

발전용 유연탄 가격과 여타 상품가격의 동조화 현상에 대한 실증분석*

윤원철**

요 약

최근 들어, 국제 상품시장은 급격한 가격 변동과 함께 가격 동조화 현상을 보이고 있다. 본 연구에서는 발전용 유연탄 가격과 주요 상품가격들을 대상으로 가격 동조화 현상을 실증적으로 분석하였다. 이를 위해, 일반적으로 활용되는 상관분석과 함께 일치도 분석을 병행함으로써 동조화 현상에 대한 실증분석 결과의 차이를 제시하였다. 흥미로운 사실은 상호 연계성이 없는 상품들 사이의 동조화 정도가 시기별로 차이를 보인다는 점이다.

주요 단어 : 유연탄 가격, 상관관계, 동조화 현상
경제학문헌목록 주제분류 : E32, Q41, Q43

* 이 논문은 2012년 한양대학교 교내연구비 지원으로 연구되었음(HY-2012-G)

** 한양대학교 경제금융학부 교수. wcyun@hanyang.ac.kr

I. 서 론

일반적으로 상품가격은 유사하게 움직인다고 인식하는 경향이 있다. 이러한 가격 동조화(price comovement)는 전 세계 상품시장에서 공통적으로 발생하는 거시경제적 충격에 기인한다고 믿어져 왔다. 또한 상호 연계성이 있는 상품들 사이에 존재하는 보완성 내지 대체성이 주된 원인으로 여겨져 왔다. 그런데 이러한 가격 동조화 현상이 전혀 관계가 없어 보이는 상품들 사이에서도 자주 발견되고 있다.

상품가격의 과잉 동조화(excess comovement)는 상호 연계성이 없는 상품들의 가격이 매우 유사하게 변동하는 현상을 말한다. 두 상품가격 사이에 상호 연계성이 없다는 것은 이들 두 상품의 가격에 대한 수요와 공급의 교차탄력성(cross price elasticity of demand and supply)이 거의 영에 가까운 상태를 의미한다. 물론 공통된 거시경제변수의 충격에 의한 효과를 제대로 고려한 상황에서도 과잉 동조화 현상이 발견되기도 한다.

상품가격의 과잉 동조화 현상에 대한 대표적인 실증적 분석으로는 Pindyck and Rotemberg(1990)를 들 수 있다. 이 연구에서는 소맥, 면화, 구리, 금, 원유, 고무, 코코아와 같이 교차 가격탄력성이 낮은 상품가격을 대상으로 하였으며, 공통적인 거시경제변수의 충격으로 설명되지 않는 과잉 동조화 현상이 존재함을 밝혔다. Pindyck and Rotemberg(1990)의 연구결과 발표 이후 상품가격의 동조화 현상에 대한 다수의 연구가 이루어졌다. 이들 연구에서는 다양한 형태의 시계열 계량기법을 활용하여 상품가격에서의 과잉 동조화 정도를 측정하는 시도가 이루어졌다. 이와 관련된 연구로는 Palaskas and Varangis (1991), Palaskas(1993), Trivedi(1995), Deb et al.(1996) 등을 들 수 있다. 이들 연구에서는 이전 Pindyck and Rotemberg(1990)의 연구결과 보다는 동조

화의 과잉 정도가 덜하다는 결과를 제시하였다.

특히, Cashin et al.(1999), McDermott and Scott(2000), Cashin et al.(2002)의 연구에서는 상호 연계성이 없는 상품가격들 사이에 존재하는 동조화 현상에 대한 보다 정확한 개념 정의를 제시하였다. 이들 연구에서는 ‘일치도(concordance)’라는 시계열자료의 동조화 정도를 측정하는 대안적인 기법을 소개하였다. 이러한 일치도 추정치는 Pagan(1999), Harding and Pagan(1999)에 의해 처음으로 소개되었다. McDermott and Scott(2000)는 이 추정치의 통계적 특성을 기술하였다.

본 연구에서는 주된 관심사인 발전용 유연탄 가격과 주요 상품가격들을 대상으로 가격 동조화 현상을 실증적으로 분석하고자 한다. 이를 위해 보편적으로 활용되는 상관분석(correlation analysis)과 대비하여 기존 Cashin et al.(1999), McDermott and Scott(2000) 등의 연구에서 소개된 일치도 분석(concordance analysis)을 병행함으로써 실증분석 결과의 차이를 제시하고자 한다. 본 연구의 특징은 발전용 유연탄을 포함하여 에너지 상품을 대상으로 하였고, 이전 유사 연구와의 비교를 위해 최근 자료를 활용하였다는 점이다.

II. 일치도 분석

일치도(concordance)는 두 변수의 순환주기(cycle)가 동시에 발생하는 정도를 의미한다. 일치도는 두 변수가 동일한 국면(상승국면 혹은 하락국면)에 동시에 존재하는 시기가 전체 시기에서 차지하는 비중으로 산출된다. 이러한 일치도 개념은 상품가격의 동조화 현상을 분석하는 데에도 유용하게 사용될 수 있다. 왜냐하면 일치도는 전환시점(turning point)의 군락화(clustering)에 관한 정보를 요약할 수 있기 때문이다. 즉, 일치도는 서로 다른 상품가격이 피크(peak)에서 슬럼프(slump) 혹은 슬럼프에서 피크로 동시에 전환하는지 여부를

설명하기 때문이다.

일반적으로 활용되는 상관분석과 비교하여 일치도 분석의 장점은 무엇보다 가격 동조화 여부를 보다 적절하게 설명할 수 있다는 것이다. 즉, 가격 동조화의 개념이 두 가지 상품가격이 상승국면 혹은 하락국면에서 동시에 존재하는지 여부를 따지는 것이라는 점에서 일치도 분석은 상관분석에 비해 보다 적합하다고 볼 수 있다. 실제로 상관분석은 일치도 분석과 마찬가지로 특정 국면에 동시에 존재하는 여부와 함께 이러한 동시성의 정도를 모두 고려한다고 볼 수 있다. 반면 일치도 분석은 두 개의 시계열자료가 특정 국면에 동시에 존재하는 비중인 주기성(periodicity)에 초점을 둘 뿐이고, 특정 국면에서 두 개의 시계열자료가 어느 정도 함께 변동하는지 여부와는 무관하다.

일치도 분석의 또 다른 장점은 일시적인 가격 급등 혹은 급락과 같은 시장 충격에 크게 좌우되는 상관분석의 오류를 방지할 수 있다는 점이다. 예를 들면, 시장충격이 없는 상황에서 거의 독립적이고 무작위 행보를 따르는 두 개의 상품가격의 상관계수는 매우 낮게 나타나지만 일시적인 가격 급등이 발생하는 경우 상관계수는 매우 높게 나타난다. 다시 말해, 상관분석은 분석 대상 시계열이 동시에 급격한 구조적인 변화를 보이는 경우 실제보다 훨씬 높은 상관관계가 있다는 잘못된 정보를 제공할 수 있다. 실제로 상품가격 등 경제 관련 시계열자료는 급등과 급락이 자주 발견된다는 점에서 가격 동조화에 초점을 둔 상관분석은 항상 오류를 발생할 가능성이 높다.

두 시계열의 동조화 정도를 나타내는 일치도 계수(concordance coefficient) 혹은 일치도 측도(measure of concordance)는 두 시계열 x_i 와 x_j 가 동일한 상태에서 존재하는 (전체 기간에서 차지하는) 시간적 비중이 통계적으로 유의한지 여부를 나타낸다. 상품가격을 예로 들면, 두 가지 상태는 상승 혹은 확장 국면(boom or expansionary phase)과 하락 혹은 축소 국면(slump or contractionary phase)에 속할 수 있다. 만약 상품가격 x_i 가 t 시점에서 상승국면에 속하면 상태변수 $S_{i,t}$ 는 1의 값을, 하락국면에 속하면 0의 값을 취하도록 정의한다. 마찬가지로 상태변수 $S_{j,t}$ 는 상품가격 x_j 에 대하여 동일한 방식으

로 1 혹은 0의 값을 가지도록 정의한다. 서로 다른 순환주기를 가지는 2개 시계열의 일치도 정도인 C_{ij} 는 아래와 같이 정의된다.

$$C_{ij} = T^{-1} \left\{ \sum_{t=1}^T (S_{i,t} S_{j,t}) + (1 - S_{i,t})(1 - S_{j,t}) \right\} \quad (1)$$

여기서, T 는 표본크기를 나타낸다.

McDermott and Scott(2000)는 일치도 추정치 $\hat{C}_{ij}$ 의 통계적 유의성에 대한 검정절차를 제시하였다. 해당 연구에서는 상이한 표본크기와 시계열의 최소 μ/σ 비율에 따른 유의수준별 임계치를 제시하는 대신 반응표면회귀분석(response surface regression) 결과를 제시하였다. 시뮬레이션을 통해 도출된 반응표면회귀식은 아래와 같다.

$$C_k(p) = \left[1 + \exp \left(-\beta_1 T_k^{-1/2} - \beta_2 \left(\frac{\mu}{\sigma} \right)_k - \beta_3 \left(\frac{\mu}{\sigma} \right)_k^2 \right) \right]^{-1} + \epsilon_k \quad (2)$$

<표 1>은 유의수준 1%, 5%, 10%에서 반응표면회귀식의 추정치를 보여준다. 예를 들어, 표본크기가 155, 최소 μ/σ 비율이 0.32일 경우 5% 유의수준에서 일치도 계수가 통계적으로 유의한지 여부를 결정하는 임계치는 $[1 + \exp(-4.78/(\sqrt{155}) - 0.8 \times 0.32 - 1.23 \times (0.32)^2)]^{-1} = 0.68$ 로 계산된다.

<표 1> 일치도 계수의 유의수준별 반응표면회귀식 추정치

유의수준	β_1	β_2	β_3
1%	7.18 (1.35)	0.67 (0.51)	1.57 (0.89)
5%	4.78 (0.96)	0.80 (0.35)	1.23 (0.54)
10%	3.42 (1.16)	0.92 (0.41)	1.02 (0.60)

주: 괄호 안은 표준오차를 의미

자료: McDermott and Scott(2000), p.11 Table 1을 인용

앞서 제시된 일치도 계수 C_{ij} 를 활용하기 위해서는 분석 대상인 개별 시계열이 시기별로 상승국면 혹은 하락국면에 속하는지 여부를 판별해야 한다. 일반적인 경우라면 상품시장이 상승국면 혹은 하락국면에 해당하는지를 육안으로 판별하는 것도 가능하다. 하지만 보다 객관적인 분석을 위해서는 상승국면과 하락국면을 제대로 정의하고 이를 정형화시킬 필요가 있다. 하나의 대안은 Burns and Mitchell(1946)에서 제시한 경기순환(business cycle) 이론을 토대로 상승국면과 하락국면을 정의할 수 있다.

상품가격이 대체로 상승하는 시기를 상승국면으로 정의한다. 반대로 상품가격이 대체로 하락하는 시기를 하락국면으로 정의한다. 또한 특정 상품가격이 국지적 피크시점을 지나 하락하는 경우 해당 상품시장은 상승국면에서 하락국면으로 전환한다고 정의한다. 실제로 이러한 정의를 정형화하는 작업은 Bry and Boschan(1971)에서 제시한 경기순환의 시기결정(business-cycle dating) 알고리즘을 활용하면 가능하다. Bry and Boschan(1971) 알고리즘을 활용하여 상승국면과 하락국면의 전환시점(turing point)을 탐색하는 절차는 아래와 같다.

- 1단계 : 피크(peak)와 슬럼프(slump)에 해당하는 시점을 포착한다. 피크 시점은 특정 구간에서 최고 가격을 기록하는 시점을 기준으로 전후 2개월의 가격보다 높게 나타나는 경우에 해당한다. 즉, $\{x_t > x_{t \pm k}\}, k = 1, \dots, K$, 여기서 $K = 2$ 로 가정한다. 슬럼프 시점은 특정 구간에서 최저 가격을 기록하는 시점을 기준으로 전후 2개월의 가격보다 낮게 나타나는 경우에 해당한다. 즉, $\{x_t < x_{t \pm k}\}, k = 1, \dots, K$, 여기서 $K = 2$ 로 가정한다.
- 2단계 : 앞서 포착된 피크와 슬럼프에 해당하는 시점은 서로 번갈아 가면서 나타나야 한다. 즉, 피크나 슬럼프 시점이 연속으로 탐색되어서는 안 된다.
- 3단계 : 추가적인 검열기준(censoring rule)에 따라 피크와 슬럼프에 해당하는 시점을 재탐색한다. 먼저, 피크-슬럼프-피크 혹은 슬럼프-피크-

슬럼프와 같은 특정 순환주기(cycle)의 지속기간이 최소 12개월 이상이어야 한다. 다음으로, 개별 시계열의 처음과 마지막에 위치한 피크나 슬럼프에 해당하는 시점이 양 끝단을 기준으로 최소 6개월 이상이어야 한다. 또한 상승국면(슬럼프-피크) 혹은 하락국면(피크-슬럼프)은 최소 6개월 이상이어야 한다.

- 4단계 : 앞서 기술된 제약조건에 부합하는 최종의 피크와 슬럼프에 해당하는 시점을 포착한다.

본 연구에서는 상승국면과 하락국면의 전환시점을 탐색하는 과정에서 순환주기와 상승국면(하락국면)을 각각 12개월과 6개월로 설정하였다. 미국의 NBER에서 경기순환 시점을 판별하는 일반적인 기준으로 순환주기는 15개월, 상승국면(하락국면)은 6개월이다. 상품시장을 대상으로 일치도 개념을 활용한 Cashin et al.(1999), McDermott and Scott(2000), Cashin et al.(2002) 등의 연구에서는 순환주기와 상승국면(하락국면)을 각각 24개월, 12개월로 설정하였다. 이렇듯, 순환주기와 상승국면(하락국면)의 기간을 명확히 설정할 수 있는 기준은 존재하지 않고, 다분히 경험적으로 설정된다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 분석 대상 기간이 그리 길지 않기 때문에 순환주기와 상승국면(하락국면)의 기간을 너무 길게 설정하면 일치도 계수 추정에 필요한 적절한 수의 상승국면 혹은 하락국면을 분별할 수 없다는 문제가 발생한다. 따라서 비록 자의적이지만 순환주기와 상승국면(하락국면)을 각각 12개월과 6개월로 가정하였다.

Ⅲ. 표본자료 및 국면 탐색

1. 표본자료

본 연구에서는 발전용 유연탄 가격과 여타 상품가격과의 동조화 여부를 실증적으로 분석하는 데 주된 목적이 있다. 이를 위해 분석 대상 표본을 2개의 그룹으로 구분하고 이들 그룹 내에서 상품가격 사이의 상관계수와 일치도 계수를 추정한다.

분석 대상 2개 그룹은 발전용 유연탄 가격과 상호 연계성이 없다고 판단되는 상품들과 상호 연계성이 크거나 있다고 판단되는 상품들이다. 상호 연계성이 없다고 분류된 6개 상품들은 코코아(cocoa), 구리(copper), 면화(cotton), 목재(hard logs), 소맥(wheat), 아연(zinc) 등이다.¹⁾ 상호 연계성이 있다고 분류된 6개 상품들은 호주산 유연탄(Newcastle coal), 인도네시아산 천연가스(natural gas), Brent 원유, Dubai 원유, WTI 원유, 우라늄(uranium) 등이다.

발전용 유연탄 가격은 Platts의 ICR(International Coal Report)에서 발표하는 아시아 기준가격(Asian marker price)을 활용한다. 나머지 상품가격은 IMF(International Monetary Fund)에서 제공하는 시계열 자료를 활용한다. 분석 대상 기간은 1998년 1월부터 2011년 4월까지이고, 모든 자료는 월간 평균으로 총 160개월에 해당한다. <표 2>는 이들 상품가격의 내역을 정리한 것이다.

1) 상호 연계성이 없다고 판단되는 상품그룹은 Pindyck and Rotemberg(1990)에서 사용한 상품과 가장 유사한 품목으로 선정하였다. 해당 연구에서는 1960년 4월부터 1985년 11월까지 월간으로 7개 상품가격을 선정하였다. 해당 상품은 소맥, 면화, 구리, 금, 원유, 고무, 코코아 등이다. 이들 품목은 Pindyck and Rotemberg(1990)과 비교 분석을 위해 시도된 Cashin et al.(1999), McDermott and Scott(2000)의 연구에서도 사용된 상품들이다.

〈표 2〉 분석 대상 상품 및 지수 내역

상품	내역
아시아 기준 유연탄	ICR Asian Marker coal price (\$/mt)
상호 연계성이 없는 상품	
코코아	Cocoa beans, International Cocoa Organization cash price, CIF US and European ports, US\$ per metric tonne
구리	Copper, grade A cathode, LME spot price, CIF European ports, US\$ per metric tonne
면화	Cotton, Cotton Outlook 'A Index', Middling 1-3/32 inch staple, CIF Liverpool, US cents per pound
목재	Hard Logs, best quality Malaysian Meranti, import price Japan, US\$ per cubic meter
소맥	Wheat, No.1 Hard Red Winter, ordinary protein, FOB Gulf of Mexico, US\$ per metric tonne
아연	Zinc, high grade 98% pure, US\$ per metric tonne
상호 연계성이 있는 상품	
호주산 유연탄	Coal, Australian thermal coal, 12,000- btu/pound, less than 1% sulfur, 14% ash, FOB Newcastle/Port Kembla, US\$ per metric tonne
인도네시아산 천연가스	Natural Gas, Indonesian Liquefied Natural Gas in Japan, US\$ per cubic meter of liquid
원유 (Brent)	Crude Oil, Dated Brent, light blend 38 API, FOB U.K., US\$ per barrel
원유 (Dubai)	Crude Oil, Dubai medium, Fateh 32 API, FOB, US\$ per barrel
원유 (WTI)	Crude Oil, West Texas Intermediate 40 API, Midland Texas, US\$ per barrel
우라늄	Uranium, NUEXCO, restricted price, NUEXCO exchange spot, US\$ per pound

자료: www.imf.org/external/np/res/commmod/index.asp

〈표 3〉과 〈표 4〉는 각각 상호 연계성이 없는 상품과 상호 연계성이 있는 상품의 표본자료에 대한 기초 통계량을 정리한 것이다. 모든 시계열자료에서 정규성 검정 결과 유의수준 1%에서 정규분포를 따른다는 귀무가설을 기각하는 것으로 나타난다.

〈표 3〉 표본자료의 기초 통계량 : 상호 연계성이 없는 상품

구분	유연탄	코코아	구리	면화	목재	소맥	아연
표본수	160	160	160	160	160	160	160
평균	65.65	1,850.49	3,992.30	66.11	219.02	181.02	1,587.48
표준편차	41.60	710.61	2,642.69	28.64	52.39	72.21	879.80
최소값	25.54	860.74	1,377.38	37.22	132.94	102.16	748.81
최대값	223.91	3,522.10	9,880.94	229.67	343.00	439.72	4,381.45
왜도	1.43	0.74	0.64	3.86	0.48	1.41	1.30
첨도	1.99	-0.37	-1.15	16.90	-0.83	1.53	0.81
정규성	61.41	90.29	125.68	1,685.38	103.97	67.58	76.63

〈표 4〉 표본자료의 기초 통계량 : 상호 연계성이 있는 상품

구분	유연탄	호주탄	천연가스	Brent	Dubai	WTI	우라늄
표본수	160	160	160	160	160	160	160
평균	65.65	57.33	137.56	48.26	45.69	49.24	32.17
표준편차	41.60	36.77	56.38	29.14	28.21	28.16	28.06
최소값	25.54	24.00	54.07	9.80	10.05	11.31	7.10
최대값	223.91	192.86	296.24	133.90	131.22	133.93	136.22
왜도	1.43	1.37	0.62	0.80	0.84	0.78	1.35
첨도	1.99	1.45	-0.09	-0.03	-0.01	-0.01	1.68
정규성	61.41	66.48	73.92	78.16	79.20	76.46	60.41

2. 상승국면 및 하락국면 탐색

[그림 1]은 앞서 기술된 Bry and Boschan 알고리즘을 활용하여 발전용 유연탄의 아시아 기준가격을 대상으로 상승국면과 하락국면을 탐색한 결과를 보여준다.²⁾ 기존 연구들과의 비교를 용이하게 하기 위해 시계열자료는 로그를 취한 형태로 전환된 상태이다.

2) <부록>에는 여타 상품가격들을 대상으로 상승국면과 하락국면을 탐색한 결과를 보여준다.

이 그림에서 사각형으로 표시된 부분은 슬럼프에서 피크로 유연탄 가격이 올라가는 상승국면에 해당하고, 이외의 부분은 피크에서 슬럼프로 유연탄 가격이 내려가는 하락국면에 해당한다. 유연탄의 경우 첫 번째 슬럼프는 1998년 9월에 발생하고, 두 번째 슬럼프는 2002년 8월에 발생하였다. 또한 첫 번째 피크는 2001년 5월에 발생하고, 두 번째 피크는 2004년 7월에 발생한 것으로 나타난다. 첫 번째 상승국면은 1998년 10월부터 2001년 5월까지 30개월간 지속되었다. 또한 첫 번째 하락국면은 2001년 6월부터 2002년 8월까지 13개월간 지속되었다. 슬럼프-피크-슬럼프 사이클로 형성된 첫 번째 하락주기는 1998년 10월부터 2002년 8월까지 43개월에 해당한다. 피크-슬럼프-피크 사이클로 형성된 첫 번째 상승주기는 2001년 6월부터 2004년 7월까지 34개월에 해당한다.

<표 5>와 <표 6>은 각각 발전용 유연탄과 상호 연계성이 없는³⁾ 상품들과 상호 연계성이 있는 상품들의 시계열자료를 대상으로 탐색된 슬럼프와 피크, 하락주기(슬럼프-피크-슬럼프 사이클)와 상승주기(피크-슬럼프-피크 사이클)의 수를 요약한 것이다. 이들 표에서 알 수 있듯이, 각 상품별로 상승국면과 하락국면, 그리고 상승주기와 하락주기가 일치하지 않고 지속 개월도 상이한 것으로 나타난다.

3) 두 상품가격 사이에 상호 연계성이 없다는 것은 이들 두 상품의 가격에 대한 수요와 공급의 교차탄력성이 거의 영에 가까운 상태를 의미한다. 다시 말해, 유연탄과 이들 6개 상품은 수요 측면에서 서로 보완재나 대체재가 아니고, 동시에 함께 생산에 투입되지도 않으며, 어느 한 상품의 생산에 필요한 투입재도 아니라는 의미로 해석할 수 있다.

[그림 1] 상승국면 및 하락국면 분석 : 유연탄



〈표 5〉 상승국면 및 하락국면 요약 : 상호 연계성이 없는 상품

구분	슬럼프	피크	하락주기	상승주기
유연탄	5	5	4	4
코코아	4	4	3	3
구리	4	4	3	3
면화	4	4	3	3
목재	3	3	2	2
소맥	4	4	3	3
아연	4	3	3	2

주: 하락주기는 슬럼프-피크-슬럼프 사이클, 상승주기는 피크-슬럼프-피크 사이클 의미

〈표 6〉 상승국면 및 하락국면 요약 : 상호 연계성이 있는 상품

구분	슬럼프	피크	하락주기	상승주기
유연탄	5	5	4	4
호주탄	4	4	3	3
천연가스	4	4	3	3
Brent	4	4	3	3
Dubai	3	3	2	2
WTI	4	4	3	3
우라늄	4	3	3	2

주: 하락주기는 슬럼프-피크-슬럼프 사이클, 상승주기는 피크-슬럼프-피크 사이클 의미

IV. 상관계수 및 일치도 계수 측정

<표 7>과 <표 8>은 각각 발전용 유연탄 가격과 상호 연계성이 없는 경우와 있는 경우의 6개 상품가격 사이의 상관계수를 추정한 결과이다. 일반적으로 상품가격은 불안정한 시계열이기 때문에 로그차분 형태(log difference)로 전환하였다. 이 표에서 알 수 있듯이, 상호 연계성이 없는 경우, 7개 상품 가운데 2개 상품의 조합으로 구성된 21개($= (7 \times 6) / 2$) 상관계수는 절대값 기준으로 최소 0.0132에서 최대 0.7071로 나타난다. 상호 연계성이 있는 경우 상관계수는 절대값 기준으로 최소 0.0098에서 최대 0.9550으로 나타난다.

<표 7> 상관계수 : 상호 연계성이 없는 상품

구분	유연탄	코코아	구리	면화	목재	소맥	아연
유연탄	1						
코코아	0.1681	1					
구리	0.4127	0.1605	1				
면화	0.3078	0.0934	0.2346	1			
목재	-0.0282	-0.0360	-0.1064	0.0132	1		
소맥	0.2529	0.1554	0.2600	0.2166	0.1147	1	
아연	0.2190	0.1151	0.7071	0.1751	-0.0142	0.2150	1

<표 8> 상관계수 : 상호 연계성이 있는 상품

구분	유연탄	호주탄	천연가스	Brent	Dubai	WTI	우라늄
유연탄	1						
호주탄	0.8254	1					
천연가스	0.2474	0.1830	1				
Brent	0.3776	0.3474	0.2067	1			
Dubai	0.3994	0.3628	0.2332	0.9550	1		
WTI	0.3596	0.3431	0.2580	0.9371	0.9145	1	
우라늄	0.1430	0.1537	-0.0098	0.1128	0.1226	0.0796	1

<표 9>와 <표 10>은 이들 상관계수의 통계적 유의성 검정을 위해 t-검정치를 활용하여 상관계수의 통계적 유의수준을 요약한 것이다.⁴⁾ 즉, 표 안의 1, 5, 10은 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 상관관계가 통계적으로 유의하다는 의미이다. 상호 연계성이 없는 경우, 상품가격의 조합으로 구성된 21개 상관계수 가운데 16개가 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다는 결과가 도출되었다. 또한 유의수준 5%에서 13개, 유의수준 1%에서 9개가 통계적으로 유의한 것으로 나타난다. 특히 발전용 유연탄 가격과의 상관관계는 목재를 제외하고 모든 상품가격이 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타난다. 이 결과는 분석 대상 기간은 상이하지만 분석 대상 품목이 유사하다는 점을 고려할 때 Pindyck and Rotemberg(1990), Cashin et al.(1999), McDermott and Scott(2000), Cashin et al.(2002) 등의 기존 연구결과와도 일관된 것이다.

상호 연계성이 있는 경우, 총 21개 상관계수 가운데 19개가 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다는 결과가 도출되었다. 또한 유의수준 5%에서 17개, 유의수준 1%에서 14개가 통계적으로 유의한 것으로 나타난다. 앞서 상호 연계성이 없는 상품가격을 대상으로 한 경우와 비교하여 보다 많은 경우에 상관관계가 통계적으로 유의하다는 것을 알 수 있다. 특히 발전용 유연탄 가격과의 상관관계는 모든 상품가격이 유의수준 1%(우라늄만이 5%)에서 통계적으로 유의한 것으로 나타난다.

〈표 9〉 상관계수의 유의수준 : 상호 연계성이 없는 상품

(단위: %)

구분	유연탄	코코아	구리	면화	목재	소맥	아연
유연탄	1						
코코아	5	1					
구리	1	5	1				
면화	1	-	1	1			
목재	-	-	10	-	1		
소맥	1	5	1	1	10	1	
아연	1	10	1	5	-	1	1

주: 1, 5, 10은 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 상관관계가 통계적으로 유의하다는 의미

4) 상관계수의 표본분포는 근사적으로 t-분포를 따른다. 통계적 유의성에 대한 검정은 t-통계량인 $t = \rho \sqrt{(1-\rho^2)/(N-2)}$ 을 사용하여 산출한 것이다.

〈표 10〉 상관계수의 유의수준 : 상호 연계성이 있는 상품 (단위: %)

구분	유연탄	호주탄	천연가스	Brent	Dubai	WTI	우라늄
유연탄	1						
호주탄	1	1					
천연가스	1	5	1				
Brent	1	1	1	1			
Dubai	1	1	1	1	1		
WTI	1	1	1	1	1	1	
우라늄	5	5	-	10	10	-	1

주: 1, 5, 10은 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 상관관계가 통계적으로 유의하다는 의미

〈표 11〉과 〈표 12〉는 식 (1)의 공식을 활용하여 추정된 일치도 계수를 정리한 것이다. 상관계수 추정과 달리 일치도 분석의 특성상 로그(log) 형태의 변수를 사용하였다. 상호 연계성이 없는 경우, 7개 상품의 조합으로 구성된 21개 일치도 계수는 절대값 기준으로 최소 0.4313에서 최대 0.7750으로 나타난다. 상호 연계성이 있는 경우, 일치도 계수는 절대값 기준으로 최소 0.4437에서 최대 0.9313으로 나타난다.

일치도 추정치의 통계적 유의성 검정을 위해서는 (μ/σ) 최소비용을 산출할 필요가 있다. 여기서, μ 와 σ 는 로그차분된 개별 시계열자료를 아래와 같은 무작위행보(random walk) 모형으로 추정한 값을 활용한다.

$$x_{i,t} = \mu + x_{i,t-1} + \epsilon_{i,t}, \epsilon_{i,t} \sim N(0, \sigma^2) \quad (3)$$

〈표 11〉 일치도 계수 : 상호 연계성이 없는 상품

구분	유연탄	코코아	구리	면화	목재	소맥	아연
유연탄	1						
코코아	0.5875	1					
구리	0.6125	0.5500	1				
면화	0.6188	0.6563	0.7688	1			
목재	0.5813	0.5062	0.6563	0.5875	1		
소맥	0.7188	0.5687	0.6062	0.7750	0.6250	1	
아연	0.6312	0.4313	0.6937	0.5625	0.5375	0.5500	1

〈표 12〉 일치도 계수 : 상호 연계성이 있는 상품

구분	유연탄	호주탄	천연가스	Brent	Dubai	WTI	우라늄
유연탄	1						
호주탄	0.9313	1					
천연가스	0.6312	0.6250	1				
Brent	0.5813	0.5250	0.7875	1			
Dubai	0.6125	0.5563	0.7813	0.9313	1		
WTI	0.6250	0.6062	0.8688	0.8938	0.8375	1	
우라늄	0.4938	0.4875	0.4750	0.5375	0.5938	0.4437	1

<표 13>과 <표 14>는 (μ/σ) 최소비용을 검정통계량으로, 식 (2)의 공식에 기초하여 임계치를 산출한 결과를 토대로 일치도 계수의 통계적 유의수준을 요약한 것이다.⁵⁾ 표 안의 1, 5, 10은 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 일치도 계수가 통계적으로 유의하다는 의미이다. 상호 연계성이 없는 경우, 상품가격의 조합으로 구성된 21개 일치도 계수 가운데 12개가 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다는 결과가 도출되었다. 또한 유의수준 5%에서 8개, 유의수준 1%에서 6개가 통계적으로 유의한 것으로 나타난다. 앞서 상관계수를 활용한 상관관계의 유의성에 비해 조금 떨어지는 것으로 나타난다.⁶⁾ 발전용 유연탄 가격과의 일치도 관계는 목재를 제외하고 모든 상품에서 유의수준 10%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타난다.

상호 연계성이 있는 경우, 총 21개 일치도 계수 가운데 12개가 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하다는 결과가 도출되었다. 또한 유의수준 5%에서

5) 저자에게 요구시, 유의수준 1%, 5%, 10%에 해당하는 일치도 관계가 전혀 없다는 귀무가설을 기각하는 임계치를 구할 수 있다.

6) Pindyck and Rotemberg(1990) 연구와 동일한 분석 대상기간과 거의 유사한 표본자료를 활용한 Cashin et al.(1999)에서는 21개 상관계수 가운데 9개가 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 나타난 반면 21개 일치도 계수가 어느 것도 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 또한 표본대상 기간을 조금 확장한 경우에도 21개 일치도 계수 가운데 1개만이 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이로써 상호 연계성이 없는 상품들 사이에는 가격 동조화가 없다고 지적하고, Pindyck and Rotemberg(1990)의 상관관계 분석과 완전히 상반된 결론을 제시하였다.

10개, 유의수준 1%에서 7개가 통계적으로 유의한 것으로 나타난다. 앞서 상호 연계성이 없는 경우와 마찬가지로 상관계수를 활용한 상관관계의 유의성에 비해 조금 떨어지는 것으로 나타난다. 흥미로운 사실은 상호 연계성이 없는 상품가격을 대상으로 한 경우와 비교해서 일치도 관계 측면에서 크게 차이가 없다는 점이다. 발전용 유연탄 가격과의 일치도 관계는 Brent 원유와 우라늄을 제외한 모든 상품의 경우 유의수준 5%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타난다.

〈표 13〉 일치도 계수의 유의수준 : 상호 연계성이 없는 상품

(단위: %)

구분	유연탄	코코아	구리	면화	목재	소맥	아연
유연탄	1						
코코아	10	1					
구리	10	-	1				
면화	10	1	1	1			
목재	-	-	1	-	1		
소맥	1	-	10	1	5	1	
아연	5	-	1	-	-	-	1

주: 1, 5, 10은 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 상관관계가 통계적으로 유의하다는 의미

〈표 14〉 일치도 계수의 유의수준 : 상호 연계성이 있는 상품

(단위: %)

구분	유연탄	호주탄	천연가스	Brent	Dubai	WTI	우라늄
유연탄	1						
호주탄	1	1					
천연가스	5	5	1				
Brent	-	-	1	1			
Dubai	10	-	1	1	1		
WTI	5	10	1	1	1	1	
우라늄	-	-	-	-	-	-	1

주: 1, 5, 10은 각각 유의수준 1%, 5%, 10%에서 상관관계가 통계적으로 유의하다는 의미

V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 아시아 기준 발전용 유연탄 가격과 주요 상품가격들을 대상으로 가격 동조화 현상을 실증적으로 분석하였다. 이전 유사 연구들과의 비교를 위해 일반적으로 활용되는 상관분석과 함께 일치도 분석을 병행함으로써 동조화 현상에 대한 실증분석 결과의 차이를 제시하였다. 한 가지 흥미로운 사실은 상호 연계성이 없는 상품들 사이의 동조화 정도가 시기별로 차이가 난다는 것이다.

Pindyck and Rotemberg(1990)에서 1960년에서 1980년대 중반까지의 표본 자료를 활용하여 상관관계를 분석한 결과 대략 절반 정도가 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 하지만 Cashin et al.(1999)에서는 동일한 표본자료에 대하여 일치도 계수를 활용하여 분석한 결과 서로 연계성이 없는 상품가격들 사이에 통계적으로 유의한 동조화 현상을 전혀 발견하지 못하였다. 그런데 1990년대 후반부터 현재까지로 분석기간으로 달리한 본 연구에서는 상품 조합의 절반 이상에서 통계적으로 유의한 동조화 현상을 확인할 수 있었다. 이로써 이전에 비해 최근에 와서 상호 연계성이 없는 상품들 사이에서도 가격 동조화 현상이 진행되었다는 사실을 발견할 수 있었다.

향후 중국, 인도와 같은 신흥 개발국들의 꾸준한 성장세가 예상되며 이들 국가의 원자재와 상품의 수요 증가로 인해 국제 상품가격의 상승과 변동성이 증가할 것으로 전망된다. 국제 상품시장에서는 주요 상품가격들이 거시경제변수 등 공통의 확률적 추세를 따라 동반하여 상승할 수 있다. 이러한 가격 동조화 현상은 정도의 차이는 있겠지만 상호 연계성 여부에 관계없이 진행될 수 있다. 따라서 가격 예측에 있어서도 이들 상품 사이의 동조화 현상을 적절히 반영할 수 있어야 할 것이다. 또한 상품시장에서의 포트폴리오 투자전략이

나 원자재 구매전략 수립 시에도 상품가격 사이의 동조화 현상을 제대로 고려하는 것이 보다 나은 결과를 도출하는데 도움이 될 것이다.

접수일(2012년 3월 12일), 게재확정일(2012년 4월 30일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- Bry, G. and C. Boschan, 1971, Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs, New York: National Bureau of Economic Research.
- Burns, A. and W. Mitchell, 1946, Measuring Business Cycles, NBER Studies in Business Cycles No.2, (New York: National Bureau of Economic Research).
- Cashin, P., J. McDermott and A. Scott, 1999, "The myth of comoving commodity prices," IMF Working Paper No. 169.
- Cashin, P., J. McDermott and A. Scott, 2002, "Booms and slumps in world commodity prices," Journal of Development Economics, 69, 277-296.
- Deb, P., P. Trivedi, and P. Varangis, 1996, "The excess co-movement of commodity prices reconsidered," Journal of Applied Econometrics 11, 275-91.
- Harding, D. and A. Pagan, 1999, "Dissecting the cycle," Melbourne Institute Working Paper No. 13/99, Melbourne: University of Melbourne.
- McDermott, C. and A. Scott, 2000, "Concordance in business cycles," IMF Working Paper No. 37.
- Pagan, A., 1999, "A framework for understanding bull and bear markets," mimeo, Canberra: Australian National University.
- Palaskas, T., 1993, "Market commodity prices: the implications of the co-movement and excess co-movement issue," in M. Nissanke and A. Hewitt (eds.),

Economic Crisis in Developing Countries: New Perspectives on Commodities, Trade and Finance, New York: Pinter, 89-103.

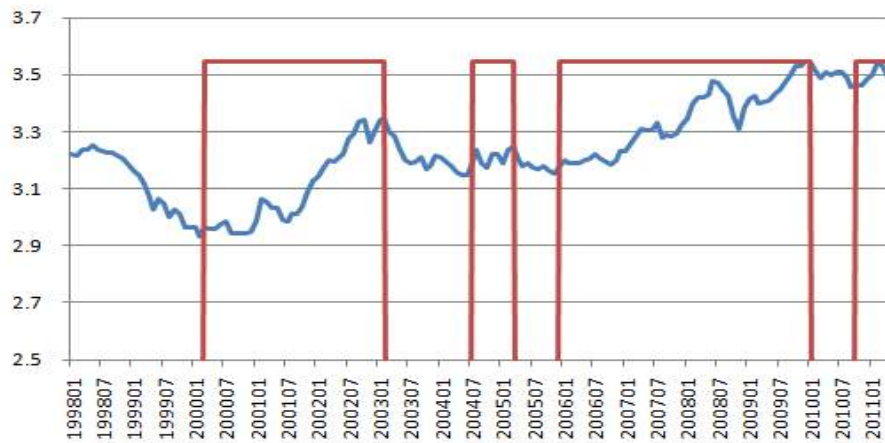
Palaskas, T. and P. Varangis, 1991, "Is there excess co-movement of primary commodity prices?: A co-integration test," Working Paper Series No. 758, International Economics Department, Washington: World Bank.

Pindyck, R. and J. Rotemberg, 1990, "The excess co-movement of commodity prices," Economic Journal 100, 1173-89.

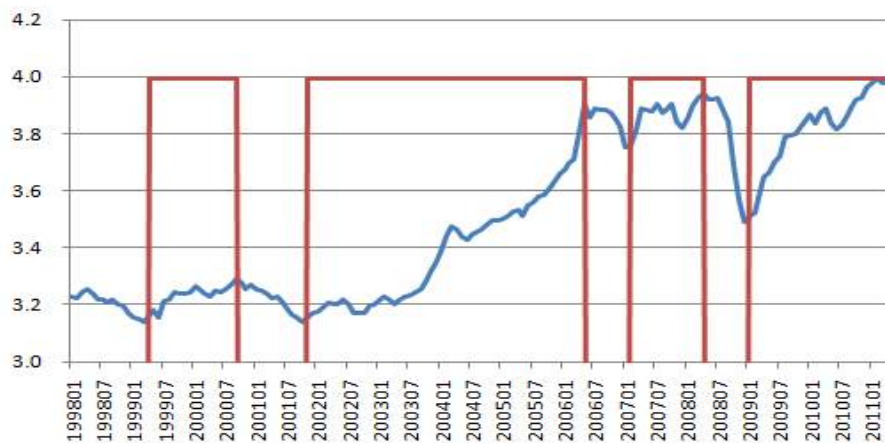
Trivedi, P., 1995, "Tests of some hypotheses about the time series behavior of commodity prices," in G. Maddala, P. Phillips, and T. Srinivasan (eds.), Advances in Econometrics and Quantitative Economics: Essays in Honor of C. Rao, Oxford: Blackwell, 382-412.

<부 록> 상품별 상승국면 및 하락국면 분석

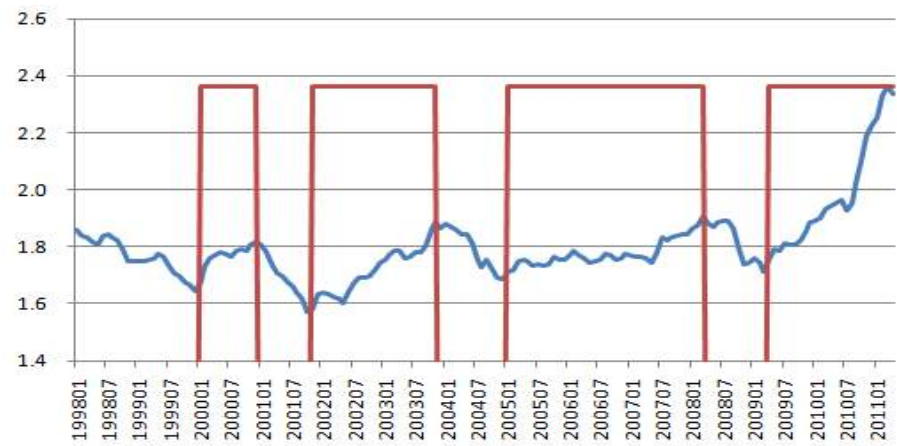
[부록그림 1] 상승국면 및 하락국면 분석 : 코코아



[부록그림 2] 상승국면 및 하락국면 분석 : 구리



[부록그림 3] 상승국면 및 하락국면 분석 : 면화



[부록그림 4] 상승국면 및 하락국면 분석 : 목재



발전용 유연탄 가격과 여타 상품가격의 동조화 현상에 대한 실증분석

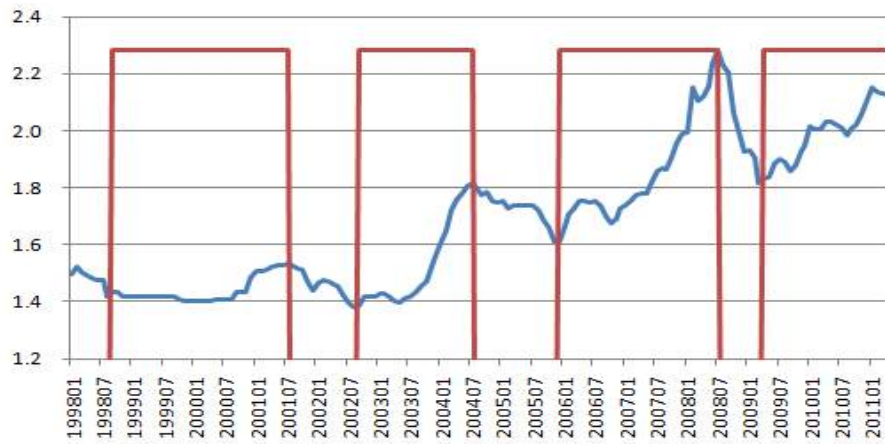
[부록그림 5] 상승국면 및 하락국면 분석 : 소맥



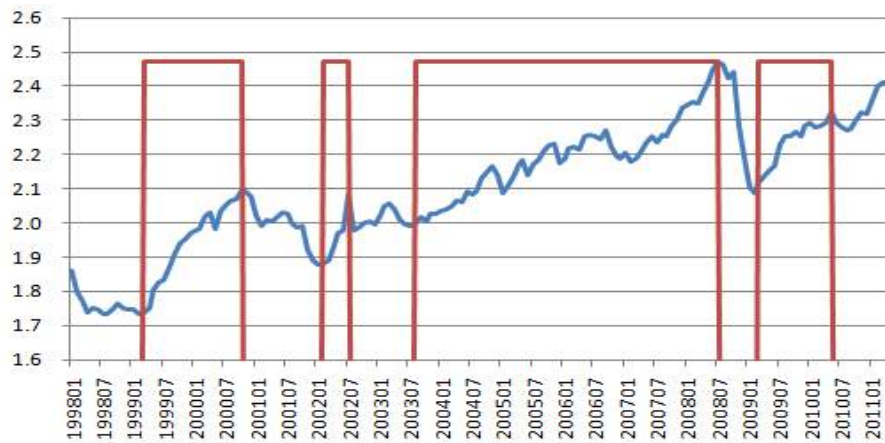
[부록그림 6] 상승국면 및 하락국면 분석 : 아연



[부록그림 7] 상승국면 및 하락국면 분석 : 호주산 유연탄

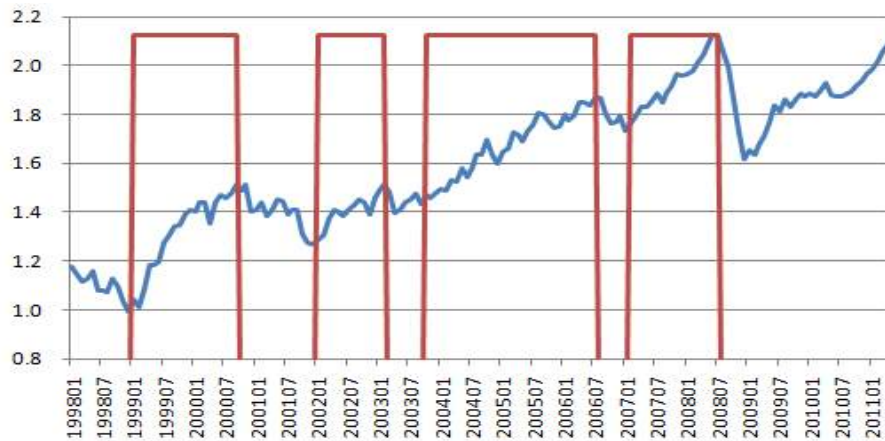


[부록그림 8] 상승국면 및 하락국면 분석 : 인도네시아산 천연가스



발전용 유연탄 가격과 여타 상품가격의 동조화 현상에 대한 실증분석

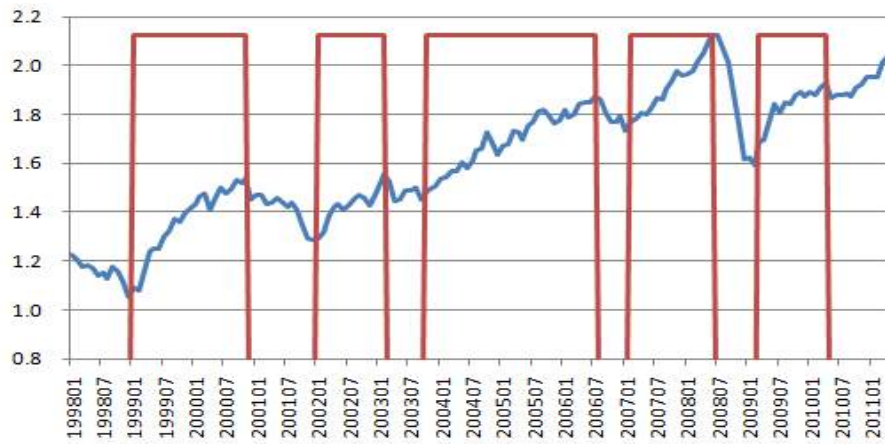
[부록그림 9] 상승국면 및 하락국면 분석 : Brent 원유



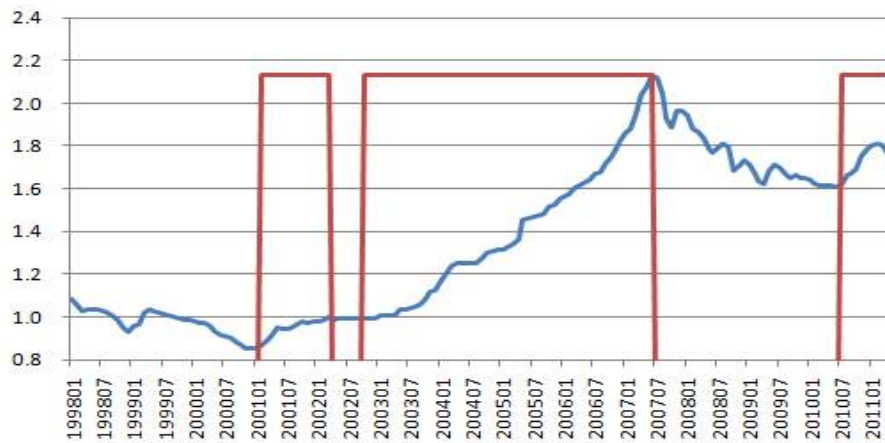
[부록그림 10] 상승국면 및 하락국면 분석 : Dubai 원유



[부록그림 11] 상승국면 및 하락국면 분석 : WTI 원유



[부록그림 12] 상승국면 및 하락국면 분석 : 우라늄



ABSTRACT

An Empirical Analysis on the Comovement
between Coal Price and Other Commodity Prices

Won-Cheol Yun*

Recently, international commodity markets are showing severe price fluctuations and comovement. This study empirically analyzes the comovement phenomenon using steam coal price and other major commodity prices. For this purpose, it tries to compare the empirical results from widely used correlation analysis and concordance analysis. An interesting finding is that the degrees of comovement among unrelated commodities vary depending on the periods analyzed.

Key Words : Bituminous Coal Price, Correlation, Comovement

JEL Codes : E32, Q41, Q43

* Professor, Dept. of Economics and Finance, Hanyang University. wcyun@hanyang.ac.kr