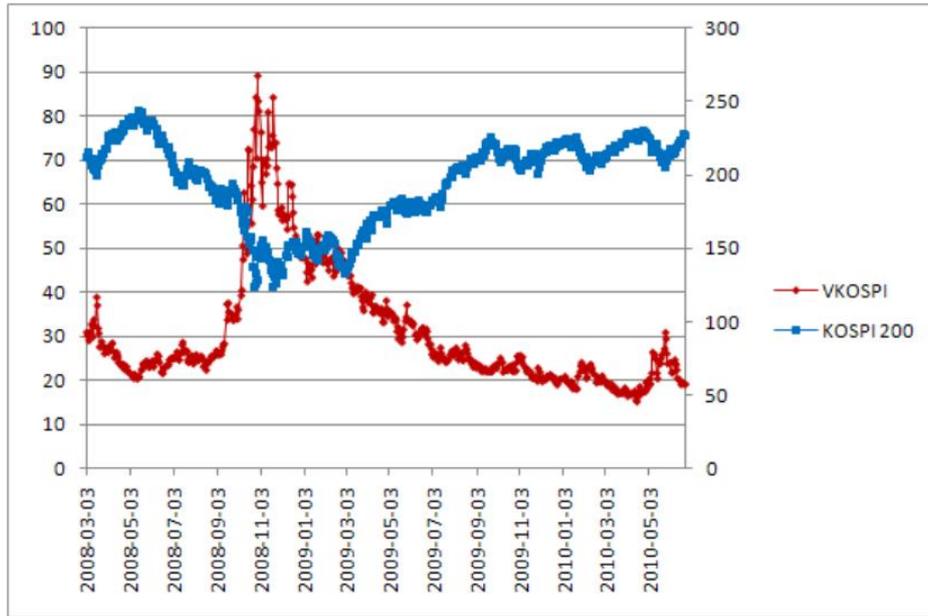


그림 2.1. VKOSPI와 KOSPI 200 주가지수의 움직임 비교차트

거래소(Korea Exchange)는 2009년 4월 13일부터 KOSPI 200 주가지수옵션가격을 이용하여 변동성 지수인 VKOSPI를 실시간으로 발표하고 있다. VKOSPI에 대한 과거의 일별 주가지수는 2003년 1월 까지 소급하여 산출하였고 일별 시가지수는 2008년 3월 3일부터 이용가능하다. 따라서 본 연구에서는 VKOSPI 지수의 시가지수와 주가지수가 모두 이용 가능한 2008년 3월 3일부터 2010년 6월 22일까지의 578일 동안의 VKOSPI 지수의 시가지수와 주가지수 그리고 기초자산인 KOSPI 200 주가지수의 시가지수와 주가지수를 이용한다.

VKOSPI는 KOSPI 200 주가지수옵션시장에 상장된 최근월물과 차근월물종목을 대상으로 산출하며 대 상옵션의 행사가격은 거래가 활발한 등가격(At The Money) 및 외가격(Out of The Money) 옵션이 이 용된다. 최근월물과 차근월물의 변동성은 각각 다음의 σ_i 로 계산되며, VKOSPI는 이들의 기간조정가 증평균으로 계산된다.

$$\sigma_i^2 = \frac{2}{T_i} \sum_{j=1}^n \frac{\Delta K_j}{K_j^2} e^{rT_1} Q(K_j) - \frac{1}{T_i} \left(\frac{F_i}{K_0} \right)^2, \tag{2.1}$$

여기서 σ_1 은 최근월물, σ_2 는 차근월물의 변동성을 표시하며, T_i 는 잔존기간, K_i 는 옵션행사가격, $Q(K_i)$ 는 옵션가격, 그리고 F_i 는 선도가격을 표시한다.

이렇게 계산된 변동성을 기초로 다음 산식에 의하여 변동성지수 VKOSPI를 계산한다.

$$VKOSPI = 100 \times \sqrt{T_1 \sigma_1^2 \left(\frac{N_{T_2} - N_{30}}{N_{T_2} - N_{T_1}} \right) + T_2 \sigma_2^2 \left(\frac{N_{30} - N_{T_1}}{N_{T_2} - N_{T_1}} \right)} \times \frac{N_{365}}{N_{30}}. \tag{2.2}$$

그림 2.1은 VKOSPI와 KOSPI 200의 표본기간동안의 일별 주가지수를 연결한 차트이다. 주가지수가 크게 하락했던 2008년 중반부분에서 VKOSPI는 폭발적으로 증가하고 있다. 2009년부터 주식시장이

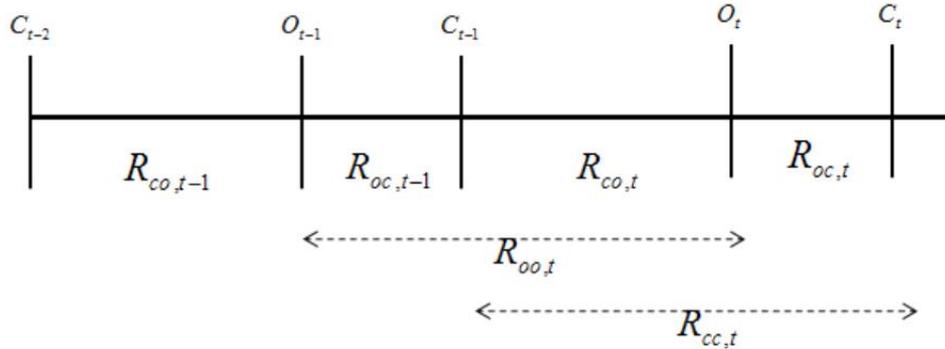


그림 2.2. 시간대에 따른 구간수익률의 구분

완만하게 상승하면서 변동성도 다시 완만하게 하락하고 있다. 전체적으로 VKOSPI는 KOSPI 200 주가지수와 반대로 움직이는 특성이 있고 변동폭도 비대칭적인 모습을 보이고 있다.

시장에서 변동성의 중요도가 커지면서 2004년 3월 미국의 CFE(CBOE Futures Exchange)는 VIX를 기초자산으로 하는 선물을 상장하여 변동성지수 자체를 거래하고 있으며 2006년 2월에는 VIX 옵션도 상장하였다. EUREX에서는 독일의 VSTOXX-mini 선물, VDAX new 선물 등이 상장되어 거래되고 있고 한국거래소도 VKOSPI에 대한 선물거래를 2010년 하반기 상장을 목표로 추진하고 있어 국내에서도 변동성에 대한 직접적인 거래가 가능해질 전망이다.

2.2. 수익률 계산

거래시간대와 비거래시간대를 구분하기 위해서 전일종가에서 오늘종가까지는 cc , 전일시가에서 오늘시가까지는 oo , 전일종가에서 오늘시가까지는 co 그리고 오늘시가에서 오늘종가까지는 oc 로 표시한다. t 일의 KOSPI 200 주가지수의 종가지수는 C_t , 시가지수는 O_t 라고 한다. $R_{i,t}$ 를 t 일의 i 구간의 로그수익률이라고 정의한다. 그림 2.2는 거래시간대와 비거래시간대에 따른 구간수익률을 나타내고 있다.

구체적으로 $R_{cc,t}$ 는 $t-1$ 일의 종가에서 t 일의 종가까지의 KOSPI 200 주가지수의 로그수익률(일별종가수익률), $R_{oo,t}$ 는 $t-1$ 일의 시가에서 t 일의 시가까지의 KOSPI 200 주가지수의 로그수익률(일별시가수익률), $R_{co,t}$ 는 $t-1$ 일의 종가에서 t 일의 시가까지의 KOSPI 200 주가지수의 로그수익률(비거래시간대수익률) 그리고 $R_{oc,t}$ 는 t 일의 시가에서 t 일의 종가까지의 KOSPI 200 주가지수의 로그수익률(거래시간대수익률)이며 각각 다음과 같이 계산한다.

$$R_{cc,t} = \ln(C_t) - \ln(C_{t-1}), \quad (2.3a)$$

$$R_{oo,t} = \ln(O_t) - \ln(O_{t-1}), \quad (2.3b)$$

$$R_{co,t} = \ln(O_t) - \ln(C_{t-1}), \quad (2.3c)$$

$$R_{oc,t} = \ln(C_t) - \ln(O_t). \quad (2.3d)$$

$\Delta VKOSPI_{cc,t}$ 는 $t-1$ 일의 종가에서 t 일의 종가까지의 VKOSPI의 로그변동률(일별종가변동률), $\Delta VKOSPI_{oo,t}$ 는 $t-1$ 일의 시가에서 t 일의 시가까지의 VKOSPI의 로그변동률(일별시가변동률), $\Delta VKOSPI_{co,t}$ 를 $t-1$ 일의 종가에서 t 일의 시가까지의 VKOSPI의 로그변동률(비거래시간대변동률) 그리고 $\Delta VKOSPI_{oc,t}$ 를 t 일의 시가에서 t 일의 종가까지의 VKOSPI의 로그변동률(거래시간대변동률)

를)이며, 각각 다음과 같이 계산한다.

$$\Delta \text{VKOSPI}_{cc,t} = \ln \left(\text{VKOSPI}_t^C \right) - \ln \left(\text{VKOSPI}_{t-1}^C \right), \quad (2.4a)$$

$$\Delta \text{VKOSPI}_{oo,t} = \ln \left(\text{VKOSPI}_t^O \right) - \ln \left(\text{VKOSPI}_{t-1}^O \right), \quad (2.4b)$$

$$\Delta \text{VKOSPI}_{co,t} = \ln \left(\text{VKOSPI}_t^C \right) - \ln \left(\text{VKOSPI}_{t-1}^O \right), \quad (2.4c)$$

$$\Delta \text{VKOSPI}_{oc,t} = \ln \left(\text{VKOSPI}_t^O \right) - \ln \left(\text{VKOSPI}_{t-1}^C \right), \quad (2.4d)$$

여기서 VKOSPI_t^O , VKOSPI_t^C 는 각각 t 일의 VKOSPI 시가지수와 종가지수를 표시한다.

3. 비거래시간대 시장정보의 분석모형

3.1. Overnight GARCH 모형

그 동안의 많은 연구 결과들은 일별주거나 주가지수의 증가를 사용하여 주가수익률과 변동성의 움직임 사이에 역의 비대칭적 관계(negative asymmetric relation)가 존재함을 보여주고 있다. 주가가 오르면 변동성은 하락하고 반대로 주가가 하락하면 변동성은 증가하며, 그 증가폭은 하락폭보다 더 크게 나타난다 (Engle과 Ng, 1993; Bekaert와 Wu, 2000; 변종국과 조정일, 2003; 옥기울, 1997). Engle (1982)과 Bollerslev (1986)의 ARCH/GARCH 모형에 기초하여 다양한 비대칭 GARCH 모형이 개발되었으며, Engle과 Ng (1993)은 비대칭 GARCH 모형 중 Glosten 등 (1993)의 GJR-GARCH 모형이 가장 우수한 모형 적합도를 보임을 보여주었다.

본 연구에서는 거래시간대와 비거래시간대에 따른 변동성의 비대칭성을 파악하기 위하여 다음과 같은 GJR-GARCH 모형을 설정한다.

$$R_{i,t} = \mu_i + \epsilon_{i,t}, \quad \epsilon_{i,t} \sim N(0, h_{i,t}), \quad (3.1a)$$

$$h_{i,t} = \omega + \alpha \epsilon_{i,t-1}^2 + \beta h_{i,t-1} + \gamma I_{i,t-1} \epsilon_{i,t-1}^2, \quad (3.1b)$$

여기서 $\epsilon_{i,t-1} < 0$ 이면 $I_{i,t-1} = 1$, 아니면 $I_{i,t-1} = 0$ 이며, $i = cc, oo, co, oc$ 를 표시한다.

Gallo (2001)는 비거래시간대의 정보(overnight information)가 거래시간대의 변동성에 미치는 영향력을 고려한 Overnight GARCH 모형을 제안하였다.

$$R_{oc,t} = a + bR_{co,t} + \epsilon_{oc,t}, \quad (3.2a)$$

$$R_{co,t} = c + dR_{oc,t-1} + \epsilon_{co,t}. \quad (3.2b)$$

평균방정식 (3.2)에서 잔차항은 다음과 같이 계산된다.

$$\epsilon_{oc,t} = R_{oc,t} - \widehat{R}_{oc,t}, \quad (3.3a)$$

$$\epsilon_{co,t} = R_{co,t} - \widehat{R}_{co,t}, \quad (3.3b)$$

여기서 $\widehat{R}_{oc,t}$, $\widehat{R}_{co,t}$ 는 각각 $R_{oc,t}$ 와 $R_{co,t}$ 의 추정치이다.

주중의 18시간의 비거래시간과 비교하여 주말이나 휴장일의 비거래시간대는 42시간이나 그 이상의 비거래시간이 나타난다. 비거래시간이 더 길어질수록 비거래시간대효과가 영향을 받을 수 있으므로 Gallo의 모형에 휴일효과(holiday effect)까지 고려하는 Overnight GARCH-holiday 모형을 다음과 같

표 4.1. KOSPI 200 주가지수와 VKOSPI의 기초통계량($\times 10^2$)

	R_{cc}	R_{oo}	R_{co}	R_{oc}	ΔVKP_{cc}	ΔVKP_{oo}	ΔVKP_{co}	ΔVKP_{oc}
mean	0.0075	0.0064	0.0350	-0.0275	-0.0724	-0.0070	0.8093	-0.8817
median	0.0755	0.0666	0.1418	-0.0220	-0.5243	-0.4829	0.5913	-1.1772
maximum	11.5397	12.9090	7.0722	8.0811	38.0846	45.5207	17.5237	24.8245
minimum	-10.9029	-10.9238	-6.7076	-11.1426	-18.0168	-19.9996	-17.2729	-18.9757
std. dev.	1.9569	2.0740	1.3548	1.5456	5.6739	5.4794	3.3844	4.6435
skewness	-0.3684	0.0525	-0.5674	-0.2466	1.3745	1.5653	0.2820	1.0033
kurtosis	8.9420	8.5475	7.7368	11.4767	9.4001	13.5544	7.6285	9.4000
Jarque-Bera	863**	741**	571**	1736**	1168**	2918**	523.602**	1083.429**

ΔVKP : $\Delta VKOSPI$, **: 1% 유의수준

이 설정한다. 여기서 식 (3.4a)는 Overnight GARCH 모형(GO), 식 (3.4b)는 Overnight GJR-GARCH 모형(GGO), 식 (3.4c)는 Overnight GJR-GARCH-Holiday 모형(GGOH)을 나타낸다.

$$h_{oc,t} = \omega + \alpha \epsilon_{oc,t-1}^2 + \beta h_{oc,t-1} + \delta \epsilon_{co,t}^2, \quad (3.4a)$$

$$h_{oc,t} = \omega + \alpha \epsilon_{oc,t-1}^2 + \beta h_{oc,t-1} + \gamma I_{oc,t-1} \epsilon_{oc,t-1}^2 + \delta_1 I_{co,t} \epsilon_{co,t}^2 + \delta_2 I_{co,t} \epsilon_{co,t}^2, \quad (3.4b)$$

$$h_{oc,t} = \omega + \alpha \epsilon_{oc,t-1}^2 + \beta h_{oc,t-1} + \gamma I_{oc,t-1} \epsilon_{oc,t-1}^2 + \delta_3 D_{1,t} \epsilon_{co,t}^2 + \delta_4 D_{2,t} \epsilon_{co,t}^2, \quad (3.4c)$$

$D_{1,t}$ 와 $D_{2,t}$ 는 각각 휴일과 평일의 더미변수이다.

3.2. 변동성지수 모형

변동성대용치의 관찰값인 변동성지수 VKOSPI는 GARCH 변동성과 마찬가지로 옵션의 기초자산인 KOSPI 200 주가지수와 강한 음의 비대칭관계를 보이고 있다. GARCH 모형과 같은 시계열통계모형에서 추정된 변동성이 아닌 옵션시장에서 실제 실현된 변동성 VKOSPI의 거래시간대와 비거래시간대에 따른 움직임을 분석하기 위해서 다음과 같은 회귀모형을 설정한다.

$$\Delta VKOSPI_{i,t} = \omega + \alpha_i R_{i,t-1} + \beta_i \Delta VKOSPI_{i,t-1} + \gamma_i I_{i,t-1} R_{i,t-1}, \quad \text{for } i = cc, oo, co, oc. \quad (3.5)$$

비거래시간대 시장정보가 장중 변동성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다음과 같은 장중 변동성의 회귀모형을 분석한다.

$$\begin{aligned} \Delta VKOSPI_{oc,t} = & \omega + \alpha_1 R_{oc,t-1} + \alpha_2 R_{co,t} + \beta_1 T \Delta VKOSPI_{oc,t-1} + \beta_2 \Delta VKOSPI_{co,t} + \\ & \gamma_1 I_{oc,t-1} R_{oc,t-1} + \gamma_2 I_{co,t} R_{co,t}. \end{aligned} \quad (3.6)$$

4. 실증분석 결과

4.1. 기초통계량 분석

표 4.1은 KOSPI 200 주가지수 수익률과 VKOSPI 변동률의 기초통계량 자료이다. KOSPI 200 주가지수의 일별종가수익률(R_{cc})과 일별시가수익률(R_{oo})을 비교하면 평균은 일별종가수익률이, 표준편차는 일별시가수익률이 조금 높게 나타나고 있다. 비거래시간대수익률(R_{co})은 (+), 거래시간대수익률(R_{oc})은 (-)를 기록하여 거래시간대에 주가가 평균적으로 하락하였음을 알 수 있다. VKOSPI의 일별종가변동률($\Delta VKOSPI_{cc}$)과 일별시가변동률($\Delta VKOSPI_{oo}$)은 모두 (-)의 값을 보이고 있으며,

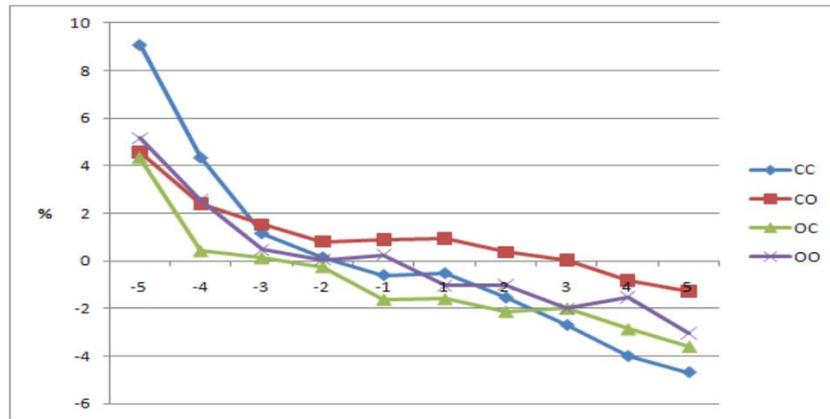


그림 4.1. KOSPI 200 주가지수 상승/하락 5분위에 따른 VKOSPI 변동률 (X축 상의 -5는 KOSPI 200 주가지수 수익률의 하락 5분위 중 하락폭이 가장 큰 집단이며, +5는 상승 5분위 중 상승률이 가장 큰 집단을 표시하며, Y축은 VKOSPI의 %변동률)

표 4.2. 상승/하락구간에 따른 KOSPI 200과 VKOSPI의 움직임의 상관계수

KOSPI 200	cc	oo	co	oc
전체구간	-0.6840	-0.4256	-0.4106	-0.4763
상승구간	-0.3690	-0.1671	-0.1087	-0.4133
하락구간	-0.6664	-0.3905	-0.4259	-0.3043

변동률의 변동정도는 일별종가변동률에서 조금 높게 나타나고 있다. VKOSPI의 비거래시간대변동률($\Delta VKOSPI_{co}$)은 (+), 거래시간대변동률($\Delta VKOSPI_{oc}$)은 (-)를 기록하여 KOSPI 200 주가지수 수익률과 정의 관계를 보이고 있다. 일반적으로 주가가 오르면 변동성이 하락하고 주가가 내리면 변동성이 증가하는 경향이 있다면 비거래시간대와 거래시간대로 구분하여보면 그 반대현상을 보이고 있다. 한편, Jarque-Bera 통계량은 모두 정규분포를 기각하고 있다.

그림 4.1은 KOSPI 200 주가지수수익률의 하락 5분위와 상승 5분위에 따른 VKOSPI 변동률의 크기를 차트에 표시하였다. X축 상의 -5는 KOSPI 200 주가지수 수익률의 하락 5분위 중 하락폭이 가장 큰 집단이며, +5는 상승 5분위 중 상승률이 가장 큰 집단을 표시하고 있다. 전체적으로 KOSPI 200 주가지수와 VKOSPI의 움직임 사이에 역의 관계가 있으면서 그 사이에는 비대칭관계가 성립함을 잘 보여주고 있다. cc와 oo의 변동성과 수익률을 비교하면 cc의 경우 더 강한 음의 관계를 보이고 있다. 대부분의 경우 KOSPI 200 주가지수 하락 5분위 중 -2분위~-1분위와 상승 5분위 중 +1분위~+3분위에서 VKOSPI가 하락하고 있지만 밤사이 정보가 영향을 미치는 co의 경우는 다른 움직임을 보이고 있다. 특히, KOSPI 200 주가지수가 상승할 경우 +1분위~+3분위 사이에서 VKOSPI가 하락하지 않고 오히려 상승하고 있다. 밤사이 시장정보를 반영한 아침의 주가가 소폭 상승하는 경우는 옵션투자자들이 상승에 대한 불확실성을 높게 보고 있다는 증거이다.

표 4.2는 KOSPI 200 주가지수수익률의 전체구간과 상승구간/하락구간에서의 VKOSPI 변동률과의 상관계수를 보여주고 있다. cc의 경우 oo보다 전체구간과 상승/하락구간 모두에서 훨씬 강한 음의 상관관계를 보이고 있으며, 전체적으로는 주가지수의 상승구간보다 하락구간에서 훨씬 더 강한 음의 상관관계가 발견되고 있다. oo가 cc보다 낮은 상관계수를 보여주고 있는 이유는 주가가 상승하는 구간에서 낮은 상관계수를 보여주고 있는 비거래시간대 co의 변동성의 영향에 기인하고 있다.

표 4.3. 거래시간대와 비거래시간대에 따른 GJR-GARCH 모형의 추정결과

	ω	α	β	γ	LL	AIC
$h_{cc,t}$	0.0482 (3.15)**	-0.0295 (-1.79)	0.9305 (67.64)**	0.1609 (5.08)**	-1089	3.79
$h_{oo,t}$	0.0611 (3.41)**	-0.0115 (-0.62)	0.9114 (39.53)**	0.1598 (4.77)**	-1108	3.86
$h_{co,t}$	0.0240 (3.52)**	-0.0058 (-0.27)	0.9132 (60.04)**	0.1348 (4.47)**	-876	3.05
$h_{oc,t}$	0.0491 (2.64)**	0.0254 (0.95)	0.8707 (34.36)**	0.1598 (4.14)**	-947	3.29

LL: Log Likelihood, AIC: Akaike Information Criterion, **: significant at 1%

표 4.4. 거래시간대수익률에 대한 Overnight GARCH 모형의 추정결과

	α	β	γ	δ	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	LL
GO	0.0327 (1.78)	0.9061 (37.19)**		0.0632 (3.26)**					-941
GGO	-0.0177 (2.46)*	0.9217 (37.45)**	0.1051 (4.00)**		-0.0093 (-0.34)	0.0741 (2.17)*			-932
GGOH	0.1199 (0.85)	0.4921 (1.95)	0.0507 (0.40)				-0.0809 (-3.54)**	-0.0065 (-0.23)	-1054

LL: Log Likelihood, *: significant at 5% level, **: significant at 1% level GO(Overnight GARCH), GGO(Overnight GJR-GARCH), GGOH(Overnight GARCH-Holiday).

4.2. Overnight GARCH 모형

표 4.3은 거래시간대와 비거래시간대에 따른 GJR-GARCH 모형의 추정결과이다. 전일종가와 오늘의 종가를 이용한 일별종가수익률자료 cc에 대한 GARCH 모형의 추정결과는 그 동안의 다른 연구들과 비슷한 결과를 나타내고 있다. $\alpha + \beta = 0.9010 < 1$ 을 만족하고 있어 변동성의 지속성(volatility persistence)이 나타나고 있으며, $\alpha = -0.0295 < 0$, $\gamma = 0.9305 > 0$, $|\alpha| < |\gamma|$ 에서 KOSPI 200 주가지수 수익률과 변동성은 음의 비대칭적 상관관계를 보여주고 있다. 일별시가수익률자료 oo의 추정결과도 모형의 적합도는 낮지만 변동성과 수익률의 상관관계는 일별종가수익률자료의 결과와 비슷하다. 거래시간대와 비거래시간대 비교에서는 변동성과 수익률의 관계가 비거래시간대에서는 역의 상관관계를 보이고 있으나 거래시간대에서는 뚜렷한 역의 관계가 나타나지 않으면서 모형의 적합도도 낮아지고 있다.

거래시간대에 대한 밤사이 시장정보의 영향력을 살펴보기 위하여 휴일효과를 고려하는 식 (3.4)의 Overnight GARCH 모형을 추정하였으며 표 4.4에 그 결과를 표시하였다. Overnight GARCH(GO) 모형에서 비거래시간대 시장정보의 장중 변동성에 대한 영향력은 $\delta = 0.0632 > 0$ 로 유의적이며, Overnight GJR-GARCH(GGO)에서는 거래시간대의 정보는 $\alpha = -0.0177 < 0$, $\gamma = 0.1051 > 0$ 에서 일별종가자료에서 나타나는 변동성의 역의 비대칭성이 잘 나타나고 있으며, 비거래시간대 시장정보 역시 $\delta_1 = -0.0093 < 0$, $\delta_2 = 0.0741 > 0$ 로서 변동성의 역의 비대칭성이 나타나고 있다. 한편 휴일효과를 반영하는 GGOH 모형보다 비거래시간대의 정보 비대칭성을 반영하는 GGO 모형에서 로그우도값이 개선되고 있다. 전체적으로는 GGO 모형의 로그우도값이 가장 많이 개선되고 있다.

4.3. 변동성지수모형

주식시장의 미래변동성에 대한 옵션투자자들의 예상은 VKOSPI에 반영되어 있기 때문에, VKOSPI를

표 4.5. 시간대별 수익률과 VKOSPI의 회귀분석 결과

	ω	α	β	γ	R^2
$R_{cc,t}$	-0.0860 (-0.26)	-0.1995 (-0.88)	-0.1643 (-2.80)**	0.0107 (0.03)	0.0166
$R_{oo,t}$	-0.0363 (-0.17)	0.0080 (0.05)	-0.1184 (-2.61)**	-0.6757 (-3.28)**	0.0419
$R_{co,t}$	1.0294 (5.30)**	-0.0597 (-0.31)	-0.0355 (-0.78)	0.4529 (1.57)	0.0146
$R_{oc,t}$	-0.9614 (-3.55)**	0.1288 (0.58)	0.0059 (0.12)	-0.1678 (-0.49)	0.0006

표 4.6. 거래시간대 VKOSPI에 대한 회귀분석 결과

	ω	α_1	α_2	β_1	β_2	γ_1	γ_2	R^2
$\Delta VKOSPI_{oc,t}$	-1.2535 (-4.52)**	0.2988 (1.44)	-1.0449 (-4.07)**	-0.0151 (-0.34)	-0.3214 (-5.47)**	-0.4105 (-1.26)	-1.0074 (-2.64)*	0.1899

표 4.7. 거래시간대 VKOSPI 변동률분석

	하락일	상승일	하락일비율	하락평균	상승평균	
$R_{oc,t-1} > 0$	175	106	62.28%	-3.01	+3.29	0.92
$R_{co,t} > 0$	232	89	72.27%	-3.39	+2.30	1.47
$\Delta VKOSPI_{oc,t-1} > 0$	131	69	65.50%	-3.64	+3.85	0.94

분석하면 주가와 변동성사이의 상호작용에 대한 정보를 얻을 수 있다. 표 4.5는 시간대별로 구분한 수익률과 VKOSPI 변동률 사이의 회귀식 (3.5)의 추정결과를 보여주고 있다. 전체적으로 모형들의 설명력은 낮은 편이며, 종가수익률모형인 *cc*보다는 *oo*가 더 설명력이 높고, $\alpha > 0$, $\gamma < 0$, $|\alpha| < |\gamma|$ 에서 변동성의 비대칭성도 더 강하게 나타나고 있다.

비거래시간대의 정보가 장중 VKOSPI의 움직임에 미치는 영향력을 분석하기 위한 식 (3.6)에 대한 회귀식 추정결과를 표 4.6에 제시하였다. $t-1$ 일 거래시간대 시장정보가 t 일의 장중 VKOSPI에 미치는 영향은 일별종가수익률에서와는 달리 상승, 하락 모두 (+)의 방향이면서 상승의 경우가 오히려 더 크게 영향을 미치고 있다($\alpha_1 = 0.2988 > 0$, $-\alpha_1 - \gamma_1 = 0.1117 > 0$). $t-1$ 일 비거래시간대 시장정보가 장중 VKOSPI에 미치는 영향은 상승의 경우 $\alpha_2 = -1.0449 < 0$ 이므로 (-)의 영향, 하락의 경우 $-\alpha_2 - \gamma_2 = 2.0523 > 0$ 이므로 상승의 경우보다 2배 이상의 (+)의 영향을 주면서 변동성의 비대칭성을 잘 나타내고 있다. 통계적 유의성도 비거래시간대 시장정보에서 강하게 나타나고 있다.

4.4. 장중변동성의 예측결과

비거래시간대의 정보가 장중 변동성에 미치는 영향력의 분석에 기초하여 장중 VKOSPI의 움직임을 관찰하기 위하여 전일거래시간대수익률이 (+)인 경우, 오늘비거래시간대수익률이 (+)인 경우, 그리고 전일거래시간대 VKOSPI변동률이 (+)인 경우에 대해서 오늘비거래시간대 VKOSPI변동률을 분석한 결과가 표 4.7에 나타나 있다. 비거래시간대 정보를 반영하는 오늘비거래시간대수익률이 (+)인 경우 하락일 비율도 72.27%로 가장 높고, 상승평균에 대한 하락평균의 크기도 가장 크게 나타나고 있다. 주식이나 주가지수선물의 방향성 예측과 비교하면 적중확률이 상당히 높게 나타나고 있어서 VKOSPI선물이 도입된다면 아침 시가에 반영되는 비거래시간대 시장정보를 활용하는 투자전략은 수익성이 클 것으로 예상된다.

5. 결론

주가의 변동성은 군집성이나 비대칭성 같은 정형화된 패턴을 보이기 때문에 주가 자체의 방향성보다 예측의 정확도가 더 높다. GARCH 모형은 변동성예측 시계열모형으로서 그동안 학계와 업계에서 폭넓게 활용되어 왔으며, 최근에 와서는 각국의 거래소들이 모험프리한 변동성지수를 개발하여 투자자들에게 제공함으로써 파생상품의 가격결정, 포트폴리오의 위험관리나 헷징전략같은 다양한 투자전략에 대한 중요한 정보를 제공하고 있다. 대표적인 변동성지수에는 미국의 VIX나 독일의 VDAX 등이 포함되며, 한국거래소도 하루 거래량이 1,000만 계약을 넘어 세계 1위의 주가지수옵션시장으로 발전한 KOSPI 200 주가지수옵션을 대상으로 2009년에 변동성지수 VKOSPI를 개발하여 투자자들에게 제공하고 있다.

본 연구는 비거래시간대 시장정보가 장중 변동성에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 거래시간대보다 3배가 긴 18시간 동안의 비거래시간대에 발생한 시장정보가 아침의 시작가격과 장중의 변동성에 어떻게 영향을 미치는 지를 분석하였다. 본 연구의 기여도는 크게 다음의 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 주가수익률을 거래시간수익률과 비거래시간수익률로 구분하고 각각의 수익률이 변동성의 비대칭성(volatility asymmetry)에 미치는 영향을 분석하였다. 둘째, 비거래시간이 18시간을 초과하는 주말이나 휴일 등의 장기비거래시간을 고려하는 Overnight GARCH 모형을 제시하고 실증분석을 하였다. 마지막으로, 새롭게 개발된 변동성지수 VKOSPI의 장중 변동에 나타나는 비거래시간대의 시장정보를 분석하여 투자자들에게 유용한 투자정보를 제공하였다.

실증분석 결과, 비거래시간대의 시장정보는 거래시간대의 시장정보보다 시가에서 불안정하게 반영되고 있음을 알 수 있다. 장중변동성에 대한 비거래시간대의 정보영향력은 전일의 거래시간대의 정보와 마찬가지로 역의 비대칭적 특징을 보이고 있다.

참고문헌

- 변종국, 조정일 (2003). KOSPI 200 주가지수선물 도입과 주식시장의 비대칭적 변동성, <재무관리연구>, **20**, 191-212.
- 옥기울 (1997). 주가변동성의 비대칭적 반응에 관한 실증적 연구, <증권학회지>, **21**, 295-324.
- 이병근, 황상원 (2008). 모델프리 내재변동성의 정보효율성에 관한 연구, <선물연구>, **16**, 67-94.
- 최영수, 이현정 (2010). 변동성 측정방법에 따른 KOSPI 200 지수의 변동성 예측비교, <한국통계학회논문집>, **17**, 293-308.
- Amihud, Y. and Mendelson, H. (1991). Volatility, Efficiency, and Trading: Evidence from the Japanese Stock Market, *Journal of Finance*, **46**, 1765-1789.
- Bekaert, G. and Wu, G. (2000). Asymmetric volatility and risk in equity markets, *Review of Financial Studies*, **13**, 1-42.
- Boes, M., Drost, F. and Werker, B. (2007). The impact of overnight periods on option pricing, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, **42**, 517-534.
- Bollerslev, T. P. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, **31**, 307-327.
- Engle, R. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation, *Econometrica*, **50**, 987-1008.
- Engle, R. and Ng, V. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility, *The Journal of Finance*, **48**, 1749-1778.
- French, K. and Roll, R. (1986). Stock return variances: The arrival of information and the reaction of traders, *Journal of Financial Economics*, **17**, 5-26.
- Gallo, G. M. (2001). Modelling the impact of overnight surprises on intra-daily volatility, *Australian Economic Papers*, **40**, 567-580.
- Gerety, M. S. and Mulherin, H. J. (1994). Price formation on stock exchanges: The evolution of trading within the day, *Review of Financial Studies*, **7**, 609-629.

- Glosten, L., Jagannathan, R. and Runke, D. (1993). Relationship between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks, *Journal of Finance*, **48**, 1779–1801.
- Jiang, G. J. and Tian, Y. S. (2005). The model-free implied volatility and its information content, *The Review of Financial Studies*, **18**, 1305–1342.
- Kim, S. W. (2010). Negative asymmetric relationship between VKOSPI and KOSPI 200, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **12**, 1761–1773.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach, *Econometrica*, **59**, 347–370.
- Oldfield, G. and Rogalski, R. (1980). A theory of common stock returns over trading and non-trading periods, *Journal of Finance*, **35**, 729–751.

Overnight Information Effects on Intra-Day Stock Market Volatility

Sun Woong Kim¹ · Heung Sik Choi²

¹Graduate School of Business Information Technology, Kookmin University

²Graduate School of Business Information Technology, Kookmin University

(Received July 2010; accepted September 2010)

Abstract

Stock markets perpetually accumulate information. During trading hours the price instantaneously reacts to new information, but accumulated overnight information reacts simultaneously on the opening price. This can create opening price fluctuations. This study explores the overnight information effects on intra-day stock market volatility. GARCH models and the VKOSPI model are provided. Empirical data includes daily opening and closing prices of the KOSPI 200 index and the VKOSPI from March 3rd 2008 to June 22th 2010. Empirical results show that the VKOSPI significantly decrease during trading time when positive overnight information moves the Korean stock upward. This study provides useful information to investors since the Korea Exchange plans to introduce a futures market for the VKOSPI soon.

Keywords: Non-trading time information, Overnight GJR-GARCH, VKOSPI.

²Corresponding author: Professor, Graduate School of Business Information Technology, Kookmin University, 861-1, Jeongneung-dong Seongbuk-gu, Seoul 136-702, Korea. E-mail: hschoi@kookmin.ac.kr