

KOSPI200 수익률 변동성의 장기기억과정탐색

최상규*

¹성균관대학교 경영전문대학원

Empirical Study of the Long-Term Memory Effect of the KOSPI200 Earning rate volatility

Sang-Kyu Choi^{1*}

¹Business Administration The Graduate School of Sungkyunkwan University

요약 본 연구에서는 GPH(Geweke and Porter-Hudak, 1983) 추정량을 이용하여 KOSPI200지수의 제곱수익률과 절대수익률을 장기기억속성이 있는지 실증분석을 수행하였다. GPH는 장기기억보존 시계열 모수 d 를 직선회귀에 의해서 추정하였으며 이를 GPH 추정량이라고 하며 이는 대역폭 m 에 의존한다. m 값에 따른 GPH추정량의 자취를 확인하여 추정 값이 안정적인 구간을 확인하여 m 을 결정한다. 분석 결과 KOSPI200지수의 제곱수익률과 절대수익률은 $0 < d < 0.5$ 를 만족하여 장기기억속성을 가지고 있는 것으로 나타났다.

Abstract This study examined the squared returns and absolute returns of KOSPI 200 with GPH (Geweke and Porter-Hudak, 1983) estimators. GPH was estimated by the long-term memory preserving time series parameter d in linear regression. This called the GPH estimator, which depends on a bandwidth m . m was decided by confirming the stable section of the point estimate by validating the track of the GPH estimator according to the value of m . The result suggests that by satisfying $0 < d < 0.5$, the squared returns and absolute returns of KOPI 200 retains long-term memory.

Key Words : GPH, KOSPI200, Long-term memory, Volatility

1. 서론

주식시장에서 계량적 척도로써 변동성이 많이 사용된다. 현물에서의 변동성은 위험으로 다가오지만 주가지수 선물과 주가지수 옵션 같은 경우는 변동성은 곧 이익을 극대화 시킬 수 있는 기회가 될 수 있다. 주가지수 선물이 도입됨에 따라 현물시장에 변동성이 증가되었는지 1990년대에 활발히 연구가 진행되었다. 이 연구들은 상반된 결과들을 가지고 있다. 주가지수선물도입 전·후를 비교하였을 때 주식시장의 변동성을 증가시켰다고 보기는 어렵다는 주장[1-4]과, 주가지수 선물거래 도입이 주식시장의 변동성을 증가시켰다고 주장이 있다[5-9].

주식시장에서 변동성이 확대된다고 예상이 된다면 이

변동성은 왜 커지고 줄어드는지 단순히 시장의 충격에 의해서 변동성이 커지는지, 충격의 영향이 장기기억인지 확인해볼 필요가 있다. 장기기억속성이란 금융시장에 유입되는 정보들에 대하여 시장이 즉각적으로 반응하지 못하고 서서히 반응한다는 것이다. 이는 과거의 정보가 미래가격변화에 가치 있는 정보가 될 수 있는 것으로 효율적 시장가설에 대한 부정적인 증거가 된다. 선행연구들을 보면 외국의 경우 장기기억속성이 있다[10,11]고 하는 반면 국내연구에서는 장기기억속성의 존재여부에 대해서는 찬반의 의견이 엇갈린다[12-15]. 그렇다면 국내에서 장기기억속성의 존재여부를 검증할 필요가 있다. 국내에서 장기기억이 존재하지 않다는[13,14]연구들의 연구과정에서 일부 오류가 발견되었고 이를 감안하면 국내에서

*Corresponding Author : Sang-Kyu Choi(Sungkyunkwan Univ.)

Tel: +82-2-760-0447 email: sksmile@skku.edu

Received October 29, 2014

Revised (1st November 21, 2014, 2nd November 26, 2014)

Accepted December 11, 2014

도 장기기억이 존재할 가능성이 있기에 이를 검증할 필요가 있는 것이다.

본 연구에서 장기기억속성이 존재하는지 살펴보기 위해서 KOSPI200을 1998년 1월부터 2013년 9월까지 비거래일을 제외한 영업일 기준으로 종가를 가지고 주식시장의 확률적변동성을 탐색해보고자 한다. 본 연구에서 사용된 확률적변동성의 측도는 절대수익률과 제곱수익률을 사용하고자 한다[10,11,13,16-21].

본 연구에서 사용된 자료의 기간(1998.1~2013.9) 동안 우리나라 주식시장은 KOSPI200지수를 기반으로 선물과 옵션시장이 생겨나서 투자자들의 시장참여가 활발히 거래가 되었다. 우리나라 주가지수선물시장의 거래량은 전 세계 8위이며 주가지수옵션시장의 거래량은 전 세계2위를 차지하고 있다. 전 세계적으로 파생상품시장의 거래량은 나날이 증가하는 추세이다. KOSPI200지수를 기반으로 선물과 옵션이 파생되었기 때문에 KOSI200지수의 장기기억과정을 확인하는 것은 매우 의미 있다고 할 수 있다.

2. 선행연구검토

본 연구의 목적은 KOSPI200지수의 장기기억속성을 설명하는데 있다.

Ding et al.[10], Bollerslev and mikkelsen[11]등은 주가의 절대 값이 매우 천천히 감소하는 자기 상관함수를 갖고 있다는 것을 발견하여 주가변동성이 장기기억속성이 있음을 주장하였다.

Lee et al[12]는 주가지수 수익률 변동성의 장기적 종속성을 검증하기 위하여 이분산성을 고려한 FIGARCH 모형을 도입하여 장기기억 속성을 가지고 있는 것을 발견하였다.

Lee[13]은 2000년 1월4일부터 2008년 9월30일까지 일별 KOSPI200 선물지수와 주가지수(KOSPI)에 대하여 확률적변동성을 탐색하여 각각의 절대수익률과 제곱수익률의 장기기억속성을 GPH 추정량을 이용하여 분석한 결과 KOSPI제곱수익률은 장기기억성이 확실하게 존재하나 선물의 절대수익률과 제곱수익률 및 KOSPI의 절대수익률은 대역폭의 변화에 따라 장기기억속성이 존재하지 않는 경우가 나타났다.

Hong[14]은 수정 R/S통계량과 ARFIMA모형을 이용

하여 분석한 결과 주가에 장기기억이 존재한다는 증거는 불충분하지만 장기기억이 존재한다는 증거가 뚜렷하기 때문에 장기기억변동성 모형을 이용한 검증과 예측이 필요함을 제시하였다.

Lee[15]는 주가가 장기기억속성을 가지고 있다고 주장하였다.

Oh and Kim[22]은 장기기억속성을 가지는 IGARCH, FIGARCH, GIEGARCH모형을 이용해 KOSPI수익률의 VaR을 추정하고 단기 기억속성을 가지는 GARCH와 EGARCH모형을 이용한 경우와 사후검증을 통하여 비교하였다.

3. 연구방법

3.1 자료

KOSPI200지수가 장기기억속성을 가진다는 본 연구의 표본은 거래소에 상장된 KOSPI200지수로 하여 다음과 같은 기준으로 선정한다.

- (1) 1998년 1월 3일 부터 2013년 9월 30일 까지 KOSPI200지수
- (2) 영업일 기준
이상의 기준에 의해 15년 9개월(3942거래일) 동안, 주식시장의 KOSPI200 지수를 일 단위 자료를 이용하였다.

3.2 변동성지수

변동성 지수 (Volatility Index)는 지수옵션시장의 옵션가격을 사용하여 구해지는 내재변동성을 이용해 미래 변동성 지수로 산출한 것이다. 한국거래소의 VKOSPI는 공적분스왑방식을 채택하였다. 산출방법은 최근월물, 차근월물 변동성 선행내삽 산출자료는 최근월물, 차근월물 전체 OTM옵션이며 시장전체 변동성 측정을 하는데 용이하고 특정 옵션가격결정모형을 가정하지 않는 게 특징이다.

미국은 1993년 미국 CBOE에서 S&P100지수를 기초로 하는 VIX지수를 개발하였고, 2003년 9월기존의 S&P 50을 기초자산으로 하여 VIX를 VOX로 변경하고 1990년을 시점으로 새로운 New-VIX를 산출하기 시작하였다. 독일(EUREX-VDAX)은 공적분 스왑방식에 의한 변동성 지수이다. 독일 또한 1994년 12월부터 산출한

NEW-VDAX지수는 30일 기준만기 변동성을 산출중이다. 프랑스(EURONEXT-VCAC) 지수는 공적분 스왑방식의 지수로 산출된다. 스위스 (EUREX, SIX Swiss Exchange -VSMI)지수는 산출방식이 독일의 NEW-VDAX방식과 마찬가지로 공적분스왑방식으로 30일 기준만기를 사용하고 있다. 본 연구는 KOSPI200지수와 비교하기 위하여 거래소에서 산출한 VKOSPI를 이용한다.

3.2 장기기억속성

장기기억 속성(Long Memory)시계열 혹은 장기 범위 종속(Long Range Dependence, LRD) 시계열 $\{X_t, t \in Z\}$ 은 정상 시계열(weakly stationary time series)로 자기상관함수(autocorrelation function; ACF)가 시차(lag)에 따라서 매우 천천히 감소하는 시계열이다. 장기 기억속성 시계열의 모형에는 ARFIAM 또는 FGARCH모형 등이 있다.

장기 기억속성 시계열의 스펙트럼 밀도함수는 다음과 같이 주어진다.

$$f(\lambda)c|\lambda|^{-2d}, \lambda \rightarrow 0, c > 0 \quad (\text{식1})$$

단기 기억 속성 시계열의 경우 위 함수의 모수 $d = 0$ 인 경우이며 $d = 1$ 인 경우에는 비정상 단위근(unit root)가 된다. 따라서 장기 기억속성 시계열 모수 d 를 통해 장기 기억 속성 혹은 단기 기억 속성 시계열인지 구분 가능하며 장기기억속성 시계열 모수 d 의 추정치는 시계열 연구에 있어 중요하다.

장기 기억 속성 시계열의 스펙트럼 밀도함수(식1)의 양변에 로그변환(log-transformation)을 취하면,

$$\log(\lambda) \approx \log c - 2d \log|\lambda| \quad (\text{식2})$$

관측자료 $X_1, \dots, X_n$ 에 대하여 스펙트럼 밀도함수를 푸리에 주파수(Fourier frequency) $w_l = 2\pi l/n$, $l = 1, \dots, [n]/2$ 를 따르는 주기도(periodogram)

$$I_X(w_l) = \frac{1}{2\pi n} \left| \sum_{j=1}^n X_j e^{-ijw_l} \right|^2 \quad (\text{식3})$$

를 이용할 수 있다. Geweke and Porter-Hudak[23]은 이를 이용하여 장기속성 시계열 모수 d 를 직선회귀에 의해

서 준모수적(semi-parametric)방법을 이용하여 추정하였으며 이를 GPH추정량이라고 한다. GPH추정량은 대역폭(bandwidth) m 에 의존한다. Geweke and Porter-Hudak은 $m = \sqrt{n}$ 을 이용하였지만 실제 적용에서는 m 값에 따른 GPH추정량의 자취를 확인하여 추정 값이 안정적인 구간을 확인하여 m 을 결정한다.

본 연구는 KOSPI200 지수의 수익률은 1998년 1월부터 2013년 9월까지 비 거래일을 제외한 영업일을 기준으로 종가를 이용하였다. 변동성의 측도로 대한 장기기억성의 측도로 추정량을 이용한다. 그리고 제곱수익률(squared return; r_t^2)와 절대수익률(absolute return; $|r_t|$)을 변동성의 측도로 사용하였다. KOSPI200지수의 r_t^2 과 $|r_t|$ 을 이용하여 장기기억 속성 시계열 여부를 확인하였다.

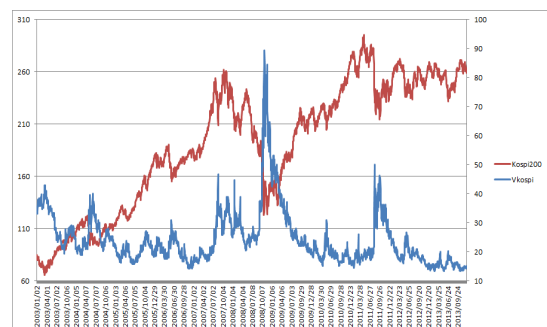
$$r_t = (\log p_t - \log p_{t-1}) \times 100 \quad (\text{식4})$$

p_t 는 t 시점에서 종가 기준 KOSPI200 지수

4. 실증분석

4.1 변동성지수

Fig. 1은 변동성지수와 KOSPI200지수를 나타낸 것이다. 변동성지수와 KOSPI200지수는 역의 관계가 성립함을 확인할 수 있다. 이는 KOSPI 200지수의 수익률을 가지고 변동성예측이 가능함을 알 수 있다.



[Fig. 1] Comparison of VKOSPI with KOSPI200

4.2 기초통계량

Table 1은 KOSPI200지수의 제곱수익률과 절대수익률에 대한 기초통계량을 요약한 것이다.

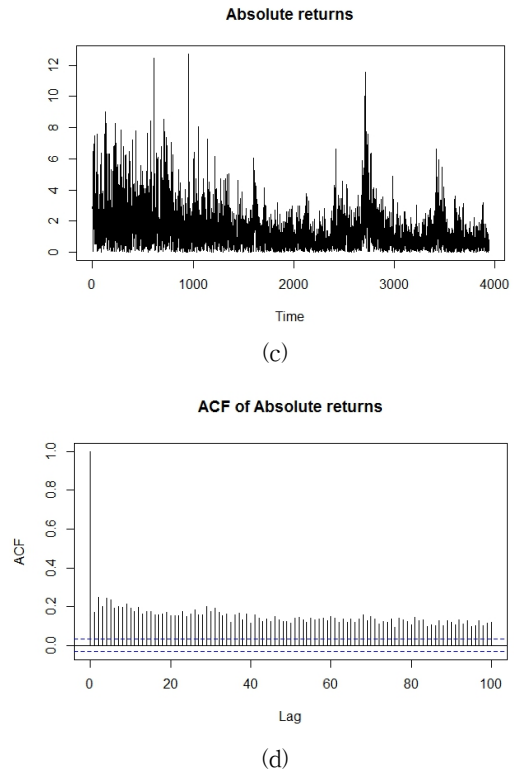
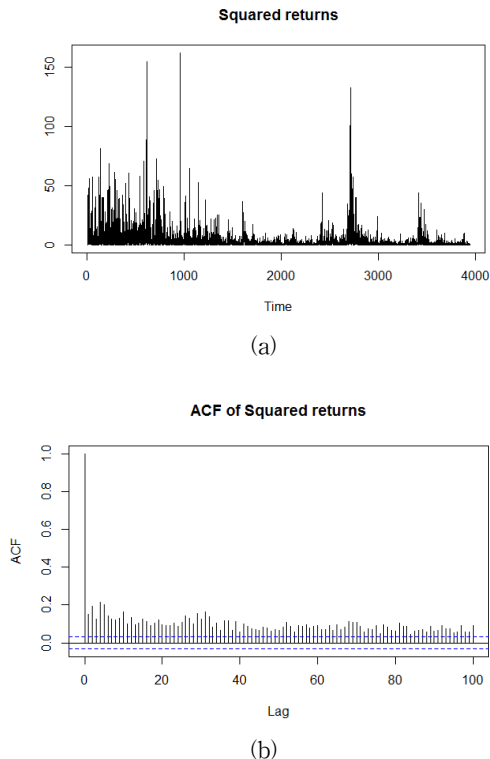
자료 기간 동안 KOSPI 200의 제곱수익률의 평균과 표준편차는 3.8160, 8.9843으로 나왔으며 KOSPI200의 절대수익률의 평균과 표준편차는 1.3700, 1.3926으로 나타났다. 기타 변수의 기초 통계량은 아래 표와 같다.

[Table 1] Foundation Stat of Variables

	Squared returns	Absolute returns
first quartile	0.1622	0.4028
Median	0.8996	0.9485
third quartile	3.5240	1.8770
Max.	162.30	12.74
Mean.	3.8160	1.3700
Standard deviation	8.9843	1.3926
Skewness	6.8605	2.1628
Kurtosis	80.2785	10.0834

4.3 제곱수익률과 절대수익률의 시계열, ACF

Fig. 2는 KOSPI200지수의 제곱수익률과 절대수익률을 나타낸 시계열도로서 제곱수익률과 절대수익률에 대한 ACF로서 장기기억속성이 나타남을 알 수 있다.



[Fig. 2] Comparison of Squared returns with Absolute returns

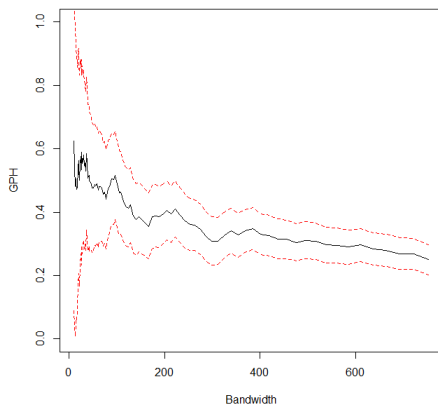
(a) squared returns (b) ACF of squared returns
(c) Absolute returns (d) ACF of Absolute returns

4.4 GPH추정

Hurvich, Deo and Brodsky[24]는 정규분포 하에서 $m=n^{(4/5)}$ 에서 가장 좋다고 증명하였다. 본 연구는 Hurvich, Deo and Brodsky[24] 방법에 따라서 GPH추정량을 이용하였다.

4.4.1 제곱수익률(r_t^2)

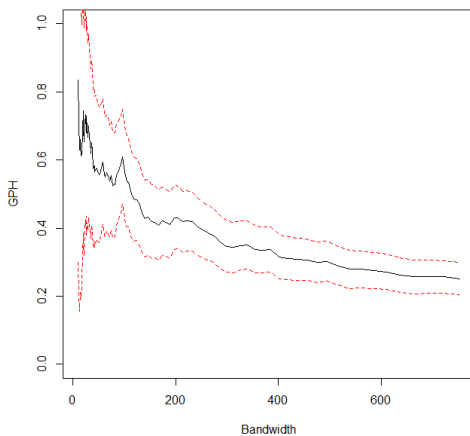
Fig.3은 대역폭에 따른 GPH추정값의 자취이다. 대역폭이 커짐에 따라 GPH 추정 값이 0.25 근처에서 안정적으로 변함을 확인할 수 있다. 대역폭이 752일 때 GPH추정값은 0.2501이고 95% 신뢰구간 [0.2028, 0.2975]으로 추정된 장기기억 속성 시계열 모수 d 가 $0 < \hat{d} < 0.5$ 를 만족하므로 r_t^2 는 장기기억 속성 시계열임을 확인하였다.



[Fig. 3] The Bandwidth of the GPH Trend of Squared Returns in KOSPI200

4.4.2 절대수익률($|r_t|$)

Fig. 4는 대역폭에 따른 GPH 추정 값의 자취이다. 대역폭이 커짐에 따라 GPH 추정 값이 0.25 근처에서 안정적으로 변함을 확인할 수 있다. 대역폭이 752일 때 GPH 추정 값은 0.2516 이고 95% 신뢰구간은 [0.2042, 0.2990]으로 추정된 장기 기억 속성 시계열모수 d 가 $0 < \hat{d} < 0.5$ 를 만족하므로 $|r_t|$ 은 장기 기억 속성 시계열임을 확인하였다.



[Fig. 4] The Bandwidth of the GPH Trend of Absolute Returns in KOSPI200

Lee[13]은 대역폭이 확장에 따른 GPH 추정 값의 수렴을 확인하지 않고 특정 대역폭에서의 GPH 추정 값을 이용하여 KOSPI 절대수익률이 장기기억속성이 존재하지 않는다고 하였다. 그러나 본 연구에서 GPH 추정 값이 수

렴하는 결과를 확인한 결과 KOSPI200 제곱수익률과 절대수익률이 장기기억속성이 존재함을 확인하여 Lee[13]와 다른 결과를 얻었다. 이는 외국의 선물 및 주식수익률이 장기기억 속성을 갖는다는 연구와 비슷한 결과이다.

5. 결론

본 연구는 우리나라의 주식시장에서 KOSPI200 현물지수의 확률적 변동성에 대한 장기기억속성이 있는지 여부를 검토하기 위하여, 각각의 절대수익률과 제곱수익률의 장기기억속성을 GPH추정량을 이용하여 분석하였다.

KOSPI200현물지수의 절대수익률과 제곱수익률에 대하여 대역폭을 확장함에 따라 GPH 추정 값의 자취를 살펴본 결과 KOSPI200현물지수의 제곱수익률은 대역폭이 752일 때 GPH 추정 값은 0.2501이고, 절대수익률은 대역폭이 752일 때 GPH 추정 값은 0.2516이고, 두 수익률 모두 시계열모수 d 가 $0 < \hat{d} < 0.5$ 를 만족하므로 장기기억속성이 존재하였다. 이러한 결과는 Lee[13]와는 다소 상이한 결과를 보여주고 있으나 기존 외국의 주식의 수익률이 장기기억속성을 갖는다는 연구와는 비슷한 결과를 보여주고 있다.

본 연구의 결과 KOSPI200현물지수의 제곱수익률과 절대수익률이 장기기억속성을 가짐에 따라 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, KOSPI200현물지수가 장기기억속성이 있음을 확인하여 변동성예측에 중요한 정보를 제공한다. 둘째, KOSPI200현물지수의 변동성에 영향을 받는 선물지수나 옵션의 가격결정에 활용할 경우 변동성의 예측의 정확성을 높일 수 있어 가격결정이나 투자전략을 수립할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 장기기억 모수 추정을 위한 여러 가지 방법 중 준 모수적인 방법을 통한 추정량 GPH 방법을 고려하였다. 장기기억속성을 가지고 있음을 확인하였기에 이후 장기기억속성을 고려한 추정모형연구에 대한 당위성을 제공한다. 따라서 장기기억속성을 가지는 변동성 모형을 이용하여 만기지수에 대한 예측에 관한 연구가 필요하고, VaR 추정에 관한 연구가 필요하다.

References

- [1] F. R. Edwards, "Does Futures Trading Increase Stock

- Market Volatility?," *Financial Analysts Journal*, Vol.44, No.1, pp63~69, 1988
 DOI: <http://dx.doi.org/10.2469/faj.v44.n1.63>
- [2] Brad Baldauf, and G. j. Santoni, "Stock Price Volatility : Some Evidence from ARCH Model", *The Journal of Futures Markets*, Vol. 11, No. 2, pp191~200, 1991
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/fut.3990110206>
- [3] W. Garry Simpson, and Timothy C. Ireland, "The Effect of Futures Trading on the price Volatility of GNMA securities", *The Journal of Future Markets*, 2, pp357~366, 1982
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/fut.3990020406>
- [4] Antonios Antoniou, and Andrew J. Foster, "The Effect of Futures Trading on Spot Price Volatility : Evidence for Brent Crude Oil Using GARCH," *Journal of Business Finance & Accounting*, Vol. 19, No. 4, pp473~483, 1992
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-5957.1992.tb00639.x>
- [5] Stephen Figlewski, "Futures Trading and Volatility in the GNMA Market", *Journal of Finance*, Vol. 36, No. 2, pp445~456, 1981
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6261.1981.tb00461.x>
- [6] Paula A. Tosini, "Stock index Futures and Stock Market Activity in October 1987", *Financial Analysts Journal*, Vol. 44, No.1, pp28~37, 1988
 DOI: <http://dx.doi.org/10.2469/faj.v44.n1.28>
- [7] Lawrence Harris, "The October 1987 S&P 500", *Journal of Finance*, Vol. 44, No. 1, pp77~99, 1989
 DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2328276>
- [8] M. K. Do, "An empirical study on the information delivery mechanisms and efficiency of Futures market", *Stock*, 341, pp7~37, 1998
- [9] T. H. Kwon, J. W. Park, "Kospi 200 Futures, Stock Market Volatility and Market frictions", *financial research*, Vol. 17, No. 2, pp143~173, 2000
- [10] Zhuanxin Ding, Clive W.J. Granger, and Robert F. Engle, "A long memory and property of stock market returns and a new model", *Journal of Empirical Finance*, Vol. 1, No.1, pp83~106, 1993
 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0927-5398\(93\)90006-D](http://dx.doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D)
- [11] Tim. Bollerslev, and Hans. Ole. Mikkelsen, "Modeling and pricing long memory in stock market volatility," *Journal of Econometrics*, Vol. 73, No.1, pp151~184, 1996
 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(95\)01736-4](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(95)01736-4)
- [12] J. H. Lee, T. S. Kim, H. K. Lee,, "Long memory in the volatility of Korean stock returns", *Korean Journal of Futures and Options*, Vol. 10, No.2, pp95~114, 2002
- [13] J. H. Lee , "Stochastic Volatility in the Korean Stock Market using a Long Memory Process", *KRX market*, April, pp7~24, 2009
- [14] J. H. Hong, "'An Empirical Study for the Existence of Long-term Memory in Korea stock market returns", *Financial Research*, Vol. 12, No.2, pp57~76, 1998
- [15] I. K. Lee, "Fractional Differencing, Long-memory Dynamics, and Asset Pricing", *The Korean Journal of Financial Management* Vol.18, No. 1, pp1~21, 2001
- [16] I. N. Lobato and N. E. Savin, "Real and Spurious Long-Memory Properties of Stock-Market Data", *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 16, No. 3, pp261~268, 1998
 DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1392497>
- [17] Tim Bollerslev and Jonathan H. Wright, "High-Frequency Data, Frequency Domain Inference, and Volatility Forecasting", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 83, No. 4, pp596~602, 2001
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1162/003465301753237687>
- [18] Jonathan Wright, "Log-Periodogram Estimation Of Long Memory Volatility Dependencies With Conditionally Heavy Tailed Returns", *Econometric Reviews*, Vol. 21, No. 4, pp397~417, 2002
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1081/ETC-120015382>
- [19] Luis A. Gil-Alana, "Long memory in daily absolute and squared returns in the Spanish stock market", *Advances in Investment Analysis and Portfolio Management*, Vol. 1, pp198~217, 2005
- [20] Jorge. Cavalcante, and Ata. Assaf, "Long-range dependence in the returns and volatility of the Brazilian stock market", *European Review of Economics and Finance*, Vol. 3, pp5~22, 2004
- [21] John Cotter, "Uncovering long memory in high frequency UK futures", *The European Journal of Finance*, Vol. 11, No. 4, pp 325~337, 2005
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/13518470410001674314>
- [22] Jeongjun Oh, Sunggon Kim, "Value-at-Risk Estimation of the KOSPI Returns by Employing Long-Memory Volatility Models", *The Korean Journal of Applied Statistics*, Vol. 26, No.1, pp163~185, 2013
 DOI: <http://dx.doi.org/10.5351/KJAS.2013.26.1.163>
- [23] John Geweke, and Susan Porter-Hudak, "The estimation and application of long memory time series models", *The Journal of Time Series Analysis*, Vol. 4, No.4, pp221~238, 1983
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9892.1983.tb00371.x>
- [24] Clifford M. Hurvich, Rohit Deo and Jullia Brodsky, "The Mean Squared Error of Geweke And Porter-Hudak's Estimator of the Memory parameter of a Long-Memory Time Series", *Journal of Time Series Analysis*, Vol. 19,

No. 1, pp19~46 1998

DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9892.00075>

최 상 규(Sang-Kyu Choi)

[정회원]



- 2009년 8월 : 성균관대학교 경영전문대학원 경영학과 (경영학석사)
- 2011년 8월 : 성균관대학교 경영전문대학원 경영학과 (박사수료)

<관심분야>

재무관리, 투자론