

## 시계열 분석에 의한 국제유가 예측; Nymex-WTI 선물가격을 중심으로

송경재\* 양희민\*\*

### < 요약 >

국제유가의 예측은 에너지 수입국인 우리나라에서 전략자원 관리차원에서 중요한 연구과제이다. 이런 목적에서 본 연구는 유가예측모형 수립을 위한 시론적 차원에서 진행했다. 연구는 1984년~2004년 84분기 동안 WTI 유가자료를 박스-첸킨스 ARIMA 분석을 적용해 시계열 모형의 적용가능성을 확인하고자 한다.

연구 결과 국제유가를 예측하는데 있어 ARIMA 시계열 모형이 비교적 정확한 예측력을 보였다. 나아가 이를 발전시켜 시계열 분석 기법을 활용한 유가예측의 가능성을 확인해 주었다. 예측적합성 확인결과, 최근 3년(12분기)간의 예측값과 실제가격을 적용한 오차는 1.83~18.07%(평균 10.06%)이었다. 그렇지만 본 연구는 몇 가지 한계점도 가지고 있다. 원유가격의 추세와 가격예측에 대해서는 성과를 거둘 수 있었지만 국제유가가 가지고 있는 복잡한 유가결정의 인과관계를 분석하지는 못했다. 따라서 본 연구결과를 바탕으로 보다 발전된 유가예측 모형연구의 발전을 기대한다.

**핵심단어 :** 서부텍사스중질유(WTI), 박스-첸킨스 ARIMA,  
시계열 분석, 유가예측 모형

---

\* 코리아 PDS 연구원(email: skjsky@koreapds.com)

\*\* 코리아 PDS 연구원(email: hoimin@koreapds.com)

## I. 서론

국제 원유가격이 배럴당 50달러를 오르내리며 세계경제에 심각한 파장을 불러일으키고 있다. 이 같은 원유가격 수준은 3년 전인 2001년 12월, 배럴당 20.66달러에 비해 약 150%나 급등한 것이다. 국제유가의 급격한 상승세는 비단 세계경제만이 아니라, 에너지의 대부분을 수입에 의존하고 있고, 수입에 상당한 외화를 지출하고 있는 우리나라 입장에서 국가경제에 미치는 영향은 클 수밖에 없다(모수원 2004; 송경재 2004).<sup>1)</sup> 국제에너지기구(International Energy Agency; IEA)의 보고서에 따르면, 2005년 이후에도 경제회복 둔화로 인한 수요 감소가 예상되지만 고유가 시대를 예견하고 있어 세계경제에 악영향을 미칠 것으로 전망한 바 있다(IEA 2004a; 2004b). 특히 2003년 기준 에너지 소비량이 세계 7위이며 에너지의 97%를 수입에 의존하는 한국으로서는 유가동향에 따라 국가경제에 직·간접적인 영향을 받는다는 점에서 그 움직임에 관심이 모이는 것은 당연할 것이다.

사실 국제시장에서 거래되는 원유가격은 다양한 요인에 따라 변동하므로 이에 대한 체계적이고 합리적인 예측모형의 수립이 필요하다. 힐본(R. Hilborn)이 지적한대로, 정확한 예측은 자원생산, 예산 및 정책결정 등 여러 가지 요인들에 의한 불확실성을 가진다(Hilborn 1987). 원유가격을 예측한다는 것은 이처럼 쉬운 과제는 아니지만 서부텍사스중질유(West Texas Intermediate; 이하 WTI유)가 사상 최고치인 배럴당 55달러를 넘어서면서 원유가격 예측 및 전망은 한국경제의 사활적인 과제로까지 인식되고 있다.<sup>2)</sup> 이런 이유로 최근 고유가 시대를 예측하고 분석하기 위한 학계의 연구가 다양한 차원에서 진행되고 있다는 점은 다행스러운 흐름이라 할 수 있다.

최근 연구동향을 살펴보면, 국제유가 예측과 관련된 연구의 흐름은 크게 3가지로 분류할 수 있는데, 첫째 가격변동의 원인에 대한 연구, 둘째 경제

1) 산업자원부 자료에 따르면, 석유수입액이 우리나라 총수입에서 차지하는 비중은 1990년부터 2002년 기간에 평균 약 11.6%에 달하고 있다.

2) 국제 원유 가격을 결정하는 기준 원유로, 미국 서부 텍사스와 오클라호마주(州) 일대에서 생산된다. 대표적인 경질유(API도 40)이자 저유황유이며, 미국을 비롯한 세계유가의 바로미터(barometer)로 활용되는 기준유이다.

및 산업파급 효과 분석, 마지막으로 유가예측 모형설정 등으로 구분된다. 이들 연구의 일반적인 주제는 기술적이고 수리적인 방법론을 활용하여 원유가격의 장기동향이나 순환적인 추세를 연구하고자 하는 것이라고 할 수 있다(송경재 2004).

우선, 논리적인 인과성(causality)을 규명하기 위한 질적 연구는 가격 변동의 메커니즘을 측정하려는 분야에 집중되고 있다. 특히 최근 국제원유시장에서 현물거래가 확대되고 OPEC의 시장지배력이 약화됨으로써 원유가격주기에 대한 분석이 주류를 이루고 있다(이선 1987; 이기백 1985; 심의섭 2000).

두 번째 흐름은 유가변동에 따른 경제 및 산업분야의 영향도 분석으로 현대경제연구원(2003)<sup>3)</sup>, 산업연구원(2004)<sup>4)</sup>, 삼성경제연구소(2004)<sup>5)</sup>에서 진행되었다(송경재 2004, 23-24). 또한 Davis & Haltiwanger(2001), 모수원(2004) 등도 유가변동이 거시경제에 미치는 효과를 밝혔다. 이런 유가변동에 따른 경제 및 산업분야의 영향도 연구는 각각 수치의 상이함은 있지만 공통적으로 국제유가의 변동에 따라 거시경제 변수에 미치는 영향도를 계량적으로 산출하고 산업별 파급효과를 추정했다는 점에서 큰 의미를 가지고 있다.

그러나 무엇보다 최근 국제유가 급등에 따라, 관심을 끌고 있는 연구흐름은 유가예측 모형(model)과 관련된 분야라고 할 수 있다. 가격예측 모형을 위한 연구는 주로 해외에서 발전하고 있다. 먼저, Reinhart와 Wickham(1994)은 Beveridge와 Nelson(1981)의 순수 감소형 시계열 분석 기법(pure reduced-form time-series technique)과 Harvey(1985)의 구조적 시계열 접근법(structural time-series approach)을 이용하여 단기(short time) 국제 원자재

3) 분석결과, 현대경제연구원은 국제유가가 1달러 상승할 경우 경제성장률은 약 0.15%p 하락하며 국민총소득(GNI)도 0.6%p가량 줄어들 것으로 전망했다. 또 교역조건 지수도 0.45%p 낮아져 경상수지가 8억~10억 달러 악화될 것으로 예측했다.

4) 산업연구원은 2000년 기준 산업연관표를 바탕으로 산업연관분석을 실시, 석유화학제품(8%), 철강제품(20%), 비철금속제품(20%)의 국제가격 상승은 국내 생산자물가에 0.62%p, 소비자 물가는 연간 0.26%p나 오르는 것으로 산출한 바 있다. 수출도 약 7억달러 감소할 것으로 추정했다.

5) 삼성경제연구소의 고유가에 따른 영향 분석에 따르면, 우리나라는 유가가 10달러 상승하면 경제성장률이 1.34%p 떨어지고, 소비자물가는 1.7%p 상승하며, 무역수지는 80억9000만 달러가 악화된다고 분석했다(삼성경제 연구소 2004, 11).

상품 가격을 예측하고자 시도했다. 이들은 상품가격의 이면에 숨어있는 핵심적인 요소를 구조화시켜 수요측면과 공급측면에서의 상대적인 공헌도에 대해 측정을 시도했다. 계량적인 연구결과는 단기적으로 수요측면에서의 영향이 상대적으로 높은 것으로 산출되었다(Rheinart and Wickham 1994; Borensztein and Rheinart 1994). 그렇지만 비록 경제적인 이론을 바탕으로 만들어 졌다고 해도 이들의 연구는 원자재 상품 전체에 관한 예측모형이었기 때문에 각 품목별 모형 적응력은 떨어진다는 단점을 노출했다.

국제유가 관련 계량연구 중에서 유의할 만한 결과는 캐나다중앙은행(Bank of Canada)의 원유(WTI유 기준) 가격예측 모형이다. 캐나다중앙은행의 Rene Lalonde, Zhenhua Zhu와 Frederick Demers(2003)는 ‘캐나다중앙은행 국제원자재 선물지수(Bank of Canada Commodity Price Index; BCPI)’<sup>6)</sup>의 예측 모형을 연구하는 과정에서 유가와 세계경제 성장률간의 관계를 분석했다. 연구자들은 국제유가가 통계적으로 세계경제 변화에 구조적으로 연관성이 높고 그 결과, 세계경제 성장률이 1%P 상승하면 2~3분기 이후 WTI유의 실질가격에 12%P의 인상효과를 미치는 것으로 산출했다. 즉, 유가는 세계경제 상황과 순환적인 구조를 가지고 있으며 양자 간에는 강한 정비례의 연계(link)가 있는 것이다(Lalonde, Zhu, and Demers 2003).

한편 변수별 변동성에 관한 연구로는 모수원(2004)이 예상치 못한 외부 변수에 의한 유가의 변동성을 규명하고자 했다. 그는 예상치 못한 외부충격이 비대칭임을 밝히고 유가의 변동성을 설명하는데 GJR 모형의 적합성을 증명했다.

이상의 연구시도들은 국제 원유시장의 역학적 움직임을 규명하고 그 예측과 변화의 원인 그리고 마지막으로 경제적 과급효과를 분석하려 한다는 데 큰 의미를 가지고 있다. 또한 각 연구는 복잡한 경제현상에 대한 논리적인 해석을 위한 설명력을 높이는데 큰 기여를 했다고 할 수 있다.

그러나 유가 움직임이 거시경제에 미치는 효과에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있지만 원유가격의 예측과 관련한 연구는 상대적으로 찾아보기

---

6) BCPI는 캐나다중앙은행이 측정하는 국제원자재 상품지수이다. 주요한 구성요소와 가중치는 에너지 상품군 (WTI, 천연가스, 석탄)이 34.9%이고 에너지를 제외한 상품군 (음식료, 축산물, 생선, 산업금속, 임산물)이 65.1%의 비율로 지수를 계산, 산출한다(Lalonde, Zhu, and Demers 2003, 28).

힘들다. 기존 연구 성과들을 감안하더라도 원유의 대외의존도가 높고 유가 변동에 따라 경제가 민감하게 반응하는 우리나라 입장에서 유가예측과 관련된 연구가 많지 않다는 점은 국가적인 차원에서나 학문적인 차원에서 아쉬운 대목이라 할 수 있다.

이런 문제의식으로 본 연구에서는 활용가능한 통계적인 기법으로 국제 원유가격의 예측모형을 만들고자 한다. 물론 불확실성을 특징으로 하는 가격변동의 특성상 원유가격을 하나의 모형으로 수립하는 것은 장기적인 과정임에 분명하다. 따라서 본 연구자들은 이런 난점을 인식하고 그 시론적인 연구결과로 시계열 분석을 활용한 모형을 도출하고자 한다. 연구에서는 WTI유 가격의 예측모형을 수립하기 위해 박스-젠킨스(Box-Jenkins) ARIMA 모형(autoregressive moving average integrated process model; 자기회귀이동평균누적과정)을 이용했다. 아울러 도출된 시계열 모형의 유가예측 모형수립을 위한 적용가능성을 확인하고자 했다.

## II. 분석 자료의 개요와 분석기법

### 1. 자료의 개요

원유는 종류가 다양하다. 국제적으로 기준유로 사용되고 있는 것만 해도 WTI유, 북해산 Brent유, 중동 Dubai유 등이 있다.<sup>7)</sup> 본 연구에서 분석할 데이터는 뉴욕상업거래소(NYMEX)의 WTI 선물가격으로 할 것이다. WTI를 선택한 이유는 첫째 1983년 뉴욕상업거래소가 원유선물을 도입할 때부터 안정적인 자료의 연속성을 확보할 수 있으며, 두 번째 세계적으로 WTI는 국제유가의 일반화된 표준으로 공인받고 있기 때문이다. WTI 가격자료는 연속성과 대표성을 모두 가지고 있다. 본 연구에서는 1984년 1월부터 2004년 12월까지 84분기의 평균가격을 이용하였다.

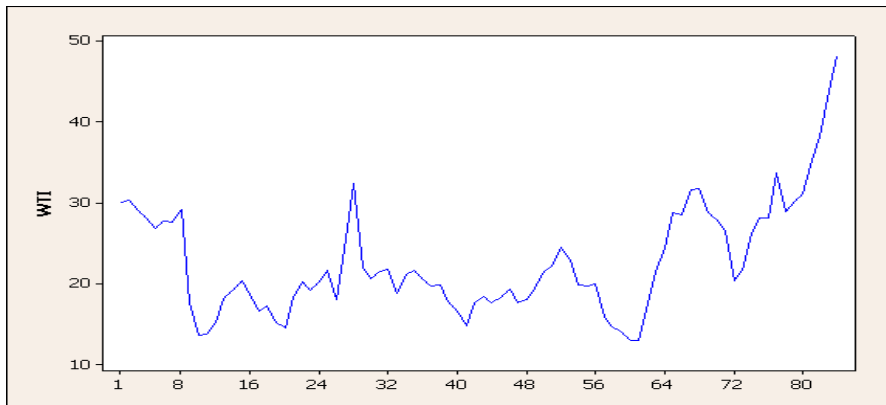
---

7) 이들 제품은 함유량과 발굴비용, 원유의 물적 속성 등의 차이로 4~5달러의 배럴당 가격 차이를 보인다.

<표 1> WTI 기초 통계량 (1984~2004년)

전체 자료 수 (분기 기준)	84
평균	22.8012
중앙값	20.6481
분산	46.7946
표준편차	6.8407

<그림 1> WTI유 분기간 평균가격 추세(1984~2004년)



## 2. 분석 방법

본격적인 논의에 앞서 본 절에서는 분석방법으로서의 시계열분석에 대해 간략히 설명하고자 한다.

시계열분석(time-series analysis)은 시계열 자료들 간의 계열 상관을 이용하여 동태적인 관계를 분석하는 방법이다. 시계열분석에서는 자료간의 인과관계나 시차분포형태에 대한 사전적인 제약이 최소화된 모형이 추정된다(박준경·이호창 1985). 한 시점의 변량은 그 이전 변량들의 영향을 받거나 또는 과거의 오차 영향을 받는다. 이를 이용한 것이 자기회귀모형(autoregressive model; 이하 AR)이다. 그리고 이동평균모형(moving average model; 이하

MA)은 오차가 무한대가 아니라 한정된 수에 종속된다는 가정을 나타내는 것으로 이러한 AR과 MA모형을 적용한 것이 자기회귀 이동평균모형 (autoregressive moving average model; 이하 ARMA)이다(박준경·이호창 1985, 10-15). 이를 수식으로 정리하면 다음과 같은 기본식 (1)이 추출된다.

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (1)$$

실제 ARMA 시계열 분석은 적용공분산 정상성(covariance stationary)을 만족시키는 과정을 거쳐 분석을 진행하게 되는데 이를 ARIMA 모형이라고 한다(조신섭 1997; 박유성 1998; 박유성·김기환 2002).

본 연구에서 분석방법으로는 단일변량시계열의 분석에 사용되는 박스-젠킨스(Box-Jenkins)의 ARIMA 분석방법론을 사용했다. ARIMA 분석방법론은 시계열의 변동형태를 파악하고 이를 통해 예측이 가능하다는 장점으로 증권시장 등 경제분야와 수산자원 관리에서 많이 응용되고 있다(유신재·장창익 1993, 364). 단일변량 ARIMA 분석기법의 특징은 첫째, 시계열 자료인 WTI 유가 이외에 다른 자료가 없더라도 그 변동 상태를 확인할 수 있다는 장점을 가지고 있으며, 둘째, 어떤 시계열에도 적용이 가능하며 특히 시간의 흐름에 따라 자료의 변동이 빠를 때 민감하게 반영할 수 있다(Box and Jenkins 1976). 일반적으로 시계열 자료는 추세(trend), 순환(cycle), 계절변동(seasonal variation), 불규칙변동(irregular fluctuation) 등으로 구성되어 있다.

연구순서는 먼저 자료의 계절성과 주기성, 순환성을 파악을 위해 분산분석(analysis of variance; 이하 ANOVA)과 다중비교(multiple comparisons)를 통해 계절효과가 있는지 확인하고, 다음으로 분산안정을 위한 자료변환과 추세제거를 위한 차분을 적용, ARIMA분석을 위한 기본조건인 정상시계열 자료를 얻기 위한 과정을 적용하였다. 이후 모형의 식별과 분석, 추정, 예측적합의 과정을 통하여 결과를 도출하였다.

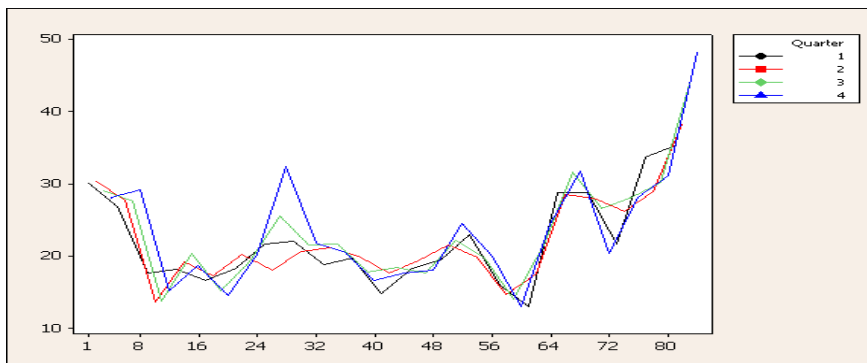
### Ⅲ. 연구 분석

#### 1. 사전분석

##### 1) 계절성, 주기성 확인

자료의 계절성을 확인하기 위해 분산분석(ANOVA)과 다중비교를 실시했다. 그 결과 1분기에서 4분기로 갈수록 평균가격이 높아지는 것으로 나타나고 있으나 그 차이는 미미하며, 통계적으로 분기별 가격의 차이는 유의하지 않는 것으로 나타났다(p값 = 0.8860).

<그림 2> WTI의 분기별 자료



<표 2> 분기별 평균 및 분산(표준편차) (1984~2004년)

분기	자료수	평균값	표준편차
1분기	21	22.0739	6.2297
2분기	21	22.3676	6.0775
3분기	21	23.1745	7.0932
4분기	21	23.5887	8.1602
전체	84	22.8012	6.8407



<표 3> 분산분석표 (1984~2004년)

요인	제곱합	자유도	평균제곱	F값	p값
인자(분기)	31.0069	3	10.3356	0.2146	0.8860
오차	3852.9483	80	48.1619		
전체	3883.9552	83	-	-	-

같은 목적으로 다중비교분석 중의 한 방법인 Tukey의 HSD검정(honestly significant difference test)를 적용하여 분석하였으며, 분석결과 모든 분기간(조합수 6)에는 가격의 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났다(유의수준 1%). 이상 분산분석과 다중비교분석을 통하여 분기(계절)효과는 없는 것으로 판명되었다.<sup>8)</sup>

## 2) 정상성

앞에서도 간략하게 언급하였듯이 정상성은 ARIMA분석의 기본조건이다. 정상성은 다음의 조건을 만족시켜야 한다.

- ① 평균이 일정하다: 모든 t에 대해  $E(z_t) = \mu$ .
- ② 분산이 존재하며 상수이다: 모든 t에 대해  $Var(z_t) = r(0) < \infty$ .
- ③ 두 시점사이의 자기 공분산은 시차(time lag)에만 의존한다.:  
모든 t와 s에 대해  $Cov(z_t, z_s) = \gamma(t-s)$ .

이에 시간의 흐름에 따라 분산이 커지는 영향을 확인하고 이에 대한 자

8) 일반적으로 유가는 분기별 계절성이 있다는 것이 일반적인 인식이나 실제로는 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 각 분기간의 차이가 존재하는지의 여부를 보다 정확하게 분석하기 위해 분기간의 모든 조합을(조합수 6) 반영한 분기간의 다중비교의 방법을 적용하였으며, 다중비교 검정방법으로는 'Tukey의 HSD검정', 'Tukey-B검정', 'Student-Newman-Keuls 검정', 'Duncan 검정', 'Scheffe 검정' 방법을 모두 적용하였다. 그 결과 모든 검정방법에서 분기간의 유의한 차이는 없는 것으로 분석되었다.

료의 변환을 위한 검정으로 로그검정(log test)<sup>9)</sup>을 실시했다. 그리고 추세의 확인을 위해서 선형 적합과 단위근 검정(unit root test)을 실시하였다. 로그 검정결과 원자료보다 log변환을 취한 자료의 분산이 안정적인 것으로 나타나 로그변환을 적용하였다(<표 4> 참조).

<표 4> log test 결과

변환	RMSE	AIC	SBC
변환 없음	9.06597	436.239	450.824
LOG 변환	9.05689	422.039	436.624

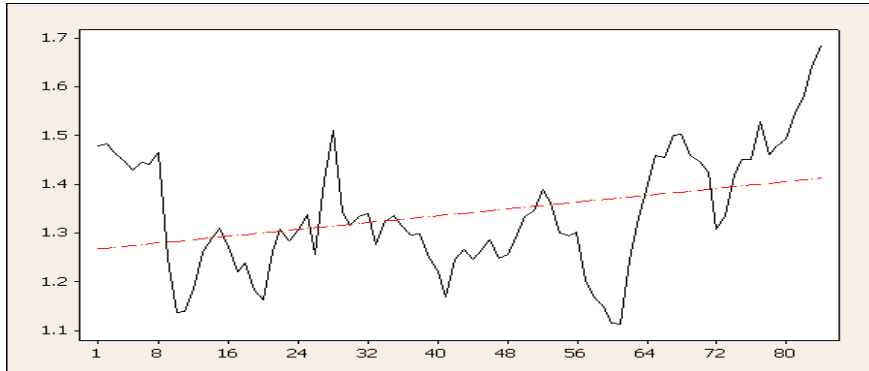
<그림 3>은 추세의 확인을 위해 선형적합을 실시한 결과로 전반적으로 시간의 흐름에 따라 가격이 상승하고 있음을 알 수 있다. 또 같은 목적으로 로그 변환된 자료에 대한 자기상관함수(auto-correlation function; ACF)를 구하였다. ACF에서 지속적인 양수 값을 갖고 있으므로 추세가 있음을 알 수 있다. 추세에 대한 정확한 기준을 얻기 위해 단위근 검정(unit root test)을 실시하였으며, 그 결과 추세가 존재함을 확인하였다( $p$ 값 = 0.7477).<sup>10)</sup> 즉, WTI유의 가격자료는 시간의 흐름에 따라 값이 상승하는 추세를 가지는 것으로 판명되었다.

9) 시계열 자료의 분산(분포)이 증가하거나 변동비를 갖는 경우에 이에 대한 검정을 위해 사용된다. 이 방법은 maximum likelihood method 방법으로 추정되며, 분석결과는 변환전 자료와 log변환된 자료의 AIC, SBC, MSE의 값을 비교할 수 있으며, 작을수록 유의한 분포를 갖는다.

10) 일반적으로 유의확률  $p > 0.05$  이면 추세가 존재하며 차분을 취한다.

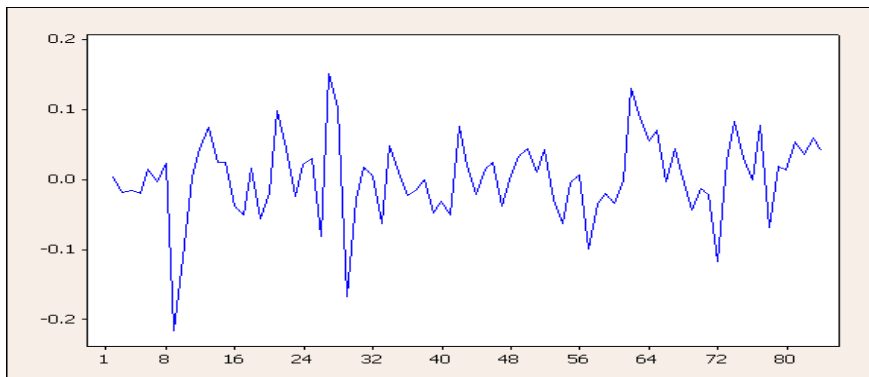
시계열 분석에 의한 국제유가 예측; Nymex-WTI 선물가격을 중심으로

<그림 3> log 변환자료의 추세 시도표



이에 추세의 제거를 위해 일차 차분(differencing)을 적용하였다. 이상의 분석과정으로 ARIMA분석을 위한 기본조건인 정상시계열 자료를 얻게 되었다.

<그림 4> log 변환과 1차 차분을 반영한 시도표

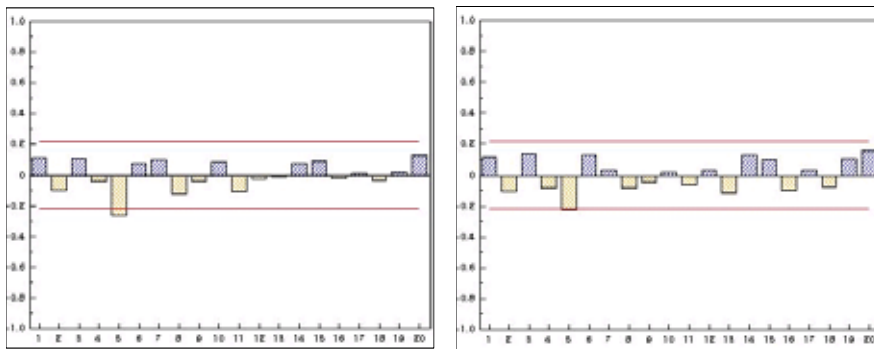


## 2. ARMA분석 (모형의 식별, 추정, 검정)

### 1) 모형의 식별

다음은 사전분석을 통하여 얻어진 변환된 자료를 이용하여 ARIMA 모형에 대한 식별을 시도하였다. 이를 위해, 자기상관계수(ACF; autocorrelation function)와 편자기상관계수(PACF; partial autocorrelation function)를 계산하였으며, 이 값을 이용한 식별과정을 통하여 ARIMA 모형을 선정하였다.

<그림 5> ACF와 PACF



### 2) 모형의 추정

분석결과 다음 식 (2)와 같은 결론을 얻을 수 있었으며, 추정된 모수의 값은 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다(p값=0.0363).

<표 5> 적용모형의 계수와 t-값

모수	추정값	표준오차	t-값	Pr >  t	Lag
AR1,1	0.19081	0.11025	1.73	0.0875	1
AR1,2	-0.19341	0.11228	-1.72	0.0889	2
AR1,3	0.11600	0.11380	1.02	0.3112	3
AR1,4	-0.11515	0.11274	-1.02	0.3102	4
AR1,5	-0.23824	0.11183	-2.13	0.0363	5

위의 결과에 따라 아래의 식(2)를 유도할 수 있다.

$$\nabla \ln z_t = 0.19081 \nabla \ln z_{t-1} - 0.19341 \nabla \ln z_{t-2} + 0.11600 \nabla \ln z_{t-3} - 0.11515 \nabla \ln z_{t-4} - 0.23824 \nabla \ln z_{t-5} + a_t \quad (2)$$

### 3) 모형의 검정

추정된 모형의 적합성을 검정하기 위하여 잔차(residuals)에 대한 포트만토 검정(portmanteau test)을 실시했다. 잔차에 대한 분석결과에 모든 시차에 대한 RACF, RPACF의 값이 유효범위 존재하며, 포트만토 검정에서도 각 lag수준의 p값을 검정한 결과 잔차에 대해서도 문제가 없는 것으로 나타났다(p값>0.05).

## 3. 예측 적합

본 연구에서 지난 1984~2004년간의 분기별 자료에 대한 ARIMA 시계열 분석을 이용하여 도출한 모형은 다음 식 (3)과 같다.

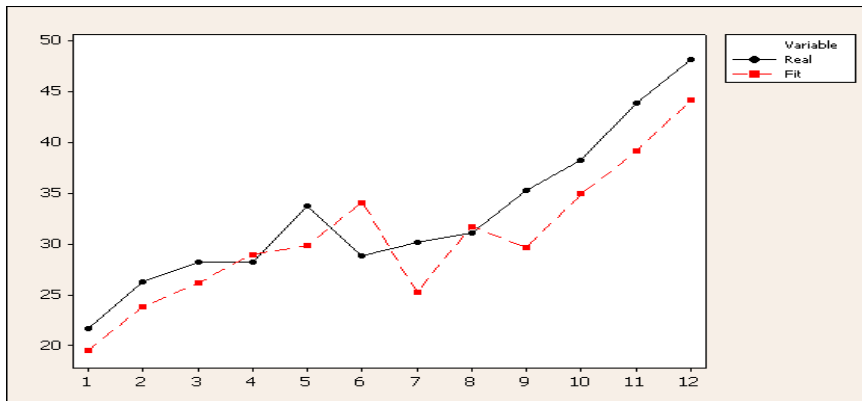
$$z_t = \frac{1.19081 \times z_{t-1} \times 0.34941 \times z_{t-3} \times 0.23824 \times z_{t-6}}{0.38422 \times z_{t-2} \times 0.23115 \times z_{t-4} \times 0.12309 \times z_{t-5}} \quad (3)$$

식을 토대로 지난 3년간 12분기 동안의 예측값과 실제 가격과의 비교를 실시한 것은 다음 <그림 6>과 <표 6>이다. 분석결과 예측 WTI 가격과 실제 WTI 가격의 오차는 1.83~18.07%의 범위에 존재하였다(MAPE; mean absolute percent error = 10.06%).

11) 본 분석에 적용된 모형이외에도 다양한 모형에 대한 분석과 검증을 실시하였으며, 여러 가지 모형 중에서 모수의 추정치 유의하고, 잔차검정에 문제가 없는 적절한 모형을 선택한 후 실제값과 모형값을 비교, 적합성을 분석하여 본 모형을 최종 선택하였다.

확인된 바와 같이 최근 3년간의 비교를 통해서 최저 1.83%, 최대 18.07%의 오차를 보였지만 추세상 2003년을 제외하고 예측값의 설명력은 상당히 높은 것으로 나타났다. 이런 오차의 발생의 원인은 2003년 급격한 유가변동에 따른 요인의 작용으로 시계열 분석 적합력이 떨어진 결과로 보인다. 그렇지만 2004년 4분기에 대한 결과는 전반적으로 안정적인 추세 일치성을 보여주고 있다.

<그림 6> 최근 3년간(12분기) 실제값과 예측값의 비교



아울러 식 (3)을 활용하여 2005년의 WTI 유가를 예보한 것이 <표 7>이다. 예측에서 확인된 것은 단기적으로 WTI 유가는 배럴당 45달러의 고가를 유지할 것이지만 장기적으로 하락추세를 보일 것으로 예측된다.

시계열 분석에 의한 국제유가 예측; Nymex-WTI 선물가격을 중심으로

<표 6> 최근 3년간(12분기) 실제값과 예측값의 비교

시점		실제값	예측값	실제값-예측값	차이(%)
2002년	1분기	21.6835	19.53094	2.153	9.93%
	2분기	26.2745	23.85038	2.424	9.23%
	3분기	28.2298	26.17488	2.055	7.28%
	4분기	28.2370	29.00592	-0.769	-2.72%
2003년	1분기	33.8025	29.88331	3.919	11.59%
	2분기	28.9086	34.13079	-5.222	-18.07%
	3분기	30.2114	25.26955	4.942	16.36%
	4분기	31.1603	31.73119	-0.571	-1.83%
2004년	1분기	35.2711	29.67485	5.596	15.87%
	2분기	38.2837	34.95984	3.324	8.68%
	3분기	43.8857	39.16956	4.716	10.75%
	4분기	48.2668	44.22543	4.041	8.37%
분기별 오차 범위					1.83~18.07%
MAPE : 12분기 (2002~2004년)					10.06%
MAE (mean absolute error)					3.311
MSE (mean square error)					13.637

<표 7> ARIMA 모델을 적용한 2005년 WTI 유가 예보

2005년	예측 적용값			변환값		
	예측	표준오차	95% C.I.	예측	95% C.I.	
1분기	3.8564	0.1286	3.6044 4.1083	47.29478	36.75962	60.84320
2분기	3.8109	0.1999	3.4192 4.2027	45.19109	30.54497	66.86663
3분기	3.7820	0.2400	3.3115 4.2525	43.90376	27.42623	70.28090
4분기	3.7394	0.2775	3.1955 4.2833	42.07274	24.42238	72.47923

#### IV. 결 론

국제유가의 예측은 에너지 수입국인 우리나라에서 전략자원 관리차원에서 중요한 분야이지만 그 특성상 실제적으로 요구되는 예측력은 크게 부족한 상황이다. 그만큼 국제유가에 영향을 미치는 요인이 다양하기 때문이다. 그런 차원에서 단일변량 시계열분석법은 시계열 자체에서의 변동성을 가지고 그 특징을 추정하여 미래의 가격추세를 예측한다는 점에서 그 유용성은 크다고 할 것이다.

본 연구에서는 1984~2004년간의 84분기 동안 WTI 유가자료를 활용하여 ARIMA 시계열 모형에 적용했다. 이상의 분석을 통해서 도출한 모형은 다음과 같다.

$$z_t = \frac{z_{t-1}^{1.19081} \times z_{t-3}^{0.34941} \times z_{t-6}^{0.23824}}{z_{t-2}^{0.38422} \times z_{t-4}^{0.23115} \times z_{t-5}^{0.12309}} \quad (4)$$

본 모형의 예측적합성을 확인한 결과, 최근 3년간의 예측값과 실제 가격을 적용한 결과오차는 1.83~18.07%(평균 10.06%)이다. 2004년의 3분기의 예측값은 배럴당 39.16956달러이지만 실제는 43.8857달러였고 4분기는 예측값이 44.22543달러, 실제가 48.2668달러였다. 3분기의 오차는 10.75%, 4분기의 오차는 8.37%이다. 그러나 무엇보다 2002년부터 3년간의 비교분석 결과는 12분기 중에서 3분기만을 제외하고 추세를 정확히 예측했다.

본 연구를 통해서 분석된 결과의 함의는 국제유가를 예측하는데 있어 박스-젠킨스 ARIMA 시계열 모형이 회귀방정식 또는 구조방정식을 사용하지 않고 비교적 정확한 예측력을 보이고 있다는 점이다. 이는 시계열 분석이 유가예측에 있어 설명력을 가지고 있음을 확인해 주는 것이라 할 수 있다. 따라서 이를 발전시켜 각각의 경제변수들을 활용한 유가결정 모형의 구성 가능성을 확인해 주는 시론적인 연구로서 의미를 가질 것이다.

그렇지만 본 연구는 몇 가지 한계점도 가지고 있다. 원유가격의 추세와



시계열 분석에 의한 국제유가 예측; Nymex-WTI 선물가격을 중심으로

가격예측에 대해서는 성과를 거둘 수 있었지만 국제유가가 가지고 있는 복잡한 유가결정의 인과관계를 분석하지는 못했다. 물론 시계열 분석의 특성상 단일변수에 의한 연구였지만 실제로 유가에 영향을 미치는 변수에 대한 영향도 측정 역시 간과해서는 안 될 연구 분야이다. 따라서 본 연구 결과를 바탕으로 보다 신뢰성 있고 발전적인 유가예측 모형연구의 발전을 기대한다.

## 참고 문헌

- 김현용(2000), “국제 원유가 인상이 수산업에 미치는 영향”, 『수협 조사월보논단』, 수협중앙회. [http://www.suhyup.co.kr/upfiles/susan/susan\\_001216134425.hwp](http://www.suhyup.co.kr/upfiles/susan/susan_001216134425.hwp) (2004. 8. 20.).
- 모수원(2004), “유가변동성모형 선정”, 『산업경제연구』 제17권 제2호, 2004년 4월, 427~438.
- 박유성(1998), “경영·경제 자료분석”, 정일출판사.
- 박유성·김기환(2002), “SAS/ETS를 이용한 시계열 자료분석 I”, 자유아카데미.
- 박준경·이호창(1985), 『경제변수의 시계열분석』, 한국개발연구원 보고서.
- 삼성경제연구소(2004), “고유가 시대의 도래와 대응”, CEO information 465호, 삼성경제연구소.
- 송경제(2004), “국제유가 결정의 정치·경제적 해석 - 2000년 이후 5년간 가격변동을 중심으로”, 『에너지포커스 10월호』, 에너지경제연구원.
- 심의섭(2000), “OPEC 질서하의 유가파동과 해외유전 자주개발”, 『한국중동학회논총』 21권, 1호, 한국중동학회.
- 유신재·장창익(1993), “시계열 분석에 의한 어획량 예측”, 『韓水誌』 26(4).
- 이기백(1985), “OPEC의 유가체계 붕괴”, 대한지방행정공제회.
- 이선(1987), “에너지부문의 정책과제와 개선방안”, 『한국개발연구원 연구보고서』 한국개발연구원.
- 조신섭(1997), “경제시계열분석(SAS/ETS를 사용한)”, 자유아카데미
- 허명희·박유성(1996), 『시계열자료 분석』 자유아카데미.
- Beveridge, S. and C. Nelson(1981), "A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to the Measurement of the Business Cycle", *Journal of Monetary Economics* 7, 151~174
- Borensztein, E and M. Reinhart(1994), “The Macroeconomic Determinants of Commodity Prices”, *International Monetary Fund Staff Paper* 41,

236~261.

- Box, G. E. P. and G. Jenkins(1976), Time Series Analysis, Forecasting and Control, San Francisco.
- Davis, S. J. and J. Haltiwanger(2001), "Sectoral Job Creation and Destruction Responses to Oil Price Changes and Other Shocks", Journal of Monetary Economics, 48, 465~512.
- Hamilton, James D.(1994), "Time Series Analysis", 43~59, Princeton University Press
- Hilborn, R.(1987), "Living with Uncertainty in Resource Management"
- International Energy Agency(2004a), Oil Market Report, 각호, <http://omrpublic.iaea.org>(2004. 1.~2005. 1.).
- \_\_\_\_\_(2004b), "Analysis of the Impact of High Oil Prices on the Global Economy." <http://www.iea.org>(2004. 6. 10.).
- Lalonde, Rene. Zhenhua Zhu, and Frederick Demers(2003), "Forecasting and Analyzing World Commodity Prices", Working Paper 2003-24. Bank of Canada.
- Rheinhardt, C. M. and P. Wickham(1994), "Commodity Prices: Cyclical Weakness or Secular Decline?", International Monetary Fund Staff Paper 41. 175~213.

## A Study on the Nymex WTI Prices Forecasting Using Time Series Analysis

Kyong-Jae Song\*, Hoi-Min Yang\*\*

### < ABSTRACT >

At present, the crude oil is very important strategic resource for economic development. The crude oil has traditionally played an important role in Korean economy. By the way, oil prices are not fixed and changed by various economic and political variables. Therefore, it is necessary to make the crude oil prices forecasting model using statistic methods.

In this paper, we tried to make the crude oil prices forecasting model using the Box-Jenkins' ARIMA (autoregressive moving average integrated process). We used the data organized quarterly average of the West Texas Intermediate crude futures which are computed by the Nymex from 1984 to 2004.

In brief, using the forecasting equation, we found the implications. The result showed the statistic implication between the forecasts and the real WTI crude oil prices with a mean absolute percent error (MAPE) of 10.06%.

**Key Words : West Texas Intermediate crude oil,  
Box-Jenkins ARIMA, time-series analysis,  
forecasting model of crude oil price.**

---

\* Korea PDS Co., Ltd. researcher (email: skjsky@koreapds.com)

\*\* Korea PDS Co., Ltd. researcher (email: hoimin@koreapds.com)