

이윤올헤징을 이용한 원유 구매 전략

양지혜* · 김현석**

요약 : 본 연구는 원유 구매자가 원유를 구매함에 있어 이윤올헤징 전략이 항상 헤징하거나 모두 현물 구매하는 전략에 비해 최적의 구매전략이 될 수 있는지 기대목표효용 함수를 이용하여 이론적으로 분석하고 시뮬레이션을 실시하였다. 또한 선물가격이 평균회귀할 때 이윤올헤징이 최적의 전략이 된다는 이론적 증명을 바탕으로 원유 선물가격의 평균회귀성에 대한 실증분석을 수행하였다. 기대목표효용함수에 대한 시뮬레이션 결과, 원유를 구매함에 있어 이윤올헤징 전략을 사용할 경우 다른 전략을 사용해 구매하는 경우에 비해 더 높은 기대효용을 가져오는 것으로 나타났다. 원유 선물가격의 평균회귀성에 대한 실증분석 결과 평균회귀성을 가진다는 것은 입증할 수 없었다. 그러나 이론적 분석과 시뮬레이션 결과, 원유 선물시장에서 이윤올헤징을 통한 구매전략이 원유 구매의 최적 전략이 된다고 판단할 수 있었다.

주제어 : 기대목표효용함수, 원유 구매, 이윤올헤징, 평균회귀성

JEL 분류 : C12, C15

접수일(2017년 9월 14일), 수정일(2017년 11월 14일), 게재확정일(2017년 11월 30일)

* 농협경제지주, 경북대학교 농업경제학과 석사 졸업, 주저자(e-mail: ycbec@naver.com)

** 경북대학교 농업경제학과 조교수, 교신저자(e-mail: hyun.kim@knu.ac.kr)

Profit Margin Hedging Strategy in Crude Oil Purchasing

Ji Hye Yang* and Hyun Seok Kim**

ABSTRACT : The purpose of this article is to show profit margin hedging can be an optimal strategy in crude oil purchasing. This study theoretically analyzes profit margin hedging strategy is optimal in crude oil purchasing using expected target utility function and conducts simulations to show if the profit margin hedging is profitable. In addition, this study tests existence of mean reversion of crude oil futures prices to confirm the theory that profit margin hedging is more profitable than other strategies, such as always hedging or buying at expiration with spot price, if futures prices are mean reverting. The simulation results show that the expected utility of profit margin hedging higher than other strategies. Although we cannot find any evidence that crude oil futures prices follow mean reverting process, we can conclude that profit margin hedging can be optimal strategy in crude oil purchasing based on theoretical proof and simulation results.

Keywords : Crude oil purchasing, Expected target utility, Mean reversion, Profit margin hedging

Received: September 14, 2017. Revised: November 14, 2017. Accepted: November 30, 2017.

* National Agricultural Cooperative Federation, Former graduate student in the Department of Agricultural Economics at Kyungpook National University(e-mail: ycbee@naver.com)

** Assistant Professor in the Department of Agricultural Economics at Kyungpook National University (e-mail: hyun.kim@knu.ac.kr)

I. 서론

원유 선물거래는 실제 원유 인·수도를 목적으로 거래 기간에 따라 현물거래 또는 기간계약으로 이루어진다. 대한석유협회(2008)에 따르면 국내 정유사의 경우 안정적인 원유 도입을 위해 주로 기간계약 거래방식을 채택하고 있으며, 국영 석유회사나 메이저(Major)를 통해 정기적으로 전체 원유 도입량의 약 70%를 1년 이상 장기계약 형태로 조달하고 있다. 기간계약 시 원유 도입가격은 국제적인 가격 평가기관¹⁾에서 발표하는 현물 원유 가격을 참고하여 매월 혹은 분기별 조정이 이루어진다. 그 외 원유 도입량의 나머지 약 30%는 매 시점 필요에 따라 물량을 결정하여 현물계약 형태로 거래된다. 이때 원유 도입가격은 국제 원유가격에 프리미엄을 더하는 방식으로 결정된다. 한편 최근 유가변동이 세계 원유시장의 수요와 공급뿐만 아니라 다양한 요인들에 의해 끊임없이 등락을 거듭하는 형태로 나타나면서 유가 예측이 사실상 어려워졌다. 원유 거래 당사자들이 이에 따른 가격변동 위험을 부담할 수밖에 없는 상황에서 원유 관련 선물(Futures) 및 옵션(Option) 등이 거래되는 원유 파생상품 시장이 등장하였다.

원유 파생상품 시장은 유가변동 위험을 회피할 수 있는 적절한 수단을 제공하고 있다. 그 중에서도 선물시장은 미래의 가격변동 위험을 헤징하거나 투기하기 위한 목적으로 실물 인·수도보다는 주로 서류상의 거래가 이루어지는 시장이다.²⁾ 원유를 안정적으로 조달해야 하는 정유사나 국영회사들은 장기계약을 체결하면서 동시에, 가격변동 위험을 회피하기 위해 선물시장을 통한 매수헤징을 고려할 수 있다. 즉 정유사는 실물시장에서 계약한 물량과 동일한 양에 대하여 원유 선물시장에서 매수 포지션을 취한 뒤, 만기일 이전에 반대매매를 통해 청산함으로써 현물시장에서의 손익을 상쇄시킬 수 있다.³⁾

상품의 구매 또는 판매에 있어 파생상품시장을 활용한 헤징의 유용성을 소개한 연구

1) 한국석유공사(2016)에 따르면 지표 원유(미국 서부산 텍사스유, 북해산 브렌트유, 중동산 두바이유 등)의 가격은 국제적으로 신뢰성을 갖춘 Platts나 Argus 등의 가격 평가 전문기관이 현물시장의 가격변동을 반영하여 정해진 산식에 따라 평가한 후 하루에 한번 가격을 발표하고 있다.

2) 실물인수도가 이루어지는 선물시장도 있으나 원유 선물시장의 실물 인도비율은 2% 미만으로, 대부분의 경우 만기일 이전에 반대매매를 통해 청산된다.

3) 현물 손실이 선물 이익으로 완전 상쇄되는 경우는 베이스(Basis) 위험이 없을 때를 가정한다. 베이스 스프레드가 좁아지는 경우 현물에서의 손실보다 선물에서의 이익이 작아서 현물에서의 손실이 완전 상쇄되지 않고 초과손실이 발생하며, 반대로 폭이 넓어진 경우 선물에서의 실현이익이 커서 초과이익이 발생한다.

는 오래 전부터 진행되어 왔다. 최근에는 환경 및 에너지 상품에 대한 중요성이 커짐에 따라 이들 시장의 파생상품을 이용한 헤징전략에 관한 연구도 다수 진행되고 있다. 윤원철(2000)은 최소분산헤징에 근거한 조달비용함수를 이용하여 원유를 수입하는 정유사가 해외 주요 에너지 선물시장을 활용했을 때의 비용 절감 효과와 위험 감소 효과를 실증적으로 분석하였다. 윤원철·손양훈(2009)은 선물 외에도 옵션과 복수의 옵션계약을 조합한 칼라거래 등에 대해서 거래전략별 조달비용의 평균 및 변화율을 구하여 파생상품을 활용한 위험관리 전략이 원유의 조달비용을 감소시키고 가격변동의 위험을 축소시킨다는 것을 입증하였다. 그러나 이들 연구는 헤징비용 및 헤징전략 등에 대해 다양한 시나리오별 실증분석에 바탕하고 있어 그 이론적 근거가 다소 부족하였다고 볼 수 있다. 이에 최근 김현석(2014)은 배출권 시장에서 이윤율헤징 전략을 활용한 배출권 구매가 기업의 배출권 구매의 최적전략임을 이론적으로 입증하고 이를 바탕으로 실증분석을 진행하였다.

본 연구에서는 김현석(2014)의 연구를 바탕으로 목표효용함수와 원유 선물가격의 평균회귀성에 바탕하여 이윤율헤징 전략이 원유 구매에 있어 최적의 전략임을 이론적으로 살펴본다. 또한 국제 원유 시장의 실질 자료를 이용하여 시물레이션과 원유선물가격의 평균회귀성 분석을 통해 이론에 대한 실증분석을 진행한다.

본 논문의 주요 내용은 다음과 같이 구성된다. 다음 장에서는 이윤율헤징의 수익성에 대한 이론적 배경을 살펴보고, III장에서는 실증분석 모형 및 사용된 데이터를 소개한다. IV장에서는 실증분석 결과를 제시하고 마지막으로 V장에서는 결과를 요약하고 결론을 맺기로 한다.

II. 이론적 배경

1. 이윤율헤징 이론

이윤율헤징은 많은 선행연구에서 상품의 생산자 또는 구매자가 헤징을 통해 위험을 최소화하고 이윤을 극대화 시키는 최적의 전략으로 언급하고 있다(Purcell and Koontz, 1999; Parcell and Pierce, 2009; Kim et al., 2010; 김현석, 2014). 상품의 생산자나 구매자

는 상품의 판매 또는 구매에 대한 결정을 상품의 인수도 이전에 결정하게 된다. 즉, 상품의 생산자는 상품의 판매에 대한 의사를 결정하는 시점에서 선물가격이 목표가격보다 높으면 판매하고자 하는 모든 제품을 의사결정 시점에 매도해징하고, 낮으면 모든 제품을 판매시점에 현물로 판매하는 전략을 이윤올해징이라고 한다. 이와 반대로 상품의 구매자는 구매에 대한 의사를 결정하는 시점에 구매하고자 하는 상품의 최고지불의사금액, 즉 상품에 대한 목표 구매가격과 선물가격을 비교하여 선물가격이 목표 구매가격보다 낮으면 의사결정 시점에 모든 상품을 매수해징하고, 높으면 실제 구매시점에 모두 현물로 구매하는 전략을 말한다.

최근 김현석(2014)은 식 (1)과 같은 Holthausen(1981)의 목표효용함수를 이용하여 배출권시장에서 구매자의 이윤올해징 전략의 수익성에 대한 이론적 근거를 제시하였다.

$$U(c) = \begin{cases} (t-c)^\alpha & \text{for all } c \leq t \\ -h(c-t)^\beta & \text{for all } c \geq t. \end{cases} \quad (1)$$

위 식에서 c 와 t 는 각각 구매자의 구매비용 및 목표 구매비용을 의미하며, h 는 손실에 대한 가중치로 양의 상수이며, α 와 β 는 위험선호도를 나타낸다.⁴⁾ 목표효용함수 식 (1)을 이용한 기대효용함수는 식 (2)와 같다.

$$EU(c) = \int_{-\infty}^t (t-c)^\alpha f(c)dc - h \int_t^{\infty} (c-t)^\beta f(c)dc. \quad (2)$$

여기서 $f(c)$ 는 평균이 \bar{c} 이고 분산이 σ_c^2 인 정규분포를 따르는 c 의 확률밀도함수를 나타낸다. 원유 구매자가 원유 가격의 불확실성에 따른 위험을 최소화하기 위하여 원유 선물을 이용하여 헤징을 하면 원유 구매비용은 식 (3)과 같다.

$$c = pq + (p_f^0 + B - p_f)qF. \quad (3)$$

4) 위험선호도의 경우, $\alpha > \beta$ 이면 위험회피, $\alpha < \beta$ 이면 위험선호, $\alpha = \beta$ 이면 위험중립을 나타낸다.

식 (3)에서 p 와 q 는 선물계약 만기일의 현물가격 및 원유 구매량을 나타내며, p_f^0 와 p_f 는 각각 의사결정 시점 및 만기일의 선물가격을 의미한다. B 와 F 는 각각 원유의 베이스 및 헤징비율($0 \leq F \leq 1$)을 나타낸다. 식 (3)을 원유 구매단위당($q = 1$) 비용으로 나타낼 경우, 원유 시장에 베이스 위험이 존재하지 않는다고 가정하면 만기일의 선물가격은 현물가격과 동일하므로 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$c = p + (p_f^0 - p)F = (1 - F)p + p_f^0 F \quad (4)$$

식 (4)를 식 (2)에 대입하면 기대효용함수는 식 (5)와 같이 재정의가 가능하다.

$$EU(c) = \int_{-\infty}^A \{t - p(1 - F) - p_f^0 F\}^\alpha f(c) dp \quad (5)$$

$$- h \int_A^\infty \{(1 - F)p + p_f^0 F - t\}^\beta f(c) dp.$$

여기서 A 는 $c = t$ 가 되는 p 값으로 $(t - p_f^0 F)/(1 - F)$ 와 같다. 원유 구매자의 기대효용이 극대가 되기 위해서는 식 (5)가 선택변수 F 에 대해 1계 조건을 만족해야 한다. 이때 원유 구매자가 위험중립적($\alpha = \beta$)이고 손실에 대한 가중치 h 가 1이라고 가정하면 식 (5)는 선택변수 F 에 대해 1계 조건을 만족하게 됨을 김현석(2014)의 연구에서 알 수 있다.

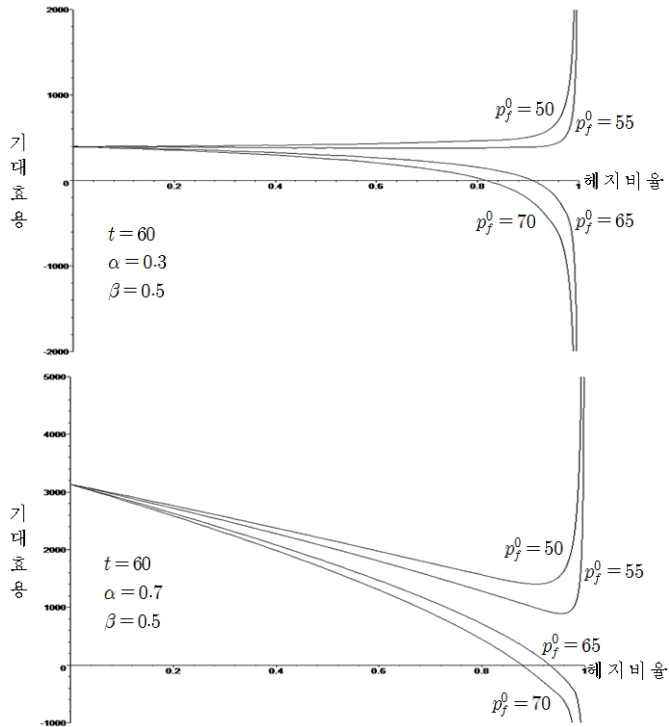
그러나 원유 구매자가 위험회피적 혹은 위험선호적이라면 수식을 통한 1계 조건의 도출이 불가능하므로 수치계산법에 따라 기대효용을 도출해야 한다. 따라서 수치계산법을 이용하여 정유사가 위험선호적인 경우($\alpha < \beta$)와 위험회피적인 경우($\alpha > \beta$)의 이윤올헤징의 기대효용을 구하여 그 결과를 도식화 하면 <그림 1>과 같다.

<그림 1>에서 볼 수 있듯이 위험선호적($\alpha < \beta$)이거나 위험회피적($\alpha > \beta$)인 원유 구매자의 경우에도 구매 의사결정 시점에서의 원유 선물가격이 목표 구매가격보다 낮을 경우 구매량 모두를 헤징하고, 반대의 경우 구매량 모두를 만기시점에 현물 구매하는 이

5) 식 (4)에서 베이스 위험이 존재하지 않음을 가정하였으므로 p 의 분산이 σ_p^2 일 때 c 의 분산 σ_c^2 은 $(1 - F)^2 \sigma_p^2$ 와 같다.

윤올해징 전략이 기대효용을 극대화 시켜준다는 것을 알 수 있다. 따라서 이윤올해징 전략은 이론적으로 원유 구매자의 구매전략에 있어 최적의 전략이 될 수 있다.⁶⁾

〈그림 1〉 α, β 값에 따른 원유 구매자의 이윤올해징 시 기대효용 변화



2. 평균회귀성과 이윤올해징

앞 절에서는 목표효용함수를 이용하여 이윤올해징이 원유 구매전략에 있어 구매자의 기대효용을 극대화시켜주는 전략임을 이론적으로 입증하였다. 이와 별개로 김현석(2014)은 상품의 선물가격이 평균회귀성을 가질 경우 이윤올해징을 이용한 구매전략이 현물 구매전략이나 상품의 선물 및 현물가격의 차이와 관계없이 항상 헤징 구매하는 전

6) 배출권 시장에서 이윤올해징의 수익성을 분석한 김현석(2014)의 연구에서는 본 연구의 수치계산법에 따른 기대효용의 도출 결과와 달리, 배출권 선물가격이 목표구매가격보다 높은 경우 위험선호적인 배출권 구매기업에게는 이윤올해징이 최적의 전략이 되지 않는 것으로 나타났다.

략에 비해 더 작은 기대비용을 발생시킴을 이론적으로 증명하였다. 본 절에서는 김현석 (2014)의 연구에 따라 원유 선물가격이 평균회귀성을 가질 때 이윤올해징을 이용한 원유 구매자의 구매 전략이 현물 구매전략이 항상 헤징 구매하는 전략보다 더 작은 기대비용을 가져옴을 재정리한다.

평균회귀성을 가지는 선물가격 형성과정을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$p - p_f^0 = \lambda(\bar{p} - p_f^0) + \epsilon \quad (6)$$

여기서 p 는 만기시점에 선물가격과 동일한 임의의 현물가격을 나타내며, p_f^0 는 헤징시점의 선물가격을 의미한다. 또한 \bar{p} 는 장기 평균 현물가격, ϵ 은 평균 0과 분산 σ_ϵ^2 인 오차를 나타내며, λ 는 평균회귀 속도를 나타낸다. 그리고 정유사의 원유구매 기대비용은 식 (4)로부터 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E[c] = E[p(1 - F) + p_f^0 F] \quad (7)$$

원유의 선물가격이 평균회귀성을 가진다면 식 (6)과 (7)로부터 원유 구매자의 기대비용은 식 (8)과 같이 재정의가 가능하다.

$$\begin{aligned} E[c] &= E[(1 - F)\{p_f^0 + \lambda(\bar{p} - p_f^0)\} + p_f^0 F] \\ &= (1 - F)p_f^0 + \lambda(1 - F)(\bar{p} - p_f^0) + p_f^0 F \\ &= p_f^0 + \lambda(1 - F)(\bar{p} - p_f^0). \end{aligned} \quad (8)$$

정유사가 원유 구매의 목표가격을 장기 평균 현물가격으로 설정한다고 가정하면, 원유 구매 의사결정 시점의 선물가격 p_f^0 가 장기 평균현물가격 \bar{p} 보다 낮을 경우 정유사는 원유 구매 전략을 헤징($F=1$)하므로 식 (8)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E[c | S_1, p_f^0 < \bar{p}] = p_f^0 = E[c | S_2] \quad (9)$$

따라서 $p_f^0 < \bar{p}$ 인 경우, 이윤율 헤징전략(S_1)에 따른 원유 구매는 의사결정 시점에 선물가격과 목표가격의 차이에 관계없이 항상 헤징하는 전략(S_2)과 동일한 기대비용을 발생시킴을 알 수 있다. 그런데 여기서 평균회귀 속도를 나타내는 계수 λ 는 항상 0보다 크므로 식 (9)는 현물 구매전략(S_3)의 기대비용인 식 (10)보다는 항상 작음을 알 수 있다.

$$E[p_f^0 + \lambda(\bar{p} - p_f^0)] = E[p] = \bar{p} = E[c | S_3] \quad (10)$$

이와 반대로 $p_f^0 > \bar{p}$ 일 경우에는 원유를 실제 구매시점에 모두 현물로 구매하게 되어 $F=0$ 이므로 식 (8)은 다음과 같아진다.

$$E[c | S_1, p_f^0 > \bar{p}] = p_f^0 + \lambda(\bar{p} - p_f^0) = \bar{p} = E[c | S_3] \quad (11)$$

이 경우 이윤율 헤징전략(S_1)은 현물 구매전략(S_3)과 동일한 기대비용을 발생시키며, 항상 헤징하는 전략(S_2)의 기대비용인 p_f^0 보다는 작은 기대비용을 발생시킴을 알 수 있다. 따라서 원유의 선물가격이 평균회귀성을 가진다면 원유 구매자가 이윤율헤징 전략을 이용하여 구매비용을 최소화할 수 있다.

III. 실증분석 모형 및 데이터

1. 기대효용

앞에서 이론적으로 살펴본 목표효용함수를 바탕으로 원유를 구매하는 원유 구매자가 선물 시장을 이용하여 원유 구매 전략을 수립할 때, 이윤율헤징 전략의 기대효용이 항상 헤징하는 전략이나 구매시점에 모두 현물 구매하는 전략의 기대효용보다 실질적으로 높은지 시뮬레이션을 통해 알아볼 필요가 있다. 따라서 NYMEX의 WTI 선물 및 현물가

격을 이용한 각 전략별 시뮬레이션을 통해 이윤올해징 전략의 기대효용과 다른 전략들의 기대효용을 비교분석한다. 앞선 식 (1)을 이용하여 2000년부터 2015년까지 원유 구매기업의 효용을 구한 다음, 기대효용은 식 (12)와 같이 16개년의 평균값을 이용하여 도출하였다.

$$EU(x) = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^{16} U(x_i) \quad (12)$$

본 연구에서는 해징 여부를 결정하는 의사결정 시점에 선물 만기시점의 베이스가 완전 예측가능(perfect foresight)한 것으로 가정하고 분석하였다. 따라서 원유 구매기업은 의사결정 시점의 원유 선물가격과 베이스의 합이 목표 구매가격보다 낮으면 모두 원유선물을 매수하고, 높으면 실제 구매시점에 모두 현물로 구매하게 된다. 또한 의사결정 주체의 위험에 대한 태도에 따라 임의의 가중편차 계수를 부여하였다. 위험중립적인 성향을 가질 경우 α 와 β 값은 0.5로 동일하고, 위험선호자일 경우 α 는 0.7, β 는 0.2이며, 위험회피자일 경우 α 는 0.2, β 는 0.7로 가정하였다. 따라서 해징기간, 베이스 위험의 고려 여부, 원유 구매자의 위험에 대한 태도에 따라 다음 <표 1>과 같이 18가지 시나리오를 구성하였다.

<표 1> 전략별 시뮬레이션 시나리오

해징기간	베이스스 위험					
	고려			미고려		
1개월	위험중립	위험선호	위험회피	위험중립	위험선호	위험회피
3개월	위험중립	위험선호	위험회피	위험중립	위험선호	위험회피
6개월	위험중립	위험선호	위험회피	위험중립	위험선호	위험회피

또한 각 구매전략별 기대효용의 차이가 통계적으로 유의한 의미를 갖는지 알아보기 위해 이점비교 검정(paired difference test)를 실시하였다. 이점비교 검정은 각 전략 간 기대효용 차이의 평균이 0이라는 귀무가설을 설정하여 t 통계량 검정을 한다. t 분포는

자유도 30 이상일 때 정규분포를 따른다고 알려져 있는데, 본 연구에서 사용된 헤징기간 1개월, 3개월, 6개월인 경우의 자유도는 각각 191, 63, 31로 모두 정규분포를 따른다고 볼 수 있다.

2. 평균회귀성 분석

원유의 선물가격이 평균회귀성을 가질 경우 이윤율헤징 전략의 기대비용이 다른 구매전략의 기대비용과 동일하거나 낮다는 것을 앞서 이론적으로 살펴보았다. 본 절에서는 이러한 이론의 뒷받침을 위해 원유의 선물가격이 실질적으로 평균회귀성을 가지는지를 알아보기 위한 분산비(variance ratio) 검정에 대해 설명한다.

분산비 검정은 임의 보행(random walk)하는 어떤 확률변수(X_t) 분산의 증분이 표본 구간 내에서 선형이라는 속성에서 시작한다. 이는 다시 말해 $(X_{t+k} - X_t)$ 의 분산이 $(X_{t+1} - X_t)$ 의 분산의 k 배가 된다는 것을 의미한다. 따라서 임의보행가설은 $(X_{t+k} - X_t)$ 의 분산의 $\frac{1}{k}$ 이 $(X_{t+1} - X_t)$ 의 분산인지 검정함으로써 확인될 수 있다. 분산비 $VR(k)$ 는 식 (13)과 같이 정의된다.

$$VR(k) = \frac{\sigma^2(k)}{\sigma^2(1)} \quad (13)$$

$\sigma^2(k)$ 는 $(X_{t+k} - X_t)$ 의 분산의 $\frac{1}{k}$ 이고 $\sigma^2(1)$ 은 $(X_{t+1} - X_t)$ 의 분산을 의미한다. 검정의 귀무가설은 $VR(k) = 1$ 이 되고, 이는 가격이 임의보행(random walk)함을 의미하며, $VR(k)$ 가 1보다 작으면 그 가격이 평균회귀함을 의미한다. 확률변수를 가격(p)이라고 하고, Lo and MacKinlay(1988)의 방법에 따라 분산비 검정을 시행하면 분산비는 다음과 같이 계산된다.

$$\sigma^2(k) = \frac{1}{m} \sum_{t=k}^{nk} (p_t - p_{t-k} - k\hat{\mu})^2 \quad (14)$$

$$\sigma^2(1) = \frac{1}{(nk-1)} \sum_{t=1}^{nk} (p_t - p_{t-1} - \hat{\mu})^2 \quad (15)$$

이때 n 은 관측치 수를 나타내며, m 과 $\hat{\mu}$ 는 Lo and MacKinlay (1988)의 식 (12a) 및 (12b)를 통해 계산된다. 여기서 선물시장의 수익은 조건부 이분산성을 가지므로(Yang and Brorsen, 1993), 식 (16)을 이용하여 이분산성 하에서 분산비의 점근분산(asymptotic variance)을 계산한 후 식 (17)과 같이 표준정규분포를 계산하여 검정한다.

$$\begin{aligned} \phi(k) &= \sum_{l=1}^{k-1} \left[\frac{2(k-l)}{k} \right]^2 \\ &\times \frac{\sum_{t=l+1}^{nk} (p_t - p_{t-1} - \hat{\mu})^2 (p_{t-l} - p_{t-l-1} - \hat{\mu})^2}{\left[\sum_{t=1}^{nk} (p_t - p_{t-1} - \hat{\mu})^2 \right]^2} \end{aligned} \quad (16)$$

$$Z(k) = \frac{VR(k) - 1}{[\phi(k)]^{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{a} N(0,1) \quad (17)$$

3. 데이터

실증분석을 위해 사용된 국제 원유가격은 한국석유공사에서 제공하는 WTI 선물가격 및 현물가격 자료를 이용하였다. 유가는 유종별로 차이가 있으나, WTI는 NYMEX에서 가장 많이 거래되는 상품이며, 원유가격 결정에 반영되는 주요 지표 원유이므로 대표성을 가질 수 있다. 전략별 기대효용을 비교하기 위한 시뮬레이션에 사용된 데이터는 2000년부터 2015년까지 WTI 선물의 근월물부터 원월물의 연간 자료이며, 한국석유공사에서 원월물이 보통 9개월까지 제공되고 있어 헤징기간이 1개월에서 최장 6개월까지 늘어남에 따라 분석 결과가 어떻게 변화하는지 검토하였다. 또한 베이스는 의사결정 시점의 현물가격과 선물가격의 차이를 계산하였으며, 목표이윤은 가까운 3개월의 현물가격의 이동평균을 이용하여 구하였다.

평균회귀성 여부를 알아보기 위한 분산비 검정에 사용된 자료는 2000년부터 2015년

까지 16개년 WTI 주간 선물가격을 이용하였다. 가격프로세스를 분기별로 구분하여 3월물, 6월물, 9월물, 12월물에 대하여 분석을 실시하였다.⁷⁾

IV. 실증분석 결과

1. 구매전략별 기대효용 시뮬레이션 결과

<표 2>는 베이스스 위험을 고려하지 않은 경우의 이윤올헤징 전략 및 타 구매전략들의 기대효용 시뮬레이션 결과를 보여준다. 시뮬레이션 결과 모든 시나리오에서 이윤올헤징 전략이 다른 구매전략들에 비해 기대효용이 높은 것으로 나타났다.

기대효용을 확실성 증가(certainty equivalent)⁸⁾로 나타내면 원유 구매 1개월 전 이윤올헤징한 위험 중립자의 확실성 등가는 $1.985\$/bbl(=1.409^2)$ 이 된다. 즉 헤징기간이 1개월일 때 이윤올헤징의 수익은 항상 헤징하는 전략의 수익인 $0.036\$/bbl(=0.192^2)$ 보다 $1.949\$/bbl$ 만큼 높고, 모두 현물 구매하는 전략의 손실인 $-0.052\$/bbl(=-0.229^2)$ 에 비해 $2.037\$/bbl$ 만큼 높은 것으로 나타났다.

<표 2> 베이스스 위험을 고려하지 않은 경우 구매전략별 기대효용

헤징기간	위험회피도	구매전략		
		이윤올 헤징	항상 헤징	현물 구매
1개월	중립	1.409	0.192	-0.229
	선호	0.848	-0.349	-0.712
	회피	1.909	0.702	0.288
3개월	중립	1.283	0.040	-0.340
	선호	0.270	-0.827	-1.367
	회피	2.356	0.906	0.774
6개월	중립	1.168	-0.133	-0.607
	선호	-0.344	-1.165	-2.101
	회피	2.795	0.901	1.017

7) k 값은 2 이상의 임의의 정수를 사용할 수 있는데, 본 연구에서는 2~10주 간에 대해 분산비 검정을 실시하였고, 논문의 적정 분량을 위하여 2, 5, 10주의 분산비 검정결과만을 제시하기로 한다.

8) 위험이 있는 수익 흐름에 대하여 위험을 부담하는 대신 보다 적은 수익이라도 확실하게 실현될 수 있다면 그와 맞바꿀 수 있는 최소한의 가격을 말한다. 즉 불확실한 기대수익과 동일한 효용을 제공하는 확실한 수익을 말한다.

<표 3>은 베이스스 위험을 고려하지 않는 경우 이윤올해징 전략과 다른 전략들 간 기대효용의 차이가 통계적으로 유의성을 가지는지를 알아보기 위한 이점비교 검정(paired difference test) 결과를 보여준다. 각 전략별 기대효용은 해징기간이 6개월이면서 의사 결정자가 위험선호자인 경우를 제외하고, 모두 10% 유의수준에서 구매전략 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 이윤올해징을 통한 원유 구매전략이 항상 해징하거나 현물 구매하는 경우보다 통계적으로 유의하면서 더 높은 기대효용을 가져옴을 알 수 있다.

〈표 3〉 베이스스 위험을 고려하지 않은 경우 기대효용의 이점비교 검정

해징기간	위험회피도	비교 구매전략별 t-통계값	
		이윤올해징 vs 항상해징	이윤올해징 vs 현물구매
1개월	중립	8.030***	12.288***
	선호	7.641***	11.952***
	회피	7.846***	12.073***
3개월	중립	3.605***	5.474***
	선호	3.132***	5.129***
	회피	3.692***	5.445***
6개월	중립	2.085*	4.162***
	선호	1.116	3.783***
	회피	2.708**	4.205***

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 유의함.

베이스스 위험을 고려할 경우의 이윤올해징 전략과 다른 구매전략의 기대효용을 비교한 결과는 <표 4>와 같다. 베이스스 위험을 고려한 경우에도 모든 시나리오에서 이윤올해징 전략이 다른 구매전략에 비해 기대효용이 높은 것으로 나타났다.

<표 5>는 베이스스 위험을 고려한 경우 각 구매전략 간 기대효용 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위한 이점비교 검정 결과이다. 모든 시나리오에서 이윤올해징 전략의 기대효용이 항상 해징하는 전략이나 현물 구매전략의 기대효용보다 높은 것으로 나타났다으며, 5% 유의수준에서 통계적 유의한 것으로 분석되었다.

<표 4> 베이스스 위험을 고려한 구매전략별 기대효용

헤징기간	위험회피도	구매전략		
		이윤율 헤징	항상 헤징	현물 구매
1개월	중립	1.370	0.187	-0.229
	선호	0.797	-0.453	-0.712
	회피	1.857	0.661	0.288
3개월	중립	1.381	0.082	-0.340
	선호	0.400	-0.752	-1.367
	회피	2.399	0.898	0.774
6개월	중립	1.505	0.004	-0.607
	선호	0.224	-1.029	-2.101
	회피	2.918	1.007	1.017

<표 5> 베이스스 위험을 고려한 경우 기대효용의 이점비교 검정

헤징기간	위험회피도	비교 구매전략별 t-통계값	
		이윤율 헤징 vs 항상 헤징	이윤율 헤징 vs 현물 구매
1개월	중립	7.709***	11.828***
	선호	7.380***	11.605***
	회피	7.738***	11.582***
3개월	중립	3.829***	5.875***
	선호	3.374***	5.477***
	회피	3.829***	5.836***
6개월	중립	2.544**	4.582***
	선호	2.060*	3.950***
	회피	2.733**	4.778***

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 유의함.

2. 원유 선물가격의 평균회귀성 검정결과

원유 선물가격이 평균회귀성을 따르는지 알아보기 위해 2000년부터 2015년까지 3월물, 6월물, 9월물, 12월물에 대한 분산비 검정(variance ratio test)을 실시한 결과는 <표 6>에 나타나 있다. 전체 192개 검정 중 106개가 10% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그러나 통계적으로 유의한 106개 중 음영으로 표시한 20개를 제외한 대부분의 경우 분산비 값이 1보다 큰 것으로 나타나, 원유 선물가격이 평균회귀하기보

다 어떤 트렌드를 가지고 확산하는 형태인 것으로 분석되었다. 이 결과는 원유 구매에 있어 이윤올해징 전략이 다른 구매전략보다 높은 수익을 가져온다는 증거를 찾지 못했음을 의미한다.⁹⁾

〈표 6〉 분산비 검정 결과

월별 년도	3			6			9			12		
	k=2	k=5	k=10	k=2	k=5	k=10	k=2	k=5	k=10	k=2	k=5	k=10
2000	1.16	4.62	37.62	0.95	2.04	13.57	0.96	2.09	14.75	0.95	1.73	8.85
	(1.98) **	(20.50) ***	(132.38) ***	(0.59)	(6.12) ***	(47.10) ***	(0.54)	(6.59) ***	(53.25) ***	(0.71)	(4.50) ***	(30.93) ***
2001	1.04	1.03	2.69	0.99	0.91	0.82	0.86	0.72	0.65	0.52	0.23	0.16
	(0.61)	(0.20)	(6.63) ***	(0.09)	(0.54)	(0.72)	(1.86)	(1.72) *	(1.39)	(6.42) ***	(4.69) ***	(3.27) ***
2002	1.04	1.18	4.36	1.01	1.01	1.48	0.57	0.31	0.75	0.94	1.43	4.78
	(0.49)	(1.09)	(12.79) ***	(0.08)	(0.06)	(1.81)	(5.72) ***	(4.18) ***	(0.98)	(0.78)	(2.66) ***	(14.99) ***
2003	0.92	2.43	17.97	0.97	1.35	1.80	0.93	1.56	7.01	0.98	1.41	2.56
	(1.10)	(8.82) ***	(66.87) ***	(0.40)	(2.18) **	(3.16) ***	(1.02)	(3.43) ***	(23.69) ***	(0.28)	(2.53) **	(6.18) ***
2004	0.95	1.88	9.82	0.96	2.60	19.46	0.90	2.97	23.88	0.77	1.65	11.17
	(0.65)	(5.38) ***	(34.34) ***	(0.53)	(9.72) ***	(71.72) ***	(1.38)	(11.96) ***	(88.88) ***	(3.16) ***	(4.07) ***	(40.64) ***
2005	0.82	1.20	4.00	0.97	1.31	3.49	1.04	1.89	12.71	0.96	1.18	2.35
	(2.20) **	(1.10)	(10.37) ***	(0.36)	(1.87)	(9.72) ***	(0.53)	(5.45) ***	(45.90) ***	(0.53)	(1.10)	(5.34) ***
2006	0.99	1.16	2.51	0.81	0.66	0.67	1.09	1.37	5.45	0.97	1.05	3.06
	(0.10)	(0.97)	(5.93) ***	(2.53) **	(2.08) **	(1.30)	(1.27)	(2.27) **	(17.47) ***	(0.38)	(0.29)	(8.13) ***
2007	0.87	1.42	7.40	0.91	1.25	4.32	0.84	1.02	1.49	0.84	2.43	18.58
	(1.75) *	(2.58) ***	(24.94) ***	(1.24)	(1.54)	(12.90) ***	(2.15) **	(0.14)	(1.92) *	(2.18) **	(8.84) ***	(69.46) ***

9) 주식이나 상품의 선물 가격에 대해 분산비 검정을 실시한 대부분의 선행 연구에서도 선물가격이 임의 보행한다는 가설을 기각하지 못하여 평균회귀성이 존재하지 않는 것으로 분석하고 있다(Irwin et al., 1996; Yoon and Brorsen, 2005).

〈표 6〉 분산비 검정 결과 (Continued)

월물 년도	3			6			9			12		
	k=2	k=5	k=10	k=2	k=5	k=10	k=2	k=5	k=10	k=2	k=5	k=10
2008	1.00	2.08	10.87	1.01	3.92	33.47	1.00	1.24	5.72	0.91	1.77	9.62
	(0.05)	(6.68) ***	(39.12) ****	(0.15)	(18.05) ***	(128.32) ***	(0.05)	(1.47)	(18.64) ***	(1.20)	(4.82) ***	(34.36) ***
2009	0.95	3.15	25.52	0.94	1.69	9.43	0.98	1.02	1.73	1.00	1.74	10.12
	(0.70)	(13.37) ***	(97.44) ***	(0.84)	(4.23) ***	(33.22) ***	(0.22)	(0.10)	(2.89) ***	(0.05)	(4.64) ***	(36.35) ***
2010	1.09	1.43	2.08	1.12	1.29	1.49	1.22	1.37	2.06	1.12	1.21	1.28
	(1.28)	(2.71) ***	(4.31) ***	(1.66) *	(1.77)	(1.92) *	(2.99) ***	(2.28) **	(4.19) ***	(1.69) *	(1.32)	(1.11)
2011	0.95	1.11	2.00	1.04	1.48	6.16	1.02	1.04	1.12	1.00	0.96	1.16
	(0.62)	(0.68)	(3.99) ***	(0.50)	(3.00) ***	(20.46) ***	(0.22)	(0.24)	(0.46)	(0.01)	(0.28)	(0.64)
2012	0.95	0.96	1.02	0.96	0.93	1.26	0.88	0.90	1.14	0.84	1.23	5.97
	(0.64)	(0.22)	(0.07)	(0.55)	(0.46)	(1.03)	(1.67) *	(0.63)	(0.57)	(2.18) **	(1.45)	(19.75) ***
2013	0.80	0.77	1.41	0.96	0.98	0.99	1.10	1.69	6.46	1.04	1.11	1.08
	(2.79) ***	(1.41)	(1.62)	(0.58)	(0.12)	(0.04)	(1.39)	(4.28) ***	(21.63) ***	(0.62)	(0.69)	(0.33)
2014	1.04	1.39	3.94	0.99	1.08	1.51	0.98	1.23	2.07	0.88	1.57	6.23
	(0.61)	(2.42) **	(11.65) ***	(0.16)	(0.49)	(2.02) **	(0.29)	(1.42)	(4.24) ***	(1.87) *	(3.87) ***	(22.82) ***
2015	0.80	1.89	14.01	0.80	1.41	7.57	0.83	2.49	18.91	0.86	1.61	7.67
	(3.24) ***	(6.41) ***	(59.94) ***	(3.10) ***	(2.95) ***	(30.20) ***	(2.74) ***	(10.68) ***	(82.52) ***	(2.16) **	(4.40) ***	(30.74) ***

주: 1) 괄호 안은 Z-통계값임.

2) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 유의함.

V. 요약 및 결론

최근 유가가 원유의 수요와 공급뿐만 아니라 다양한 요인들에 의해 변동성이 커지고, 그 예측이 어려워짐에 따라 원유 거래 당사자들은 원유 파생상품 시장을 이용한 헤징을 통해 그 위험을 전가할 수 있다. 본 연구에서는 목표효용함수와 원유 선물가격의 평균회

귀성을 바탕으로 이윤율헤징 전략이 원유 구매에 있어 최적의 전략임을 이론적으로 보이고 시뮬레이션과 원유 선물가격의 평균회귀성 분석을 통해 이론에 대한 실증분석을 진행하였다.

본 연구에서는 목표효용함수를 이용하여 원유 구매자가 이윤율헤징 전략을 통해 원유를 구매하는 것이 구매자의 기대효용을 극대화시켜 최적의 구매전략이 될 수 있음을 이론적으로 증명하였다. 또한 원유 선물가격이 평균회귀성을 가지면 이윤율헤징 전략을 통한 원유의 구매가 필요시점에 필요량을 모두 현물 구매하는 전략이나 항상 헤징하여 구매하는 전략보다 높은 수익을 가져오는 것을 이론적으로 증명하였다.

이러한 이론에 대한 실증분석을 위하여 실질 원유 현물가와 선물가를 이용하여 시뮬레이션 한 결과 베이스스 위험을 고려하지 않은 경우와 고려한 경우 모두 이윤율헤징 전략이 다른 구매전략들에 비해 높은 기대효용을 가져옴을 알 수 있었다. 평균회귀성 분석에서는 원유 선물가격이 대부분의 경우 통계적으로 유의하지 않거나 분산비 값이 1보다 큰 것으로 나타나, 원유 선물가격이 평균회귀하기보다 어떤 트렌드를 가지고 확산하는 형태인 것으로 분석되어 원유 구매에 있어 이윤율헤징 전략이 다른 구매전략보다 높은 수익을 가져온다는 증거를 찾지 못했다.

결과를 종합해볼 때, 이윤율헤징이 원유 구매에 있어 이론적으로 최적의 구매전략이 될 수 있음을 증명하였고, 기대효용에 대한 시뮬레이션 결과 타 구매전략에 비해 높은 수익을 가져온 것으로 분석되었다. 따라서 비록 원유의 선물가격이 평균회귀성을 가진다는 것을 입증하지는 못했으나, 이윤율헤징 전략을 통한 원유의 구매가 현물 구매전략이나 항상 헤징하는 전략 등에 비해 선물시장을 이용한 구매전략 중 최적의 전략이라고 볼 수 있겠다. 원유 구매자는 이러한 원유의 전략적 구매를 통해 그 위험을 축소함으로써 보다 안정적 원유 공급이 가능할 것으로 판단된다.

[References]

김현석, “배출권 시장에서 이윤율 헤징전략의 수익성”, 『에너지경제연구』, 제13권 제2호, 2014, pp. 45~69.

- 대한석유협회, 국제원유시장에서 우리 원유 도입구조 분석. 국제무역연구원 동향분석실, itt.kita.net, 2008.
- 윤원철, “해외 선물을 활용한 국내 수입 원유의 조달헤징”, 「선물연구」, 제8호(단일호), 2000, pp. 57~79.
- 윤원철 · 손양훈, “원유수입을 위한 선물 및 옵션 활용 위험관리 전략”, 「자원 · 환경경제 연구」, 제18권, 제1호, 2009, pp. 139~160.
- 한국석유공사, 국제석유정보, www.petronet.co.kr, 2016.
- Holthausen, D. M., “A Risk-return Model with Risk and Return Measured as Deviations from a Target Return,” *The American Economic Review*, Vol. 71, No. 1, 1981, pp. 182~188.
- Irwin, S. H., C. R. Zulauf, and T. E. Jackson, “Monte Carlo Analysis of Mean Reversion in Commodity Futures Prices.” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 78, No. 2, 1996, pp. 387~399.
- Kim, H. S., B. W. Brorsen, and K. B. Anderson, “Profit margin hedging,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 92, No. 3, 2010, pp. 638~653.
- Lo, A. W. and A. C. Mackinlay, “Stock Market Prices do not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test,” *Review of Financial Studies*, 1(1), 1988, pp. 41~66.
- Parcell, J., and V. Pierce. An Introduction to Hedging Agricultural Commodities with Futures Risk Management Series, University of Missouri Extension. Available at <http://agebb.missouri.edu/mgt/risk/introfut.htm>, 1988.
- Purcell, W. D. and S. R. Koontz, *Agricultural Futures and Options: Principles and Strategies*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.
- Yoon, B. S. and B. W. Brorsen, “Can multiyear rollover hedging increase mean returns?” *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol. 37, No. 1, 2005, pp. 65~78.
- Yang, S. R., and B. W. Brorsen, “Nonlinear Dynamics of Daily Futures Prices: Conditional Heteroskedasticity or Chaos?” *Journal of Futures Markets*, Vol. 13, 1993, pp. 175~191.