

MRS-GARCH를 이용한 아시아 주식시장 간의 변동성 추정

이경희* · 김경수**

〈요 약〉

본 연구의 목적은 1980년 1월부터 2018년 3월까지 한국, 일본, 싱가포르, 홍콩 및 중국의 월별 주식수익률 자료를 사용하여 1997년~1998년 아시아 위기의 변동성 급등이 위기 이후의 주식수익률 변동성에 여전히 영향을 미치는지 여부를 조사하였다. 본 연구는 변동성이 이미 금융위기 이전 수준으로 떨어졌는지 여부를 조사하는데 아시아 금융위기로 인한 비조건부 분산의 가능한 구조적 변화를 설명하기 위해 국면전환 모형인 MRS-GARCH 모형을 사용하였다. 본 연구의 주요 결과는 첫째, 1997년~1998년의 아시아 금융위기 기간 이후 일본을 제외하고 각 국가별 주식수익률은 고변동성 국면에서 미약하였고, 2007년과 2008년의 글로벌 금융위기기간을 제외하고 아시아 주식시장은 일부분 진정되었다. 둘째, 아시아의 금융위기로 인한 조건부 변동성의 증가는 대폭 감소되었다. 본 연구는 2018년 3월 현재까지 한국, 일본, 싱가포르, 홍콩 및 중국의 주식시장이 1997년~1998년 아시아 금융위기에 의해 발생된 고변동성 국면에 미약하게 존재하고 있음을 발견하였다. 따라서 1997년과 1998년의 자본자유화, 고인플레이션, 경상수지 악화, 해외 저금리 및 신용성장의 확대 등을 포함한 아시아 위기로 인해 아시아의 주식시장은 완전히 회복(안정)되지 않았으나, 2007년과 2008년의 글로벌 금융위기기간을 제외하고 아시아 주식시장은 대부분 진정되었다고 판단할 수 있었다. 아시아 주식시장의 주식수익률간의 유사성과 국면전환의 유사상관관계를 고려할 때, 다변량 국면전환모형(MRS-GARCH)에서 분석하는 것이 유의한 가치가 존재할 수 있다.

핵심주제어: 변동성, 위기, 구조적 변화, MRS-GARCH, 자본자유화

I. 서론

1997년 7월 태국의 바트화가 붕괴되면서 아시아에서 경제위기(economic crisis)의 시기가 시작되었다. 이러한 아시아 위기(Asian crisis)는 심각한 생산위축, 달러화에 대한 대규모 자국 통화 가치하락(평가절하), 증가급락 등을 동반하였다. 따라서 불경기의 지속성(persistence)과 깊은 여파는 당초 예상치를 상회하였고, 1998년 하반기에만 국민소득 수준이 바닥으로 곤두박질하였다(IMF, 1999). 이는 증가 상승세가 반전된 데 따른 효과도 반영되었다. 위기의 기간과 그 여파의 또 다른 측면은 위기 동안 그리고 그 이후의 경제적 불확실성에 관한 것이다. 경제적 불확실성은 증가변동성(volatility of stock price)에 부분적으로 반영되어 있다. 또한 증가변동성은 투자 결정과 경제회복에 필요한 외자유입의 결정요인이기도 하다. 따라서 증가 수준 이외에도 그들의 변동성은 위기의 기간을 나타내는 지표로 볼 수 있다.

본 연구는 증가변동성을 분석함으로써 아시아 위기기간을 조사한다. 그 위기기간 동안 증가 변동성이 급격하게 증가하였다. 본 연구의 목적은 아시아 주식시장이 이미 회복(진정)되었는가, 즉 현재의 증가변동성이 위기 이전의 변동성과 연계하여 변화되었는가를 조사하는 것이다.

본 연구는 일반적으로 위기와 관련된 국가, 즉 한국, 일본, 싱가포르, 홍콩 및 중국으로 간주되는 5개국의 각 지역통화로 측정된 주가지수에 대한 자료를 사용한다. 표본기간은 1980년 1월부터 2018년 3월까지이며 월별 자료를 바탕으로 마르코프 국면전환-일반화 자기회귀 조건부 이분산성(Markov Regime Switching-Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity: MRS-GARCH) 모형을 사용한다.

본 연구의 결과를 설명하기 위해 경제위기의 원인을 분석한다. 문헌을 통해 설명된 한 가지 주장은 경상수지적자, 정부재정적자, 생산증가둔화, 외환보유액감소 및 단기 외채의 높은 수준과 같은 거시경제의 펀더멘털(macroeconomic fundamentals) 악화와 관련되어 있다. 이러한 요인들은 위기를 초래할 수 있다(Kaminsky, 1998).

또 다른 논쟁은 자기실현적 위기(self-fulfilling crises)에 근거한 것인데, 이 위기에서는 강력한 거시경제의 펀더멘털을 가진 국가들에서조차 고정환율제도(fixed exchange rate systems)가 붕괴되었다(Eichengreen and Wyplosz, 1993; Obstfeld, 1996). 그러나 아시아 위기는 기업 및 금융 부문의 구조적 왜곡을 포함하기 때문에 이러한 모형들의 범위를 넘어서었다. 이것들은 부분적으로 도덕적 해이행태(moral hazard behavior)에서 초래되었다. 예를 들어, 기업은 공공보증을 통해 정부에 의해 지원되었기 때문에 기업 경영자는 위험한 프로젝트에 과다하게 투자를 하고자 하였다. 비슷한 방식으로 금융부문에 대한 정부 및 국제 지원 프로그램은 사회적인 관점에서 볼 때 이익이 안 나는 사업(프로젝트)에 대해 국내 및 국제 은행들이 과도하게 대출을 하도록 유도하였다.

또한 지방 은행들이 단기 부채를 기업에 장기 유동성 대출로 전환함에 따라 예금과 대출 사이의 만기와 유동성의 불일치가 있었다. 이러한 구조적 왜곡은 아시아 국가를 경제적으로 어려운 상황하에서 취약하게 만들었다(Corsetti, Pesenti, and Roubini, 1999; Krugman, 1998).

아시아의 취약한 구조적 상황으로 인해 위기 국가들은 여러 번 IMF의 권고 또는 처방에 따라 중요한 구조 개혁을 수행하였다. 이것은 오랜 과정이며 여전히 진행 중이다(Kawai, 2000). 계량경제학적인 관점에서, 아시아 경제위기의 증가 변동성 지속성을 분석하기 위해 어떤 유형의 모

형을 사용해야 하는지에 대한 의문이 있다. 기존 문헌에서 변동성 지속성을 조사하기 위해 GARCH 모형을 여러 번 사용하였다(Bollerslev, Chou, and Kroner, 1992).

일반적으로 변동성에서 높거나 심지어 영구적인 충격의 지속성을 발견할 수 있었다. 또한 GARCH 결과는 Integrated GARCH(IGARCH) 모형을 가리키며, 이 모형에서 충격이 변동성에 심지어 영구적인 영향을 미쳤다. 예를 들어, 아시아 위기로 인한 변동성의 급상승이 장기간 또는 심지어 영구적으로 변동성에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 우리는 그러한 결과에 대해 더 조사가 필요하다고 생각한다.

GARCH 모형에 따른 추정된 충격의 높은 변동성 지속성(volatility persistence)은 분산 과정의 구조적 변화(structural changes)의 결과일 수 있다. 예를 들어, 분산이 일부 시간동안 높으나 일정하고 다른 경우에는 낮고 일정하다면, 이 같이 높고 낮은 동질적 기간의 지속성은 이미 변동성 지속성을 초래할 수 있다. 그러한 기간의 지속성을 포착할 수 없는 GARCH 모형은 모든 변동성 지속성을 개별 충격의 지속성에 초점을 두었다(Lamoureux and Lastrapes, 1990). 이것은 Perron(1989)의 평균 방정식에 관한 연구와 관련이 있다. 그는 분산의 구조적 변화로 인해 실제로 정상성 과정에 대한 단위근 가설(평균의 충격에 대한 영구적 지속성)을 기각하는 것을 더 어렵게 한다고 주장하였다. 또한 동일한 방법에서 분산의 변화로 인해 분산 충격의 지속성이 유사하게 높아질 수 있다고 주장하였다.

변동성 과정의 구조적 변화는 우리가 고려하는 아시아 시장에서 특히 중요할 수 있다. 금융 시장 자유화, 다른 정책 변화 및 갑작스런 위기는 선진국 시장보다 아시아 시장에서 더 빈번하게 발생하였다(Bekaert and Harvey, 1997; De Santis and Imrohoroglu, 1997; Huang, Nark,

and Yang, 1999). 또한 최근의 아시아 위기는 비조건부 분산의 변화로 이어졌을지도 모른다. 추정된 충격의 지속성에 대한 변화의 잠재적 중요성과 결합된 아시아 위기의 변동성 지속성에 대한 우리의 연구에서는 변동성 과정의 변화를 고려한다. 이를 수행하는 일반적 방법은 마르코프 국면전환모형을 사용할 것이다. Hamilton(1989)이 미국 경기순환의 확장과 수축간의 전환을 연구하기 위해 이 모형을 도입하였다. 우리는 평균에 대한 국면을 도입하는 대신, 마르코프 국면전환(Markov Regime Switching)모형을 사용하여 고분산과 저분산 기간간의 전환을 설명한다.

분산 국면을 고려한 후에 변동성 동적성(volatility dynamics)이 여전히 존재할 수 있으므로, 우리는 GARCH 모형, 즉 Gray(1996)와 Klaassen(2001)의 국면전환 GARCH 모형 등을 사용하여 두 국면 모두의 분산을 통제한다. 여기에는 국면내에서 국면 지속성과 GARCH 지속성이라는 두 가지 변동성 지속성이 있다. 이는 국면전환 GARCH 모형이 표준 단변량 국면 GARCH 모형에 비해 아시아 위기의 변동성 지속성에 대한 추정을 보다 유연하게 만든다.

II. 연구방법

1. MRS-GARCH 모형

본 장에서는 아시아 위기에서 추가변동성의 지속성을 연구하기 위해 사용할 마르코프 국면전환(MRS) GARCH 모형을 제시하고 다음 절에서는 추정 방법론을 간략히 설명한다. MRS-GARCH 모형은 4가지 요소, 즉 평균, 국면 과정, 분산 및 확률분포 등을 포함하고 있다. 국면 과정과 분산 모두는 실증적 결과를 해석하는 데

중요하다. 왜냐하면 이들이 아시아 위기로 인한 분산의 변화를 설명하고 분산에 대한 충격의 지속성을 허용하기 때문이다.

r_t 는 $t-1$ 시점에서 t 시점까지의 주식수익률 비율, 즉 $r_t = 100(\ln(P_t) - \ln(P_{t-1}))$ 로 표시하고, P_t 는 t 시점에서 주가지수를 나타낸다. 일반적으로 주식수익률에서 낮거나 심지어 예측가능성이 전혀 없다고 가정된다. 변동성에 초점을 두기 때문에, 우리는 r_t 의 평균방정식을 설명하기 위해 아마도 작은 자기 회귀 모수 θ 와 함께 단순 AR(1) 모형을 다음과 같이 사용한다.

$$r_t = \mu + \theta(r_{t-1} - \mu) + \epsilon_t \quad (1)$$

여기서 잔차 ϵ_t 는 다음에 정의된 자료생성과정의 정보집합(information set)에 대한 조건부 평균이 0이 된다. 모형의 두 번째 요소는 국면에 관한 것이다. t 시점에서 미관찰된 국면(상태)을 s_t 라 한다. 두 번째 국면은 다른 기간들 간에 아마도 위기 기간을 포착할 수 있는 고분산, 즉 1로 확인된다. 국면의 지속성은 국면지속확률(regime-staying probabilities)에 의해 좌우된다. $p_{t-1}(s_t | \widetilde{s}_{t-1}) = p(s_t | I_{t-1}, \widetilde{s}_{t-1})$ 는 자료생성과정의 조건부 정보집합에서 t 시점의 국면 s_t 에 진입할 확률을 나타낸다. 이 정보집합의 첫 번째 부분인 I_{t-1} 은 계량경제학자에게 알려진 정보집합 r_{t-1}, r_{t-2}, \dots 을 나타낸다. 두 번째 부분인 \widetilde{s}_{t-1} 은 계량경제학자가 관찰하지 않는 국면 경로(regime path) t_{t-1}, t_{t-2}, \dots 을 나타낸다. 아래첨자 $t-1$ 은 I_{t-1} 에서 조건에 대한 단축 표기법이다. Hamilton (1989)에 따라, s_t 가 일정한 지속확률로 1차 마르코프체인(Markov chain)을 따른다고 다음과 같이 추정한다.

$$p_{t-1}(s_t | \widetilde{s}_{t-1}) = p(s_t | s_{t-1}) = \begin{cases} p_{11} & \text{if } s_t = s_{t-1} = 1 \\ p_{22} & \text{if } s_t = s_{t-1} = 2 \end{cases} \quad (2)$$

여기서 p_{11} 과 p_{22} 가 높으면 국면은 지속된다. 각 국면내의 조건부 분산의 공식은 모형의 세 번째 요소이다. 국면전환모형에서 GARCH 모형을 다음과 같이 직접 적용한 것이다.

$$V_{t-1}\{\epsilon_t | \widetilde{s}_t\} = \omega_{st} + \alpha_{st} \epsilon_{t-1}^2 + \beta_{st} V_{t-2}\{\epsilon_{t-1} | \widetilde{s}_{t-1}\} \quad (3)$$

여기서 현재 국면은 모수, 즉 절편 ω_{st} , ARCH 모수 α_{st} 및 GARCH 모수 β_{st} 를 결정하여 이전의 국면 \widetilde{s}_{t-1} 은 시차된 분산항에만 나타난다. 식 (3)이 만족하는 국면과 변동성 지속성을 강조하고 단순성을 위해 기본 GARCH(1,1) 모형의 사양(변동성에 미치는 개별 충격의 비대칭 효과가 없는)을 사용한다.

그러나 위의 사양으로는 실제로 추정하기가 불가능하다. 이것은 식(3)의 $V_{t-1}\{\epsilon_t | \widetilde{s}_t\}$ 가 s_t 와 $V_{t-2}\{\epsilon_{t-1} | \widetilde{s}_{t-1}\}$ 에 의존하기 때문에 전체 국면 경로 \widetilde{s}_t 에 의존한다는 사실에 기인하며, 후자는 s_{t-1} 와 $V_{t-3}\{\epsilon_{t-2} | \widetilde{s}_{t-2}\}$ 에 의존한다. 가능한 국면 조합의 수는 기하급수적으로 t 만큼 증가하기 때문에 국면을 관찰하지 않는 계량경제학자는 표본 우도(sample likelihood)를 계산할 때 엄청난 수의 경로를 통합해야 한다. 따라서 이는 추정을 불가능하게 만든다. 경로 의존성(path dependence) 문제를 피하기 위해 문헌에서 두 가지 접근법이 제시된다.

첫째, Cai(1994)와 Hamilton과 Susmel(1994)은 기본적으로 경로 의존성의 근원인 GARCH 항을 제거하고 ARCH 항만을 사용한다. 따라서 그들은 국면전환 ARCH 모형을 사용한다. 둘째, Gray (1996)와 이 모형을 수정한 Klaassen(2002)은 GARCH 항을 포기하지 않고 경로 의존성 문제를 해결하는 방법을 소개한 후, 그들은 MRS-ARCH 모형을 MRS-GARCH 모형으로 일반화한다. 본질적으로 그들은 경로 의존성의 근원인

$V_{t-2}\{\epsilon_{t-1}|\widetilde{s}_{t-1}\}$ 에서 국면 경로 \widetilde{s}_{t-1} 을 통합한다.

이것은 $V_{t-1}\{\epsilon_t|\widetilde{s}_t\}$ 을 \widetilde{s}_{t-1} 와 독립적으로 만들어서 경로 의존성의 문제는 더 이상 없다. Klaassen (2002)의 접근방식이 비조건부 분산 계산 및 예측하는데 더 편리하기 때문에, 그리고 그의 사양은 \widetilde{s}_{t-1} 와 결합할 때, 조건정보 I_{t-1} 와 \widetilde{s}_t 를 보다 효율적으로 사용하기 때문에 Klaassen (2002)의 사양을 적용하여 경로 의존성 문제를 해결한다. 식에서 MRS-GARCH 분산 사양은 다음과 같다.

$$V_{t-1}\{\epsilon_t|\widetilde{s}_t\} = \omega_{st} + \alpha_{st}\epsilon_{t-1}^2 + \beta_{st}E_{t-1}[V_{t-2}\{\epsilon_{t-1}|\widetilde{s}_{t-1}\}|s_t] \quad (4)$$

여기서 $E_{t-1}[V_{t-2}\{\epsilon_{t-1}|\widetilde{s}_{t-1}\}|s_t]$ 는 조건부 정보 집합 I_{t-1} 와 국면 s_t 하에서 국면 경로 \widetilde{s}_{t-1} 과 관련한 $V_{t-2}\{\epsilon_{t-1}|\widetilde{s}_{t-1}\}$ 의 기대값이다. 이러한 기대값은 $V_{t-1}\{\epsilon_t|\widetilde{s}_t\} = V_{t-1}\{\epsilon_t|s_t\}$ 을 의미하며, 이는 완전한 국면 경로 \widetilde{s}_t 대신에 현재의 분산 국면 s_t 에만 의존한다. 따라서 경로 의존성의 문제는 없다. 이러한 접근법은 첫 번째와 두 번째 국면 모두에서 기본 GARCH 유형의 사양을 갖고 있다. 모든 t시점 동안 $V_{t-1}\{\epsilon_t|s_t\}$ 의 양정성(positivity)을 보장하기 위해 우리는 $\omega_{st} > 0$, α_{rs} , $\beta_{st} \geq 0$ 으로 가정한다. 비조건부 분산 $\sigma_{st}^2 = V\{\epsilon_t|s_t\}$ 는 두 국면 s_t 모두에 존재한다고 가정된다(Klaassen, 2002).

식(4)와 식(2)에 의해 제어되는 국면 과정은 논문의 초점, 즉 아시아 위기의 변동성 지속성에 관한 몇 가지 중요한 특징을 포착한다. 첫째, 국면 지속성과 GARCH 유형의 동적성 모두로 인해 위기의 대규모 충격이 지속될 수 있다. 이는 본 모형이 첫 번째 메커니즘만 존재하고 두 번째 메커니즘만 있는 기본 GARCH 모형과 다르며, 또한 일정한 국면의 특정 분산을 갖는 표준

국면전환 모형과 달리 설정한다.

본 모형의 두 번째 중요한 특징은 기본 GARCH 모형과는 달리 모든 충격이 동일하게 지속되어야 한다는 것이다. 충격은 시장에서 긴장을 완화시킴으로써 압력이 축소될 수도 있다. 즉 충격이 저변동성 국면으로 전환될 수 있기 때문에 변동기간보다는 오히려 안정기간이 뒤따를 수 있다. 모든 국면전환모형은 어느 정도도 이를 파악할 수 있다.

그러나 우리의 식(4)은 국면마다 모수가 다르므로 최근의 대규모 충격을 무시하는 또 다른 원인을 제공한다. 저분산 국면이 또한 단기간 지속성 국면인 경우, 대규모 충격은 저분산 국면으로 전환한 직후 변동성 과정에서 사라질 것이다. 따라서 충격의 변동성 지속성은 시간의 변함에 따라 달라질 수 있다.

이러한 의미에서 본 모형은 Cai(1994)와 Hamilton과 Susmel(1994)의 분산 국면이 각각 ARCH 모수의 차이에 의해서가 아니라, 가산 상수의 배수에 의해서만 달라지기 때문에, GARCH 항이 존재하지 않더라도 그들은 MRS-ARCH 모형을 일반화하였다. 변동성 지속성(volatility persistence)에 대한 증가된 유연성에 대하여 Klaassen(2002)은 구체적으로 설명하였다. MRS-GARCH 모형의 마지막 요소는 조건부 분포이다. 조건부 I_{t-1} 와 \widetilde{s}_t , 잔차 ϵ_t 는 다음과 같이 평균이 0이고 분산 $V_{t-1}\{\epsilon_t|\widetilde{s}_t\}$ 인 정규분포를 따르거나, 동일한 $V_{t-1}\{\epsilon_t|s_t\}$ 로 표시한다.

$$\epsilon_t|\widetilde{s}_t, I_{t-1} \sim N(0, V_{t-1}\{\epsilon_t|s_t\}) \quad (5)$$

식(1), (2), (4), (5)는 우리의 MRS-GARCH 모형을 설명한다. 기본 GARCH 모형은 식(4)의 모든 국면 고유의 모수가 국면간에 동일할 때 그 모형이 추정된다. 모형을 추정하기 위해 최우

추정 절차를 따른다. $p_{t-1}(r_t)$ 는 관찰된 조건부 정보집합 I_{t-1} 하에 r_t 로 평가된 t 시점에서의 주식 수익률의 밀도를 나타내는데 다음과 같이 표시할 수 있다(Klaassen, 2002).

$$p_{t-1}(r_t) = \sum_{s_t=1,2} p_{t-1}(r_t|s_t) p_{t-1}(s_t) \quad (6)$$

오른쪽에 있는 첫 번째 항은 관찰된 정보집합 I_{t-1} 와 국면 s_t 하에 조건부 r_t 로 평가된 t 시점에서의 주식수익률의 밀도이다. 이는 식(1), (4), (5)를 따른다. 두 번째 항 $p_{t-1}(s_t)$ 은 정보집합 I_{t-1} 하에 현재의 국면 s_t 이 조건부가 될 확률이다. 이 항은 첫 번째 항에서 관측되지 않은 국면을 결합하는데 필요하다. 따라서 관찰 가능한 조건부 정보에서만 r_t 의 밀도는 시변하는 혼합모수를 갖는 두 개의 정상 밀도의 혼합을 나타낸다. 다음으로 표본로그우도 $\sum_{t=1}^T \log(p_{t-1}(r_t))$ 는 MRS-GARCH 모형에서 모수를 추정하는데 사용된다. Gray(1996)에 기초한 알고리즘을 사용하는 Klaassen(2002)은 1차 반복적 방법으로 로그우도를 구축할 수 있음을 보여 주었으므로 추정 과정의 속도를 크게 향상시켰다.

III. 실증결과

1. 자료수집 및 기술통계량

본 장에서는 먼저 자료를 설명하고 다음으로 모형을 추정하며 국면전환 GARCH와 단변량 국면 GARCH 모형간의 차이점을 분석한다. 실증결과는 아시아의 주식시장이 진정되었는가에 대한 질문에 대한 답을 보여줄 것이다. 본 연구는 한국(KOSPI 지수), 일본(NIKKEI225 지수), 싱가포르(Straits Times 지수), 홍콩(Hang-seng 지

수) 및 중국(SHCOMP 지수)의 5개 아시아 시장에 대한 지역 통화 주가지수로 구성된다. 이들 국가는 종종 아시아 위기국가로 간주된다(IMF, 1999; Kawai, 2000). 우리는 이러한 주별 지수 p_t 를 이용하여 1980년 1월부터 2018년 3월까지 월별 주식수익률 r_t 에 대한 자료를 산출한다. 그러나 싱가포르와 중국의 경우, 주식수익률은 각 1999년 8월(223개)과 1995년 1월(278개) 이후에만 가능하다. 이 자료 문제에도 불구하고 경제적으로 뿐만 아니라 사회·정치적인 측면에서 싱가포르와 중국은 아시아 위기 동안 많은 고통을 겪었던 것으로 잘 알려져 있기 때문에 포함된다.

자료의 출처는 한국은행 경제통계시스템(Economic Statistics System: ECOS)이다. 본 연구는 몇 가지 이유로 주가지수를 사용하기로 선택한다. 첫째, ECOS는 이러한 지표를 일관되게 구성하여 국가간 비교를 보다 의미있게 만든다. 둘째, 이러한 지수에는 현지 시장에서 가장 활발하게 거래되는 주식을 포함하며 현지 시가총액의 최소 60% 이상을 포함한다. 셋째, ECOS는 Choudhry(1996), Bekaert와 Harvey(1997) 및 Huang, Nark 및 Yang(1999)을 포함한 많은 다른 연구에서 사용되고 있다. <표 1>에 주식수익률의 평균은 0.0020에서 0.0076의 범위에 있고 홍콩의 주식수익률 평균이 가장 높고 일본의 평균이 가장 낮고 다른 시장에 비해 중국의 주식수익률의 표준편차(0.0811)가 가장 높았다. 왜든 모두가 거의 대칭분포를 나타내었고, 첨도는 싱가포르를 제외하고 대부분 정규분포가 존재하였다. 그러나 Jarque-Bera(JB)값에서 모든 주식수익률의 ADF 통계량이 MacKinnon(1996)의 임계값을 초과하였다. 따라서 단위근이 존재하지 않아 모두 정규분포를 나타내었다.

<표 2>에서 Lo와 Mackinlay(1988)의 분산비(variance ratio) 검정에서 모두 통계적으로 비유의하여 시계열이 무작위이고 통계값은 자기상관

을 보여주지 않았다. 마찬가지로 Hurst(1951), Mandelbrot(1972)의 고전적 RS 모형에서도 시계열의 자기상관이 없다는 귀무가설을 검정하는 통계값(\tilde{Q}_n)은 모두 비유의하여 자기상관이 존재하지 않고, 특히 Lo(1991)의 수정된 RS 모형에서는 시계열의 장기기억(장기의존성)이 없다는 귀무가설을 검정하는 통계값(Q_n)은 비유의하여 장기기억이 존재하지 않았다. 그리고 Fama(1965)의 Run 검정(Wald-Wolfowitz 검정)에서는 시계열이 무작위로 추출된다는 귀무가설을 검정하는 통계값

이 모두 비유의하였으므로 시계열이 효율적이었다. 지속성과 관련된 장기기억 모형인 ARFIMA(p, d, q)(Granger and Joyeux, 1980) 모형을 살펴보면, 장기기억의 정상적 과정을 보여주는 모든 기간의 변수들의 AR($\Phi, p=1$)의 추정계수가 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하여 모두 정상적 조건을 만족한다. 또한 시계열의 d 추정치가 중국을 제외하고 $0 < d < 0.5$ 의 범위에 있어 장기기억(long memory) 또는 장기의존성(long-range dependence)을 나타내었다.

<표 1> 기술통계량

구분	평균	표준편차	왜도	첨도	JB	ADF
한국	0.0068	0.0739	-0.3965*	1.5967**	29.534**	-19.669**
일본	0.0025	0.0571	-0.7860**	1.6748**	49.025**	-20.052**
싱가포르	0.0020	0.0540	-0.9553**	4.0698**	187.82**	-13.166**
홍콩	0.0076	0.0804	-0.5388**	1.2051**	24.283**	-20.250**
중국	0.0062	0.0811	-0.5224**	1.7676**	39.173**	-15.668**

*:p<.05, **:p<.01.

<표 2> 분산비 검정, Rescaled 검정 및 ARFIMA 검정

구분	LM-V/R		HM-R/S	Lo-R/S		Run	ARFIMA(p, d, q): $0 < d < 0.5$		
	통계값		통계값(\tilde{Q}_n)	통계값(Q_n)		통계값	통계값		
	n=5	n=10		q=5	q=10		AR($\Phi, p=1$)	d	MA($\Theta, q=1$)
한국	1.1551	1.1209	1.1910	1.1258	1.1621	-1.3508	0.5868**	0.4930**	-0.7881**
일본	1.4190	1.5427	1.2967	1.0915	1.0767	-0.7481	-0.7879**	0.2596**	0.5838**
싱가포르	1.3983	1.4881	1.2405	1.0507	1.0644	-0.0935	0.5321**	0.1586**	-0.5781**
홍콩	1.1995	1.2226	1.1819	1.0824	1.1046	-1.4025	0.4236**	0.4331**	-0.7098**
중국	1.4825	1.9127	1.4087	1.1300	1.0513	-1.5251	0.2294**	-0.3846**	0.0921**

*:p<.05, **:p<.01

2. MRS-GARCH 모형의 결과

<그림 1>~<그림 5>에서 패널 A는 주가지수 p_t 를 표시한다. 일본을 제외하고 위기로 인한 주

가의 급락은 분명히 드러났다. 그것은 충격후 지수가 가장 낮은 최저값에 도달한 1998년 8월경까지 지속되었다. 이는 1998년 하반기에 경제활동의 저점을 나타내는 징후를 제공한다는 일반

적인 견해를 지지한다(IMF, 1999). 패널 A는 또한 위기 이후 인상적인 회복을 시각화한다.

패널 B는 주식수익률 r_t 를 제공한다. 당연히 위기와 그 여파는 매우 높은 변동성의 기간을 나타낸다. 패널 B는 시계열 증거가 분명하지 않을지라도, 변동성 집중(volatility clustering), 즉 주로 대규모 충격 후에 안정된 시기가 뒤따른다는 실제의 증거를 보여준다. 위기와 변동성 집중 과정에서 변동성의 증가를 모델링하기 위해 MRS-GARCH 모형을 사용한다. <표 3> 우도비(likelihood ratio: LR)검정에서 한국, 일본, 싱가포르, 홍콩 및 중국, 즉 5개 국가별 주식수익률에서 국면전환이 없다는 귀무가설(H_0 : No Regime-switching)을 기각하였으므로 MRS-GARCH 모형은 국면전환의 영향하에서 이러한 아시아 주식시장들의 적합도(goodness of fit)를 높이고 결합동적성(joint dynamics)을 나타내는데 적절하였다고 볼 수 있다. 또한 이는 아시아 위기가 장기간 또는 영구적으로 주식수익률 변동성에 영향을 미칠 수 있다는 의미로, 개별 충격에 대해 높거나 심지어 영구적인 변동성이 지속될 수 있다. 그러나 전술한 바와 같이, ARCH와 GARCH 모수의 높은 합계는 아시아 위기로 인한 변동성 과정의 국면 변화로 인한 모수의 불안정성을 나타낼 수 있다.

<표 3>의 모형에서 각 국가별 저변동성 국면(국면 1)의 평균 ω_1 는 고변동성 국면(국면 2)의 평균 ω_2 보다 모두 더 높았으나, 이와는 반대로 각 국가별 전자의 표준편차 σ_1 는 후자의 표준편차 σ_2 보다 모두 더 낮았다. 또한 각 국가별 국면 1의 전이확률 p_{11} 이 국면 2의 전이확률 p_{22} 보다 더 높게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 그리고 국면 2의 고변동성 수준은 일관되지 못하며 이분산성이 존재하고 있음을 유추할 수 있다. 다시 말해, 비조건부 표준편차가 낮은 국면, 즉 저변동성 국면에서는 ARCH와 GARCH의 효과가

나타나지 않았으며, 이는 저변동성 국면에 존재할 확률이 높은 상황에서는 개별 충격이 변동성 상승에 미치는 영향이 미미하며, 변동성이 이분산성을 크게 보이지 않음을 의미한다. 반대로 비조건부 표준편차가 높은 국면, 즉 고변동성 국면에서는 ARCH와 GARCH의 효과가 유의하게 나타났다. 특히 GARCH 항의 효과가 각 국가별로 크게 나타났으며, 이는 고변동성 국면에서 GARCH 효과에 의한 변동성 평균회귀현상과 지속현상이 발생한다고 해석할 수 있으며, 5개 국가의 주식수익률의 변동성 구조에서 ARCH 항 외에 GARCH 항도 주요한 역할을 하고 있음을 시사한다(황성원·류혁진, 2011).

변동성 지속성에 관한 유연성을 확보하기 위해, MRS-GARCH 모형은 다른 변동성 수준을 가진 두 개의 국면을 허용한다. 따라서 첫째, 저변동성 국면(국면 1)에서 발생하는 (작은) 충격의 변동성 지속성에 대한 증거를 설명하고, 둘째, 5개국 모두 고변동성 국면(국면 2)에서 충격의 변동성 지속성을 확인할 수 있다. 따라서 변동성 국면의 지속성은 추정된 전이확률 p_{11} 과 p_{22} 에 따른다. p_{11} 의 평균은 약 0.8994이며, 저분산 국면의 예상 평균지속기간($(1-p_{11})^{-1}$)은 약 10개월을 의미한다. p_{22} 의 평균은 약 0.7339이므로 고분산 국면의 예상 평균지속기간($(1-p_{22})^{-1}$)은 약 4개월이다(Hamilton, 1989). 시간의 변함에 따라 낮은 비조건부 변동성 국면이 있는 기간에 발생하는 충격은 높은 비조건부 변동성 국면이 있는 기간에서의 충격보다 두 배 이상으로 지속적이었다. 이 결론은 환율에 대한 Klaassen(2002)의 결과를 보충하며, 또한 Choudhry(1996)는 변동성 지속성의 시간 변화를 보고한다. 그 결과는 분산 동적성은 국면간에 동일하다고 가정하는 Cai(1994)와 Hamilton과 Susmel(1994)의 국면전환모형 대신에 국면 간에 다양한 분산 동적성을 허용하는 국면전환모형(Klaassen, 2002)을 사용

하도록 하는 실증적 동기를 제공한다. <그림 1> ~ <그림 5>의 패널 C와 D는 각 국면 1과 국면2에 대한 더 깊은 통찰력을 제공한다. 각 도표는 한 국가의 국면 확률, 즉 분산과정이 각 저분산 국면과 고분산 국면에 있는 것으로 추정되는 평활화(smoothing) 확률을 시각화하였다. 모형에

따르면 1997년과 1998년 후반부 아시아 위기 기간에 일본을 제외한 4개 국가의 주식수익률은 고변동성 국면에 있었다고 볼 수 있다. 모형에서 한국 주식시장이 그 국면으로 이동한 첫 번째 주식시장이다. 이는 1997년 10월말에 원화를 포기하기 훨씬 전인 1996년에 이미 일어났다.

<표 3> MRS-GARCH 모형의 결과

구분	한국	일본	싱가포르	홍콩	중국
LR	161.82**	78.870**	84.250**	45.497**	50.900**
LL	623.67	700.56	376.48	327.47	278.72
AIC	-2.6797	-3.0155	-3.2868	-2.8473	-2.4101
SC	-2.5896	-2.9254	-3.1340	-2.6945	-2.2573
σ_1	0.0001	0.0101	0.0067	0.0001	0.0138
σ_2	0.0037	0.0579	0.0624	0.0774	0.0470
ω_1	0.0465** (0.0129)	0.0183** (0.0024)	0.0124** (0.0027)	0.0135** (0.0036)	0.0719** (0.0148)
ω_2	0.0030 (0.0024)	-0.0234* (0.0111)	-0.0252* (0.0110)	-0.00097 (0.0100)	-0.0065 (0.0052)
α_1	0.0810 (0.0471)	0.0001 (0.1362)	0.0754 (0.0485)	0.0077 (0.0043)	0.0001 (0.1468)
α_2	0.9702** (0.3152)	0.2577** (0.0744)	0.3042** (0.1004)	0.1367** (0.0116)	0.1561** (0.0576)
β_1	0.5477 (0.2371)	0.1117 (1.3170)	0.0001 (0.6948)	0.0001 (0.6834)	0.4955 (0.2898)
β_2	0.8935** (0.0296)	0.5830** (0.0893)	0.8110** (0.0795)	0.9738** (0.0090)	0.7898** (0.0662)
p_{11}	0.9501** (0.0368)	0.7097** (0.1284)	0.9161** (0.0501)	0.9495** (0.0285)	0.9714** (0.0263)
p_{22}	0.6082** (0.2200)	0.4647* (0.2448)	0.8188** (0.1393)	0.9254* (0.0444)	0.8523** (0.0942)
$(1-p_{11})-1$	20	3	12	20	35
$(1-p_{22})-1$	3	2	6	13	7

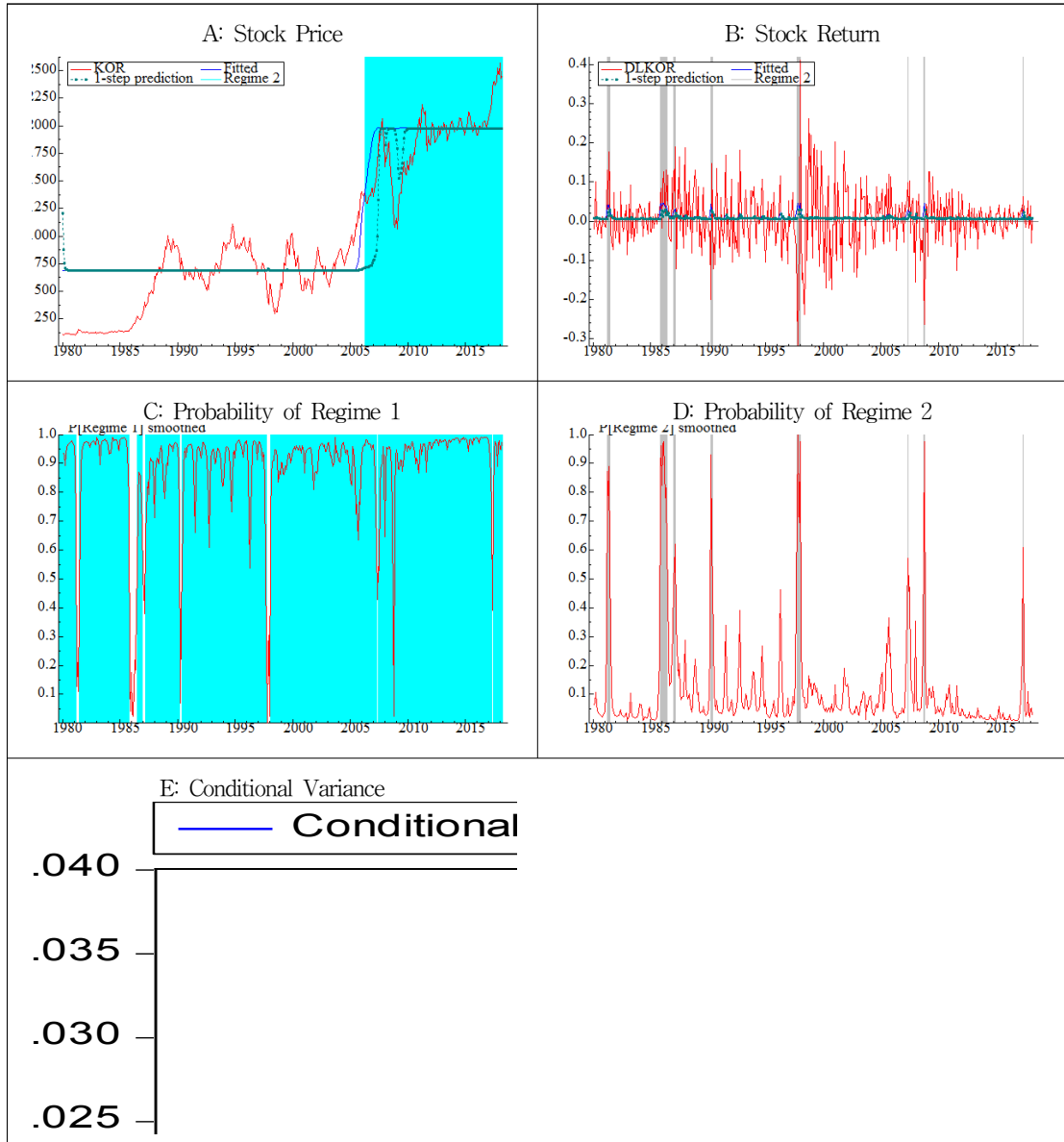
*:p<.05, **:p<.01

이는 그 중에서도 특히 자본자유화, 고인플레이션, 경상수지 악화, 해외 저금리 및 신용성장의 확대라는 문제가 1996년에 이미 명백해지고 한국에서 다른 나라로 혼란이 확산되었다(Kaminsky and Schmukler, 1999). 다른 고변동성 기간은

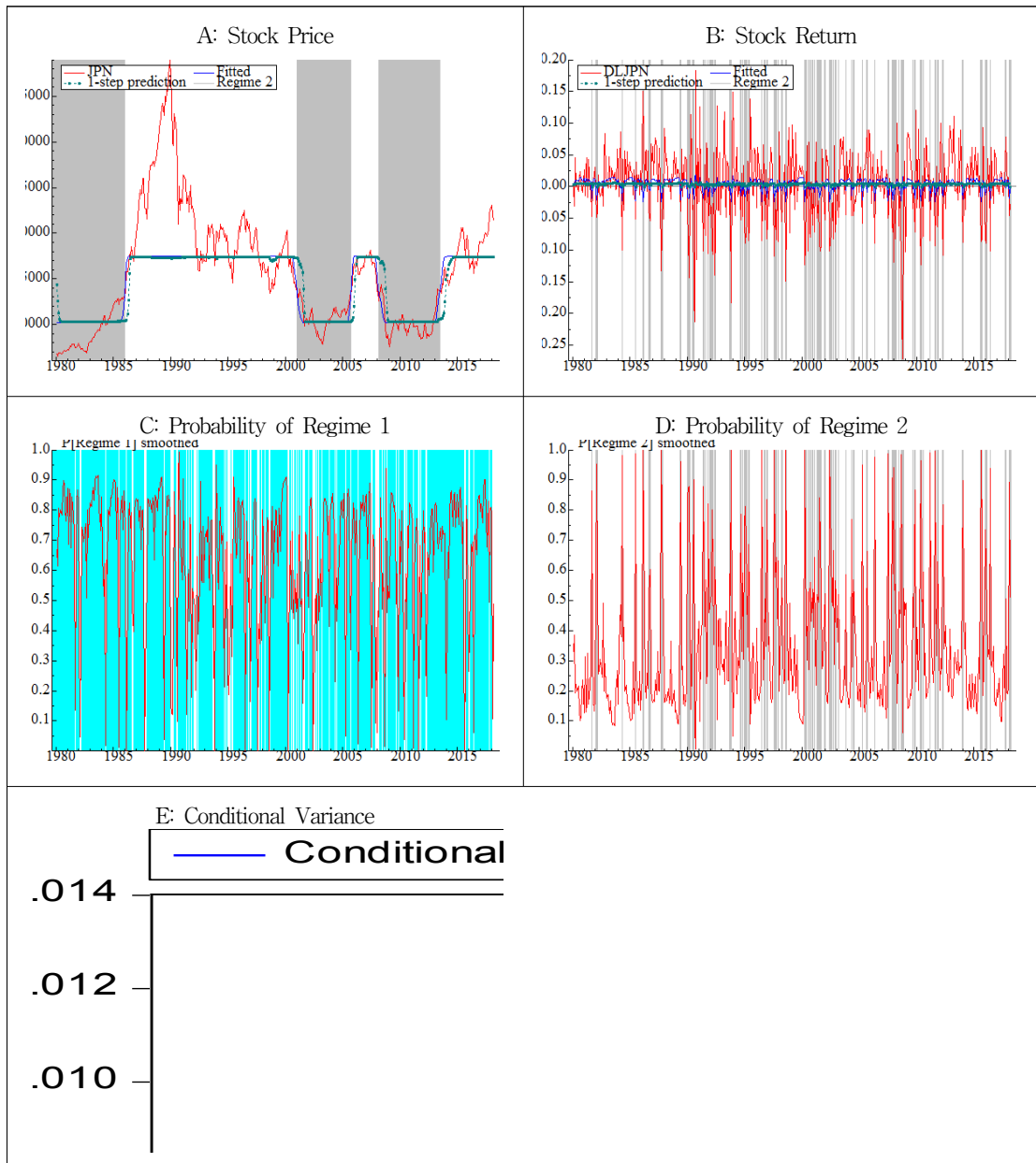
1994년 혼란기이다. 이는 일반적으로 여러 요인에 기인한다(IMF, 1994). 예를 들어, 1993년 하반기의 주식시장 호황상황은 여러 신흥시장의 주가수익률을 50%만큼 증가시켜 주가의 지속가능성과 투기적 버블의 잠재적 존재에 대한 우려를

불러 일으켰다. 성장 전망이 높아지고 선진국 전체에 걸쳐 장기 금리가 인상되어 투자자들이 신

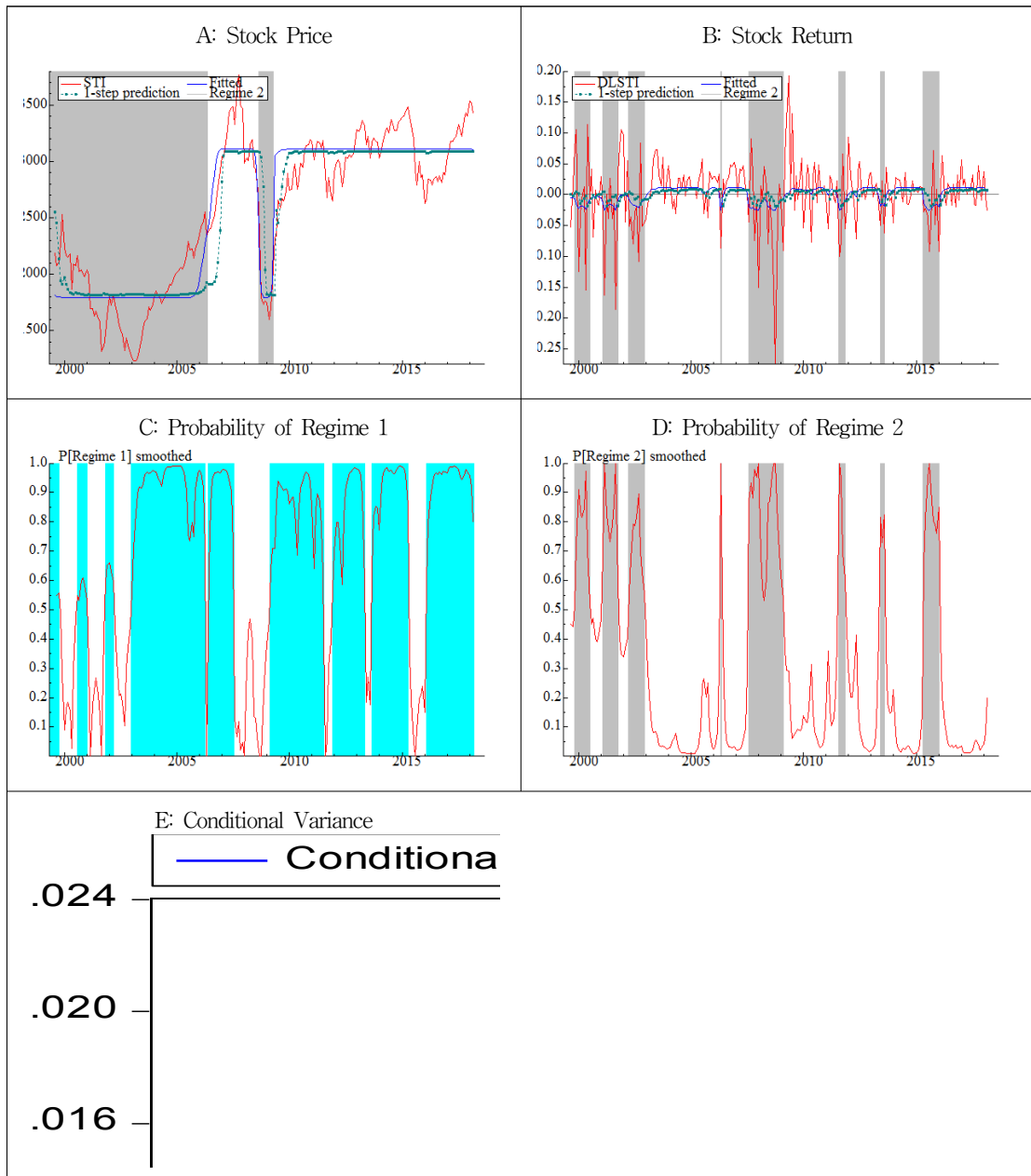
홍 시장에서 이탈함에 따라 증시 심리도 호전되었다. 국면확률도표는 추정 결과를 뒷받침한다.



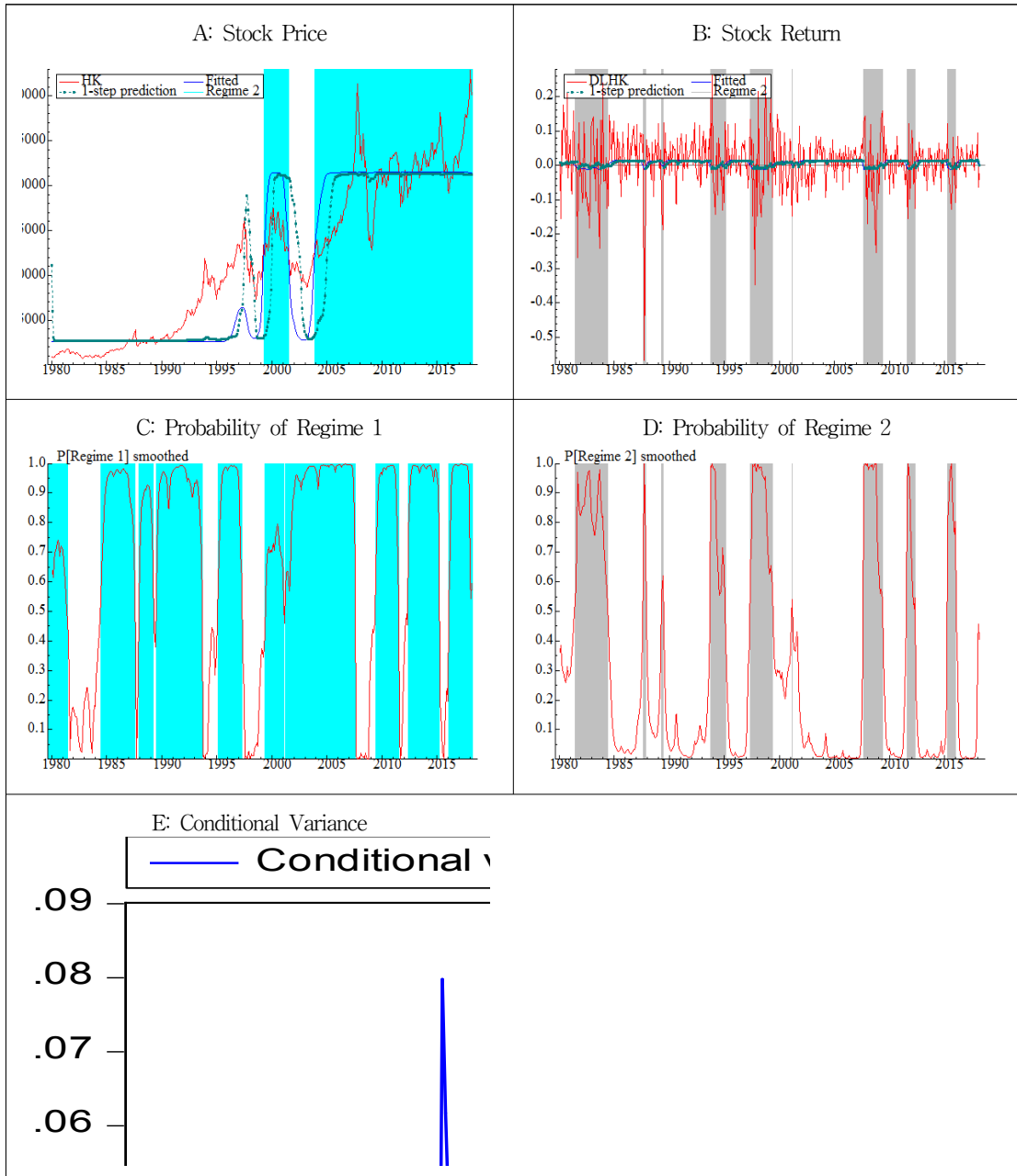
<그림 1> 한국 주식시장



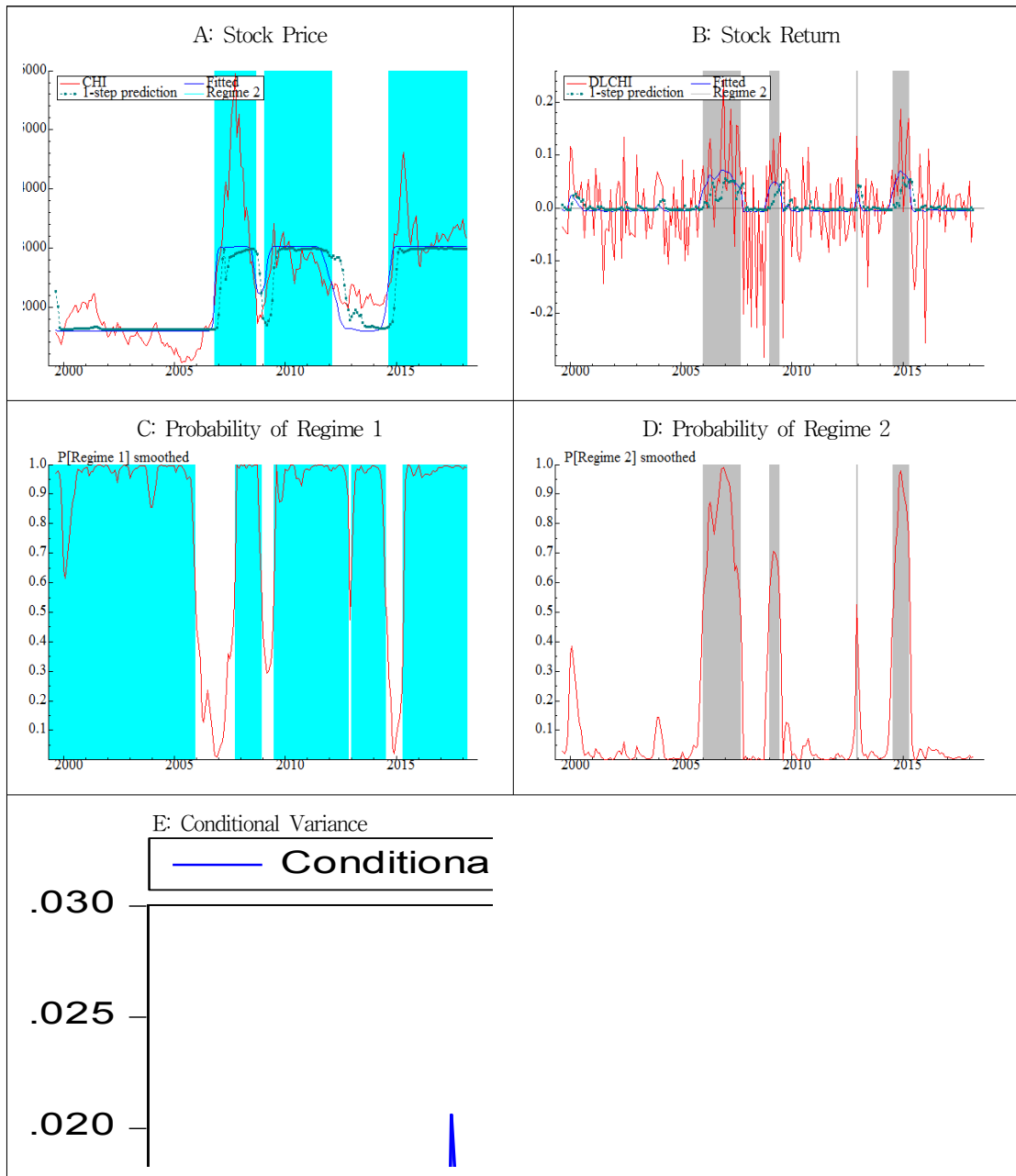
<그림 2> 일본 주식시장



<그림 3> 싱가포르 주식시장



<그림 4> 홍콩 주식시장



<그림 5> 중국 주식시장

3. 아시아 주식시장이 진정되었는가?

이 질문에 답하기 위해, 본 연구는 국면확률 그래프를 다시 조사한다. 위기기간 동안 일본만 제외하고 모든 주식수익률은 고변동성 국면에 있었다. 또한 위기 이후에도 변동성 집중현상, 평균회귀현상, 지속성현상 등으로 인해 5개국이 고변동성 국면이 대부분 미약하게 존재하였다고 볼 수 있다. 다음으로 <그림 1>~<그림 5>의 패널 E에서 추정된 조건부 분산(conditional variance)을 살펴본다. 여전히 일본을 제외한 고변동성 국면에 있는 4개국은 분산이 감소되고 있기 때문에 그들은 고무적인 사실을 보여주었다. 분산이 얼마나 감소했는지에 대한 통찰력을 얻기 위해서 본 연구는 1998년 9월부터 2018년 6월까지에 대한 분산을 1997년 7월부터 1998년 8월까지 위기 동안의 분산과 연관시킨다.

본 연구는 위기기간 동안인 1997년 7월부터 1998년 8월까지 각 국가별 추정된 조건부 분산(변동성)을 평균화하여 위기 전의 각 평균 추정 분산을 빼고 후자로 나누어 변동성의 상대적 비율, 즉 싱가포르를 제외한 약 448%(한국), 16%(일본), 3%(홍콩), 4%(중국)의 변동성 증가로 나타났다. 그러나 위기후의 기간인 1998년 9월부터 2018년 3월까지의 싱가포르를 제외한 약 -41%(한국), -46%(일본), -35%(홍콩)는 대폭 감소하였고 중국의 경우는 이와는 반대로 45%만큼 대폭 증가로 나타났다. 따라서 싱가포르와 중국을 제외하고 조건부 분산이 줄어들어 아시아 주식시장은 일부분 진정되었다고 볼 수 있다.

아시아 국가의 고변동성 국면에서 위기기간의 미약한 지속은 러시아의 8월(1998년), 브라질(1999년), 아르헨티나(1999년~2002년), 터키(2000년~2001년) 등의 재무적 곤경(financial stress)과 같은 다른 위기의 전염에 의해 설명될 수 있다. 또한 모든 위기로 인해 아시아 주식시장 전망에

대해 투자자들은 확신하지 못하였고 자신감을 다시 얻는 데는 시간이 걸렸다. 더욱이 투자자들은 집단행동(herding behavior) 때문에 위기 상황에서 지나친 반응을 보였을 가능성이 있었다.

그러나 두 가지 결과에 대한 심리학적 논증이 모두 설명되지 않는 것이다. 왜 위기로 인한 분산의 증가가 위기 후 몇 년 동안 완전히 사라지지 않았는가? 더 나은 이해를 얻으려면 보다 경제적인 구조적 관점에서 위기와 여파를 분석할 필요가 있다. 위기의 주된 이유 중 하나는 국내 기관, 특히 금융기관의 약점이었다. 이는 은행의 총자산 대 자본의 비율, 민간 부문의 은행 청구 및 부실 은행 대출과 같은 지표에 대한 자료를 제공하는 Kwack(2000)에 의해 설명된다. 지속가능한 회복을 위한 전략에서 핵심 요소는 은행의 재무상태표를 강화하기 위한 금융부문의 재구조조정에 관한 것이다.

이것은 대부분 장기적 과정이다. 정부와 재무관리자는 먼저 문제를 인식하고 진행방법에 대한 합의를 이끌어 내야한다. 그런 다음 필요한 조치를 취해야 한다. 이러한 측면에서 Kawai(2000)가 주장하듯이 유의한 진전이 있었다. 그러나 재구조조정 과정은 아직 건전한 은행시스템을 구축하지 못하였다. 따라서 주식 투자자들은 위기의 근본 원인이 아직 완전히 해결되지 않았다고 생각한다. 전술한 심리적 주장과 더불어 이것은 주가변동성이 상당히 감소하였지만 주식수익률 과정이 여전히 고변동성 국면에 있다는 실증적 결과에 대한 설명을 제공한다.

IV. 요약 및 결론

본 논문에서 아시아 주식시장이 진정되었는가, 즉 1997년~1998년 아시아 위기의 변동성 급등이 위기 이후의 주식수익률 변동성에 여전히 영향

을 미치는지 여부를 조사하였다. 본 연구는 MRS-GARCH 모형을 사용하였다. 이 모형은 위기로 인해 주식수익률의 비조건부 분산(저변동성에서 고변동성 국면의 전환)이 일시적으로 발생하고, 국면내의 조건부 분산을 통제하기 위해 GARCH 동적성을 사용하였다. MRS-GARCH 모형은 기본 GARCH 모형보다 충격의 변동성 지속성에 대해 보다 유연하였다.

본 연구는 1980년 1월부터 2018년 3월까지 한국, 일본, 싱가포르, 홍콩 및 중국의 월별 주식수익률 자료를 사용하였다. 주요 결과는 첫째, 주식수익률은 위기 후 고변동성 국면은 미약하게 존재하였으나, 2007년과 2008년의 글로벌 금융위기기간을 제외하고 아시아 주식시장은 대부분 진정되었다. 둘째, 위기로 인한 조건부 변동성의 증가는 대폭 제거되었다.

본 연구는 두 결과 모두 심리적, 경제적, 구조적 이유로 설명될 수 있다고 주장한다. 심각한 위기 이후 투자자들이 아시아 주식에 대한 신뢰를 되찾는 데는 시간이 걸리므로 위기 이후 얼마 동안 변동성이 높을 것이다. 그러나 이후의 변동성은 위기 상황보다 낮을 것으로 추정되며, 변동성은 투자자의 과잉 반응에 의해 영향을 받을 가능성이 아마도 커질 것이다. 보다 구조적인 관점에서 볼 때 아시아의 금융시스템을 재구조 조정하는 것이 긴 과정이기 때문에 아시아의 금융기관의 약점은 부분적으로만 해결되고 있다는 사실을 통해 실증적 결과를 설명할 수 있다.

따라서 투자자들은 위기의 근본적인 요인이 완전히 사라졌다는 것을 아직 확신하지 못하였다. 금융위기 초기에 예외적인 일본은 이미 금융기관을 10년 동안 재구조화하여 위기에 처한 금융시스템이 보다 탄탄해졌기 때문에 일본은 본 연구의 결과(위기의 최소 영향)는 이러한 견해와 일치한다. 일본의 경험은 이 지역의 다른 나라들의 정책 입안자들에게 자극제 역할을 한다. 본

결과는 구조 개혁이 성공할 수 있음을 시사한다. 따라서 위기 국가들이 금융정책 개혁을 계속한다면, 주식시장은 당분간 진정될 것이고 미래의 위기에 덜 취약해질 것이다.

본 논문은 두 가지 다른 기술적 결과를 나타낼 수 있다. 첫째, 변동성의 충격은 시간의 변화에 따라 다르다. 변동이 큰 기간에는 일부 시계열에서 지속성이 미약하였고, 안정된 기간에 발생하는 충격은 더 지속되었다. 이는 기본 GARCH 모형을 사용할 경우 나타나는 모든 충격에 대해 높거나 영구적인 강한 지속성과 대조를 이룬다. 기본 GARCH 모형이 비조건부 분산(국면의 전환)의 움직임을 무시함으로써 아마도 발생되었고 볼 수 있다. 둘째, 변동성 국면이 이미 자료에서 변동성 집중현상의 상당 부분을 설명한다. 그럼에도 불구하고 국면 내 변동성 과정에는 몇 가지 동적성이 남아있다. MRS-GARCH의 장점은 두 가지를 모두 포착할 수 있다.

본 연구는 다양한 방법으로 확장되고 적용될 수 있다. 예를 들어, 국면전환의 경제적 원천과 위기의 발생을 조사하기 위해서 국면전환확률이 금리, 주가수익비율, 은행과 회사의 지급능력비율 및 경상수지 등과 같은 변수에 의존하게 할 수 있다. 더욱이 고려된 아시아 주식시장의 주식수익률간의 유사성과 국면전환의 유사상관관계를 고려할 때, 다변량 모형에서 이를 수행하는 것이 유의한 가치가 존재할 수 있다. 아마도 모든 국가의 변동성 과정의 상당 부분을 지배하는 몇 가지 요인이 있을 수 있다. 이 점에서 Diebold와 Nerlove(1989)에서 설명된 것과 같은 Factor-GARCH 모형에서 기본 GARCH 모형의 부분 대신에 MRS-GARCH 모형으로 대체할 수 있다. 이러한 문제는 향후 연구를 위해 남겨 둔다. 한 계로는 해외주가지수의 고빈도 자료에 대한 접근이 용이하지 않았다.

참고문헌

1. 이경희·김경수(2015), “마코프국면전환모형을 이용한 글로벌 주식시장의 변동성에 대한 연구,” *경영과 정보연구*, 34(3), 17-39.
2. 이경희·김경수(2016), “MS-VAR 모형을 이용한 글로벌 경기변동의 동조화 및 구조적 변화에 대한 연구,” *경영과 정보연구*, 35(3), 1-22.
3. 이경희·김경수(2017), “ARDL 모형을 이용한 관광탄력성 추정에 대한 연구,” *경영과 정보연구*, 36(2), 81-92.
4. Bekaert, G. and Harvey, C. R.(1997), “Emerging equity market volatility,” *Journal of Financial Economics*, 43(1), 29-77.
5. Bollerslev, T., Chou, R. Y. and Kroner, K. F.(1992), “ARCH modeling in finance,” *Journal of Econometrics*, 52(1), 5-59.
6. Cai, J.(1994), “A Markov model of unconditional variance in ARCH,” *Journal of Business and Economic Statistics*, 12, 309-316.
7. Choudhry, T.(1996), “Stock market volatility and the Crash of 1987: Evidence from Six Emerging Markets,” *Journal of International Money and Finance*, 15(6), 969-981.
8. Corsetti, G., Pesenti, P. and Roubini, N. (1999), “What caused the Asian currency and financial crisis,” *Japan and the World Economy*, 11(3), 305-373.
9. De Santis, G. and Imrohorglu, S.(1997), “Stock returns and volatility in emerging financial markets,” *Journal of International Money and Finance*, 16(4), 561-579.
10. Diebold, F. X. and Love, M.(1989), “The dynamics of exchange rates volatility: A multivariate latent factor ARCH model,” *Journal of Applied Econometrics*, 4(1), 1-21.
11. Eichengreen, B. and Wyplosz, C.(1993), “The unstable EMS,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 51-124.
12. Fama, E. F.(1965), “The behavior of stock market prices,” *Journal of Business*, 38, 34-105.
13. Granger, C. W. J. and Joyeux, R.(1980), “An introduction to long-memory time series models and fractional differencing,” *Journal of Time Series Analysis*, 1, 15-29.
14. Gray, S. F.(1996), “Modeling the conditional distribution of interest rates as a regime-switching process,” *Journal of Financial Economics*, 42(3), 27-62.
15. Hamilton, J. D.(1989), “A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle,” *Econometrica*, 57, 357-384.
16. Hamilton, J. D. and Susmel, R.(1994), “Autoregressive conditional heteroscedasticity and changes in regime,” *Journal of Econometrics*, 64(1), 307-333.
17. Huang, B. N., Nark, S. S. and Yang, C. W.(1999), “The impact of financial liberalization on stock price volatility in emerging markets,” *Journal of Comparative Economics*, 28, 321-339.
18. Hurst, H.(1951), “Long-term storage capacity of reservoirs,” *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 116, 770-799.
19. International Monetary Fund(1994), *World Economic Outlook October 1994*, Washington DC: International Monetary Fund.
20. International Monetary Fund(IMF)(1999), *Annual Report 1999*, Washington DC:

- International Monetary Fund.
21. Kawai, M.(2000), "The resolution of the East Asian Crisis: Financial and corporate sector restructuring," *Journal of Asian Economics*, 11, 133-168.
 22. Kaminsky, G. L.(1998), *Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress*, Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Paper No. 629.
 23. Kaminsky, G. L. and Schmukler, S. L. (1999), "What triggers market jitters? A chronicle of the Asian Crisis," *Journal of International Money and Finance*, 18(4), 537-560.
 24. Klaassen, F. J. G. M.(2002), "Improving GARCH volatility forecasts with regime-switching GARCH," *Empirical Economics*, 27(2), 363-394.
 25. Krugman, P.(1998), "What happened to Asia?," Massachusetts Institute of Technology, *Working paper*, URL: <http://web.mit.edu/krugman/www/disinter.html>.
 26. Kwack, S. Y.(2000), "An empirical analysis of the factors determining the financial crisis in Asia," *Journal of Asian Economics*, 11(2), 195-206.
 27. Lamoureux, C. G. and Lastrapes, W. D. (1990), "Persistence in variance, structural change, and the GARCH model," *Journal of Business and Economic Statistics*, 8(2), 225-234.
 28. Lo, A. W.(1991), "Long-term memory in stock market Prices," *Econometrica*, 59, 1279-1313.
 29. Lo, A. W. and Mackinlay, C.(1988), "Stock market prices do not follow Random Walks: Evidence from a simple specification test," *Review of Financial Studies*, 1(1), 41-66.
 30. MacKinnon, J. G.(1996), "Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests," *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 601-618.
 31. Mandelbrot, B. B.(1963), "The variation of certain speculative prices," *Journal of Business*, 36, 394-419.
 32. Obstfeld, M.(1996), "Models of currency crisis with self-fulfilling features," *European Economic Review*, 40(3), 1037-1047.
 33. Perron, P.(1989), "The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis," *Econometrica*, 57(6), 1361-1401.

Abstract

Estimation of Volatility among the Stock Markets in ASIA using MRS-GARCH model

Lee, Kyung-Hee* · Kim, Kyung-Soo**

The purpose of this study is to examine whether or not the volatility of the 1997~1998 Asian crisis still affects the monthly stock returns of Korea, Japan, Singapore, Hong Kong and China from 1980 to 2018. This study investigated whether the volatility has already fallen to pre-crisis levels. To illustrate the possible structural changes in the unconditioned variance due to the Asian financial crisis, we use the MRS-GARCH model, which is a regime switching model. The main results of this study were as follows: First, the stock return of each country was weak in the high volatility regime except Japan resulted by the Asian financial crisis from 1997 to 1998 until March 2018, and the Asian stock market has not yet calmed down except for the global financial crisis period of 2007 and 2008. Second, the conditional volatility has been significantly and persistently decreased and eliminated after the Asian financial crisis. Thus, we could be judged that the Asian stock market was not fully recovered(stable) due to the Asian crisis including the capital liberalization high inflation, worsening current account deficit, overseas low interest rates and expansion of credit growth in 1997 and 1998, but the Asian stock market was largely settled down, except for the 2007 and 2008 in Global financial crises. Considering the similarity between the Asian stock markets and the similar correlation of the regime switching, it may be worthwhile to analyze the MRS-GARCH model.

Key Words: Volatility, Crisis, Structural Changes, MRS-GARCH, Capital Liberalization

* Ph.D., Dept. of Tourism Administration, Kangwon National University, khl@kangwon.ac.kr

** Corresponding Author, Professor, Dept. of Accounting, Kangwon National University, iwilloit@kangwon.ac.kr