

변동성 측정방법에 따른 KOSPI200 지수의 변동성 예측 비교

최영수^{1,a}, 이현정^a

^a한국외국어대학교 수학과

요약

본 연구는 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일 동안의 실현변동성 측정방법에 따른 KOSPI200 지수의 변동성 예측성과를 비교 분석하였다. 또한 VKOSPI 선물에 상장되면 기초자산인 VKOSPI의 예측이 중요한 이슈가 되므로 어떤 변동성이 VKOSPI를 잘 예측할 수 있는지에 대한 분석도 실시하였다. 본 연구에서는 고빈도 자료를 사용하여 실현변동성을 산출할 때, 우리나라 주식거래의 특성인 동시호가제도를 반영할 수 있는 방법과 야간변동성과 주간변동성의 차이를 고려해 주기 위하여 기존의 연구에서는 일간수익률(daily return)을 사용한 것과는 달리 일중수익률(intradaily return)을 사용하여 조정해주는 방법을 제시하였다. 새롭게 제시된 실현변동성은 기존의 실현변동성 측정방법과는 t -검증과 F -검증에서 0.01% 이하 유의수준에서 차이가 있고 기초통계량 측면에서 보다 안정적(stable)인 것으로 나타났다. 변동성 측정 방법에 따른 VKOSPI의 예측성과를 상관분석, 회귀분석, 교차타당성(cross validation) 성과를 통한 검증에서 본 논문에서 새롭게 제시한 실현변동성 측정방법이 가장 예측력이 높았다. 회귀분석을 통한 미래 실현될 실현변동성에 대한 예측 검증결과 변동성지수인 VKOSPI가 역사적 변동성이나 CRR 내재변동성보다 우수함을 기존의 방법론과 새롭게 제시된 방법론에서 동시에 확인할 수 있었다.

주요어: 고빈도자료, 실현변동성, 변동성지수, VKOSPI, 변동성 예측.

1. 서론

한국거래소(KRX)가 KOSPI200 지수를 바탕으로 장내옵션에서 산출되는 변동성지수 'VKOSPI (volatility index of KOSPI200)'를 2009년 4월 13일부터 발표하였다. 변동성지수는 지수옵션시장의 옵션가격을 사용하여 구해지는 내재변동성을 이용해 미래 기대변동성을 지수로 산출한 것으로 기존의 역사적 변동성이나 내재변동성 보다 개선된 모습을 보인다. 또한 이와 같은 변동성지수를 거래소가 공식적으로 산출한다는 점에서 정보의 공정성과 객관성이 확보되고 기관투자자 및 개인투자자들이 변동성 리스크를 효율적으로 관리할 수 있게 되었다. 해외 변동성지수로는 미국 CBOE에서 발표하는 VIX와 독일 EUREX에서 발표하는 VDAX 등이 대표적이다. 특히 미국은 VIX에 대한 선물·옵션을 상장하여 거래하고 있는데 이는 변동성위험 헤지, 변동성거래, 포트폴리오 다양화 등에 이용되고 있다.

불확실성(uncertainty)의 측정수단으로서 위험을 측정하는 수단으로 간주되는 변동성은, 모든 옵션 시장 참가자들이 알고 싶어 하는 희망사항 중 하나다. 변동성의 정확한 예측은 파생상품의 효율적 가치 평가와 기초자산에 대한 헤지(hedge)를 위해 중요한 요소이기 때문이다. 그러나 실현변동성을 예측함에 있어 그 동안 많은 연구를 통하여 다양한 분석이 이루어졌지만 그 결과는 서로 일치하지 않고 있다. Canina와 Figlewski (1993)와 Owain (2001)는 역사적변동성이 내재변동성보다 예측력이 우수하다고 보고하였으나 Day와 Lewis (1992), Jorion (1995), Christensen과 Prabhala (1998) 등의 연구에서는 옵션 내재변동성이 미래 실현변동성에 높은 설명력을 가짐을 보였다. 변동성지수를 이용한 실현변동

교신저자는 2009학년도 한국외국어대학교 교내학술연구비의 지원에 감사합니다.

¹ 교신저자: (449-791) 경기도 용인시 한국외국어대학교 수학과, 교수. E-mail: choiys@hufs.ac.kr.

성의 예측력에 대한 연구로서 Corrado와 Miller (2005)는 변동성지수가 우수함을 보고하였고 국내연구로서 이재하와 정제련 (2006)은 변동성지수와 예측력이 우수함을 주장하였다. 반면 유시용과 고중앙 (2009)은 과거변동성의 예측력이 뛰어나다고 보고하였고 환율변동성, 국내 이자율변동성, 미국주식시장 변동성 등을 설명변수로 추가하여 실현변동성의 예측력을 제고시킬 수 있음을 보였다.

본 연구는 변동성 측정방법에 따른 KOSPI200 지수의 변동성 예측 성과를 비교 분석하고자 시도하였다. 실증분석은 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 먼저, 역사적 변동성과 CRR 모형을 이용한 내재변동성 그리고 변동성지수(VKOSPI)를 이용하여 실현변동성에 대한 예측을 실시하여 성과를 비교함으로써 어떤 측정방법이 예측 성과를 보다 우월하게 나타내는지 분석하였다. 또한 향후 VKOSPI 선물이 상장된다면 기초자산인 VKOSPI의 예측이 중요한 이슈가 되므로 어떤 변동성 측정방법이 VKOSPI를 가장 잘 예측할 수 있는지 분석하였다.

본 연구에서는 고빈도 자료를 사용하여 실현변동성을 산출할 때, 우리나라 주식거래의 특성인 동시호가제도를 반영할 수 있는 방법과 야간변동성과 주간변동성의 차이를 고려해주기 위하여 기존의 연구에서는 일간수익률(daily return)을 사용한 것과는 달리 일중수익률(intradaily return)을 사용하여 조정해주는 방법을 제시하였다. 새롭게 제시된 실현변동성이 기존의 실현변동성과의 차이가 있는지를 통계적으로 검증하고 VKOSPI를 예측함에 있어 다른 변동성 측정 방법보다 우수하는지를 교차타당성(cross validation)²을 통해 검증할 것이다.

이후의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 변동성에 관한 연구로서 수익률과 실현변동성, 역사적 변동성, 내재변동성 그리고 변동성지수(VKOSPI)에 관련된 이론을 설명한다. 특히 고빈도 자료를 이용한 실현변동성의 새로운 방법론을 제시한다. 3장에서는 실증분석으로서 각 변동성 산출에 필요한 자료에 대해 설명하고 각 변동성들의 기초통계량과 상관관계를 분석하고 실현변동성에 대한 예측력을 회귀분석을 통하여 비교 분석한다. 또한 시차를 고려해 준 실현변동성과 내재변동성, 역사적 변동성으로 VKOSPI를 예측하였을 때 어떤 변동성이 예측성능이 좋은지 상관분석과 회귀분석을 통해 비교하고 표본의 예측 성과를 살펴본다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 연구 결과에 대한 요약과 결론 및 향후 연구과제 등을 정리한다.

2. 변동성에 관한 연구

2.1. 수익률과 실현변동성

2.1.1. 일간수익률과 일중수익률

KOSPI200 일별자료(daily data)와 고빈도 자료(high frequency data)를 이용하여 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일 기간 동안의 일간수익률(daily return)과 일중수익률(intradaily return)을 산출한다. 기초자산의 일별 수익률(daily return) r_t 는 다음과 같다.

$$r_t = 100(\ln P_t - \ln P_{t-1}), \quad (2.1)$$

여기서 P_t 는 t 일의 기초자산의 종가이고 $t = 1, \dots, T$ 이다.

대용량 데이터 처리와 컴퓨터 연산 능력의 향상으로 인하여 KOSPI 200 지수의 1분 빈도의 자료를 얻을 수 있는 등 고빈도 자료를 사용한 금융자산의 특성 파악이 가능해졌다. 많은 기존 학자들은 빈도가 높을수록 더 정확한 예측이 될 수 있다고 주장하였다. 또한 자료의 구간이 짧을수록 측정오차를 최소화할 수 있지만 초 고빈도 자료의 사용이 꼭 최상의 결과를 가져오는 것은 아니라는 주장이 있다 (Andersen 등, 1999). 실제 1분 단위의 고빈도 수익률은 수익률 특성을 왜곡시키는 매도-매

² 계량경제학에서는 같은 의미로 외표본(out-of-sample)을 이용한 모형의 검증이라고 한다.

수 호가 진동(bid-ask bounces)이나 불규칙한 거래(irregular trading)와 같은 시장미시구조(market microstructure)에 속한다. 정확성과 시장미시구조의 교란을 균형 지을 수 있는 최적의 관측간격이 어떠한 것인가에 대한 연구의 일치된 견해는 없지만 일반적으로 5분 단위 빈도가, 시장미시구조를 왜곡시키지 않는 고빈도 자료로 간주된다. Andersen과 Bollerslev (1998)의 연구에서도 5분 단위 수익률을 사용하였다. 본 연구에서도 5분 단위 자료를 사용하기로 한다.

고빈도 자료를 사용한 수익률(intradaily return)을 다음과 같이 정의하자.

$$r_{t,i} = 100 (\ln P_{t,i} - \ln P_{t,i-1}), \tag{2.2}$$

여기서 $P_{t,i}$ 는 t 일의 i 구간의 기초자산 가격이고 $t = 1, \dots, T$, $i = 1, 2, \dots, h/\Delta = D$, $h = 1\text{day}$, $\Delta = 5\text{minute}$ 이다.

주식시장 개장시장동안의 변동성과 폐장시간의 변동성이 다름을 고려하여 실현변동성 계산시 야간변동성과 주간변동성을 구분하는 것이 필요하다. 또한 Martens (2002)의 연구와 Koopman 등 (2005)의 연구에서는 야간수익률(overnight returns)이 5분 단위 수익률보다 변동성이 크기 때문에 야간 수익률의 잡음을 제거하는 대안적인 실현변동성 측정수단을 사용하였다. 본 연구는 여기에 동시호가 제도(synchronous trading)의 특성을 반영한 실현변동성 측정 방법을 개발하였다.

전일의 증가와 금일의 시가를 이용한 야간수익률은

$$r_{t,co} = 100(\ln P_{t,0} - \ln P_{t-1,D}) \tag{2.3}$$

이고 금일의 시가와 증가를 이용한 일중수익률은

$$r_{t,oc} = 100(\ln P_{t,D} - \ln P_{t,0}) \tag{2.4}$$

이다. 그리고 t 일의 h (예를들어, 5분, 10분,...) 단위 고빈도 자료를 이용한 증가기준 수익률 $r_t(h)$ 는 다음과 같다³.

$$\begin{aligned} r_t(h) &= 100(\ln P_{t,D} - \ln P_{t-1,D}) \\ &= 100 \left[\ln \left(\frac{P_{t,D}}{P_{t,D-2}} \frac{P_{t,D-2}}{P_{t,D-3}} \dots \frac{P_{t,1}}{P_{t,0}} \frac{P_{t,0}}{P_{t-1,D}} \right) \right] \\ &= r_{t,sp} + r_{t,D-2} + \dots + r_{t,1} + r_{t,co} \\ &= r_{t,sp} + \sum_{i=1}^{D-2} r_{t,i} + r_{t,co}, \end{aligned} \tag{2.5}$$

여기서 $P_{t,D}$ 는 t 일의 기초자산의 증가이고 마지막 식의 우변의 첫 번째 항은 동시호가를 이용한 수익률, 두 번째 항은 h 단위 빈도를 이용한 누적 일중수익률, 세 번째 항은 전일의 증가와 금일의 시가를 이용한 야간수익률이며 $t = 1, \dots, T$ 이다.

그리고 기초자산의 일별 수익률(daily return) $r_t^{(d)}$ 는 다음과 같다.

$$r_t^{(d)} = 100 (\ln P_{t,D} - \ln P_{t-1,D}). \tag{2.6}$$

³ $r_{t,sp} = 100 [\ln (P_{t,D}/P_{t,D-1}) + \ln (P_{t,D-1}/P_{t,D-2})]$ 으로 분해될 수 있으나 분해된 세부 자료가 관측되지 않으므로 $r_{t,sp}$ 제공시 두 항간의 곱인 $2r_{t,D}r_{t,D-1}$ 가 추가로 더해지는 효과가 있으나 이는 무시한다. 동시호가시간에 같은 방향의 정보가 들어오면 제공함을 크게 해주는 효과가 있고 다른 방향의 정보가 들어오면 작게 해주는 역할을 할 것이다. 국내 기존 연구에서는 동시호가제도의 특성을 반영하지 않고 Koopman 등 (2005) 방식을 적용하였다.

2.1.2. 실현변동성

실현변동성(realized volatility)은 과거 특정시점 이후 현재까지 실현된 기초자산의 변동성을 의미한다. 실현변동성을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있다. 일정기간 동안의 표준편차, 수익률 제공의 평균, 또는 고빈도 자료를 이용한 수익률 제공의 합 등을 이용하여 실현변동성을 측정한다. Andersen과 Bollerslev (1998)의 연구 이전 많은 연구들은 일반적으로 진 변동성(true volatility) 측정을 위하여 일별 수익률 제공의 평균을 사용하였다. Andersen과 Bollerslev (1998)는 고빈도 자료를 사용하여 실현변동성을 수익률 제공의 합으로 정의하였는데 이 방법은 다른 방법들에 비해 보다 정확한 예측값을 제공한다고 알려져 있으므로 본 연구에서도 Andersen과 Bollerslev (1998)의 방법을 사용하기로 한다.

식 (2.5)의 h 단위 고빈도 자료를 이용한 증가기준 수익률 $r_t(h)$ 를 적용하여 t 일의 실현변동성을 구하면 다음과 같다.

$$\sigma_t^2(h) = \underbrace{r_{t,sp}^2}_{\sigma_{t,oc}^2(h)} + \underbrace{\sum_{i=1}^{D-2} r_{t,i}^2}_{\sigma_{t,co}^2}, \quad (2.7)$$

여기서 $r_{t,sp}$ 와 $r_{t,i}$ 그리고 $r_{t,co}$ 는 식 (2.5)에서의 정의와 동일하다.

외환시장과는 달리 주식시장은 24시간 장을 열지 않는다. 그러므로 주식시장 개장시장동안의 변동성과 폐장시간의 변동성이 다름을 고려하여 실현변동성 계산시 야간변동성과 주간변동성을 구분하는 것이 필요하다. 즉, 야간수익률이 5분 단위 수익률보다 변동성이 크기 때문에 야간수익률의 잡음을 제거하는 대안적인 실현변동성 측정수단이 필요하다. Martens (2002)에서 제안된 다음의 방법을 사용한다.

$$\sigma_t^2(h) = \frac{\hat{\sigma}_{oc}^2(\tau) + \hat{\sigma}_{co}^2(\tau)}{\hat{\sigma}_{oc}^2(\tau)} \left[r_{t,sp}^2 + \sum_{i=1}^{D-2} r_{t,i}^2 \right], \quad (2.8)$$

여기서 “open-to-close” sample variance $\hat{\sigma}_{oc}^2$ 와 “close-to-open” sample variance $\hat{\sigma}_{co}^2$ 는 다음과 같이 두 가지 방법을 고려한다. <방법1>은 기존의 방법으로서 Martens (2002), Koopman 등 (2005)에서 사용된 방법으로, 누적 일중 수익률을 이용한 야간변동성과 주간변동성의 차이를 고려해주기 위하여 과거 τ 일 기간 주가의 시가와 종가를 이용하여 조정해주는 방식이다. 이 방법을 사용하여 실현변동성을 산출한 국내 논문으로는 유시용과 고중양 (2009)이 있다. 반면 <방법2>는 본 논문에서 새롭게 제안한 방법으로서 과거 τ 일 기간 h 단위 고빈도 자료를 이용하여 조정해주는 방식이다.

$$\langle \text{방법1} \rangle \quad \hat{\sigma}_{oc}^2(\tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} r_{t-i,oc}^2, \quad (2.9)$$

$$\hat{\sigma}_{co}^2(\tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} r_{t-i,co}^2.$$

$$\langle \text{방법2} \rangle \quad \hat{\sigma}_{oc}^2(\tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} \sigma_{t-i,oc}^2(h), \quad (2.10)$$

$$\hat{\sigma}_{co}^2(\tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} r_{t-i,co}^2.$$

최종적으로 실현변동성은 다음과 같이 계산되어 진다.

$$RV_{t,\tau} = \sqrt{250} \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} \sigma_{t+i}^2(h)}, \tag{2.11}$$

여기서 <방법1>을 사용하여 구한 t 시점의 실현변동성을 $RV1_{t,\tau}$ 라고 하고 <방법2>를 사용하여 구한 t 시점의 실현변동성을 $RV2_{t,\tau}$ 라고 한다. τ 는 23거래일이다.

2.2. 역사적 변동성

KOSPI200 역사적 변동성(historical volatility)은 과거 수익률을 바탕으로 산출되어지는 변동성이다. 역사적 변동성은 과거 일정기간동안 일별수익률의 표준편차를 연율화하여 다음과 같이 계산된다.

$$HV_t = \sqrt{250} \sqrt{\frac{1}{\tau-1} \sum_{i=0}^{\tau-1} (r_{t-i}^{(d)} - \bar{r}_t)^2}, \tag{2.12}$$

여기서 $r_t^{(d)}$ 는 t 시점의 기초자산의 일별 수익률이고 \bar{r}_t 는 t 시점부터 $t + \tau$ 시점까지 기초자산 수익률의 표본평균이다. τ 는 23거래일이고, 연율로 환산하기 위해 연간거래일의 제곱근 $\sqrt{250}$ 을 곱해주었다.

2.3. 내재변동성

역사적 변동성처럼 기초자산의 과거 자료에 기초하여 옵션만기까지의 변동성을 추정할 때에는 변동성 추정기간에서 예측기간까지 기초자산의 가격변동성에 관한 투자자의 기대가 변하지 않는다는 전제가 필요하다. 하지만 현실적으로 이러한 조건이 성립하지 않는 경우가 많이 있다. 그리고 과거 수익률을 사용하기 때문에 예측력이 떨어지는 단점이 있다. 변동성 예측의 다른 한 방법은 옵션의 가격에 담겨져 있는 정보, 즉 내재변동성(implied volatility)의 시계열 자료에 기초하는 것이다. 내재변동성은 옵션가격결정모형에서 산출된 이론가격이 시장가격과 같아지도록 하는 변동성을 의미하며 특정 기초자산의 미래변동성에 대한 시장 참여자들의 예측 또는 기대를 반영하는 수치로 볼 수 있다.

본 연구에 사용되는 내재변동성은 KRX(한국거래소)에서 CRR 모형⁴을 이용하여 산출되는 값을 사용하였다. KRX(한국거래소)에서 Black and Scholes 모형을 이용하여 KSOPI200 옵션의 가격을 산정하지 않고 CRR 모형을 이용해 가격을 산정하는 이유는, CRR 모형이 Black and Scholes 모형보다 간단하며 처음 주가지수 구성시점에서 미국식 옵션까지 고려했기 때문이다. 또한 이항 노드(node)를 49로 주기 때문에 옵션이론가격이 Black and Scholes 모형에 거의 비슷하게 수렴하기 때문이다.

2.4. 변동성지수(VKOSPI)

한국거래소(KRX)가 KOSPI200 지수를 바탕으로 하는 장내옵션에서 산출되는 변동성지수 ‘VKOSPI(volatility index of KOSPI200)’를 아시아 국가 최초로 2009년 4월 13일부터 발표하였다. 변동성지수는 옵션가격에 내재된 기초자산의 미래 변동성에 대한 시장의 기대치를 나타낸 지수로 미국 CBOE의 VIX 산출 방법⁴에다 한국적 특성을 가미한 것으로, 과거에는 미국 VIX를 이용하여 미국 주가지수를 예측하고 다시 이를 이용해 국내 주가지수를 예측했으나 향후에는 직접 VKOSPI를 이용하여 국내 주가지수를 예측할 수 있게 되었다. 미국 CBOE는 VIX에 대한 선물·옵션을 상장하여 거래하고

⁴ Cox, Ross and Rubinstein (CRR; Cox 등, 1979)모형은 옵션평가모형인 블랙-숄즈-버튼 모형을 이항트리로 근사한 모형이다. 구체적으로 기초자산 로그수익률이 정규분포를 따를 때, 중심극한정리에 의하면 이항트리의 시간간격이 줄어들수록 기초자산은 로그정규분포를 따른다는 정리를 이용한 것이다.

있는데 이는 변동성에 대한 시장참여자의 관심이 얼마나 큰지를 보여주고 있다고 할 수 있다. KRX도 2010년 VKOSPI 선물시장의 개설을 준비하고 있다.

VKOSPI는 KOSPI200 옵션 최근월·차근월물에서 계산한 각각의 변동성을 잔존만기 기준으로 내삽하여 산출한 30일 변동성으로 9시15분~15시 15분까지 30초 주기로 최근월물과 차근월물의 모든 등가격 및 외가격 옵션을 사용하여 계산되어진다. 만약 잔존만기가 4거래일 미만일 경우, 최근월물을 차근월물로, 차근월물은 차차근월물로 대체하여 구한다.

2.4.1. VKOSPI 선물

미국 CFE(CBOE Futures Exchange)는 VIX를 기초자산으로 하는 선물을 2004년 3월 26일부터 상장하여 변동성에 대한 거래를 하고 있으며 CBOE는 2006년 2월 24일부터 VIX 옵션도 상장하여 거래하고 있다. 우리나라의 경우 주식시장의 단기 기대변동성 지표를 제공하기 위해 변동성지수를 산출하고 있으나, 다양한 경제변수의 변화에 따른 주식시장의 변동성이 확대 또는 축소되는 위험을 헤지할 목적으로 변동성지수를 기초자산으로 하는 선물과 옵션의 도입을 준비하고 있는 단계이다.

VKOSPI 선물이란 주식시장의 변동성이 미래에 확대 또는 축소될지를 현재 시점에 예측하여 미리 매수 또는 매도함으로써 헤지 대상물의 변동성위험을 관리하기 위한 수단으로 VKOSPI 선물은 2010년 하반기 상장예정이다. 유사한 해외 변동성지수 선물로는 미국의 VIX 선물, 독일의 mini VSTOXX 선물 등이 있다.

VKOSPI 선물은 그 활용도가 다양하다. 첫 번째로 VKOSPI 선물은 변동성 위험을 헤지하는데에 활용될 수 있다. 최근 금융위기로 주가 변동성 위험에 대한 헤지 필요성이 증가하고 있으나, 효율적인 위험관리 수단이 부족한 실정이다. 과거에는 변동성의 확대·축소를 예상하여 콜옵션과 풋옵션을 다양하게 조합하는 전략을 이용하였는데 이러한 변동성 매매전략은 상당한 거래비용이 소요되고, 변동성에 대한 간접적인 투자가기 때문에 변동성에 대한 예측이 정확하더라도 손실이 발생할 가능성이 존재한다. 따라서 변동성지수에 기초한 변동성지수선물이 도입되면 시장변동성의 확대 예상 시 미리 변동성지수선물을 매수하고, 감소하면 미리 변동성지수선물을 매도함으로써 옵션포지션을 구축할 때 보다 더 편리하고 저렴한 비용으로 변동성의 변화에 대응하는 직접 투자가 가능하다. 또한 기초자산·지수옵션 등과 결합 시 다양한 연계거래가 가능하며, 변동성은 주가와 음의 상관관계가 있기 때문에 투자자산의 다양화를 통한 위험 관리에도 유용하다. VKOSPI 선물이 상장된다면 주식·옵션 등 자산에 대한 투자가 촉진되고, 파생결합증권의 발행 및 신상품 개발이 활성화 되는 등 국내 파생상품시장의 발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

3. 실증분석

3.1. 자료

본 논문의 실증분석기간은 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일까지이다. 분석기간을 2003년 1월 3일 이후로 선택한 것은 초기 옵션시장에서는 상장종목이 부족하고 최근월물에 거래 대부분이 집중되어 차근월물의 변동성 산출이 곤란했기 때문이다. 각 변동성 산출을 위해 1분 단위 주가지수(KOSPI200) 자료와 일별 주가지수(KOSPI200) 증가 자료, KOSPI200 옵션의 일별 종가 자료를 사용하였고 이들 자료는 한국거래소(KRX)에서 구하였다.

3.2. 실현변동성에 대한 예측 성과

3.2.1. 각 변동성의 기초통계량

본 논문에서 사용된 각 변동성들에 대한 기초통계량 분석을 통해 각 시계열의 개괄적인 특성을 살

표 1: 수익률의 기초통계량

	평균	표준편차	최대값	최소값	중앙값	왜도	첨도
$r_t^{(d)}$	40.091	1.357	5.036	-6.068	0.160	-0.300	1.461
$(r_t^{(d)})^2$	1.847	3.385	36.823	0.000	0.563	4.215	24.953

표 2: 각 변동성의 기초통계량

	RV1	RV2	CIV	PIV	IV	HV	VKOSPI
평균	25.696	23.824	20.329	25.583	22.846	20.357	23.434
표준편차	7.945	7.056	6.074	7.059	6.351	7.411	5.984
최대값	55.400	47.219	45.500	50.000	46.900	48.168	42.900
최소값	12.779	11.760	6.100	6.500	6.600	8.402	14.150
중앙값	24.517	22.656	18.900	24.500	21.550	19.145	22.065
왜도	1.021	0.907	1.060	0.961	1.069	1.109	1.046
첨도	4.326	3.676	3.984	3.919	3.982	4.215	3.498

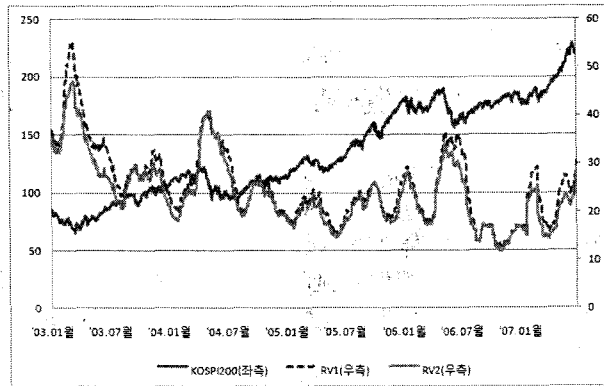


그림 1: 실현변동성과 KOSPI200

퍼보고자 한다. 본 논문의 분석기간인 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일까지(총 1112일)의 수익률과 각 실현변동성의 기초통계량은 표 1, 2와 같다.

먼저 실현변동성1(RV1)과 실현변동성2(RV2)를 비교한다. 그림 1은 각 실현변동성과 KOSPI200 지수의 시계열 그림이다. 실현변동성1(RV1)이 실현변동성2(RV2)보다 전체적으로 더 큰 값을 갖고 어떤 사건이나 충격에 대해 더 크게 반응함을 알 수 있다. 그림 1의 2003년 2분기에 변동성이 매우 큼을 볼 수 있는데, 이는 2003년 3월 17일 이라크 전쟁에 의한 것이다. 그리고 2004년 4~6월에 해당하는 기간은 중국 경제 긴축 우려로 주가가 급락했던 시기이다. 주가가 급락한 시기의 실현변동성은 매우 높아지는 현상이 있음을 확인할 수 있다.

표 2의 각 실현변동성의 기초통계량을 보면 과거 τ 일 기간 주가의 시가와 종가를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법1>을 사용한 실현변동성(RV1)이 과거 τ 일 기간 h 단위 고빈도 자료를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법2>를 사용한 실현변동성(RV2)보다 높은 평균값과 표준편차를 갖는다. 하지만 기초통계량만으로 두 집단이 차이가 있다고 할 수는 없다. 일반적으로 두 집단의 평균차이를 검정하는 분석방법으로 t -검증을 이용한다. 즉, t -검증은 두 집단 간의 평균이 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있는지의 여부를 검정할 때 사용되는 분석방법이다. 분산에 대한 차이 검정은 F -검증을 이용한다. t -검증 분석 결과 '두 집단의 평균이 같다'는 귀무가설에 대해 1% 유의수준 하에서 강하게 기각하였다. 그러므로 RV1과 RV2의 평균은 같다고 볼 수 없다. 즉, 두 집단은 차이가 있음을 알 수 있다. F -검증

표 3: F-검증과 t-검증

F-검증	F비	1.26778
	$P(F \leq f)$ 단측 검정	0.00004
	F 기각치: 단측 검정	1.10378
t-검증	t 통계량	5.87340
	$P(T \leq t)$ 단측 검정	0.00000
	t 기각치 단측 검정	1.64555

표 4: 각 변동성들간의 상관관계

	RV1	RV2	CIV	PIV	IV	HV	VKOSPI
RV1	1.000						
RV2	0.983	1.000					
CIV	0.743	0.739	1.000				
PIV	0.697	0.689	0.883	1.000			
IV	0.740	0.735	0.966	0.970	1.000		
HV	0.705	0.715	0.832	0.823	0.848	1.000	
VKOSPI	0.790	0.783	0.922	0.899	0.936	0.887	1.000

분석 결과, 분산에 대해서도 두 집단의 차이가 존재함을 알 수 있다. 표 3은 RV1과 RV2에 대한 F-검증과 t-검증의 결과이다.

실현변동성을 제외한 나머지 변동성들의 평균은 풋옵션의 내재변동성, VKOSPI, 대표내재변동성, 역사적 변동성, 콜옵션의 내재변동성 순으로 나타났다. 또한 표준편차값은 RV1의 표준편차가 7.945로 가장 컸고, VKOSPI의 표준편차가 5.984로 가장 작은 것으로 나타났다.

각 변동성들이 정규분포 하는지를 알아보기 위해 왜도와 첨도를 살펴보았는데, 모두 오른쪽으로 기울어진(right skewed) 형태라는 것을 알 수 있다. 실현변동성, 역사적 변동성 보다는 내재변동성이 정규분포에 가까운 모습을 나타낸다.

표 4에서는 각 변동성들 간의 상관관계를 살펴보았다. 다음 절에서 실시할 회귀분석에 앞서 상관관계 분석을 통해 각 변동성간의 전반적인 관계를 알아보기 위해서이다. 먼저 상관관계 분석에서 실현변동성1(RV1)과 실현변동성2(RV2) 간의 상관관계가 0.983으로 매우 높다. 각각의 실현변동성과 다른 변동성간의 상관관계를 살펴보면, 실현변동성1(RV1)과의 상관관계에서 변동성지수(VKOSPI), 콜옵션 및 대표내재변동성(CIV·IV), 과거변동성(HV), 풋옵션의 내재변동성(PIV)의 순으로 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 실현변동성2(RV2)와의 상관관계에서는 변동성지수(VKOSPI), 콜옵션의 내재변동성(CIV), 대표내재변동성(IV), 과거변동성(HV), 풋옵션의 내재변동성(PIV)의 순으로 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 두 경우 모두 변동성지수(VKOSPI)가 실현변동성과의 상관관계가 가장 높은 것으로 나타났다.

3.2.2. 회귀분석

본 절에서는 역사적 변동성, CRR 모형을 이용한 내재변동성, VKOSPI의 실현변동성에 대한 예측력을 회귀분석을 통해 비교 분석한다. 회귀분석을 통하여 실현변동성에 대한 예측력을 실증분석하는 방법은 단순회귀분석과 다중회귀분석, 두 가지가 있다. 그러나 각 변동성간의 상관관계가 표 4에서 볼 수 있듯이 매우 높기 때문에 다중공선성(multicollinearity) 문제가 발생하여 올바른 회귀분석이 될 수 없다. 그러므로 본 연구에서는 단순회귀분석을 통하여 실증분석을 하기로 한다.

실현변동성에 대한 예측력 분석방법은 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 회귀식의 결정계수값(R^2)을 분석한다. 둘째, 실현변동성을 예측하는 독립변수의 통계적 유의성을 분석한다. 셋째, 각

표 5: 실현변동성1(RV1)에 대한 각 변동성의 단순회귀분석

	a_0	a_1	Adj. R^2	RMSE	F-통계량
CIV	5.949*** (10.66)	0.971*** (36.94)	0.551	5.324	1.19
PIV	5.613*** (8.74)	0.785*** (32.42)	0.486	5.697	78.87***
IV	4.539*** (7.58)	0.926*** (36.68)	0.548	5.345	8.58***
HV	10.304*** (20.85)	0.756*** (33.14)	0.497	5.635	114.29***
VKOSPI	1.125* (1.90)	1.048*** (42.89)	0.623	4.876	3.93**

주) 1. *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함.
 2. 괄호안은 t -값을 나타냄.

변동성들 간의 회귀모형에 대한 RMSE(root mean square error)값을 비교하여 결정계수값에 대해 보다 강건한(robust) 결과를 얻을 수 있다. 위와 같은 방법으로 분석한 결과의 상관계수가 양(+)_수여야 하며 그 값이 통계적 유의성을 가져야 한다. 그리고 두 조건을 만족할 경우 상대적으로 높은 결정계수(R^2)와 작은 RMSE값을 가질 때 실현변동성에 대한 우수한 예측력을 가진 변동성으로 판단한다.

각 변동성들의 실현변동성에 대한 예측력을 검증해 보기 위해 다음과 같은 회귀모형식을 이용한다.

$$RV1_t = a_0 + a_1 V_{i,t} + e_t, \tag{3.1}$$

$$RV2_t = a_0 + a_1 V_{i,t} + e_t,$$

여기서 $RV1_t$ 은 과거 τ 일 기간 주가의 시가와 종가를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법1>을 사용한 실현변동성이고 $RV2_t$ 은 과거 τ 일 기간 h 단위 고빈도 자료를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법2>를 사용한 실현변동성이다. $V_{i,t}$ 는 역사적 변동성, 각 내재변동성, 변동성지수(VKOSPI)를 각각 의미하며, $e_t \sim N(0, \sigma^2)$ 이다. 만약 각 개별 변동성 변수들이 미래 실현변동성에 대한 정보를 포함하고 있다면 $a_1 \neq 0$ 이어야 하고, 각 개별 변동성 변수들이 실현변동성의 불편추정치(unbiased estimator)라면 $a_0 = 0, a_1 = 1$ 이어야 한다.

표 5는 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일까지 실현변동성 RV1에 대한 단순회귀분석 결과이다. 실현변동성에 대한 단순회귀분석 결과 역사적 변동성(HV), 콜옵션의 내재변동성(CIV), 풋옵션의 내재변동성(PIV), 대표내재변동성(IV), 변동성지수(VKOSPI)의 회귀계수(a_1)들이 모두 1% 유의수준에서 의미가 있는 것으로 나타났다. 따라서 이들 변동성 모두 실현변동성에 대한 정보를 포함하고 있다고 할 수 있다. F-통계량은 $a_0 = 0, a_1 = 1$ 이라는 귀무가설에 대한 상관계수 검정값이다. 검정 결과, 콜옵션의 내재변동성(CIV)만 실현변동성에 대한 불편추정치이고 그 외의 변동성들은 편의된 추정치임을 알 수 있다.

실현변동성1(RV1)에 대한 예측력 분석결과는 표 5에 나타나 있다. 가장 우수한 예측성결과를 보이는 변동성은 변동성지수(VKOSPI)로서, 가장 높은 수정된 결정계수값(0.623)과 가장 낮은 오차(4.876)를 보였다. 그 다음은 콜옵션의 내재변동성, 대표내재변동성, 역사적 변동성, 풋옵션의 내재변동성의 순으로 설명력이 있는 것으로 나타났다.

실현변동성2(RV2)에 대한 예측력 분석결과는 표 6에 나타나 있다. 실현변동성1(RV1)을 종속변수로 사용했을 때의 결과와 같이 변동성지수의 예측력이 가장 우수한 것으로 나타났다. $a_0 = 0, a_1 = 1$ 이라는 귀무가설에 대한 상관계수 검정 결과, 모든 변동성은 불편추정치가 아니다.

표 6: 실현변동성2(RV2)에 대한 각 변동성의 단순회귀분석

	a_0	a_1	Adj. R^2	RMSE	F-통계량
CIV	6.366*** (12.78)	0.859*** (36.56)	0.546	4.755	36.18***
PIV	6.214*** (10.76)	0.688*** (31.63)	0.474	5.119	205.16***
IV	5.157*** (9.62)	0.817*** (36.15)	0.540	4.784	254.84***
HV	9.956*** (23.02)	0.681*** (34.12)	0.512	4.932	254.84***
VKOSPI	2.189*** (4.11)	0.923*** (41.93)	0.613	4.392	12.16***

주) 1. *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함.
 2. 괄호안은 t값을 나타냄.

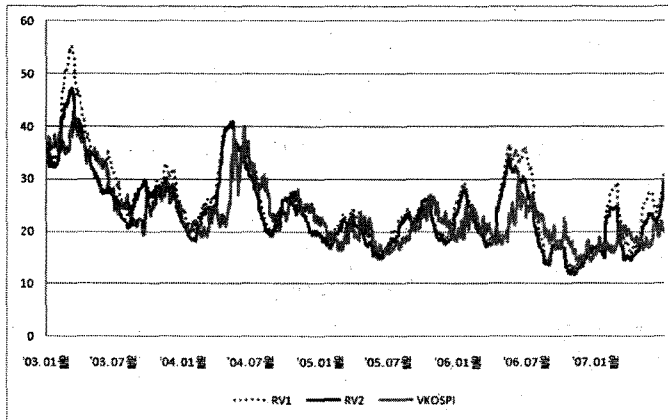


그림 2: 실현변동성과 VKOSPI

3.3. 변동성 측정 방법에 따른 VKOSPI 예측

향후 VKOSPI 선물이 상장된다면 기초자산인 VKOSPI를 예측하는 것이 중요한 이슈가 될 것이다. VKOSPI란 향후 30일 동안의 미래 기대변동성을 지수로 산출한 것으로, 30일은 16~24거래일 정도이다. 16~24거래일 각각의 실현변동성을 산출하여 VKOSPI와의 상관관계를 비교한 결과 23거래일일 때 가장 높은 상관계수를 갖는 것으로 나타났으므로 본 논문에서는 23거래일을 선택하였다.

실현변동성은 미래에 실현된 변동성인 반면 VKOSPI는 미래에 실현될 변동성이므로 자료의 구성 상 시차(lag)가 존재한다. 그림 2의 실현변동성과 VKOSPI와의 시계열 그림에서도 시차가 발생함을 확인할 수 있다. 이러한 시차를 고려해주기 위해 VKOSPI와의 상관관계를 분석한 결과 시차를 18로 고려해줄 때 VKOSPI와의 상관계수가 높은 것으로 나타났다. 즉, 18일 앞선 시점의 VKOSPI가 실현변동성을 가장 잘 설명하는 것으로 나타났다. 하지만 시차를 18로 고려해 줄 경우, 미래 자료를 사용하게 되는 문제가 발생하므로 본 연구에서는 시차를 23으로 선택함으로써 시점 일치(matching)문제를 해결하였다. 그림 3은 각 변동성과 VKOSPI의 시차별 상관관계 결과이고 그림 4는 최근 6개월 동안의 각 변동성과 VKOSPI와의 상관관계를 나타낸 그림이고 그림 5는 시차를 23으로 고려해준 경우의 실현변동성과 VKOSPI의 시계열 그림이다.

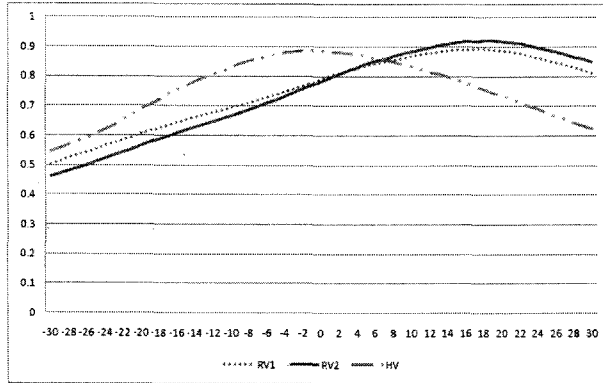


그림 3: 각 변동성과 VKOSPI의 시차별 상관관계

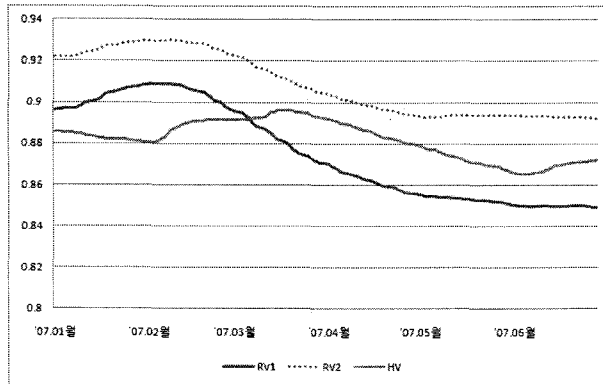


그림 4: 최근 6개월 동안의 각 변동성과 VKOSPI의 상관관계

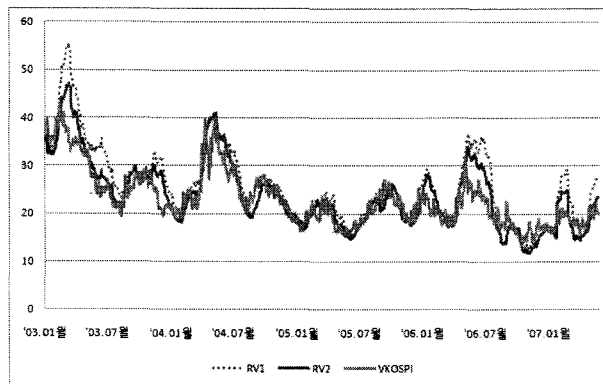


그림 5: 시차를 고려한 실현변동성과 VKOSPI

3.3.1. 상관분석과 회귀분석

표 7은 시차를 23으로 고려해준 각 실현변동성과 VKOSPI, 역사적 변동성, 내재변동성의 상관관계 분석 결과이다. VKOSPI와 가장 상관관계가 높은 것은 실현변동성2(RV2)로 0.906의 높은 상관계수를

표 7: 각 변동성들간의 상관관계

	VKOSPI	RV1	RV2	HV	IV
VKOSPI	1.000				
RV1	0.871	1.000			
RV2	0.906	0.983	1.000		
HV	0.702	0.713	0.721	1.000	
IV	0.746	0.742	0.737	0.853	1.000

표 8: VKOSPI에 대한 각 변동성의 단순회귀분석

	a_0	a_1	$Adj.R^2$	RMSE
RV1	7.112*** (24.73)	0.625*** (58.49)	0.759	2.829
RV2	5.726*** (22.17)	0.732*** (70.49)	0.820	2.441
HV	11.989*** (32.79)	0.546*** (32.52)	0.493	4.102
IV	7.826*** (18.14)	0.670*** (36.93)	0.556	3.837

주) 1. *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 수준에서 유의함.

2. 괄호안은 t -값을 나타냄.

갖는다. 그 다음은 실현변동성1(RV1), 내재변동성, 역사적 변동성의 순서이다.

3.2.2절의 회귀분석에서는 실현변동성을 종속변수로 하여 실현변동성에 대한 각 변동성의 예측력을 비교하였지만, VKOSPI를 기초자산으로 하는 VKOSPI 선물에 상장될 경우에는 향후 VKOSPI의 예측이 중요한 이슈가 되므로 다음과 같은 회귀모형식을 고려한다.

$$VK_t = a_0 + a_1 RV1_{t-23} + e_t, \quad (3.2)$$

$$VK_t = a_0 + a_1 RV2_{t-23} + e_t.$$

$$VK_t = a_0 + a_1 HV_t + e_t, \quad (3.3)$$

$$VK_t = a_0 + a_1 IV_t + e_t.$$

여기서 $RV1_t$ 은 과거 τ 일 기간 주가의 시가와 종가를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법1>을 사용한 실현변동성이고 $RV2_t$ 은 과거 τ 일 기간 h 단위 고빈도 자료를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법2>를 사용한 실현변동성이다. VK_t , IV_t , HV_t 는 각각 VKOSPI, 내재변동성, 역사적 변동성을 의미하며, $e_t \sim N(0, \sigma^2)$ 이다.

표 8은 VKOSPI에 대한 단순회귀분석 결과이다. 분석결과, 실현변동성2(RV2)의 수정된 결정계수가 0.820으로 가장 높았고 2.441의 가장 낮은 RMSE값을 보였다. 두 번째로 높은 예측력을 보인 것은 실현변동성1(RV1)로 0.759의 수정된 결정계수와 2.829의 RMSE값을 보였다. 그 다음은 대표내재변동성(IV), 역사적 변동성(HV)의 순서이다. 결론적으로 실현변동성2(RV2)가 VKOSPI를 가장 잘 예측할 수 있는 것으로 나타났다.

3.3.2. 교차타당성 예측성과

표본기간동안 각 변동성으로 추정된 VKOSPI가 교차타당성 예측에서 어느 정도의 예측 오차를 갖는가를 분석해보기로 한다. 본 연구에서는 다양한 비교를 위해 표본크기를 4가지 경우(1개월, 3개월, 6개월, 1년)로 나누어 각각의 경우에 대해 실제 VKOSPI값과의 오차를 비교한다. 본 연구에서 선택

표 9: 표본외 예측 성과

표본기간	표본크기	변동성	평균	중앙값
'03.01.03	20	RV1	1.225(2)	1.135(1)
~		RV2	1.216(1)	1.142(2)
'03.01.30		HV	1.670(4)	1.474(4)
(1개월)		IV	1.382(3)	1.276(3)
'03.01.03	61	RV1	1.379(3)	1.339(4)
~		RV2	1.343(1)	1.296(2)
'03.03.31		HV	1.455(4)	1.286(1)
(3개월)		IV	1.368(2)	1.336(3)
'03.01.03	122	RV1	1.395(2)	1.334(3)
~		RV2	1.390(1)	1.319(1)
'03.06.30		HV	1.438(3)	1.324(2)
(6개월)		IV	1.452(4)	1.477(4)
'03.01.03	246	RV1	1.415(2)	1.317(2)
~		RV2	1.415(1)	1.312(1)
'03.12.30		HV	1.462(3)	1.337(3)
(1년)		IV	1.526(4)	1.550(4)

주) 괄호안의 값은 순위를 나타낸다.

한 외표본 예측 방법은 다음과 같다. 첫 번째로 2003년 1월 3일부터 2003년 1월 30일까지의 1개월 자료(총 20개)로 회귀분석을 한 결과 도출된 모수들을 회귀모형에 대입하여 향후 23일동안의 VKOSPI를 예측한 다음, 예측한 VKOSPI와 실제 VKOSPI값의 차이의 표준편차(standard deviation)를 구한다. 그 다음은 하루가 지난 후인 2003년 1월 4일부터 2003년 2월 3일까지의 1개월 자료를 이용하여 동일한 방법으로 예측 VKOSPI값과 실제 VKOSPI값의 차이의 표준편차를 구한다. 이와 같은 절차를 표본기간 마지막까지 반복함으로써 표준편차 시계열 자료를 얻을 수 있다. 이 시계열 자료의 평균과 중앙값을 비교하여 더 작은 평균값과 중앙값을 갖는 변동성이 VKOSPI를 더 잘 예측하는 것으로 판단한다. 표본기간이 3개월, 6개월, 1년인 경우도 이와 동일한 방법으로 구한다.

$$\begin{aligned}
 VK_t &= a_0 + a_1 V_{i,t} + e_t, \quad t = 1, \dots, 1M/3M/6M/1Y, & (3.4) \\
 \widehat{VK}_{t+k} &= \widehat{a}_0 + \widehat{a}_1 V_{i,t+k}, \quad k = 1, \dots, 23, \\
 S.D(VK_{t+k} - \widehat{VK}_{t+k}).
 \end{aligned}$$

분석결과는 표 9와 같다. 평균에 대해서는 모든 기간에서 대체적으로 실현변동성이 역사적 변동성이나 내재변동성보다 더 우수한 것으로 나타났다. 그리고 실현변동성1(RV1) 보다는 실현변동성2(RV2)가 VKOSPI에 대한 예측 성과가 더 좋다. 중앙값에 대해서도 모든 기간에서 비교적 실현변동성2(RV2)가 예측 성과가 우수하다고 할 수 있다. 결론적으로, VKOSPI를 예측하는데 있어 본 논문에서 새롭게 제시한 방법으로 산출한 실현변동성2(RV2)가 가장 우수한 예측력을 갖는다.

4. 결론

본 연구는 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일까지의 기간 동안 변동성 추정방법에 따른 예측 성과를 비교 분석하고자 시도하였다. KOSPI200 지수 현물 수익률의 일중 실현변동성을 산출하고 이 실현변동성에 대한 역사적 변동성과 CRR 모형을 이용한 내재변동성, 그리고 변동성지수(VKOSPI)의 예측력을 분석하고 예측성과를 비교하였다. 실현변동성 산출에 있어 고빈도 자료를 사용하여 5분 단위 빈도의 자료로 실현변동성을 산출 하였으며, 동시호가제도의 특성을 반영한 실현변동성 측정 방법

을 개발하였다. 또한 야간변동성과 주간변동성의 차이를 고려해주었다. “open-to-close” sample variance를 구하는데 있어서 과거 τ 일 기간 주가의 시가와 종가를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법1>과 과거 τ 일 기간 h 단위 고빈도 자료를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법2>를 고려하였다. <방법1>을 사용하여 구한 실현변동성을 RV1이라고 하고 <방법2>를 사용하여 구한 실현변동성을 RV2라고 한다. 실현변동성2(RV2)의 방법은 본 논문에서 새롭게 제안된 방법론이다.

본 연구에서 실증분석은 회귀분석을 통해 어떤 변동성이 실현변동성을 가장 잘 설명하는지 분석하였다. 상대적으로 큰 결정계수값(R^2)값과 작은 RMSE값을 가질 때 예측성과가 보다 우수하다고 보았다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 실현변동성에 대한 비교 결과 실현변동성1(RV1)이 실현변동성2(RV2)보다 전체적으로 더 큰 값을 가지고 어떤 사건이나 충격에 대해 더 크게 반응함을 알 수 있었다. 즉, 과거 τ 일 기간 주가의 시가와 종가를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법1>을 사용한 실현변동성1(RV1)이 과거 τ 일 기간 h 단위 고빈도 자료를 이용하여 조정해주는 방식인 <방법2>를 사용한 실현변동성2(RV2)보다 높은 평균값과 표준편차를 갖는다. t -검증과 F -검증 분석 결과 평균과 분산에 대해 두 집단의 차이가 있음을 확인하였다. 둘째, 실현변동성1(RV1)에 대한 각 변동성 변수들의 단순회귀분석 결과 변동성지수(VKOSPI)가 가장 우수한 예측력을 나타냈고, 그 다음 콜옵션의 내재변동성(CIV), 대표내재변동성(IV), 역사적 변동성(HV), 풋옵션의 내재변동성(PIV)의 순으로 나타났다. 실현변동성2(RV2)에 대한 결과 또한 동일하다. 두 경우 모두 변동성지수(VKOSPI)가 가장 높은 예측력을 보였고 실현변동성(RV2)의 경우, 실현변동성1(RV1)에 비해서 RMSE값이 상대적으로 낮음을 알 수 있었다. 결론적으로 2003년 1월 3일부터 2007년 6월 29일까지 분석기간 동안 역사적 변동성, 내재변동성 그리고 변동성지수(VKOSPI) 중 변동성지수의 예측력이 가장 뛰어났다. 이러한 결과는 2010년 변동성지수에 대한 선물시장의 개설을 준비하고 있는 현시점에서 더욱 의미 있는 결과라 할 수 있다.

또한 VKOSPI 선물이 상장되면 기초자산인 VKOSPI의 예측이 중요한 이슈가 될 것임을 예상하여 어떤 변동성이 VKOSPI를 잘 예측할 수 있는지에 대한 분석도 실시하였다. 시차를 고려한 실현변동성, 내재변동성, 역사적 변동성으로 VKOSPI를 예측하였을 때 어떤 변동성이 예측성과가 보다 우수한지 상관분석과 회귀분석을 실시하여 분석한 결과, 본 논문에서 새롭게 제안된 방법론인 실현변동성2(RV2)가 VKOSPI를 가장 잘 예측할 수 있는 것으로 나타났다. 표본의 예측에서도 실현변동성2(RV2)가 가장 우수한 예측력을 갖는 것을 확인하였다.

우리나라의 경우 다른 국가들에 비해 주가수익률의 변동성이 유난히 높기 때문에, 변동성의 정확한 예측이 더욱 필요하고 변동성 예측력 향상을 위한 다양한 연구가 필요하다. 이러한 측면에서, 본 연구는 변동성 측정 방법에 따른 KOSPI200 지수의 변동성 예측력을 비교 분석한 연구로서 그 의미가 있다고 하겠다. 이러한 연구결과에 근거하여, 예측뿐만 아니라 델타 헤지를 실시하였을 때 가장 성과가 좋은 변동성이 무엇인가에 대한 연구도 필요하다. 또한 국내 실정에 맞는 헤징 수단을 찾는 다양한 접근법도 추후 연구과제이다.

참고 문헌

- 유시용, 고종양 (2009). KOSPI200 실현변동성 예측력 제고에 관한 연구, <선물연구>, 17, 21-49.
- 이재하, 정제련 (2006). KOSPI200 옵션시장에서의 변동성지수 산출 및 분석, <증권학회지>, 35, 109-138.
- Andersen, T. G. and Bollerslev, T. (1998). Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts, *International Economic Review*, 39, 885-905.
- Andersen, T. G., Bollerslev, T. and Lange, S. (1999). Forecasting financial market volatility: Sample frequency vis-a-vis forecast horizon, *Journal of Empirical Finance*, 6, 457-477.

- Canina, L. and Figlewski, S. (1993). The informational content of implied volatility, *Review of Financial Studies*, **6**, 659–681.
- Christensen, B. J. and Prabhala, N. R. (1998). The relation between implied and realized volatility, *Journal of Financial Economics*, **50**, 125–150.
- Corrado, C. J. and Miller, T. W. (2005). The Forecast Quality of CBOE Implied Volatility Indexes, *The Journal of Future Markets*, **25**, 339–373.
- Cox, J., Ross, S., and M. Rubinstein (1979). Option pricing: A simplified approach, *Journal of Financial Economics*, **7**, 220–263.
- Day, T. and Lewis, C. (1992). Stock market volatility and the information content of stock Index options, *Journal of Economics*, **52**, 267–287.
- Jorion, P. (1995). Predicting volatility in the foreign exchange market, *Journal of Finance*, **50**, 507–528.
- Koopman, S. J., Jungbacker, B. and Eugenie, H. (2005). Forecasting daily variability of the S&P 100 stock index using historical, realized and implied volatility, *Journal of Empirical Finance*, **12**, 445–475.
- Martens, M. (2002). Measuring and forecasting S&P 500 index-futures volatility using high-frequency data, *The Journal of Futures Markets*, **22**, 497–518.
- Owain, G. (2001). Forecasting Volatility for options pricing for the U.K stock market, *The Journal of Management and Analysis*, **14**, 55–62.

2010년 1월 접수; 2010년 3월 채택

Forecasting KOSPI 200 Volatility by Volatility Measurements

YoungSoo Choi^{1,a}, HyunJung Lee^a

^aDepartment of Mathematics, Hankuk University of Foreign Studies

Abstract

In this paper, we examine the forecasting KOSPI 200 realized volatility by volatility measurements. The empirical investigation for KOSPI 200 daily returns is done during the period from 3 January 2003 to 29 June 2007. Since Korea Exchange(KRX) will launch VKOSPI futures contract in 2010, forecasting VKOSPI can be an important issue. So we analyze which volatility measurements forecast VKOSPI better. To test this hypothesis, we use 5-minute interval returns to measure realized volatilities. Also, we propose a new methodology that reflects the synchronized bidding and simultaneously takes it account the difference between overnight volatility and intra-daily volatility. The t-test and F-test show that our new realized volatility is not only different from the realized volatility by a conventional method at less than 0.01% significance level, also more stable in summary statistics. We use the correlation analysis, regression analysis, cross validation test to investigate the forecast performance. The empirical result shows that the realized volatility we propose is better than other volatilities, including historical volatility, implied volatility, and convention realized volatility, for forecasting VKOSPI. Also, the regression analysis on the predictive abilities for realized volatility, which is measured by our new methodology and conventional one, shows that VKOSPI is an efficient estimator compared to historical volatility and CRR implied volatility.

Keywords: High frequency data, realized volatility, volatility index, VKOSPI, volatility forecasting.

This work was supported by Hankuk University of Foreign Studies through Research Fund of 2009.

¹ Corresponding author: Professor, Department of Mathematics, Hankuk University of Foreign Studies, Yongin-Shi, Gyeonggi-Do 449-791, Korea. E-mail: choiys@hufs.ac.kr