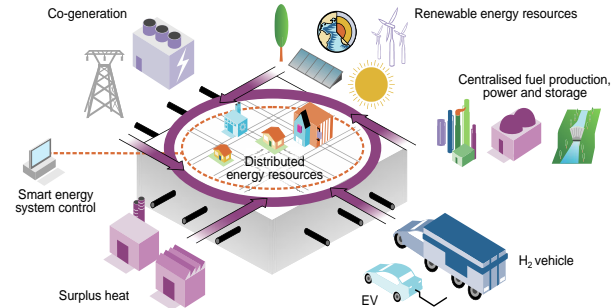
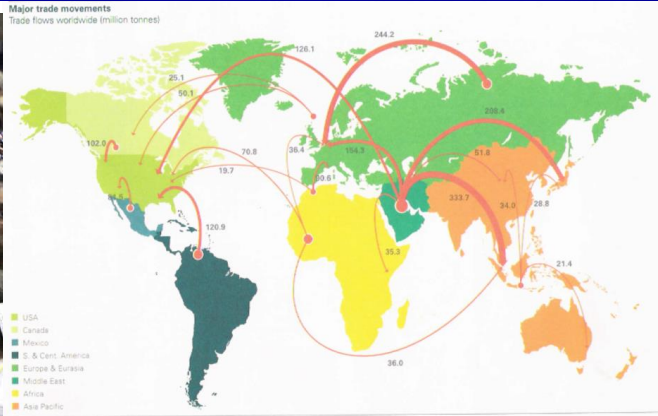


공적분 분석 (Cointegration Analysis)



1. 단위근 검정 (Unit Root Test)

- **Dickey-Fuller(DF) Test**

- $Y_t = c_1 \cdot Y_{t-1} + e_t,$
- $Y_t = c_0 + c_1 \cdot Y_{t-1} + e_t,$
- $Y_t = c_0 + b \cdot T + c_1 \cdot Y_{t-1} + e_t$

귀무가설: $|c_1| = 1$ (Unit Root)

- 검증하기 쉽게 양변에서 Y_{t-1} 를 빼주면 $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}, c_1' = c_1 - 1$

- $\Delta Y_t = c_1' \cdot Y_{t-1} + e_t,$
- $\Delta Y_t = c_0 + c_1' \cdot Y_{t-1} + e_t,$
- $\Delta Y_t = c_0 + b \cdot T + c_1' \cdot Y_{t-1} + e_t$

귀무가설: $c_1' = 0$ (Unit Root)

ADF (Augmented Dickey-Fuller Test)로 발전

1. 단위근 검정 (Unit Root Test)

- 귀무가설 : 단위근 (Unit Root) 이 있다
- 검정 방법: ADF, PP 등
- 상수항, 추세 포함 여부
- 시차(k) 결정

- $Y_t = c_1 \cdot Y_{t-1} + e_t$,

- $Y_t = c_0 + c_1 \cdot Y_{t-1} + e_t$,

- $Y_t = c_0 + b \cdot T + c_1 \cdot Y_{t-1} + e_t$

- $Y_t = c_1 \cdot Y_{t-1} + c_2 \cdot Y_{t-2} + \dots + c_k \cdot Y_{t-k} + e_t$,

- $Y_t = c_0 + c_1 \cdot Y_{t-1} + c_2 \cdot Y_{t-2} + \dots + c_k \cdot Y_{t-k} + e_t$,

- $Y_t = c_0 + b \cdot T + c_1 \cdot Y_{t-1} + c_2 \cdot Y_{t-2} + \dots + c_k \cdot Y_{t-k} + e_t$

2. 공적분 검정

- Cointegration(공적분) for Long-Run Relationship

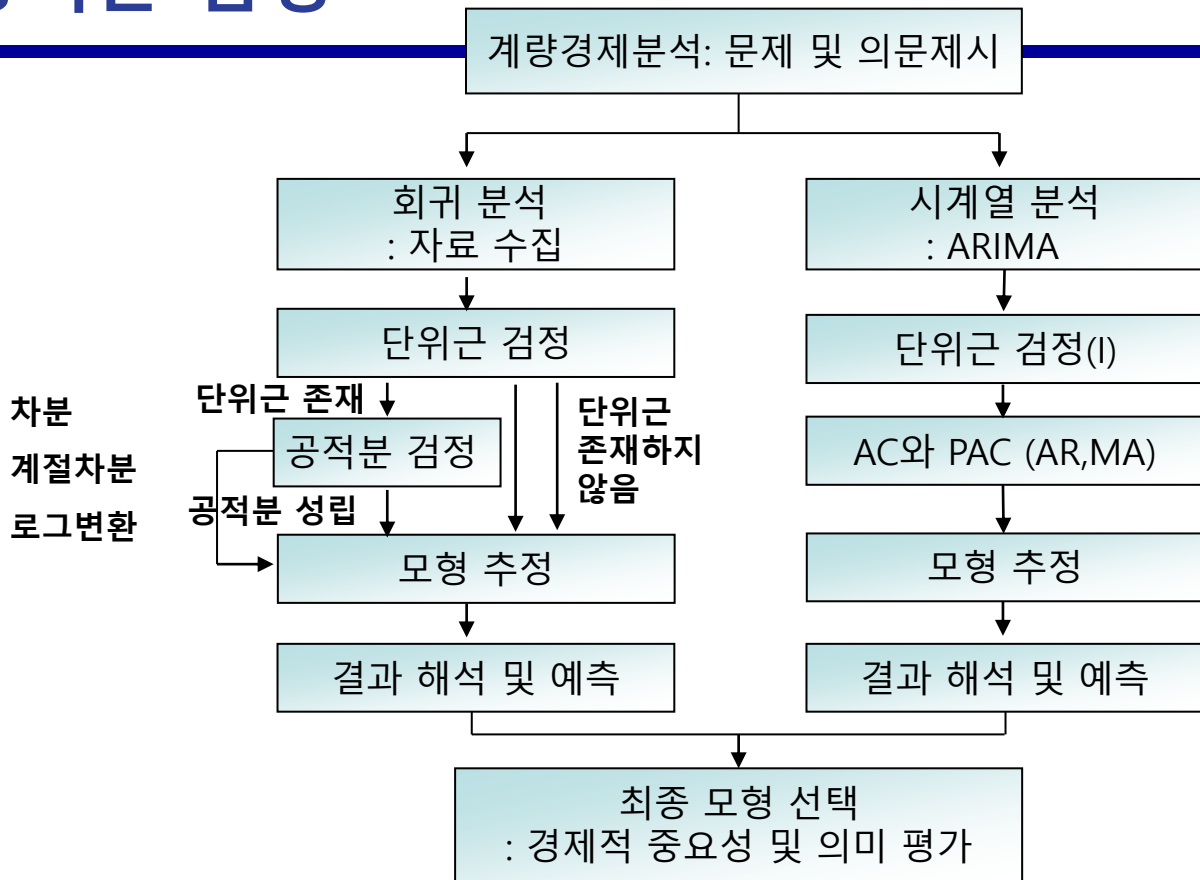
$$Y_t = \alpha X_t + Z_t \quad \sim \quad Z_t = Y_t - \alpha X_t$$

- If $X_t \sim I(0)$ and $Y_t \sim I(0)$, then $Z_t \sim I(0)$
- If $X_t \sim I(0)$ and $Y_t \sim I(1)$, then $Z_t \sim I(1)$
- If $X_t \sim I(1)$ and $Y_t \sim I(1)$, then $Z_t \sim I(?)$

- If $Z_t \sim I(1)$, then the regression is spurious
- If $Z_t \sim I(0)$, then we say

“ X_t 와 Y_t 가 서로 Cointegrated 되었으며
두 변수간에는 장기적인 균형관계가 성립”

2. 공적분 검정



2. 공적분 검정

Journal of Econometrics 35 (1987) 143-159. North-Holland

FORECASTING AND TESTING IN CO-INTEGRATED SYSTEMS*

Robert F. ENGLE and Byung Sam YOO

University of California, San Diego, CA 92093, USA

This paper examines the behavior of forecasts made from a co-integrated system as introduced by Granger (1981), Granger and Weiss (1983) and Engle and Granger (1987). It is established that a multi-step forecast will satisfy the co-integrating relation exactly and that this particular linear combination of forecasts will have a finite limiting forecast error variance. A simulation study compares the multi-step forecast accuracy of unrestricted vector autoregression with the two-step estimation of the vector autoregression imposing the co-integration restriction.

To test whether a system exhibits co-integration, the procedures introduced in Engle and Granger (1987) are extended to allow different sample sizes and numbers of variables.

158

R.F. Engle and B.S. Yoo, Forecasting in co-integrated systems

Table 3
Critical values for a higher-order system (33).

Number of var's <i>N</i>	Sample size <i>T</i>	Significance level		
		1%	5%	10%
2	50	4.12	3.29	2.90
	100	3.73	3.17	2.91
	200	3.78	3.25	2.98
3	50	4.45	3.75	3.36
	100	4.22	3.62	3.32
	200	4.34	3.78	3.51
4	50	4.61	3.98	3.67
	100	4.61	4.02	3.71
	200	4.72	4.13	3.83
5	50	4.80	4.15	3.85
	100	4.98	4.36	4.06
	200	4.97	4.43	4.14

Table 4
Critical values for the Durbin-Watson statistic (number of variables $N = 2$).

Sample size	Canonical system (31)			Higher-order system (33)		
	1%	5%	10%	1%	5%	10%
50	1.00	0.78	0.69	1.49	1.03	0.83
100	0.51	0.39	0.32	0.46	0.28	0.21
200	0.29	0.20	0.16	0.13	0.08	0.06

2. 공적분 검정

- **귀무가설**

: 비정상 시계열 간의 조합에 따른 오차항에 단위근이 존재한다.

- **Engel & Granger 검정**

- 회귀분석 결과의 잔차항에 대해 검정
- N개의 비정상시계열 사이에는 일반적으로 N-1개까지의 공적분 관계가 존재할 수 있다
- EG 공적분 검정은 세 개 이상의 비정상시계열 사이의 공적분 검정부터 한계 가짐

- **Johansen 검정**

- 벡터 형태로 검정, EG 공적분 검정의 한계 없음

3. 오차수정모형 (ECM: Error Correction Model)

- 비정상 시계열을 대상으로 회귀분석을 하려면
차분하여 정상시계열로 만들어 회귀식을 추정

→ 통계학적 문제는 해결되나 장기적인 관계에 대한 정보는 잃어버림

- 공적분 관계가 존재하는 경우 오차수정모형을 이용하면
장기적 균형관계에 대한 정보와 함께 단기적 움직임도 동시에
파악할 수 있음

- 오차수정모형 : 변수 사이에 균형관계가 존재하는 경우, 임의의 어느 한 시점에서 장기 균형으로부터 괴리가 발생할 때 이러한 균형오차가 시간의 흐름에 따라 조정될 것이라는 개념에 기초

3. 오차수정모형의 구조

- 오차수정모형 : 모든 변수들이 안정적인 $I(0)$ 시계열이기 때문에 가성적 회귀 문제는 발생하지 않음
- 잔차항 (ε_t)를 통해 수준변수가 갖고 있는 정보 ($\varepsilon_t = Y_t - \alpha - \beta X_t$)를 반영
- 동시에 차분변수 ($\Delta Y_t, \Delta X_t$)가 갖고 있는 정보를 하나의 모형 내에 포함하는 구조

3. 오차수정모형의 구조

- 두 비정상 시계열 X_t, Y_t 사이에 공적분 관계가 존재하는 경우 오차수정모형을 다음과 같이 도출함

- ① 회귀분석을 통해 α, β 를 구하고 잔차항을 구함

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t$$

- ② 위 ①에서 도출된 잔차를 이용하여 다음을 추정함

$$\Delta Y_t = \gamma_0 + \sum_{i=0}^k \gamma_i \Delta X_{t-i} + \delta \varepsilon_{t-1}$$

- β 는 Y와 X간의 장기관계를 나타내는 계수
- δ 는 장기 균형점에서 이탈했을 때 장기균형점으로의 복귀속도
 $\delta < 0$ 일 때 Y는 균형점에 안정적으로 접근

4. 응용사례 : 비대칭 분석 모형

- Borenstein et al.(1997)의 Asymmetry Error Correction Model

$$R_t = \phi_0 + \phi_1 C_t$$
$$\Delta R_t = \sum_{i=0}^n (\beta_i^+ \Delta C_{t-i}^+ + \beta_i^- \Delta C_{t-i}^-) + \sum_{k=1}^l (\gamma_i^+ \Delta R_{t-k}^+ + \gamma_i^- \Delta R_{t-k}^-)$$
$$+ \theta_1 (R_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 C_{t-1})$$

이때, (R_t) : 국내시장가격 (C_t) : 국제시장가격

- 국제가격 상승에 따른 조정분 : β_0^+ (같은달), β_1^+ (한달후)
- 국제가격 하락에 따른 조정분 : β_0^- (같은달), β_1^- (한달후)
- 국내가격 상승에 따른 추가조정분 : γ_1^+ (한달후)
- 국내가격 상승에 따른 추가조정분 : γ_1^- (한달후)
- 단기변동의 장기균형관계로의 회귀속도 : θ

5. 분석 사례

자원·환경경제연구 제 16 권 제 2 호
Environmental and Resource Economics Review
Volume 16, Number 2, June 2007 : pp. 213 ~ 237

공적분과 인과관계 분석을 통한 국제원유시장의 지역화 연구*

김진수** · 허은영*** · 김연배****

〈자 례〉

- I. 서 론
- II. 연구 방법론
- III. 실증 분석
- IV. 결론 및 고찰

I. 서 론

최근 10년간 WTI(West Texas Intermediate)유의 월평균
Dubai유 가격의 비율 변화를 살펴보면, 최소값은 2004년 10

* 새실하고 유익한 논평을 주신 익명의 두 심사위원께 감사드립니다.
2006, 기년 대학원생 논문 및 전공경시대회에 응시하여 수상한 논문
받았습니다.

** 서울대학교 에너지시스템공학부 박사과정 (제1저자).

*** 서울대학교 에너지시스템공학부 부교수 (교신저자).

**** 서울대학교 기술경영경제정책대학원 조교수 (공동저자).

Geosystem Engineering, 2015
<http://dx.doi.org/10.1080/12269328.2015.1053540>



Causal relationship between renewable energy consumption and economic growth: comparison between developed and less-developed countries†

Sangmin Cho^{a*}, Eunnyeong Heo^{b1} and Jihyo Kim^{a2}

^aKorea Energy Economics Institute, 405-11 Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan 681-300, Republic of Korea; ^bDepartment of Energy Systems
Engineering, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-744, Republic of Korea

(Received 12 March 2015; accepted 17 May 2015)

Geosystem Engineering, 2013
<http://dx.doi.org/10.1080/12269328.2013.846833>



Evolution of the international crude oil market mechanism

Jihyo Kim^a, Jinsoo Kim^{b*} and Eunnyeong Heo^c

^aTechnology Management Economics and Policy Program, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-744,
Republic of Korea; ^bDepartment of Natural Resources and Environmental Engineering, Hanyang University, 222 Wangsimni-ro,
Seongdong-gu, Seoul 133-791, Republic of Korea; ^cDepartment of Energy Systems Engineering, Seoul National University,
1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-744, Republic of Korea

(Received 4 August 2013; accepted 16 September 2013)

This study explains how the international crude oil market mechanism has evolved. It suggests a systematic approach to
analyse the hypothesis of the integration of the international oil market, the structural changes in oil price movements and
the benchmark role of specific crude, which have been separately discussed in previous studies. We analyse weekly spot
prices of Dubai, Brent and West Texas Intermediate (WTI) from January 1997 to July 2012. First, the empirical results of the
cointegration test taking a structural break into account show that all the bivariate combinations of these three crude oil
prices are cointegrated and that most of the structural breaks occur in 2009. These cointegrating relationships thus indicate
that the international crude oil market is integrated. Second, considering the structural breaks suggested by the cointegration
test results and the timing of the price reversal between different crudes, the causal relationships before 2009 and those
afterwards are compared. Before 2009, bidirectional causality is observed for all the bivariate combinations of the Dubai,
Brent and WTI prices. However, the Dubai price unidirectionally causes the Brent and WTI prices thereafter. This result
implies that the Dubai price has played a benchmark role in the international crude oil market since 2009.

Keywords: international crude oil market mechanism; crude oil prices; market integration; structural breaks; causal
relationships

able energy consumption and
ve implications for long-term
l countries) and 49 non-OECD
l. The results show that the
d economic growth is valid in
This finding indicates that for
but has instead been growing
has been playing an important
energy consumption. As their
and less-developed countries.
growth only in less-developed
strategy, and less-developed

rvation hypothesis; feed-back

5. 분석 사례

자원·환경경제연구 제21권 제1호
Environmental and Resource Economics Review
Volume 21, Number 1, March 2012: pp. 69-92

국내 석유제품가격의 변동에 대한 소비자의 인식과 비대칭 분석 비교

오선아* · 허은녕**

〈요약〉

석유제품의 소비자는 국제 원유가격의 변동을 기준으로 국내 석유제품가격을 예측하기 때문에 국제 원유가격이 하락하였음에도 국내 석유제품가격이 인하되지 않는 경우 의문을 제기한다. 반면 국내 석유제품가격의 비대칭성에 대한 기존 연구들은 다양한 기간과 자료를 통해 국내 석유제품가격의 비대칭성을 분석하였으나 소비자가 느끼는 비대칭성의 의문을 해결하지는 못하였다. 이에 본 연구에서는 다음과 같이 세 단계의 비대칭 분석을 실시하였다. 첫째로, 소비자가 느끼는 비대칭성을 확인하기 위해 국제 원유가격 변동에 따른 소비자가 느끼는 비대칭성을 분석하였으며, 분석 결과 소비자가 느끼는 비대칭성을 확인하였다. 둘째로, 국제 원유가격과 실제 국내 석유제품가격의 결정 기준을 비교하기 위해 국제 원유가격과 환율을 고려한 국제 석유제품가격의 비대칭성을 분석하였으며, 분석 결과 국제 원유가격이 상승할 때 국제 석유제품가격은 더 큰 폭으로 상승하는 것으로 나타났다. 즉, 소비자가 느끼는 비대칭성의 상당 부분은 가격결정 기준이 다름에서 기인한 것이다. 셋째로, 가격을 결정하는 주체별 비대칭성을 비교하기 위해 국제 석유제품가격 변동에 따른 경유사가격, 대리점 및 주유소의 가격 및 세금 등의 단계별 가격의 비대칭 분석을 실시하였으며, 분석 결과 모든 유형에 있어서 정유사가격은 환율을 고려한 국제 석유제품가격에 다소 늦게 인하시나

* 서울대학교 경제연구소 연구원 (제1저자, 교신저자).
** 서울대학교 에너지시스템공학과 부교수 (공동저자).

자원·환경경제연구 제22권 제4호
Environmental and Resource Economics Review
Volume 22, Number 4, December 2013: pp. 643-670

재고를 고려한 국제원유가격변동에 따른 휘발유 가격의 비대칭성 연구

배지영* · 김수현** · 김문정** · 오수민** · 허은녕***

요약 : 본 연구에서는 국제 원유가격의 변동에 따른 휘발유 가격의 조정 과정에 원유 재고량이 미치는 영향을 오차수정모형을 통해 분석하였다. 분석에는 미국시장의 자료를 이용하였으며, 분석기간은 1988년 1월부터 2012년 12월까지이며 전체기간에 대한 분석과 더불어 5년 단위로 구간을 나누어 구간별 비대칭성의 여부와 정도의 변화에 대해 원유 재고가 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 전체 기간에서는 재고변수 도입 여부와 관계없이 모두 대칭성이 나타났으나 구간별로는 공격적 관계를 가지는 경우에 한하여 원유와 재고 간 유의한 관계가 성립하였다. 또한 구간별로 비대칭적 조정이 다르게 나타났으며, 재고 변수 도입 여부에 의해 비대칭성의 정도가 다름도 확인하였다. 본 연구의 분석결과는 향후 비대칭성 연구에 있어서 재고 변수를 고려하여 구간별 유가의 변동성을 분석할 필요가 있음을 보여준다.

주제어 : 국제원유가격, 휘발유가격, 원유재고, 비대칭 분석, 오차수정모형

JEL 분류 : C3, D4, Q4

접수일(2013년 8월 31일), 수정일(2013년 12월 3일), 게재확정일(2013년 12월 12일)

* 서울대학교 기술경영경제정책 대학원, 교신저자(e-mail: silkkat@snu.ac.kr)

** 서울대학교 에너지시스템공학부 대학원

*** 서울대학교 에너지시스템공학부 부교수(e-mail: heeoc@snu.ac.kr)

에너지경제연구 제14권 제3호
Korean Energy Economic Review
Volume 14, Number 3, November 2015: pp. 1-25

국내 석유제품시장의 가격비대칭과 시장지배력 연구)

오선아* · 최고봉** · 허은녕***

요약

비대칭 분석은 지난 10여년간 국내외 석유시장 연구의 주요 화두였다. 그러나 비대칭 분석 모형의 결과는 시장의 효율성 정도를 제시할 수 있지만 시장지배력의 유무나 그 크기를 제시하지 못한다는 한계도 꾸준히 지적되어 왔다. 본 연구는 이러한 한계점을 확인하기 위하여 처음으로 전통적인 시장지배력 분석 모형과 비대칭 분석모형을 동시에 적용하여 실증분석을 수행하고 그 결과를 비교하였다. 분석 자료는 '97년 가격자유화정책 시행이후부터 2015년 4월까지의 국내석유제품시장 자료를 대상으로 하였으며 분석 결과 비대칭 분석에서는 휘발유, 경유, 등유 등 3개 유형에서 곁고루 비대칭성을 발견하였으나 시장지배력 분석에서는 등유만이 일부 구간에서 시장지배력이 발견되었을 뿐 다른 유형과 기간에서는 발견할 수 없었다. 이러한 결과는 비대칭 분석의 한계점을 제시하는 동시에 석유제품가격에서 비대칭성이 발견된다고 하더라도 시장이 비경쟁적 상황이라고 볼 수 있음을 의미한다. 또한 본 연구는 시장지배력 분석모형과 비대칭 분석모형을 결합한 형태의 모형 분석을 시도하였으며 이러한 모형은 추후 석유제품시장을 비롯한 여러 제품시장의 비대칭 분석 및 시장지배력 분석에도 도움이 될 것이다.

주요 단어 : 비대칭, 시장지배력, 석유제품시장
경제학문헌도록 주제분류 : C4, D4, Q4

* (주)코리아이코노믹리서치그룹 대표이사(e-mail: saoh@kerg.co.kr)

** 서울대학교 에너지시스템공학부 박사과정(e-mail: gchoi032@snu.ac.kr)

*** 서울대학교 에너지시스템공학부 교수, 교신저자(e-mail: heeoc@snu.ac.kr)