

정유사 주유소간 휘발유 가격발견에 관한 연구*

박 해 신**

〈요 약〉

본 연구는 우리나라 정유사 주유소의 보통휘발유 가격간의 인과관계를 분석하여 정유사 주유소간의 가격발견과정을 연구하였다. 벡터오차수정모형과 비순환성 그래프(DAG)를 활용하여 주유소 휘발유 가격 간의 동시적 인과관계를 분석하였다. 2008년 4월 15일부터 2009년 5월 31일까지 기간과 2011년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지의 두 기간의 시계열에 대해 구분하여 분석하였다. 동시적 인과관계의 분석결과, 전기에서 S-OIL이 외생성을 보이며 가격정보를 주도하는 양상을 보였으나, 후기에서는 SK에너지가 가격정보흐름을 주도하고 있는 것으로 나타났다. 상대적으로 저렴한 가격의 NH-OIL 주유소의 휘발유시장에 대한 신규 참여가 타 정유사 주유소의 가격하락에 영향을 주지는 않는 것으로 보인다.

주제어 : VECM, DAG, 인과관계, 정유사 주유소 휘발유가격

* 이 논문은 2012년도 건국대학교 학술진흥연구비 지원에 의한 논문임.

** 건국대학교 경제학과 부교수.

This paper analyzes a price discovery process for gasoline among branded and independent stations in Korea using a vector error correction model (VECM) and directed acyclic graphs (DAG). Two data sets for daily prices of medium level gasoline running from April 15, 2008 to May 31, 2009 and from January 1, 2011 to December 31, 2011 are used for empirical analysis. Empirical results show that S-OIL has an exogeneity and played a important role in the flow of price information in the market in the first period. In the second period, SK energy played a key role in price discovery process in the market. The price of NH-OIL stations do not cause the price of any other stations, which implies that the entrance of new branded stations with lower gasoline price to market has no influence on gasoline prices of retail markets.

Keywords : VECM, DAG, Causality, Gasoline price

JEL 분류 : C3, D4, Q4

I. 서 론

우리나라 휘발유 소매시장은 1997년 정부가 유가 자유화정책을 실시한 이후, 휘발유시장의 경쟁구조를 강화하기 위해 주유소간 거리제한 철폐, 정유회사와 주유소간 직거래 허용, 수입 개방, 무폴주유소 확대 유도, 그리고 휘발유 주유소 가격의 자유화 조치 등을 비롯한 다양한 정책을 시행하며 많은 변화를 겪어 왔다. 휘발유 시장에 대한 정부의 구조개선 노력이 어떤 결과를 초래하였는지에 대한 다양한 선행연구가 이루어졌다. 국제원유가격에 대한 국내 유가조정 의 비대칭성은 가장 많은 연구가 이루어진 주제라고 할 수 있다. 이러한 주제에 대한 선행연구는 오선아·허은녕(2007), 임상수(2007), 김진형(2007), 이양섭(2008) 등을 들 수 있다. 다음으로 시장구조 또는 시장여건 변화에 따른 가격효과 분석에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 주유소의 경쟁구조와 시장수요, 개별적 특성이 휘발유가격에 어떤 영향을 미치는지를 분석한 이의영·윤형호(2008)와 브랜드주유소와 무폴주유소 간의 경쟁이 가격에 미친 효과를 분석한 김대욱·김종호(2010)를 들 수 있다.

그러나 휘발유시장 내의 정유사 주유소간의 가격발견¹⁾에 대한 연구는 거의 이루어지지 않은 것으로 보인다. 본 연구에서는 우리나라 정유사 주유소의 휘발유 가격발견과정에서 정유사 주유소간의 역할을 살펴보고자 한다. 즉, 본 연구는 Pearl(2000)과 Spirtes, Glymour and Scheines(2000) 등이 제시한 방향지지 비순환성 그래프(Directed Acyclic Graphs, 이하 DAG)분석을 활용하여 정유사 주유소의 휘발유가격 간의 가격정보 흐름(또는 인과관계)을 파악함으로써 간접적인 정유사 간의 휘발유시장 내의 동시적 상호작용을 살펴보고자 한다. 특히 우리나라의 휘발유시장에서 4대 메이저 정유사인 SK에너지

1) 강석규(2009)은 가격발견(price discovery)을 하나 이상의 금융시장에서 관련자산이 거래될 때 새로운 정보를 반영하는 관련자산시장의 속도로 정의하고 있다.

지, GS칼텍스, S-OIL, 현대 오일뱅크가 지배하고 있는 체제하에서 2009년 6월부터 농협이 NH-OIL이라는 브랜드를 가지고 휘발유 소매시장에 참여한 이후, 2010년도 말에는 전국에 222개소의 주유소를 설립하는 등 시장구조에 있어 다소의 변화가 있었다. 이러한 새로운 브랜드 주유소의 신규 시장 진입이 기존의 정유사 간 가격발견과정에 어떤 영향을 주었는지 살펴보고자 한다. 본 연구의 결과는 정부의 휘발유시장 경쟁촉진 정책 수립과 운영에 있어 유익한 시사점을 제공해 줄 것으로 기대한다.

DAG분석을 통해 파악한 인과관계는 시간의 흐름을 따르지 않는 비대칭적 인과관계(non-time sequence asymmetry in causal relations)로서 동시적 인과관계(contemporaneous causality)를 의미한다. 이러한 점에서 DAG분석은 기존 연구에서 많이 사용하는 그랜저 인과관계와는 차이가 있다고 할 수 있다.²⁾ 인과관계 연구의 새로운 기법으로 활발히 논의되고 있는 DAG 기법은 다양한 분야에서 이용되고 있다.³⁾ 본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 분석모형인 벡터오차수정모형과 DAG를 소개하고, III장에서는 데이터를 설명하며, 단위근 검정, 공적분 검정 및 오차수정모형 결과를 이용한 DAG 분석결과 등을 제시한다. IV장은 요약 및 결론이다.

2) Pearl(2000)과 최근의 Hoover(2005) 등은 DAG를 그랜저 인과관계 개념을 보완하거나 확장하는 인과관계 개념으로서 논의하고 있다.

3) DAG를 활용한 연구의 예로는 국가간 주가지수의 변동과 상호 영향을 분석한 Bessler and Yang(2003), 북미 전기 및 천연가스 현물시장 간의 가격동학을 연구한 Park, Mjelde, and Bessler(2006, 2008), 박호정·윤원철(2006), 박해선·오완근(2007) 등을 들 수 있다.

II. 분석모형⁴⁾

1. 벡터오차수정모형

대부분의 경제데이터는 불안정 시계열인 것으로 알려져 있는데 불안정 시계열의 분석에 적합한 모형은 벡터오차수정모형(VECM: Vector Error Correction Model)이라고 할 수 있다. 본 연구의 실증분석 결과에서 알 수 있는 것처럼 단위근 검정의 결과는 모든 변수가 단위근을 갖는 불안정 시계열인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구는 벡터오차수정모형을 활용하였다. VECM은 다음 식으로 표현 될 수 있다.

$$\Delta Y_t = \mu + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta Y_{t-k+1} - \Pi Y_{t-k} + \epsilon_t \quad (1)$$

여기서 Y_t 는 t시점에 있어 불안정 시계열 벡터를 의미하며, ΔY_t 는 일차차분을 의미한다. μ 는 상수항벡터, Γ_i 와 Π 는 계수행렬을 의미하며 ϵ_t 은 오차항 벡터를 의미한다. 분석대상인 변수가 모두 VECM에 포함되며 내생적 변수로 간주된다. 또한 (1)의 VECM은 식 (2)의 VAR모형으로 표현될 수 있다.

$$Y_t = \mu + \Pi_1 Y_{t-1} + \dots + \Pi_k Y_{t-k} + \epsilon_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

변수간의 공적분 관계를 검정하기 위해 위 식의 행렬 Π 의 cointegration rank를 측정하게 된다. 다음의 세 가지 경우가 가능하다. 즉, (i) Rank(Π)

4) 본 장은 박해선(2006)의 내용을 많이 참조하였음.

= 0 으로 변수들 간에 장기적 관계가 없는 경우, (ii) $\text{Rank}(\Pi) = p$, 즉 Y_t 의 모든 변수가 수준에서 안정적인 경우, (iii) $0 < \text{rank}(\Pi) = r < p$, 즉 $\Pi = \alpha\beta'$ 을 만족하는 $p \times r$ 행렬 α 와 β 가 존재하는 경우를 들 수 있다. 여기서 β 는 공적분 벡터행렬로 해석되며, 설사 Y_t 자체는 불안정적이더라도 $\beta' Y_t$ 는 안정적이라는 성질을 갖는다. 또한 α 는 오차수정파라미터들의 행렬을 의미한다.

2. 동시적 인과관계

DAG는 VECM 모형의 추정을 통해 얻은 잔차항의 분산-공분산행렬을 프로그래밍의 기본적인 투입자료로서 활용하여 소프트웨어 TETRAD IV에 의해 도출된다. 본 연구의 특징은 Bernanke(1986)가 제시한 구조 모형의 인과순위를 도출하기 위해 Swanson and Granger(1997)이 제시한 것처럼 VAR 또는 VECM 모형내의 동시적 인과순위에 관한 유용한 정보가 VAR 또는 VECM 모형의 잔차항의 분산-공분산행렬에 담겨져 있다고 보고 DAG를 이용하여 오차항간의 동시적 구조를 활용하였다는 점이다. 그래프 이론의 활용은 인과순위 결정방법을 사전적으로 뚜렷하게 정하기 어려운 경우, 통계자료에 근거하여 동시적 인과순위(causal ordering)를 찾아 적용함으로써 분석의 객관성이 제고된다는 측면에서 보다 정확한 추정결과를 갖는 장점을 갖는다고 할 수 있다.

방향지시 비순환성 그래프(DAG; Directed Acyclic Graphs)⁵⁾는 변수들 간의 인과흐름(causal flow)을 나타내는 그림이라고 할 수 있다. 그래프의 화살표는 인과흐름을 표시한다. 즉, DAG의 $X \rightarrow Y$ 는 “변수 X는 변수 Y를 인과한다(cause)”라는 것을 의미한다. 비순환성은 DAG가 $W \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow W$ 와 같이 한 변수(W)에서 생성된 정보(information)가 다른 변수(X, Y)를 거

5) DAG에 대한 보다 자세한 내용은 Pearl(2000), Park, Mjelde, and Bessler(2006)을 참조.

쳐 결국 변수W로 돌아오는 그러한 순환성 체계는 포함하지 않는다는 것을 의미한다. 인과흐름을 파악하기 위해서는 최소한 세 개의 변수가 필요하며 DAG를 파악하기 위한 시도는 세 개 이상의 변수 간에 인과관계(causal relationships)가 조건부 독립 조건(conditional independence conditions)의 활용에 의해 구해진다.

Pearl(2000)과 Spirtes, Glymour and Scheines(2000)는 DAG를 찾기 위해 현재까지 개발된 여러 가지 탐색 알고리즘을 소개하고 있는데, 그중 많이 활용되는 알고리즘은 PC 알고리즘과 탐욕동급검색(Greedy Equivalence Search, 이하 GES) 알고리즘이라고 할 수 있다. 본 연구에선 Meek(1997)과 Chickering(2002)에 의해 개발된 베이지안 검색 알고리즘인 GES 알고리즘을 활용하고자 한다. GES 알고리즘은 간단히 베이지안 평가기준(Bayesian scoring criterion)을 활용하여 가능한 모든 경우의 DAG들을 평가하는 방법이라고 할 수 있다. GES 알고리즘은 두 단계로 나뉘어진다. 첫 번째 단계는 먼저 모든 변수들 간의 모서리(edge)가 없는(모든 변수들이 상호 독립적인) 상태에서 출발하여 모서리를 추가하고 방향지시 화살표의 방향을 변경해 가면서 베이지안 사후적 평가점수(Bayesian posterior score)가 이러한 변화에 따라 개선되어 가는지를 살피는 과정이다. 이러한 과정에서 알고리즘은 변수간 모서리의 추가 또는 화살표 방향의 변화에 따라 베이지안 평가점수(Bayesian score)를 가장 많이 증가시키는 변화를 선택하며, 더 이상 모서리의 추가나 화살표 방향의 변화가 베이지안 사후적 평가점수를 개선시키지 못할 때 첫 단계의 과정은 종료된다. 첫 단계의 결과로부터 출발하여 두 번째 단계는 모서리를 하나씩 제거하고 화살표의 방향을 역으로 변화시키는 방법을 순차적으로 적용하여 베이지안 사후적 평가점수를 가장 많이 증가시키는 방향으로의 변화를 선택하는 과정을 거친다. 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서처럼 더 이상 베이지안 사후적 평가점수를 개선시킬 수 없을 때 중단되고, 이 경우의 DAG가 최종적으로 탐욕검색알고리즘으로 탐색된 최적 DAG가 된다. VECM 모형의 추정을 통해 얻은 잔차항의 분산-공분산행렬을 프로그램의 기본적인 투입자료로서 활용

하여 GES 알고리즘은 Spirtes를 비롯한 연구진들이 개발한 소프트웨어 TETRAD IV에 의해 수행된다. 특히 GES 알고리즘은 PC 알고리즘과 같이 엄격한 가정을 필요로 하지 않을 뿐만 아니라 베이지안 평가점수에 의해 DAG를 탐색하게 되므로 PC 알고리즘이 필요로 하는 적절한 유의수준의 선택이라는 문제에서 자유로울 수 있는 우월한 측면을 지니고 있다고 할 수 있다.

III. 실증분석

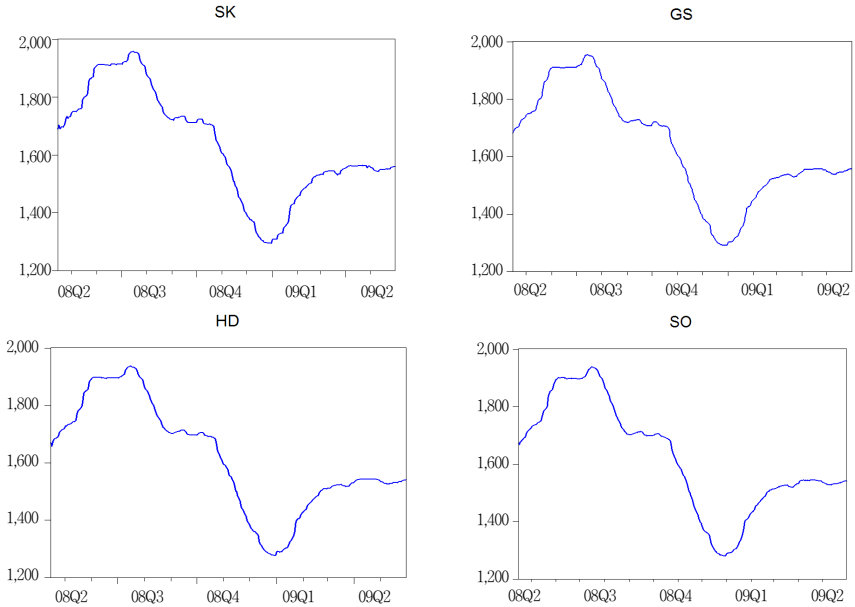
1. 데이터

모형은 VECM을 활용하였으며 변수 간의 동시적 인과관계를 DAG를 이용하여 분석하였다. 본 연구에서는 Opinet 유가정보서비스⁶⁾가 제공하는 SK에너지(SK), GS칼텍스(GS), 현대오일뱅크(HD), S-OIL(SO), NH-OIL(NH), 자가상표(NO) 등 6개 브랜드의 주유소 보통휘발유 평균가격을 데이터로 활용하였다. 데이터 빈도는 일별이며 분석대상 기간은 2008년 4월 15일부터 2009년 5월 31일까지의 기간, 2011년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지의 기간으로 나누어 분석하였다.

Opinet 유가정보서비스가 주유소 휘발유 가격에 대한 데이터를 2008년 4월 15일부터 제공하고 있고 2009년 6월부터 NH-OIL주유소가 설립되기 시작한 점, 그리고 Opinet 유가정보서비스가 NH-OIL과 자가상표 주유소 휘발유 가격을 2010년 11월 5일 이후부터 제공하는 점 등을 고려하여 NH-OIL 주유소의 시장 참여에 따른 가격발견과정의 변화를 살펴보기 위해 두 개의 기간으로 나누어 분석하였다.⁷⁾

6) Opinet 유가정보서비스는 www.opinet.co.kr에서 이용할 수 있다.

〈그림 1〉 4개 정유사별 주유소 평균 보통휘발유 가격 (2008.4.15-2009.5.31)



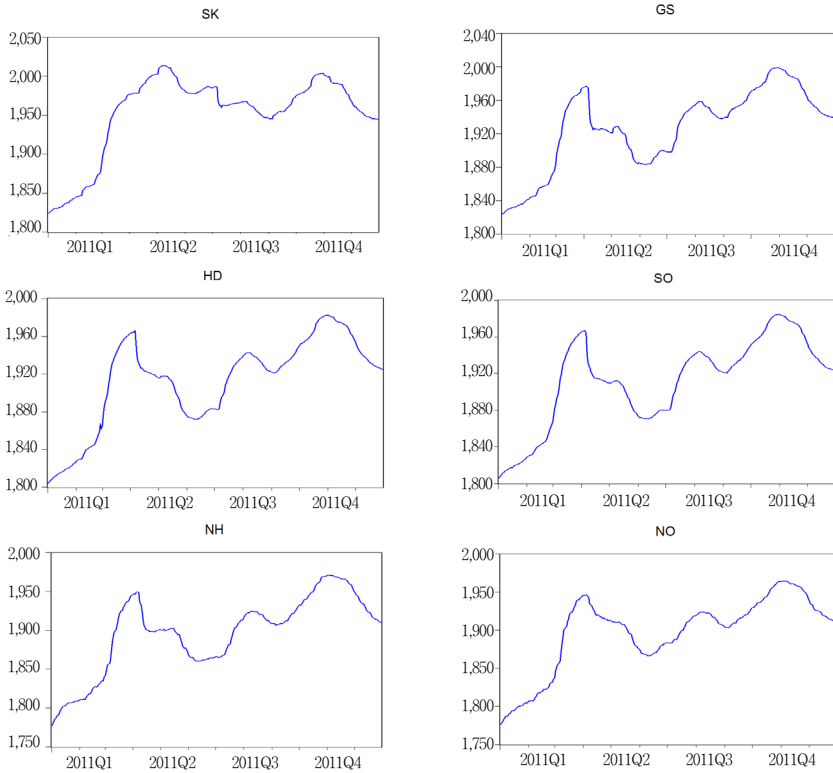
〈표 1〉 요약 통계값 (2008.4.15 - 2009.5.31)

(단위: 원)

변수	표본수	평균	표준편차	최대값	최소값
SK	412	1,635.03	187.36	1,958.34	1,293.93
GS	412	1,631.43	188.28	1,955.01	1,289.74
HD	412	1,617.01	188.12	1,937.16	1,276.90
SO	412	1,618.66	187.91	1,938.01	1,279.88

7) 농협은 2009년 6월부터 NH-OIL 주유소를 설립하기 시작하였으나, 2009년도 말에는 전국적으로 51개소에 불과하였고 2010년도 말에 이르러 222개 주유소를 설립하여 시장점유율에서 비록 4대 메이저 정유사에 비해 높지 않으나 시장에 영향을 줄 수 있는 규모라는 점을 고려하여 2011년 이후부터 6개 브랜드간의 상호영향력 분석을 실시하였다.

〈그림 2〉 6개 정유사별 주유소 평균 보통휘발유 가격 (2011. 1. 1-2011. 12. 31)



〈표 2〉 요약 통계값 (2011. 1. 1-2011. 12. 31)

(단위:원)

변수	표본수	평균	표준편차	최대값	최소값
SK	365	1,952.56	51.46	2,014.21	1,823.80
GS	365	1,927.24	47.06	1,999.27	1,823.40
HD	365	1,913.27	46.93	1,982.26	1,804.22
SO	365	1,912.87	47.31	1,984.65	1,805.82
NH	365	1,897.25	48.87	1,970.93	1,777.30
NO	365	1,898.04	48.09	1,964.37	1,776.44

〈그림 1〉과 〈그림 2〉는 각 2개 기간의 정유사 브랜드별 주유소 보통휘발유 평균가격을 보여주고 있으며, 〈표 1〉과 〈표 2〉는 2개 기간의 변수의 요약 통계값을 보여준다. 〈표 1〉에서 보여지는 것처럼 첫 번째 기간에서 SK에너지(SK) 주유소가 평균값에 있어 가장 높았고 현대오일뱅크(HD) 주유소가 평균값에 있어 가장 낮은 것으로 나타났다. 동기간의 주유소 보통휘발유 가격은 대체적으로 하락추세에 있는 것으로 보인다. 〈표 2〉의 두 번째 기간에 있어 주유소 보통휘발유 평균가격이 가장 높은 브랜드는 첫 번째 기간과 동일하게 SK에너지이며, 평균가격이 낮은 브랜드는 NH-OIL인 것으로 나타났다. 2011년의 두 번째 기간의 가격은 첫 번째 기간과 달리 대체적으로 상승추세에 있는 것으로 보인다.

2. 단위근 검정

불안정한 시계열일 경우 수준변수로 추정하게 되면 가성회귀의 문제가 나타나게 되므로 먼저 시계열 변수들의 안정성 여부를 확인해야 한다. 안정성 여부를 확인을 위해 Augmented Dicky Fuller 검정을 하였다. 단위근 검정 결과는 〈표 3〉과 〈표 4〉에 나타나 있다. 검정시 상수항만 포함하였으며 최적시차 수를 정하는 데에는 Newey and West 방법(1987)을 따랐다.

〈표 3〉의 검정 결과에서 2008년 4월 15일부터 2009년 5월31일까지 기간의 시계열 변수는 10% 유의수준에서 수준변수에서는 단위근이 존재하지만 1차 차분한 경우는 단위근이 없는 것으로 나타났다. 즉 모든 변수가 $I(1)$ 으로 수준에서는 불안정적이지만 1차 차분에서는 안정적인 것으로 나타났다. 〈표 4〉의 검정 결과에서 2011년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지의 기간의 시계열 변수는 5% 유의수준에서 모든 변수가 $I(1)$ 인 것으로 나타났다.

〈표 3〉 ADF test (2008. 4. 15-2009. 5. 31)

	수준변수		1차 차분변수	
	test statistics	critical value (5%, 10%)	test statistics	critical value (5%, 10%)
SK	-1.6590	-2.86, -2.57	-2.6955	-2.86, -2.57
GS	-1.6127	-2.86, -2.57	-2.9357	-2.86, -2.57
HD	-1.7219	-2.86, -2.57	-2.7588	-2.86, -2.57
SO	-1.6814	-2.86, -2.57	-2.8458	-2.86, -2.57

주: 임계치는 McKinnon(1991)임.

〈표 4〉 ADF test (2011. 1. 1 - 2011. 12. 31)

	수준변수		1차 차분변수	
	test statistics	critical value (5%, 10%)	test statistics	critical value (5%, 10%)
SK	-2.6384	-2.86, -2.57	-3.0104	-2.86, -2.57
GS	-2.2003	-2.86, -2.57	-9.1270	-2.86, -2.57
HD	-2.4042	-2.86, -2.57	-4.1354	-2.86, -2.57
SO	-2.4523	-2.86, -2.57	-3.9369	-2.86, -2.57
NH	-2.5660	-2.86, -2.57	-3.2384	-2.86, -2.57
NO	-2.6347	-2.86, -2.57	-3.0712	-2.86, -2.57

주: 임계치는 McKinnon(1991)임.

3. 공적분 검정 및 오차수정모형 추정

대상 변수들이 모두 단위근을 갖는 불안정한 시계열인 것으로 나타났다. 따라서 변수들 간에 공적분 관계가 있는지를 점검할 필요가 있다. Johansen and Juselius(1990)가 제시한 최우추정방법(full information maximum likelihood estimation)이 가장 우수한 것으로 알려져 있으므로 본 연구에서 최우추정방법을 사용하였다.

Johansen(1992)은 공적분 계수(階數)와 선형추세를 동시에 결정하는 일반적인 가설 검정법을 제안하였으며 Trace 검정을 이용하여 $r = 0, 1, \dots$,

$p-1$ 에 대해서 순차적으로 수행할 것을 권고하고 있다.

H_r^* 수락 if $T_r^* < C_r^*(\alpha)$,

H_r 수락 if $T_r^* \geq C_r^*(\alpha)$ and $T_r < C_r(\alpha)$,

H_{r+1} 수락 if $T_r^* \geq C_r^*(\alpha)$ and $T_r \geq C_r(\alpha)$

여기서 H_r : 최대 r 개의 공적분 벡터와 선형추세 모형, H_r^* : 최대 r 개의 공적분 벡터와 선형추세가 없는 모형, 대립가설 $H_p = H_p^*$: p 개의 공적분 벡터 모형, T 는 검정통계량, C 는 임계치, α 는 유의수준이다.

한편 $r = 0, \dots, p-1$ 에 대해서 모든 가설이 기각되면 우리는 모든 수준변수가 안정적이라고 할 수 있다. 공적분 검정 전에 최적 시차수를 결정하기 위해

<표 5> Trace tests (2008. 4. 15 - 2009. 5. 31)

공적분 계수	T^*	$C^*(5\%)$	T	$C(5\%)$
$r = 0$	193.79	47.85	222.89	63.87
$r \geq 1$	82.99	29.79	110.34	42.91
$r \geq 2$	33.45	15.49	37.41	25.87
$r \geq 3$	1.05	3.84	1.25	12.51

주: 임계치는 Osterwald-Lenum(1992)임.

<표 6> Trace tests (2011. 1. 1 - 2011. 12. 31)

공적분 계수	T^*	$C^*(5\%)$	T	$C(5\%)$
$r = 0$	245.29	95.75	276.36	117.70
$r \geq 1$	81.64	69.81	112.66	88.80
$r \geq 2$	39.92	47.85	60.73	63.87
$r \geq 3$	17.95	29.79	33.60	42.91
$r \geq 4$	8.76	15.49	13.36	25.87
$r \geq 5$	3.60	3.84	5.14	12.51

주: 임계치는 Osterwald-Lenum(1992)임.

Geweke and Meese(1981)이 지적한 바에 따라 상대적으로 우월한 것으로 확인된 Schwarz Information Criterion(SIC)을 활용하였다. 최대차수를 15로 하고 SIC를 사용한 결과, 최적 시차수가 두 개의 기간에 대해 각각 1과 2인 것으로 나타났다.

각각의 공적분 검정결과는 <표 5>와 <표 6>에 나타나 있다. 표에서 T^* 와 C^* 는 각각 귀무가설 H_r^* : 최대 r 개의 공적분 벡터와 선형추세 없는 모형에 대한 검정통계량과 임계치를 나타내며, T 와 C 는 각각 귀무가설 H_r : 최대 r 개의 공적분 벡터와 선형추세 모형에 대한 검정통계량과 임계치를 의미한다.

<표 5>의 Trace 검정은 유의수준 5%에서 공적분 벡터수가 최대 각각 1, 2라는 귀무가설들을 기각한다. 그러나 귀무가설 H_4^* : 최대 3개의 공적분 벡터와 선형추세 없는 모형은 기각하지 못한다. 따라서 4개의 변수 간 공적분 벡터수는 3개이며, 이들 변수 간에는 장기적으로 안정적인 관계가 있음을 알 수 있다. <표 6>의 Trace 검정은 유의수준 5%에서 공적분 벡터수가 최대 각각 1이라

<표 7> 오차항의 상관계수 행렬 (2008. 4. 15-2009. 5. 31)

	SK	GS	HD	SO
SK	1			
GS	0.6510	1		
HD	0.6394	0.7222	1	
SO	0.6976	0.7803	0.8870	1

<표 8> 오차항의 상관계수 행렬 (2011. 1. 1-2011. 12. 31)

	SK	GS	HD	SO	NH	NO
SK	1					
GS	0.2983	1				
HD	0.0143	0.7949	1			
SO	0.1022	0.9178	0.8833	1		
NH	0.1588	0.2294	0.1849	0.2542	1	
NO	0.2676	0.3800	0.3391	0.3750	0.4080	1

는 귀무가설들을 기각한다. 그러나 귀무가설 H_3^* : 최대 2개의 공적분 벡터와 선형추세 없는 모형은 기각하지 못한다. 따라서 이들 6개의 변수 간 공적분 벡터수는 2개이며, 이들 변수 간에는 장기적으로 안정적인 관계가 있음을 알 수 있다.

VECM를 추정한 결과로 얻어지는 오차항 또는 확률충격(innovation)의 상관계수 행렬이 DAG를 사용한 동시적 인과관계 구조를 파악하기 위해 필요하다. <표 7>과 <표 8>은 오차항 또는 확률충격(innovation)의 상관계수 행렬을 보여준다.

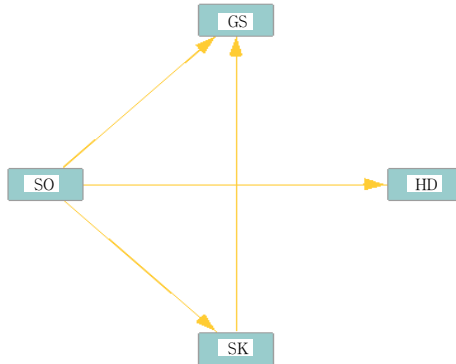
<표 7>의 상관계수행렬에서 4개 정유사 주유소 간의 상관계수가 전반적으로 높은 것으로 나타나고 있다. 현대오일뱅크(HD)와 S-OIL(SO)이 상대적으로 가장 높은 상관관계를 보이며 SK에너지(SK)는 다른 정유사 주유소와 상대적으로 낮은 상관관계를 보인다. 주유소 시장 점유율에 있어 2008년도 말 현재 SK에너지 36%, GS칼텍스 28%, 현대오일뱅크 19%, S-OIL 14%인 점을 감안할 때, 점유율이 낮을수록 상관관계가 높은 경향을 보여준다고 할 수 있다.

<표 8>의 상관계수 행렬은 <표 7>과는 다른 양상을 보여주고 있다. GS칼텍스(GS), 현대오일뱅크(HD), S-OIL(SO)간의 상관관계를 앞의 기간보다 더욱 높아졌으나, SK에너지(SK)의 타 메이저 3사(GS, HD, SO)와의 상관관계가 전기에 비해 상당히 낮아졌으며, NH-OIL(NH)와 자가상표(NO)와의 상관관계와 비슷한 수준으로 낮은 것을 알 수 있다. NH-OIL(NH)와 자가상표(NO)는 4대 메이저 주유소와 낮은 상관관계를 보여주고 있다. 흥미로운 것은 NH-OIL(NH)이 자가상표(NO)에 비해 다른 정유사 주유소와 상대적으로 낮은 상관관계를 보여준다. 시장점유율이 가장 높은 SK에너지와 NH-OIL, 그리고 자가상표 주유소가 상호 간에, 그리고 타 정유사 주유소와의 상관관계가 낮은 것으로 나타났다.

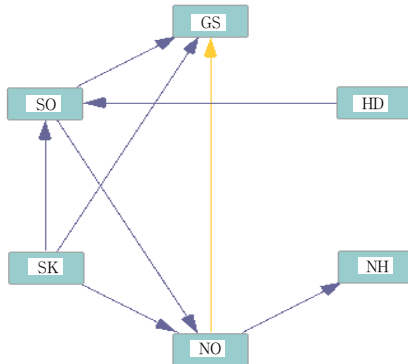
4. 동시적 인과구조

〈그림 3〉과 〈그림 4〉는 상관계수행렬에 기초하여 GES 알고리즘을 통해 얻은 변수 간 동시적 인과관계 구조를 보여준다. 〈그림 3〉은 4개 메이저 정유사간의 주유소 휘발유 가격정보의 동시적 인과구조를 보여준다. 모서리의 방향성은 GES의 패턴에 따른 방향성으로 추정되었다. 동시적 구조에서 외생적인 특

〈그림 3〉 DAG 추정결과 (2008.4.15 - 2009.5.31)



〈그림 4〉 DAG 추정결과 (2011.1.1 - 2011.12.31)



성을 보여주는 S-OIL(SO)이 다른 3개의 정유사 주유소 가격에 영향을 주고 있는 것을 알 수 있다. SK에너지는 S-OIL(SO)의 영향을 받아 GS칼텍스에 전달하는 역할을 하고 있으며, 한편 GS칼텍스와 현대오일뱅크는 각각 정보의 흡수원(sink)인 것으로 나타났다.

시장점유율이 가장 높은 SK에너지가 주유소 휘발유가격에 선도적인 영향력을 행사하지 않고 있는 것은 다소 의외인 것처럼 보일 수 있다. 하지만 동 기간에 있어 휘발유가격이 전반적인 하락추세에 있다는 것을 고려하면 가격하락의 선도적 역할을 시장점유율이 가장 낮은 S-OIL이 담당하고 있다는 점은, 달리 말하면 시장점유율이 높은 브랜드주유소가 가격하락을 선도하는 역할을 담당하지 않을 수 있다는 추정이 가능할 것으로 보인다.

〈그림 4〉는 4개 메이저 정유사와 NH-OIL 및 자가상표 주유소간의 휘발유 가격정보의 동시적 인과구조를 보여준다. 〈그림 3〉과는 많이 다른 양상을 보여 주고 있음을 알 수 있다. 동시적 인과구조에서 현대오일뱅크(HD)가 외생적인 특성을 보이며 S-OIL에 가격정보를 전달하고 있으며 전기에서 외생적인 특성을 보였던 S-OIL은 정보전달자로서 GS칼텍스와 자가상표에 정보를 전달하고 있다. SK에너지는 전기와 달리 S-OIL, GS칼텍스, 자가상표에 가격정보를 전달하는 가격선도적 역할을 수행하며 외생적 특성을 보여준다. 이는 후기에 있어 SK에너지가 가격발견과정의 중요한 요소로 작용하고 있음을 시사한다. 이러한 현상을 보이는 것은 SK에너지가 시장점유율이 가장 높은 정유사라는 점, 그리고 이 시기가 대체적으로 가격상승기라는 점을 고려할 때 가격상승의 주도적 역할을 시장점유율이 가장 높은 브랜드 주유소가 담당하고 있는 것으로 추정할 수 있다.

GS칼텍스는 전기와 비슷하게 가격정보의 흡수원인 것으로 나타났다. 한편, 자가상표는 Sk에너지와 S-OIL의 정보를 받아들이며 GS칼텍스와 NH-OIL에 가격정보를 전달하는 역할을 하고 있으며 NH-OIL은 자가상표의 가격정보만을 받아들이는 정보흡수원인 것을 알 수 있다. 이상의 DAG 분석결과에서 보면 전반적으로 낮은 평균 가격을 형성하였던 NH-OIL이라는 새로운 브랜드

의 주유소들이 시장에 진입함으로써 타 정유사 주유소의 가격정보에 영향을 주기보다는 오히려 받고 있다는 것을 알 수 있다.

IV. 요약 및 결론

우리나라 주요 정유사 주유소의 휘발유가격 시계열은 장기적인 공적분 관계에 의해 함께 움직이는 것으로 나타났다. <그림 1>과 <그림 2>에서 알 수 있듯이 매우 비슷한 움직임을 보이고 있다. VECM을 추정한 결과 얻어진 오차항 또는 확률충격(innovation)의 상관계수 행렬을 분석한 결과, 2008년 4월 15일부터 2009년 5월 31일까지의 기간에서 4대 메이저 정유사 주유소간의 상관관계는 비교적 높게 나타났다. 그러나 2011년 1월 1일부터 2011년 12월 31일까지의 기간에서는 SK에너지와 NH-OIL, 그리고 자가상표 주유소의 상관관계는 상호간, 그리고 타 정유사 주유소에 대해 상관관계는 매우 낮은 것으로 나타났다.

DAG에서 파악한 동시적 가격정보의 인과흐름에서 두 기간 간의 차이점을 발견할 수 있었다. 대체적으로 가격하락이 주로 나타났던 전기에서는 S-OIL이 외생적 특징을 보이며 가격정보를 주도하는 양상을 보였으나, 가격상승이 주로 나타났던 후기에서는 SK에너지가 외생적 특징을 보이며 가격정보 흐름을 선도해가고 있는 것을 알 수 있다. 휘발유가격이 전반적인 하락추세를 보여주는 전기에 있어 가격하락의 선도적 역할을 시장점유율이 높은 SK에너지 대신에 시장점유율이 가장 낮은 S-OIL이 담당하고 있는 것으로 추정할 수 있다. 또한 가격상승 추세를 보여주는 전기에 있어 SK에너지가 가격발견과정의 중요한 요소로 작용하고 있다. 이러한 현상을 보이는 것은 가격상승을 시장점유율이 가장 높은 정유사인 SK에너지가 주도하는 것으로 추정해 볼 수 있다. 새로운 가격정보가 가장 먼저 SK에너지에서 시작되어 다른 정유사 주유소로 전달되어 가

는 것을 알 수 있다. 후기에 있어 S-OIL과 자가상표 주유소가 SK에너지에서 시작된 가격정보를 전달하는 중요한 전달 역할을 하고 있는 것을 알 수 있다. 전기와 후기에 있어 이러한 가격정보전달의 구조가 차이를 보이는 이유와 전기에 있어 왜 S-OIL이 가격정보를 주도했는지에 대해 본 연구는 대체적인 추정 결과를 제시하였으나, 이에 대한 보다 엄밀한 설명을 하는 데 있어 본 연구는 한계를 갖는다. 향후 추가적인 연구가 필요한 부분이라고 생각된다.

〈표 2〉에서 알 수 있듯이 NH-OIL은 다른 정유사 주유소에 비해 상대적으로 낮은 평균 휘발유가격을 보여주는데, DAG분석에서 NH-OIL 주유소가 다른 정유사 주유소에 가격정보를 전달하는 주도적 역할을 하지는 못하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 상대적으로 낮은 평균 휘발유가격을 형성하는 NH-OIL 주유소의 휘발유시장 참여가 타 정유사 주유소의 휘발유가격 하락을 유도하는 역할을 담당하지는 않는 것으로 추정된다. 즉, 본 연구는 새로운 상표의 정유사 주유소가 시장에 진입하여 가격에 대한 효과는 뚜렷하지 않은 것으로 추정된다.

본 연구가 갖는 또 다른 한계점은 본 연구의 주요 목적 중 하나인 NH-OIL 주유소의 시장참여로 인한 가격발견과정에서의 영향을 분석하기 위해 NH-OIL 주유소의 휘발유가격의 자료를 확보하는 것이 필수적인 바, 이에 대한 지역단위 자료가 제공되지 않아서 자료의 활용이 가능한 전국단위의 상표별 주유소 평균 휘발유 가격을 활용한 점이라고 할 수 있다. 휘발유 시장은 지역적인 특성이 비교적 강한 시장이라고 할 수 있는데 전국평균가격을 사용한 분석의 해석에 있어 다소 제약이 따를 수밖에 없다. 가능하다면 향후 지역별로 세분된 자료를 활용하여 상표별 주유소간의 가격발견과정을 분석하는 것도 의미 있을 것으로 생각된다. 또한 가격상승 시와 가격하락 시를 엄밀히 구분하여 이들 두 가지 경우에 있어 휘발유 가격발견과정이 각각 다르게 나타날 수 있는 가능성에도 불구하고, 본 연구에서 활용한 DAG와 시계열 분석방법 상의 제약으로 인해 연속된 자료를 활용할 수밖에 없었고, 이로 인해 이를 분석하지 못하지 못했다는 점은 다소 아쉬운 부분이라고 할 수 있다. 이에 대한 분석도 향후 좋은 연구과제라고 생각된다.

〈부 록〉

1. VECM 추정결과 (2008. 4. 15 - 2009. 5. 31)

공적분방정식	공적분방정식 1	공적분방정식 2	공적분방정식 3	
SK_{t-1}	1.000000	0.000000	0.000000	
GS_{t-1}	0.000000	1.000000	0.000000	
HD_{t-1}	0.000000	0.000000	1.000000	
SO_{t-1}	-0.994720	-1.000355	-1.000578	
	(0.00346)	(0.00245)	(0.00117)	
	[-287.344]	[-407.955]	[-853.334]	
C	-24.99615	-12.42798	2.560974	
	(5.64247)	(3.99681)	(1.91119)	
	[-4.43000]	[-3.10948]	[1.33999]	
오차수정	ΔSK	ΔGS	ΔHD	ΔSO
공적분방정식 1	-0.344702	-0.031626	-0.005737	-0.060725
	(0.05428)	(0.04361)	(0.03205)	(0.03290)
	[-6.35028]	[-0.72515]	[-0.17897]	[-1.84570]
공적분방정식 2	0.405654	0.163032	0.291370	0.272049
	(0.07959)	(0.06395)	(0.04700)	(0.04824)
	[5.09672]	[2.54943]	[6.19963]	[5.63932]
공적분방정식 3	-0.002564	-0.337298	-0.559823	-0.252759
	(0.13279)	(0.10669)	(0.07841)	(0.08049)
	[-0.01931]	[-3.16138]	[-7.13947]	[-3.14037]
ΔSK_{t-1}	-0.383469	-0.289866	0.077548	-0.109877
	(0.06648)	(0.05342)	(0.03926)	(0.04030)
	[-5.76777]	[-5.42635]	[1.97530]	[-2.72664]
ΔGS_{t-1}	1.555980	1.115584	0.693252	0.815504
	(0.11739)	(0.09432)	(0.06932)	(0.07115)
	[13.2547]	[11.8277]	[10.0010]	[11.4614]
ΔHD_{t-1}	-0.550556	-0.504602	-0.250199	-0.345022
	(0.14459)	(0.11618)	(0.08538)	(0.08764)
	[-3.80760]	[-4.34343]	[-2.93036]	[-3.93678]
ΔSO_{t-1}	0.221347	0.435173	0.179063	0.371624
	(0.18328)	(0.14726)	(0.10823)	(0.11109)
	[1.20770]	[2.95515]	[1.65454]	[3.34529]

주: ()내는 표준오차, []내는 t-statistics 임.

2. VECM 추정결과 (2011. 1. 1 - 2011. 12. 31)

공적분방정식	공적분방정식 1	공적분방정식 2
SK_{t-1}	1.000000	0.000000
GS_{t-1}	0.000000	1.000000
HD_{t-1}	-87.14272 (19.5101)	42.19453 (8.61491)
	[-4.46654]	[4.89785]
SO_{t-1}	100.0650 (15.4417)	-45.00463 (6.81846)
	[6.48018]	[-6.60041]
NH_{t-1}	-27.30571 (6.11266)	10.64173 (2.69911)
	[-4.46708]	[3.94268]
NO_{t-1}	13.13458 (6.29707)	-8.654780 (2.78054)
	[2.08582]	[-3.11262]
C	282.3220 (1123.90)	-345.4317 (496.272)
	[0.25120]	[-0.69605]

주: ()내는 표준오차, []내는 t-statistics 임.

3. VECM 추정결과 계속 (2011. 1. 1 - 2011. 12. 31)

오차수정	ΔSK	ΔGS	ΔHD	ΔSO	ΔNH	ΔNO
공적분방정식 1	0.010503 (0.00329) [3.18879]	0.008417 (0.00422) [1.99610]	0.007129 (0.00275) [2.59319]	0.012660 (0.00324) [3.90610]	0.025634 (0.00216) [11.8776]	0.015724 (0.00229) [6.86151]
공적분방정식 2	0.025697 (0.00781) [3.28946]	0.016905 (0.01000) [1.69019]	0.012876 (0.00652) [1.97464]	0.027195 (0.00769) [3.53746]	0.056829 (0.00512) [11.1015]	0.035179 (0.00544) [6.47216]
ΔSK_{t-1}	0.362818 (0.06431) [5.64200]	0.133407 (0.08233) [1.62030]	0.148987 (0.05368) [2.77565]	0.044280 (0.06328) [0.69971]	0.025494 (0.04214) [0.60501]	0.067906 (0.04474) [1.51766]
ΔSK_{t-2}	0.177482 (0.06582) [2.69664]	0.039883 (0.08427) [0.47329]	0.089202 (0.05494) [1.62374]	0.020467 (0.06477) [0.31600]	-0.068678 (0.04313) [-1.59244]	0.027571 (0.04579) [0.60208]
ΔGS_{t-1}	0.068137 (0.11973) [0.56910]	0.085060 (0.15329) [0.55489]	-0.070994 (0.09994) [-0.71040]	-0.191899 (0.11782) [-1.62872]	-0.001834 (0.07845) [-0.02338]	0.142789 (0.08330) [1.71407]
ΔGS_{t-2}	-0.145349 (0.11581) [-1.25512]	0.211367 (0.14827) [1.42555]	0.277134 (0.09666) [2.86705]	0.212185 (0.11396) [1.86188]	-0.127275 (0.07588) [-1.67722]	-0.112417 (0.08058) [-1.39518]
ΔHD_{t-1}	-0.427889 (0.13398) [-3.19380]	-0.668104 (0.17153) [-3.89487]	-0.699087 (0.11183) [-6.25146]	-0.404111 (0.13184) [-3.06509]	0.186626 (0.08779) [2.12580]	0.183517 (0.09322) [1.96869]
ΔHD_{t-2}	0.174997 (0.12416) [1.40947]	-0.445441 (0.15897) [-2.80213]	-0.560017 (0.10363) [-5.40382]	-0.468352 (0.12218) [-3.83322]	-0.247585 (0.08136) [-3.04316]	-0.379890 (0.08639) [-4.39754]
ΔSO_{t-1}	0.240127 (0.18224) [1.31765]	0.895019 (0.23333) [3.83588]	1.004780 (0.15211) [6.60550]	0.886901 (0.17934) [4.94541]	0.017006 (0.11942) [0.14241]	-0.139482 (0.12680) [-1.10003]
ΔSO_{t-2}	0.022988 (0.16761) [0.13715]	0.198910 (0.21460) [0.92690]	0.183591 (0.13990) [1.31228]	0.156460 (0.16494) [0.94857]	0.093608 (0.10983) [0.85229]	0.195807 (0.11662) [1.67902]
ΔNH_{t-1}	-0.051046 (0.07423) [-0.68763]	-0.220885 (0.09505) [-2.32397]	-0.169017 (0.06196) [-2.72770]	-0.188986 (0.07305) [-2.58696]	0.347955 (0.04864) [7.15303]	0.167212 (0.05165) [3.23732]
ΔNH_{t-2}	-0.113623 (0.07397) [-1.53602]	-0.104877 (0.09471) [-1.10736]	-0.062804 (0.06174) [-1.01717]	-0.090089 (0.07280) [-1.23757]	-0.038989 (0.04847) [-0.80435]	0.043673 (0.05147) [0.84853]
ΔNO_{t-1}	0.196681 (0.08997) [2.18605]	0.372424 (0.11519) [3.23301]	0.355306 (0.07510) [4.73122]	0.390402 (0.08854) [4.40935]	0.286206 (0.05896) [4.85456]	0.278018 (0.06260) [4.44114]
ΔNO_{t-2}	0.052753 (0.08664) [0.60888]	0.043880 (0.11093) [0.39557]	0.113158 (0.07232) [1.56477]	0.102285 (0.08526) [1.19970]	-0.335045 (0.05677) [-5.90159]	-0.041793 (0.06028) [-0.69331]

주: ()내는 표준오차, []내는 t-statistics 임.

◎ 참 고 문 헌 ◎

1. 강석규(2009), “한국주가지수시장의 가격발견에 관한 연구: KODEX200, KOSPI200 과 KOSPI200선물”, **선물연구**, 제17권, 제3호, 67-97.
2. 김대욱·김중호(2010), “휘발유 소매시장에서 브랜드와 경쟁에 관한 연구”, **산업조직연구**, 제18집, 2호, 76-95.
3. 김진형(2007), “석유제품의 가격 비대칭성에 관한 연구”, **자원·환경경제연구**, 제16권, 제4호, 833-854.
4. 박해선(2006), “북미 천연가스 현물시장간의 가격발견과 동태적 상호의존성에 대한 연구”, **자원·환경경제연구**, 제15권, 제5호, 799-826.
5. 박해선·오완근(2007), “통화금융정책의 외생성 검증: DAG 적용”, **응용경제**, 제9권, 제3호, 93-118.
6. 박호정·윤원철(2006), “오차수정모형과 그래프 이론을 이용한 국제유가의 동시 및 단기 가격발견과정에 관한 연구”, **자원·환경경제연구**, 제15권, 제3호, 479-504.
7. 오선아·허은녕(2007), “국제시장가격변동에 따른 국내석유제품가격의 비대칭분석”, 『에너지경제연구』, 제6권, 제1호, 59-78.
8. 이양섭(2008), “TAR와 M-TAR 오차수정모형을 이용한 국내 휘발유가격의 비대칭성 분석”, **자원·환경경제연구**, 제17권, 제4호, 813-843.
9. 이의영·윤형호(2008), “서울시 주유소 휘발유 가격결정에 관한 연구”, **산업조직연구**, 제16권, 제2호, 75-95.
10. 임상수(2007), “원유가격에 대한 휘발유 가격의 비대칭성”, **에너지경제연구**, 제6권, 제2호, 175-310.
11. Bernanke, B. S.(1986), “Alternative Explanations of the Money-Income Correlation,” *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 25, 49-99.
12. Bessler, D. A. and J. Yang(2003), “The Structure of Interdependence in International Stock Markets,” *Journal of International Money and Finance*, 22, 261-287.

13. Chickering, D. M.(2002), "Optimal Structure Identification with Greedy Search," *Journal of Machine Learning Research*, 3, 507-554.
14. Geweke, J. and R. Meese(1981), "Estimating Regression Models of Finite but Unknown Order," *International Economic Review*, 22, 55-69.
15. Hoover, R.(2005), "Automatic Inference of the Contemporaneous Causal Order of a System of Equations," *Econometric Theory*, 21, 69-77.
16. Johansen, S.(1992), "Determination of Cointegration Rank in the Presence of a Linear Trend," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, 383-397.
17. Johansen, S. and K. Juselius(1990), "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
18. McKinnon, J.(1991), "Critical Values for Cointegration Tests," in R. F. Engle and C. W. J. Granger, eds., *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*, New York: Oxford University Press, 267-276.
19. Meek, C.(1997), "Graphical Models: Selecting Causal and Statistical Models," Unpublished Ph. D. Dissertation, Carnegie Mellon University.
20. Newey, W. and K. West(1987), "A Simple Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix," *Econometrica*, 55, 703-708.
21. Osterwald-Lenum, M.(1992), "Practioners Corner A Note with Quantiles of the Asymptotic Distribution of the Maximum Likelihood Cointegration Rank Test Statistics," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54, 461-472.
22. Park, H., J. W. Mjelde, and D. A. Bessler(2006), "Price dynamics among U. S. electricity spot markets," *Energy Economics*, 28, 81-101.
23. Park, H., J. W. Mjelde, and D. A. Bessler(2008), "Price interactions and discovery among natural gas spot markets in North America," *Energy Policy*, 36, 290-302.
24. Pearl, J.(2000), *Causality : Models, Reasoning, and Inference*. Cambridge Press.
25. Spirtes, P., C. Glymour and R. Schines(2000), *Causation, Prediction and Search*, Cambridge, MA: MIT Press.
26. Swanson, N. R. and C. W. J, Granger(1997), "Impulse Response Functions Based on a

Causal Approach to Residual Orthogonalization in Vector Autoregressions,” *Journal of the American Statistical Associations*, 92, 357-367.

접수일(2012년 5월 13일), 수정일(2012년 8월 31일), 게재확정일(2012년 9월 7일)