

# 동북아 석유선물시장의 가격 변동성 정보 흐름\*

- 일본 동경공업품거래소 석유선물계약을 중심으로 -

김은영\*\* · 김창수\*\*\*

keyivy@empal.com · cskim@pnu.edu

## Contents

1. 서론
2. 분석자료
3. 분석방법과 결과
4. 결론

## Abstract

The analysis on information transmission of price and price volatility among petroleum futures markets of Japan, China, and the United States using bivariate AR-ARCH models shows the following results. First, NYMEX crude oil futures market has a dominant position over the other petroleum futures markets in terms of price and price volatility information flow. Second, TOCOM petroleum futures market has been playing its role as a price-setter in Asia and it's been exchanging price information quite briskly with the overseas petroleum markets. Nonetheless, any price volatility information feedback has not been made among TOCOM, SHFE, and NYMEX markets.

**Key Words** : Japan, China, petroleum futures, price information transmission, VAR-GARCH model

## 1. 서론

최근 몇 년 동안의 원자재 가격 폭등락은 이상기후가 빈번히 발생하는 현상

\* 이 논문은 2007년도 부산대학교 박사후연수과정 지원사업에 의하여 연구되었음.

\*\* 부산대학교 국제지역문제연구소 전임연구원(제1저자, 교신저자)

\*\*\* 부산대학교 상과대학 무역국제학부 교수

과 시장수급 불일치가 단기에 해결되지 못하는 현실이 맞물려 정확한 원자재 가격에 대한 예측을 어렵게 만들고 있다. 특히 현대 인류문명의 기반이고, 그렇게 멀지 않은 미래에 선진국 대열에 동참하고자 경제성장에 끊임없는 박차를 가하고 있는 개도국의 성장동력인 석유에 있어서는 더욱 그러할 것이다. 석유 가격의 예측에 가장 유용한 정보는 석유 선물시장에서 형성되는 가격이다. 선물 가격은 미래에 형성될 것으로 기대되는 현물가격에 대한 현재 시점에서의 예측치라고 할 수 있다. 석유가격 및 수급이 한 국가의 경제에 미치는 영향력은 실로 커서 경제규모가 큰 국가들은 서둘러 자국 내의 거래소에 석유선물계약을 상장하였다. 미국은 1983년 뉴욕상업거래소(New York Mercantile Exchange; NYMEX)에 원유선물을 상장하였고, 일본도 10년간의 규제완화를 위한 노력 끝에 1999년 중부상품거래소에, 2000년 동경공업품거래소에, 휘발유와 난방유 선물계약을 상장하였다.<sup>1)</sup> 심지어 중국조차도 연평균 10%에 가까운 경제성장률을 견지하게 위해 2단계에 걸친 선물시장 개혁과정을 통해 정주상품거래소(Zhengzhou Commodity Exchange; ZCE), 대련상품거래소(Dalian Commodity Exchange; DCE), 상해선물거래소(Shanghai Futures Exchange; SHFE)에 농산물, 귀금속, 비철금속, 석유화학제품 등 다양한 종류의 선물계약을 상장하였다. 하지만 중국은 세분화된 석유선물계약을 가지고 있는 미국, 일본과는 달리, 현재까지는 상해선물거래소에서 거래되는 연료유선물(fuel oil futures)<sup>2)</sup>이 유일한 석유선물계약이다.<sup>3)</sup>

따라서 국제 석유가격의 기준을 제공하고 있다고 평가되는 미국 뉴욕상업거래소 원유선물계약이 세계적인 영향력을 가지고 있다면, 일본 동경공업품거래소 석유선물계약들은 아시아 지역의 석유가격 설정자로서 그 역할을 충실히 해왔다고 말할 수 있다.

1) 일본 석유산업의 규제완화와 석유 선물시장 개설에 대한 논의는 김창수·김은영(2007.3)을 참조할 수 있다.

2) 중국 상해선물거래소에서 거래되는 이 선물계약은 연료유(燃料油) 선물이라는 이름으로 거래되고 있다. 그러나 이 선물계약의 표준등급을 고려하면 중유(重油)로 번역하는 것이 더 적합하다는 생각이 든다. 중유는 석유제품 중에서 가장 무거운 연료로, 갈색 혹은 흑갈색을 띠며 디젤기관용 및 보일러연료로 사용된다. 중국에서는 화력발전, 엔진가동, 건설자재, 화학산업, 요업 등에 이 연료를 많이 사용하고 있다.

3) 중국 상품선물시장의 역사적 발전과정에 대해서는 김창수·김은영(2005)를 참조할 수 있다.

본 연구에서는 미국 및 일본의 석유선물시장과 아직은 그 규모나 영향력이 그다지 크지 않지만 향후 상당한 발전이 기대되는 중국 석유선물시장을 분석대상으로, 주요 석유선물시장의 가격 및 가격변동성 정보의 흐름을 이변량 AR-GARCH류(Bivariate AutoRegressive Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity type) 모형을 통해 분석하고자 한다. 이 모형이 본 연구의 주제를 분석하는데 유용한 이유는 1차 적률인 평균방정식을 이용하여 어느 특정시장의 선물가격에 자국 시장 가격과 외국 시장 가격 중 어떤 가격 정보가 유의한 영향을 미치는지를 분석할 수 있어 시장간 정보흐름의 방향과 정도를 파악할 수 있고, 2차 적률인 (공)분산방정식을 이용하여 두 시장 간의 가격변동성 정보 흐름에 대한 구체적인 결과를 얻을 수 있기 때문이다.<sup>4)</sup> 석유선물거래를 전적으로 해외시장에 의존하고 있는 우리나라의 현실을 고려하면, 일본시장을 중심으로 미국시장과 중국시장에 대한 이러한 분석결과는 다양한 경제주체들에게 유익한 정보가 될 것이다.

현재까지 선물시장들 간의 가격 및 가격 변동성 정보흐름을 분석한 논문은 적지 않다고 할 수 있으나, 일본 및 중국 석유선물시장에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다고 말하기는 힘들다. 일본 및 중국 상품선물시장에 대한 연구는 농산물 선물 시장에 대한 연구가 가장 많다고 생각된다. 일본 농산물 선물시장에 대한 연구로는 일본 옥수수 선물시장의 불평형을 오차수정모형(Error Correction Model; ECM)과 ARCH-M 모형을 사용하여 실증분석한 윤병삼·양승룡(2004.6)이 가장 대표적이며, 중국 농산물 선물시장에 대한 연구로는 이변량 AR-GARCH 모형을 사용하여 동, 대두, 밀을 대상으로 미국과 중국의 상품선물시장 간의 정보흐름을 분석한 Fung 등(2003)과, 중국 대련상품거래소 옥수수 선물시장과 미국 시카고상품거래소 옥수수 선물시장 간의 가격 및 가격변동성 정보 흐름을 이변량 AR-GARCH류 모형을 사용하여 분석한 김은영(2007.7) 및 중국의 18개 대표적 옥수수 생산지역 현물 가격과 대련상품거래소 옥수수 선물가격 간의 가격정보 효율성을 이변량 요한슨 공적분 검정을 통해 분석한 김은영(2007.12)이 있다.

4) Ross(1989)는 2차 적률이 나타내는 가격 변동성이 시장 간에 '정보가 얼마나 빨리 전파되는가'와 결정적으로 연관되어있음을 증명하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 실증분석에 사용할 자료에 대해 살펴볼 것이다. 3절에서는 실증분석 방법에 대해 설명하고, 실증분석 결과에 대한 해석과 함의를 찾아볼 것이다. 4절은 결론이다.

## 2. 분석자료

이 논문에서는 일본, 중국, 미국 석유선물시장 간의 가격 및 가격변동성 정보가 어떤 방향으로 얼마나 많이 전달되는지를 분석하기 위해, 이 세 국가에서 가장 활발하게 거래되고 있는 석유선물계약들의 일별 결제가격 시계열을 원자료(raw data)로 사용하였다. 미국 뉴욕상업거래소 원유 선물가격은 Data Stream version 3.5에서 입수하였고, 일본 동경공업품거래소 석유 선물가격들과 중국 상해선물거래소 연료유 선물가격은 각 거래소의 인터넷 홈페이지에서 다운로드 받아서 재구성하였다. 분석기간은 중국 상해선물거래소에 연료유 선물계약이 상장된 2004년 8월 25일부터 2007년 9월 10일까지이고, 공휴일이나 특정한 사건으로 인해 세 거래소 중 어느 한 거래소라도 가격이 고시되지 않은 날은 자료에서 제외하여, 관측치의 수는 시계열 당 706개이다. <표 1>은 본 연구의 분석 대상 상품과 그 상장일을 정리한 것이다.

<표 1> 석유선물계약 상장 일자

거래소	석유선물	시행 상장	본 상장
일본 TOCOM	휘발유	1999년 7월 5일	2004년 7월 1일
	난방유	1999년 7월 5일	
	원유	2001년 9월 10일	
	경유 <sup>1)</sup>	2003년 9월 8일	
중국 SHFE	연료유		2004년 8월 25일
미국 NYMEX	원유		1983년 1월 1일

주:

- 1) 동경공업품거래소에 상장된 4개의 석유선물계약 중 경유 선물계약은 2005년 9월 25일에 생성된 2006년 4월 계약월물을 마지막으로 거래가 중지되었다.

출처: 일본 동경공업품거래소 홈페이지(<http://www.tocom.or.jp>)

중국 상해선물거래소 홈페이지(<http://www.shfe.com.cn>)  
 미국 뉴욕상업거래소 홈페이지(<http://www.nymex.com>)  
 일본 TOCOM 석유선물계약 자료는 김창수 · 김은영(2007.3) p.273에서 재인용함.

<표 2>는 연구대상 석유선물계약들의 명세를 비교한 것이다. 세 거래소에 상장된 석유선물계약들의 호가단위가 일치하지 않는 문제를 해결하기 위해, 엔/달러 환율 및 위안/달러 환율과 1톤=1,000킬로그램 ≡ 1,000리터=1킬로리터 =6.2933배럴을 사용하여, 모든 가격 시계열을 배럴 당 달러로 환산하였다. 환율 시계열은 한국은행 경제통계시스템에서 입수하였다.

<표 2> 석유선물계약 명세 비교

	TOCOM			SHFE	NYMEX
	원유선물	휘발유선물	난방유선물	연료유선물	원유선물
계약단위	50 kl/계약 <sup>1)</sup>			10톤/계약	1,000배럴/계약
호가단위	일본 엔/kl			중국 위안/톤	미국 달러/배럴
거래형태	현금 정산	물리적 인도			
계약월	6개의 연속된 월			1월~12월 <sup>2)</sup>	연속된 30개월
표준등급	중동산 원유 <sup>3)</sup>	JIS K2202 2등급 휘발유 <sup>4)</sup>	JIS K2203 1등급 난방유	180CST 연료유 <sup>5)</sup>	서부 텍사스 중질유

주:

- 1) 일본 동경공업품거래소는 석유선물계약의 단위를 100 kl에서 하향조정하였다. 원유 선물계약은 2005년 11월 계약일월부터, 휘발유 선물계약과 난방유 선물계약은 2006년 4월 계약일월부터, 계약단위가 50 kl로 변경되었다. 이러한 조치는 일본의 또 다른 석유선물계약 거래 소인 중부상품거래소를 의식한, 경쟁자로서의 대응이기도 하지만, 더 많은 투자자를 유치하여 선물시장의 유동성을 제고하기 위해 취해졌다.
- 2) 1년 12달 중에서 중국의 규정 연휴가 포함된 달은 제외된다.
- 3) 동경공업품거래소에서 원유 선물계약의 표준등급으로 사용하는 중동산 원유에는 두바이(Dubai)유와 오만(Oman)유가 있다.
- 4) JIS는 Japanese Industrial Standards의 약어로, “일본공업규격”을 뜻한다. 동경공업품거래소 휘발유 선물계약의 표준등급은 최대 유허함유량이 10 ppm으로 설정되어있다.
- 5) CST는 centistoke의 약어로, 유류의 점도를 나타내는 단위다.

출처: 일본 동경공업품거래소 홈페이지(<http://www.tocom.or.jp>)  
 중국 상해선물거래소 홈페이지(<http://www.shfe.com.cn>)  
 미국 뉴욕상업거래소 홈페이지(<http://www.nymex.com>)

이 논문의 실증분석에 사용될 변수들은 수준변수로서의 로그가격 $[p_{Co,t}^{jp}, p_{Co,t}^{us}]$

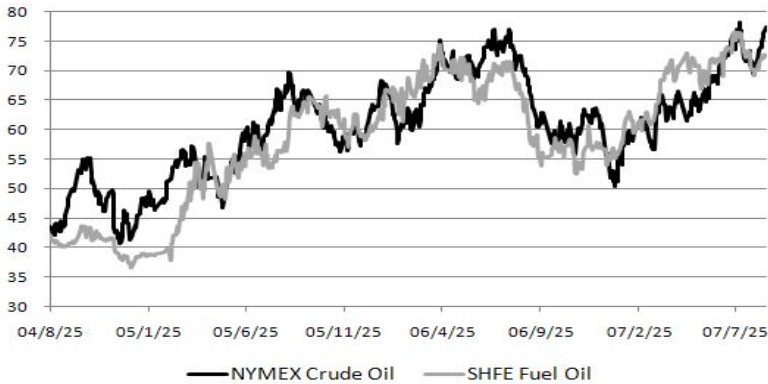
과 1차 차분 형태의 로그수익률[ $R_{co,t}^{jp}$ ,  $R_{co,t}^{us}$ ]이다. 예컨대 동경공업품거래소의 원유선물에 대한 로그가격과 로그수익률은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$p_{co,t}^{jp} = \ln(P_{co,t}^{jp}) \text{ 여기서, } P_{co,t}^{jp} \text{ 는 } t \text{ 기의 동경공업품거래소 원유 선물결제(1)}$$

$$R_{co,t}^{jp} = p_{co,t}^{jp} - p_{co,t-1}^{jp} \text{ 여기서 } R_{co,t}^{jp} \text{ 는 } t \text{ 기의 동경공업품거래소 원유 선물수익률(2)}$$

[그림 1]은 뉴욕상업거래소 원유선물계약과 상해선물거래소 연료유선물계약의 결제가 추이다. 두 거래소의 시계열은 전반적으로 비슷한 변화양상을 보여주고 있고, 뉴욕상업거래소 원유선물결제가 시계열이 상해선물거래소 연료유선물결제가 시계열을 선도하고 있음을 알 수 있다.

(단위: 달러/배럴)

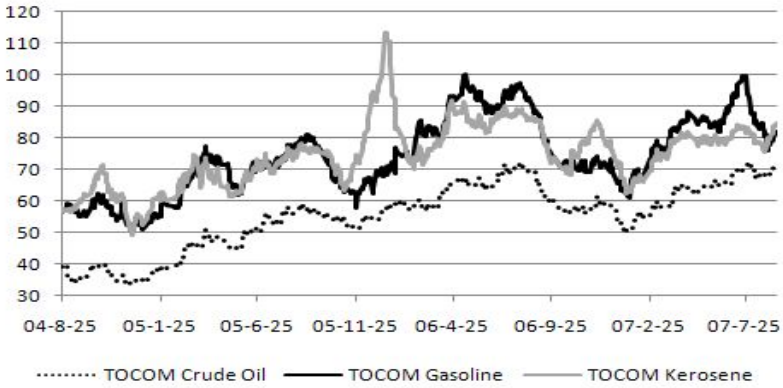


[그림 1] 뉴욕상업거래소 원유선물과 상해선물거래소 연료유선물 결제가 추이

[그림 2]는 동경공업품거래소에서 활발하게 거래되고 있는 원유, 휘발유, 난방유 선물계약의 결제가 추이다. 원유선물계약이 제품유인 휘발유와 난방유 선물계약보다 낮은 가격수준을 유지하고 있지만, 기본적으로 변하는 양상은 비슷해 보인다. 한 가지 흥미로운 점은 기온이 하락하여 난방유 수요가 급증하는 기간에 난방유 가격은 급등하는 반면 휘발유 가격은 추세를 따르는 완만한 변화를 보인다는 점이다. 2005년 9월 거래가 중단된 경유 선물계약 결제가 시계열

을 함께 그린다면 난방유와 뚜렷하게 반대로 움직이는 정반대의 계절성을 발견할 수도 있다고 생각한다.

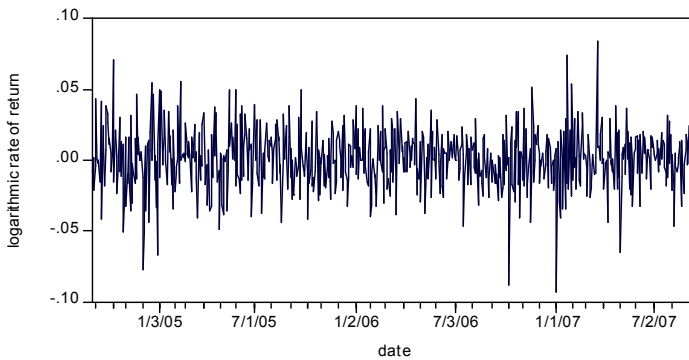
(단위: 달러/배럴)



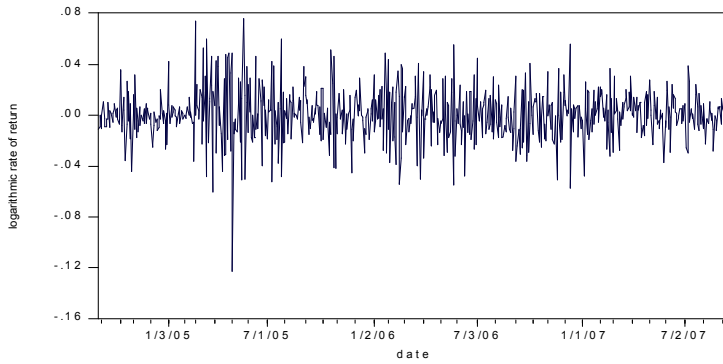
[그림 2] 동경공업품거래소 석유선물 결제가 추이

[그림 3]과 [그림 4]는 거래소별 석유선물 수익률의 추이를 나타낸 것이다. [그림 3]은 뉴욕상업거래소 원유선물 수익률과 상해선물거래소 연료유선물 수익률 추이를 보여준다.

(뉴욕상업거래소 원유선물 수익률 추이)



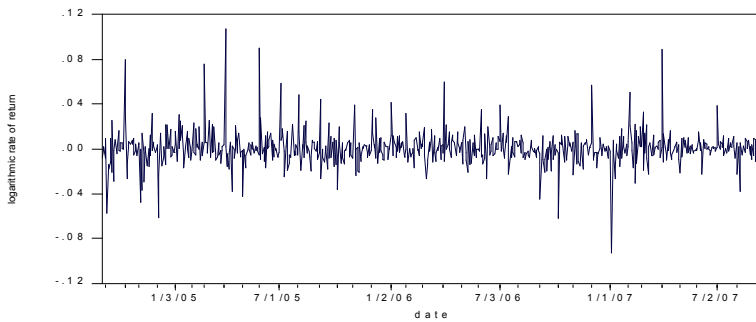
(상해선물거래소 연료유선물 수익률 추이)



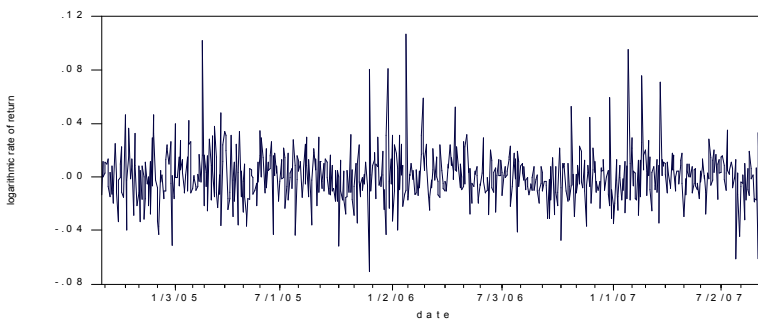
[그림 3] 뉴욕상업거래소 원유선물 및 상해선물거래소 연료유선물 수익률 추이

[그림 4]는 동경공업품거래소 원유·휘발유·난방유선물 수익률 추이를 보여준다.

(원유선물 수익률 추이)

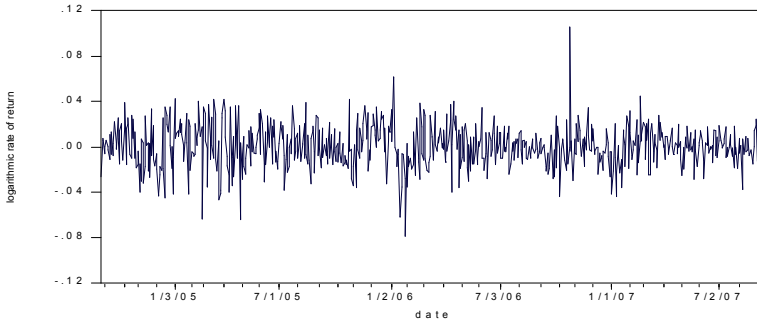


(휘발유선물 수익률 추이)





(난방유선물 수익률 추이)



[그림 4] 동경공업품거래소 원유 · 휘발유 · 난방유선물 수익률 추이

<표 3>은 5개 분석대상 석유선물수익률의 기초통계량이다.

<표 3> 석유선물 로그수익률 기초통계량

	TOCOM			SHFE	NYMEX
	원유선물	휘발유선물	난방유선물	연료유선물	원유선물
평균	0.000855	0.000503	0.000537	0.000768	0.000819
표준편차	0.015319	0.019379	0.018794	0.020669	0.020143
왜도	1.0600	0.7828	-0.0035	-0.1968	-0.1598
첨도	14.1865	7.1731	4.9881	5.6551	4.6724
JB 통계량 <sup>1)</sup>	3813.38***	584.39***	116.27***	211.92***	85.28***
LB(5) Q-통계량 <sup>2)</sup>	4.4517	2.8112	22.755***	39.277***	3.9320
LB(10) Q-통계량	5.3553	4.5748	28.753***	40.639***	16.332*
자료 기간	2004년 8월 25일~2007년 9월 10일				
자료 형태	일별				
관측치 수	706				

주:

- 1) JB는 Jarque-Bera 검정통계량으로, '시계열이 정규분포하는가?'를 검정하는데 사용된다. 귀무가설은 '이 시계열은 정규분포를 따른다'이다.
- 2) LB는 Ljung-Box Q-통계량으로, 시계열의 자기상관성을 검정하는데 사용된다. 귀무가설은 '어느 특정 시차까지는 자기상관성이 존재하지 않는다'이다. 괄호 안의 수가 특정 시차를 나타낸다.
- 3) \*\*\*는 1%, \*는 10% 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있음을 의미한다.

Jarque-Bera 검정을 통해 모든 시계열들에서 1% 유의수준에서 ‘이 시계열이 정규분포를 따른다’는 귀무가설을 기각할 수 있게 되어, 모든 시계열은 정규분포를 따르지 않음을 알 수 있다. 각 시계열의 왜도와 첨도가 각각 0과 3으로부터 벗어나 있다는 점으로부터도 동일한 결과를 얻을 수 있다.

시차 5와 10까지의 자기상관성을 검정하는 Ljung-Box 검정 결과, 5% 유의수준을 기준으로 판정할 때, 동경공업품거래소 원유 및 휘발유 선물계약과 뉴욕 상업거래소 원유 선물계약은 자기상관성을 가지지 않는 반면, 동경공업품거래소 난방유 선물계약과 상해선물거래소 연료유 선물계약은 자기상관성을 가지는 대조적인 결과를 보여준다.

### 3. 분석방법과 결과

본 연구의 목적은 일본, 중국, 미국 석유선물시장 간의 가격 및 가격변동성 정보흐름을 분석하는 것이다. 저자는 이 논문의 주제를 분석하는데 적합한 모형을 구축하기 위해 본격적인 모형 구축에 앞서 선행적인 검정들을 수행하였다. 우선 시계열의 안정성을 진단하기 위한 검정방법으로 Augmented Dickey-Fuller 단위근 검정을 사용하였다. 검정 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> Augmented Dickey-Fuller 단위근 검정<sup>1)</sup>

거래소	선물계약	t-검정통계량	
		수준변수(로그가격)	1차차분변수(수익률)
TOCOM	원유선물	-1.2021(0) <sup>2)</sup>	-27.9506 <sup>***3)</sup> (0)
	휘발유선물	-1.8993(0)	-27.6615 <sup>***</sup> (0)
	난방유선물	-2.4580(1)	-23.5303 <sup>***</sup> (0)
SHFE	연료유선물	-1.4268(2)	-23.0843 <sup>***</sup> (0)
NYMEX	원유선물	-2.1476(0)	-27.9871 <sup>***</sup> (0)

주:

- 1) ADF 단위근 검정의 귀무가설은 ‘이 시계열은 단위근을 가진다’이다.
- 2) 이 검정은 상수항이 포함된 경우이며, 괄호 안의 수는 AIC(Akaike Information Criterion)에 의해 선정된 시차이다.
- 3) \*\*\*는 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있음을 의미한다.

단위근 검정 결과, 모든 시계열은 수준변수인 로그가격에서는 불안정한 모습을 보이지만, 1차 차분변수인 로그수익률에서는 안정화됨을 알 수 있다. 모든 시계열이 동일하게 1차 차분을 하는 경우 안정화된다는 점으로부터, 이 시계열 자료를 대상으로 장기균형관계를 파악할 수 있는 Johansen 공적분 검정을 할 수 있는 근거를 확보하게 된다.

저자는 본 연구를 위해 이변량 AR-GARCH류 모형을 사용하였다. 이 모형을 선택한 이유는 1차 적률인 평균방정식을 이용하여 어느 특정 시장의 선물가격에 자국 시장 가격과 외국 시장 가격 중 어떤 가격 정보가 유의한 영향을 미치는지를 분석할 수 있어 시장간 정보흐름의 방향과 정도를 파악할 수 있고, 2차 적률인 (공)분산 방정식을 이용하여 두 시장 간의 가격변동성 정보 흐름에 대한 구체적인 결과를 얻을 수 있기 때문이다.

저자가 이 모형을 선택한 또 다른 이유는 Engle and Granger(1987)에서 만약 두 가격 시계열 간에 장기균형관계가 성립할 경우, 평균방정식에 장기균형 오차항을 포함시킬 수 있음을 확인했기 때문이다. 이를 통해 두 시장 중 어느 시장이 다른 시장의 장기적 조정을 받는지와 두 시장 간에 흐르는 가격정보를 어느 시장이 장기적으로 보다 효율적으로 처리하는지에 대한 정보를 추가적으로 얻을 수 있다(Fung, H. G., Leung, W. K. & Xu, X. E., 2003).

Johansen 공적분 검정을 사용하면 대각합 통계량(trace statistic)과 최대 특성근 통계량(maximum eigenvalue statistic)을 통해 분석 대상 시계열 간에 몇 개의 공적분 벡터가 존재하는가를 알 수 있다. <표 5>에 Johansen 공적분 검정 결과를 요약하였다. 분석 결과 동경공업품거래소 원유 선물가격 시계열과 뉴욕상업거래소 원유 선물가격 시계열 사이에, 그리고 동경공업품거래소 난방유 선물가격 시계열과 상해선물거래소 연료유 선물가격 시계열 사이에 1개의 공적분 벡터가 존재하여 이 시계열들 간에 장기균형관계가 성립하는 것으로 나타났다. 동경공업품거래소 휘발유 선물가격 시계열과 뉴욕상업거래소 원유 선물가격 시계열 간에는 대각합 통계량을 사용하여 분석하면 1개의 공적분 벡터가 존재하는 것으로 판정할 수 있으나, 최대 특성근 통계량을 사용하여 분석하면 그렇지 않은 결과가 도출되었다. 그렇지만 휘발유 선물가격과 원유 선물가격은 장기적으로 동일한 방향과 비슷한 변화 양상을 나타내는 경향이 있다는 점

을 감안하여, 이변량 AR-GARCH류 모형을 구축하여 분석하는데 이 두 시계열의 장기균형관계도 포함하였다. 따라서 장기균형관계를 가지는 세 쌍의 선물계약들이 최종 분석대상이 된다.

<표 5> Johansen 공적분 검정

지역	선물계약	대각합 통계량		최대 특성근 통계량	
		$r = 0^{1)}$	$r \leq 1^{2)}$	$r = 0$	$r \leq 1$
일본-중국	원유-연료유	11.2174	1.9887	9.2287	1.9887
	휘발유-연료유	9.7435	2.2690	7.4745	2.2690
	난방유-연료유	18.0095 ** 3)	2.3051	15.7044 **	2.3051
일본-미국	원유-WTI	27.7530 ***	1.7911	25.9619 ***	1.7911
	휘발유-WTI	16.8862 **	3.7112	13.1750 *	3.7112 *
	난방유-WTI	19.1635 **	5.4273 **	13.7363 *	5.4273 **

주:

- 1)  $r$ 은 공적분 벡터의 수이다. ‘공적분 관계가 존재하지 않는다’는 귀무가설을 의미한다.
- 2) ‘적어도 하나의 공적분 관계가 존재한다’는 귀무가설을 의미한다.
- 3) \*\*\*는 1%, \*\*는 5%, \*는 10% 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있음을 의미한다.

저자는 가격 및 가격변동성 정보 흐름을 가장 간단한 경우인 두 선물시장 간에 파악하기 위해 조건부 평균방정식을 이변량 자기회귀모형으로 구축하고 두 선물가격 간의 장기균형관계에 관한 추가적인 분석을 위해 장기균형 오차항을 포함시켰다. 최적 시차의 선정을 위해 통계패키지 SAS의 Varmax procedure를 사용하면 결과와 함께 보고되는 AICc(corrected Akaike Information Criterion), AIC(Akaike Information Criterion), SBC(Schwarz’s Bayesian Criterion) 등의 기준들을 종합적으로 평가하였다. 예컨대 AIC를 기준으로 사용할 때는 가장 작은 AIC 값을 제시하는 모형을 선택하였다.

저자가 구축한 이변량 AR-ARCH 모형을 동경공업품거래소 원유 선물수익률과 뉴욕상업거래소 원유 선물수익률의 경우로 명세하면 다음과 같다.

평균방정식

$$R_{co,t}^{jp} = \alpha_0^{jp} + \alpha_1 R_{co,t-1}^{jp} + \beta_1 R_{co,t-1}^{us} + \gamma^{jp} (p_{co,t-1}^{jp} - p_{co,t-1}^{us}) + \epsilon_{co,t}^{jp} \quad (3)$$

$$R_{co,t}^{us} = \alpha_0^{us} + \alpha_1 R_{co,t-1}^{us} + \beta_1 R_{co,t-1}^{jp} + \gamma^{us} (p_{co,t-1}^{us} - p_{co,t-1}^{jp}) + \epsilon_{co,t}^{us} \quad (4)$$

여기서  $R_{co,t}^{jp}$  와  $R_{co,t}^{us}$  는  $t$ 기의 동경공업품거래소 원유 로그 선물수익률과 뉴욕상업거래소 원유 로그 선물수익률이다.  $\gamma^{jp}$  는 동경공업품거래소 원유 선물시장의 가격이 장기적으로 뉴욕상업거래소 원유 선물시장의 가격정보에 의해 조정되는 장기균형 오차항이고,  $\gamma^{us}$  는 뉴욕상업거래소 원유 선물시장의 가격이 장기적으로 동경공업품거래소 원유 선물시장의 가격정보에 의해 조정되는 장기균형 오차항이다.  $\epsilon_{co,t}$ 는 조건부 이변량 정규분포를 가지는 잔차 벡터로, 평균은 영행렬이고 조건부 분산-공분산 행렬은  $H_t$ 이다.

$\epsilon_{co,t} \sim \begin{pmatrix} \epsilon_{co,t}^{jp} \\ \epsilon_{co,t}^{us} \end{pmatrix}$ ,  $\epsilon_{co,t} | \Omega_{t-1} \sim N(0, H_t)$ 이다. 여기서,  $H_t = \begin{pmatrix} H_{jp\ jp} & H_{jp\ us} \\ \bullet & H_{us\ us} \end{pmatrix}$ 이다.

조건부 분산 방정식

$$H_{jp\ jp,t} = \phi_0^{jp} + \eta_1^{jp} \epsilon_{co,t-1}^{jp\ 2} + \lambda_1^{jp} \epsilon_{co,t-1}^{us\ 2} \tag{5}$$

$$H_{us\ us,t} = \phi_0^{us} + \eta_1^{us} \epsilon_{co,t-1}^{us\ 2} + \lambda_1^{us} \epsilon_{co,t-1}^{jp\ 2} \tag{6}$$

조건부 공분산 방정식

$$H_{jp\ us,t} = \omega_0 + \omega_1 (\epsilon_{co,t-1}^{jp} \epsilon_{co,t-1}^{us}) \tag{7}$$

평균방정식의 모수  $\alpha$ 는 자국 시장 내의 가격 정보흐름을, 모수  $\beta$ 는 시장 간의 가격 정보흐름을 나타낸다. 조건부 분산 방정식의 모수  $\eta$ 는 자국 시장 내의 가격 변동성 정보흐름을, 모수  $\lambda$ 는 시장 간의 가격 변동성 정보흐름을 나타낸다. 따라서 모수  $\beta$ 와  $\lambda$ 의 통계적 유의성, 부호, 크기가 분석 결과를 해석하는데 중요하다고 말할 수 있다.

상기한 이변량 AR(1)-ARCH(1) 모형을 추정한 결과가 <표 6>이다.

&lt;표 6&gt; 이변량 AR(1)\_ARCH(1) 모형 추정 결과

(TOCOM 원유선물 - NYMEX 원유선물)

모수		TOCOM 원유 선물수익률	NYMEX 원유 선물수익률
조건부 평균 방정식(가격 정보 전파 모수)			
$\alpha_1$	자국시장 수익률 시차1	-0.0770 ***	-0.5144 ***
$\beta_1$	시장 간 수익률 시차1	0.3296 ***	0.0803 ***
$\gamma$	조정속도 모수	0.0184 ***	0.0227 ***
조건부 분산 방정식(가격 변동성 파급 효과 모수)			
$\eta_1$	ARCH 계수	0.0090	0.0494
$\lambda_1$	가격 변동성 파급효과	-0.2877 ***	-0.0337

뉴욕상업거래소와 동경공업품거래소의 원유 선물시장은 자국 시장의 가격에 대해서는 통계적으로 유의한 음(-)의 영향을 주고 있어,  $t-2$ 기에 양(+)의 수익률이 발생했다면  $t-1$ 기에는 음(-)의 수익률이 발생하고,  $t-1$ 기에 음(-)의 수익률이 발생했다면  $t$ 기에는 양(+)의 수익률이 발생했음을 알 수 있다. 그리고 동경공업품거래소 원유 선물시장에서보다 뉴욕상업거래소 원유 선물시장에서 시간의 흐름에 따라 자국 시장에 더 큰 영향력을 미치는 것으로 나타나고 있다.

$\beta_1$  모수 추정치를 보면 1시차 즉 하루 후에 뉴욕상업거래소 원유 선물시장이 동경공업품거래소 원유 선물시장에 미치는 가격 정보가 미치는 영향력이 그 반대 방향에 비해 훨씬 더 큼을 알 수 있다. 즉 두 시장은 서로 영향을 주고받지만 뉴욕상업거래소 원유 선물시장의 영향력이 지배적이라고 말할 수 있다.

장기균형 오차수정항인  $\gamma$ 는 두 시장 모두에서 통계적으로 유의하다. 다시 말하면 동경공업품거래소 원유 선물가격은 장기적으로 뉴욕상업거래소 원유 선물가격의 정보에 의해 조정되며, 뉴욕상업거래소 원유 선물가격도 장기적으로는 동경공업품거래소 원유 선물가격 정보에 의해 조정된다고 말할 수 있다. 그러나  $\gamma^{us}$ 가  $\gamma^{jp}$ 보다 더 큰 값을 가지기 때문에 뉴욕상업거래소 원유 선물시장이 동경공업품거래소 원유 선물시장보다 장기적으로 가격정보 처리 속도가 더 빠르고 더 효율적이라고 말할 수 있다.

두 원유 선물시장 간의 가격 변동성 정보흐름을 분석하면,  $\lambda_1^{jp}$ 만이 통계적으로 유의하고 그 값이 음이라는 점에서 1시차 간격으로 현재와 반대 방향의 가

격 변동성 정보가 뉴욕상업거래소 원유 선물시장에서 동경공업품거래소 원유 선물시장으로 일방적으로 흐른다고 말할 수 있다.

<표 7>은 동경공업품거래소 휘발유 선물시장과 뉴욕상업거래소 원유 선물 시장 간의 가격 및 가격 변동성 정보흐름을 이변량 AR(1)-ARCH(1) 모형으로 추정한 결과이다.

<표 7> 이변량 AR(1)\_ARCH(1) 모형 추정 결과  
(TOCOM 휘발유선물 - NYMEX 원유선물)

모수	TOCOM 휘발유 선물수익률	NYMEX 원유 선물수익률
조건부 평균 방정식(가격 정보 전파 모수)		
$\alpha_1$	자국시장 수익률 시차1	-0.0266
$\beta_1$	시장 간 수익률 시차1	0.2868***
$\gamma$	조정속도 모수	-0.0338***
조건부 분산 방정식(가격 변동성 파급 효과 모수)		
$\eta_1$	ARCH 계수	0.4913***
$\lambda_1$	가격 변동성 파급효과	0.1603***

뉴욕상업거래소 휘발유 선물시장과 동경공업품거래소 원유 선물시장은 자국 시장의 가격에 대해서는 어떠한 통계적으로 유의한 영향을 주고 있다고 말할 수 없다. 그리고 두 석유 선물시장 간에 미치는 가격에 대한 영향력도 뉴욕상업 거래소 휘발유 선물시장이 동경공업품거래소 원유 선물시장으로 일방적으로 흐름을 알 수 있다.

장기균형 오차수정항인  $\gamma$ 도 동경공업품거래소 원유시장에서만 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉 동경공업품거래소 원유 선물가격은 장기적으로 뉴욕상업거래소 휘발유 선물가격의 정보에 의해 조정된다고 말할 수 있다.

두 원유 선물시장 간의 가격 변동성 정보흐름을 분석하면,  $\lambda_1$ 만이 통계적으로 유의하고 그 값이 양이라는 점에서 1시차 간격으로 현재와 같은 방향의 가격 변동성 정보가 뉴욕상업거래소 휘발유 선물시장에서 동경공업품거래소 원유 선물시장으로 일방적으로 흐른다고 말할 수 있다.

<표 8>은 동경공업품거래소 난방유 선물시장과 상해선물거래소 연료유 선

물시장 간의 가격 및 가격 변동성 정보흐름을 이변량 AR(2)-ARCH(1) 모형으로 추정한 결과이다.

<표 8> 이변량 AR(2)\_ARCH(1) 모형 추정 결과  
(TOCOM 난방유선물 - SHFE 연료유선물)

모수		TOCOM 난방유 선물수익률	SHFE 연료유 선물수익률
조건부 평균 방정식(가격 정보 전과 모수)			
$\alpha_1$	자국시장 수익률 시차1	0.1316 ***	-0.2789 ***
$\alpha_2$	자국시장 수익률 시차2	0.0392	-0.1010 **
$\beta_1$	시장 간 수익률 시차1	-0.0853 **	0.0796 **
$\beta_2$	시장 간 수익률 시차2	-0.0290	0.0127
$\gamma$	조정속도 모수	-0.0065	0.0091 *
조건부 분산 방정식(가격 변동성 파급 효과 모수)			
$\eta_1$	ARCH 계수	0.1898	0.5612
$\lambda_1$	가격 변동성 파급효과	-0.0902	-0.1178

동경공업품거래소 난방유 선물시장은 자국 시장 가격에 대해 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고, 상해선물거래소의 연료유 선물시장은 자국 시장 가격에 대해 통계적으로 유의한 음(-)의 영향을 1시차와 2시차 전에 주고 있다. 하지만 1시차 전에 미치는 음(-)의 영향력이 더 크게 나타났다.

두 석유 선물시장은 1시차 전에 서로 가격 영향력을 주고받고 있지만, 수익률에 미치는 영향은 서로 반대로 나타나고 있다.

가격변동성 파급 효과 측면에서  $\lambda_1$ 이 모두 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타나, 가격 정보가 상호 교환되는 것과는 대조적으로 이 두 선물시장 간에는 어떠한 가격 변동성 정보가 오고간다고 말하기는 어렵다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 AR-GARCH류 모형을 사용하여 일본 동경공업품거래소 원



유 · 휘발유 · 난방유 선물시장을 중심으로 미국 뉴욕상업거래소 원유 선물시장과 중국 상해선물거래소 연료유 선물시장 간의 가격 및 가격변동성 정보흐름을 분석하였다.

분석 결과, 본 연구의 분석대상인 5개의 석유 선물시장 중에서 자국에서 가장 효율적으로 정보가 처리됨과 동시에 외국시장에 대해 가격 및 가격 변동성 정보 상의 우위를 가지고 있는 시장은 쉽게 예상할 수 있는 것처럼 미국 뉴욕상업거래소 원유 선물시장이었다. 일본 동경공업품거래소 원유 선물시장은 미국 뉴욕상업거래소 원유 선물시장과 가격 정보는 주고받고 있으나, 가격 변동성 정보에 있어서는 그러한 피드백 현상 대신, 미국 뉴욕상업거래소 원유 선물시장에서 일본 동경공업품거래소 원유 선물시장으로의 일방적인 정보흐름만이 나타났다. 그리고 일본 동경공업품거래소 휘발유 선물시장은 뉴욕상업거래소 원유 선물시장으로부터 일방적인 가격 및 가격변동성 영향을 받고 있는 것으로 분석되었다. 마지막으로 일본 동경공업품거래소 난방유 선물시장과 중국 상해선물거래소의 연료유 선물시장은 대략적으로 같은 범주로 묶을 수 있는 석유제품이라는 점에서 가격 정보를 서로 주고받고 있지만, 가격 변동성 정보의 흐름은 이 두 시장 간에 나타나지 않는 것으로 분석되었다.

### 참고문헌

- 김창수 · 김은영(2005) 「중국 증유 선물시장의 효율성 분석」 『동북아경제연구』제17권 제3호, 한국동북아 경제학회, pp.89~116
- 김창수 · 김은영(2007.3) 「일본 석유산업의 규제완화와 석유 현 · 선물시장의 효율성 분석」 『경제연구』제25권 제1호, 한국경제통상학회, pp.265~284
- 김은영(2007.7) 「시카고상품거래소와 대련상품거래소 옥수수 선물가격 간 정보흐름 분석」 『농촌경제』제30권 제3호, 한국농촌경제연구원, pp.87~106
- 김은영(2007.12) 「중국 옥수수 선물가격의 가격정보 효율성 분석」 『동북아경제연구』제19권 제3호, 한국 동북아경제학회, pp.1~22
- 윤병삼 · 양승룡(2004.6) 「일본 옥수수 선물시장의 불편성에 대한 검정」 『농업경제연구』제45권 제2호, 한국농업경제학회, pp.211~233

Engle, Robert F. and Granger, C. W.(1987) "Cointegration and Error Correction:

Representation, Estimation and Testing" *Econometrica* 55, pp.251~276

Fung, Hung\_Gay, Leung, Wai K. and Xu, Xaiqing Eleanor(2003) "Information Flows between the US and China Commodity Futures Trading" *Review of Quantitative Finance and Accounting* 21, pp.267~285

Ross, Stephen A(1989) "Information and Volatility: The No-Arbitrage Martingale Approach to Timing and Resolution Irrelevancy" *Journal of Finance* 44, pp.1~17

❖ 투고일 : 2009. 1. 15

❖ 심사일 : 2009. 2. 6

❖ 심사완료일 : 2009. 2. 10