



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학 석사 학위논문

확률적 지배 검정방법을 활용한
국제원유가격간 수익성 비교분석

Comparison of Returns in Crude Oil Market
using Stochastic Dominance Test

2019 년 2 월

서울대학교 대학원

에너지시스템공학부

이 동 규

확률적 지배 검정방법을 활용한
국제원유가격간 수익성 비교분석

지도 교수 허 은 녕

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2019 년 2 월

서울대학교 대학원
에너지시스템공학부
이 동 규

이동규의 공학 석사학위논문을 인준함

2018 년 12월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

초 록

본 연구에서는 WTI, Brent, Dubai 등 3대 유종을 대상으로 하여 시장 가격 및 수익 분포 간의 관계와 선물상품과 현물상품 가격의 수익분포 간 관계, 그리고 휘발유, 난방유, 경유, 제트 연료 등 4대 제품가격 수익분포 간 관계를 확률적 지배관계 접근법 (Stochastic Dominance approach)을 적용하여 분석하였다. 본 연구에서 적용한 확률적 지배 (Stochastic Dominance) 개념을 적용한 수익 분포 비교 방법은 확률적 지배 기준이 효용 함수에 대한 최소한의 가정만을 필요로 하기 때문에 확률변수들 간의 순서에 관한 명확한 해석을 할 수 있다는 장점을 지닌다.

본 연구는 먼저 확률 지배 개념을 적용하여 WTI 유, Brent 유, Dubai 유의 수익 분포 간 관계를 분석하기 위해 1988년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 현물 가격 자료를 사용하였다. 분석 결과, 전체 분석 기간 동안 WTI 유, Dubai 유의 수익 분포가 Brent 유의 수익 분포를 2차 확률지배하는 것으로 나타났다. 2008년 금융위기 이후 기간에는 WTI 유, Brent 유, Dubai 유 가격의 수익 분포 간 어떠한 확률 지배 관계도 존재하지 않았다.

두번째로, 본 연구는 1996년 2월부터 2018년 11월까지의 월간 가격 자료를 사용하여 석유제품 가격의 수익 분포 간 관계를 분석하였다. 분석 결과, 제트 연료, 난방유의 수익 분포는 휘발유의 수익을 2차 확률적 지배하였으며 경유와 휘발유 수익 분포 간에도 확률적

지배관계가 존재하였다.

마지막으로 본 연구는 1988년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 자료를 사용하여 WTI 유, Brent 유의 선물과 현물 수익 분포 간 관계를 분석하였다. 그 결과, Brent유와 WTI유 모두 선물 가격 수익 분포가 현물 가격 수익 분포를 2차 확률적 지배하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 위험회피 성향의 투자자들에게 원유 선물이 원유 현물보다 높은 효용을 기대할 수 있는 투자처가 될 수 있음을 함의한다.

주요어 : 확률적 지배관계 접근법, Brent, WTI, Dubai

학 번 : 2017-21867

목 차

제 1 장 서론.....	1
제 1 절 연구의 배경 및 목적.....	1
제 2 장 국제 벤치마크 원유와 주요 석유제품.....	5
제 1 절 국제 벤치마크 원유 가격.....	5
제 2 절 석유와 석유 제품.....	13
제 3 절 휘발유.....	15
제 4 절 디젤 연료.....	22
제 5 절 난방유.....	27
제 3 장 수익과 수익률의 종류.....	30
제 1 절 수익과 수익률.....	30
제 2 절 단일 기간과 여러 기간 투자 수익률.....	31
제 2 절 여러 기간 투자의 연평균 수익률.....	33
제 4 장 확률적 지배관계 검정법 관련 주요 연구.....	37
제 1 절 후생 경제학에서의 적용 사례.....	38
제 2 절 금융 경제학에서의 적용 사례.....	40
제 3 절 산업조직론에서의 적용 사례.....	43
제 4 절 노동경제학에서의 적용 사례.....	45
제 5 절 국제경제학에서의 적용 사례.....	46
제 5 장 분석 자료 및 분석 방법론.....	47
제 1 절 분석 자료.....	47
제 2 절 확률적 지배 이론 및 검정.....	49
제 3 절 확률적 지배 관계.....	53
제 4 절 균등 확률분포에 대한 귀무가설 검정.....	56
제 6 장 분석 결과.....	58
제 7 장 결론.....	77
참고문헌.....	80
부 록.....	87
Abstract.....	96

표 목차

[표 1] 벤치마크 유종의 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과	64
[표 2] 주요 석유제품군의 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과 (1).....	68
[표 3] 주요 석유제품군의 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과 (2).....	69
[표 4] WTI 현물과 선물 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과...	72
[표 5] Brent 현물과 선물 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과..	73

그림 목차

[그림 1] 미국 WTI oil의 현물가격 및 4-month만기일 선물가격.6	6
[그림 2] 아시아(Dubai), 미국(WTI), 유럽(Brent), 각 지역을 대표하는 세 유종의 현물가격.....	7
[그림 3] 1980년부터 2017년까지의 5대 석유 생산국 원유 생산 추이.	9
[그림 4] 1950년부터 2017년까지의 미국 내 원유 소비, 생산, 수입, 수출 추이.	10
[그림 5] 1994년부터 2018년까지의 휘발유 가격.....	19
[그림 6] 1994년부터 2018년까지의 휘발유 가 전체 분석대상 기간에 대한 경유와 제트연료 가격의 변화 추이..	25
[그림 7] 전체 분석대상 기간에 대한 휘발유와 난방유 가격의 변화 추이..	27
[그림 8] 1차 확률지배관계에 있는 두 확률변수의 누적분포 예시.	54
[그림 9] 2차 확률지배관계에 있는 두 확률변수의 누적분포 예시.	55
[그림 10] 확률적 지배관계 검정 방법인 LMW test의 구현 과정..	57
[그림 11] 전체 분석기간동안 세 국제원유가격의 변화 추이	59
[그림 12] 1988년부터 2018년까지의 WTI 선물과 현물 누적분포 그래프.....	74
[그림 13] 1988년부터 2008년까지의 WTI 선물과 현물 누적분포	

그래프	75
[그림 14] 2008년부터 2018년까지의 WTI 선물과 현물 누적분포	
그래프	77

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

본 연구의 목적은, 주요 국제원유가격과 주요제품가격의 수익분포 사이의 관계를 확률적 지배관계 접근법 (Stochastic Dominance approach)을 통해 규명하는 것이다. 이러한 목적에 의해, 본 연구는 다음과 같은 두가지 분석으로 구성된다.

첫번째로, 본 연구는 WTI유, Brent유, Dubai유의 수익분포 사이에 어떠한 확률적 지배관계가 존재하는지, 주요 석유제품 수익분포 사이에 어떠한 확률적 지배관계가 존재하는지 분석하였다. 또한, 확률적 지배관계가 원유시장의 큰 충격에 의해 어떠한 변화가 있었는지 살펴보기 위해 2008년 금융위기 이전 기간과 이후 기간에 대해서도 추가적인 분석을 수행하였다.

두번째 분석에서는, 선물시장이 존재하지 않는 Dubai유를 제외한 WTI유와 Brent유 각각에 대해, 각 원유의 선물 가격과 현물 가격 수익률 사이 관계를 확률적 지배관계 검정을 통해 분석하였다.

국제원유(crude oil)는 뉴욕상품거래소 (NYMEX, New York Mercantile Exchange), 국제상업거래소 (ICE: Intercontinental Exchange) 등 국제적인 거래소의 가장 초창기부터 거래되어 왔던 상품으로서, 현재에도 가장 많이 거래되는 상품으로 자리잡고 있다.

각 지역의 원유 가격은 기본적으로 각각의 지역에서 개별적으로 결정되며, 지역에 따라 대표적인 원유, 즉 벤치마크 원유(marker crude)가 존재한다. 원유의 3대 벤치마크는 뉴욕상품거래소(NYMEX)에서 거래되는 WTI유(West Texas Intermediate), 런던국제상업거래소(ICE)에서 거래되는 Brent유, UAE 시장에서 거래되는 Dubai유가 있다. 이들 원유가격은 각각 미국, 유럽, 아시아지역을 대표하는 벤치마크로서, 각 지역의 원유가격에 지대한 영향을 미친다.

각 지역의 원유가격은 어떤 관계를 지니고 있는가? 이는 원유시장이 국제적으로 통합된 시장인지, 지역화된 시장인지에 지대한 영향을 받는다. 지역별 원유가격 사이의 관계를 이해하기 위해, 이에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. Weiner(1991)는 switching regression analysis를 이용하여 지역별 원유시장 사이의 지역화(regionalization)에 대한 증거를 제시하였다. 이와 반대로, Gulen(1999)은 국제적으로 통합된 원유 시장을 주장하였는데, 각 지역의 석유 가격이 공적분 되어있으며 단기적으로도 같이 움직인다는(co-movement) 것을 근거로 내세웠다. Kleit(2001)은 저유황유(황 함유량이 적은 원유 종류)인 WTI유(미국)와 Brent유(유럽) 시장은 통합되어 있다고 주장하였고, Hammoudeh(2008) 또한 3대 벤치마크 원유가격 사이의 장기균형관계(long run equilibrium)를 근거로 원유시장의 통합을 주장하였다.

한편, 원유는 거래가격의 변동폭이 매우 크고, 수요충격과 공급충격에

매우 민감하게 반응하기 때문에, 원유 선물(crude oil futures)은 석유가격에 대한 리스크를 헷징(hedging)하기 위한 가장 대표적인 수단으로 자리잡았다 (Perron(1989)). Alquist & Kilian (2010)에 따르면, 원유 선물은 주요 국제 상품거래소에서 원유가격을 주도하는 역할을 오랫동안 해왔으며, 이러한 현상은 현재까지도 이어지고 있다. 오래전부터 원유의 선물가격과 현물사격 사이의 관계를 규명하기 위한 수많은 연구들이 진행되어 왔다. 더불어, 선물가격의 수익률과 현물가격의 수익률 사이의 관계를 통해 원유시장에서의 시장 효율성 가설(Efficient Market Hypothesis)을 검증하려는 시도도 꾸준히 수행되어져 왔다.

본 연구의 주된 기여는 다음과 같다.

첫번째로, 본 연구는 국제 벤치마크 원유의 수익 분포 사이의 관계를 확률적 지배관계 검정 방법을 사용하여 분석을 시도한 첫번째 연구이다. 확률적 지배관계 검정 방법이 투자결정에 있어서 매우 널리 사용되고 있는 방법이라는 점과, 국제 벤치마크 원유 사이의 관계를 규명하는 주제가 차지하는 비중을 생각해볼 때, 본 연구는 원유시장 투자자에게 함의를 제시할 수 있다. 더불어, 본 연구는 주요 석유제품 가격의 수익에 대해서도 동일한 분석을 통해 확률적 지배관계에 대한 함의를 제시하였다.

두번째로, 본 연구는 원유 선물과 현물 수익 분포 사이의 관계에서 선물 수익이 현물 수익을 2차 확률적 지배한다는 결론을 이끌어내었다. 일반적으로 원유시장 투자자들이 위험회피 성향을 지니고 있다는 점을

고려할 때, 원유 선물이 원유 현물에 비해 더 나은 투자처가 될 수 있다는 결론을 이끌어 내었다는 점에서 본 연구는 의의를 지닌다.

제 2 장 국제 벤치마크 원유와 주요 석유제품

제 1 절 국제 벤치마크 원유 가격

원유 가격은 글로벌 공급 및 수요에 의해 결정된다. 경제 성장은 수요가 많은 경제가 에너지를 필요로 하는데 영향을 미치는 가장 큰 요인이다. 원유 및 기타 탄화수소 액체로 만든 석유 제품은 전 세계 에너지 소비의 약 1/3을 차지한다.

석유 제품의 계절적 변화 또한 원유의 수급 균형과 시장 가격에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 원유 시장은 추운 날씨와 재고 축적에 의한 전세계 난방유 수요가 증가한 4/4 분기에 강세를 보이는 경향이 있으며, 따뜻한 날씨에 난방유 수요가 감소함에 따라 늦은 겨울은 약세를 보인다.

석유 수출국기구 (OPEC) 또한 세계 석유 공급과 가격에 지대한 영향을 미치고 있다. 석유 수출국기구 (OPEC) 는 회원국의 생산 목표를 설정함으로써 가격에 상당한 영향을 미칠 수 있다. OPEC은 세계에서 가장 석유가 풍부한 국가를 포함하고 있다. 이들 국가는 함께 세계 석유 매장량의 약 73 %를 관리하며, 2016년에는 세계 총 원유의 44 %를 생산했다.

OPEC은 이라크를 제외한 각 회원국에 대해 원유 생산 목표 또는 쿼터를 설정함으로써 회원국의 석유 생산을 관리하려 지속적으로 시도해왔다. 생산 결정이 궁극적으로 개별 국가의 손에 달려 있기 때문에 회원국의 OPEC 쿼터 준수가 혼합된다.

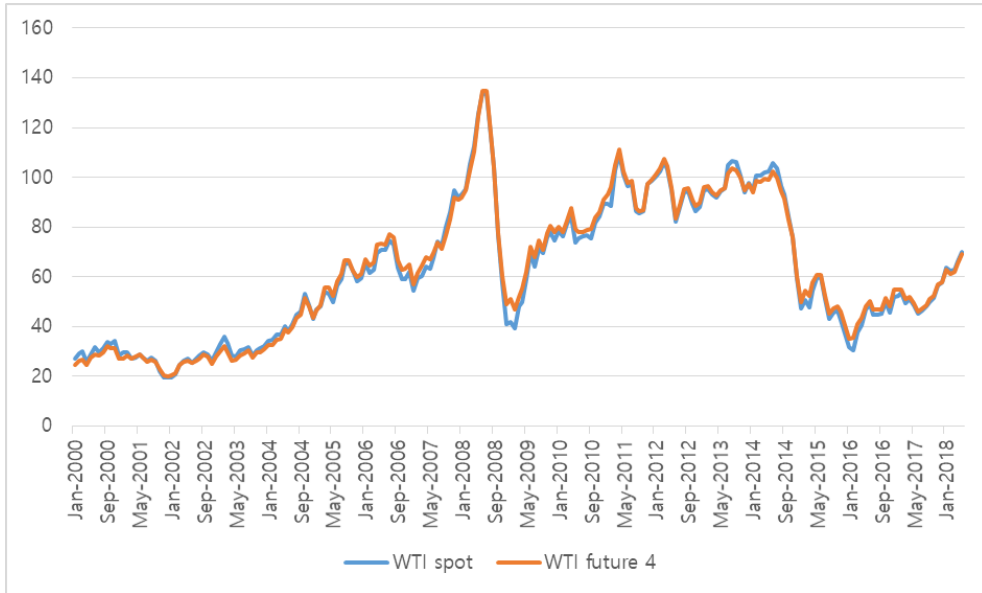


그림 1. 미국 WTI oil의 현물가격 및 4-month만기일 선물가격.

일반적으로 석유 수출국기구 (OPEC)가 유가에 얼마나 효과적으로 영향을 줄 수 있는지에 대해 세 가지 주요 요소가 고려된다.

- 소비자의 석유 사용을 제한하는 방법
- 유가가 변할 때 비 OPEC 생산자가되는 방법
- OPEC 생산자가 비 OPEC 생산자와 비교하여 얼마나 효율적으로 석유를 공급할 수 있는지의 여부

시장 수요와 비 OPEC 원유 공급의 차이는 종종 OPEC에 대한 호의 여부라고 명명된다. OPEC은 또한 세계의 전체 원유 생산 능력을 유지한

다. OPEC 내 최대 석유 생산국이자 세계 최대의 석유 수출국 인 사우디아라비아는 역사적으로 세계 예비 생산 능력에서 가장 큰 비중을 차지해왔다. 유희 예비 생산 능력을 개발하고 유지하는 것은 일반적으로 국제 석유 회사 (IOC)의 경우 비용 효과적이지 않기 때문이다. 왜냐하면 IOC 비즈니스 모델은 석유 판매 가격이 추가 배럴을 얻는 비용보다 높을 경우 석유를 생산하여 수익을 극대화하기 때문이다. 즉, OPEC의 재고는 석유 공급을 줄이는 잠재적 위기에 대응할 수 있는 세계 석유 시장의 능력을 나타내는 지표로 간주된다.

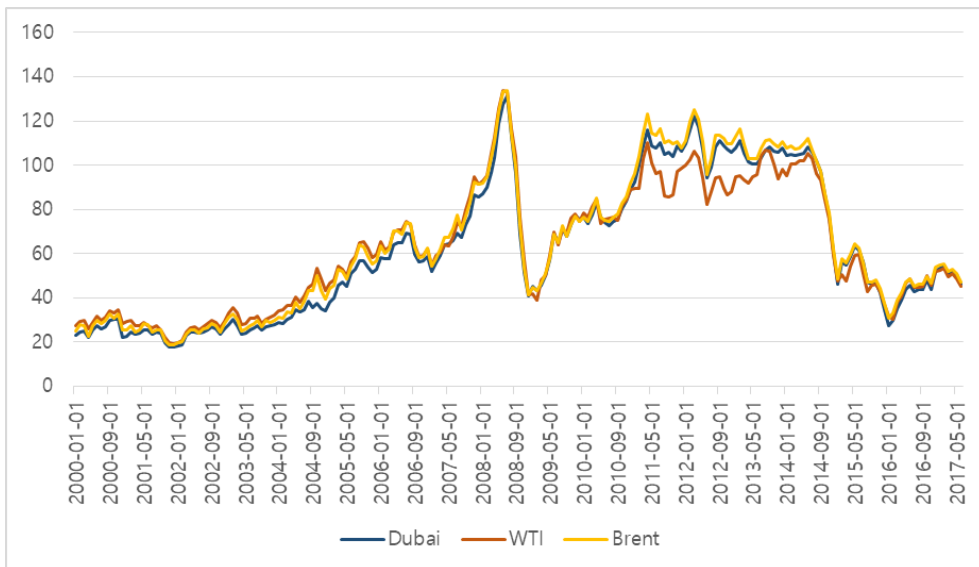


그림 2. 아시아(Dubai), 미국(WTI), 유럽(Brent), 각 지역을 대표하는 세 유종의 현물가격.

세계 원유 가격 및 공급 차질의 원인으로서는 몇 가지를 들 수 있다.

원유 및 석유 제품의 시장 공급을 방해하는 지정학적 사건 및 악천후는 원유 및 석유 제품 가격에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 사건들은 향후 공급 또는 수요에 대한 불확실성을 야기 할 수 있으며, 이는 가격 변동성을 높일 수 있다. 유가의 변동성은 단기간에 가격 변화에 대한 공급 및 수요의 낮은 응답 성 또는 비 탄력성과 관련되어있다. 석유 제품을 주요 원천으로 사용하는 원유 생산 능력과 장비는 가까운 장래에 비교적 고정적인 편이다. 새로운 공급원을 개발하거나 생산을 변경하는 데 수년이 걸리며, 가격이 오르면 다른 연료로 전환하거나 단기간에 장비 연료 효율을 높이는 것이 수월하지 않다. 이러한 조건은 물리적 공급 및 수요를 재조정하기 때문에 큰 가격 변화를 유도할 수 있다.

더불어, 세계의 대부분의 원유 매장량은 정치적 혼란이 야기되기 쉬운 지역이나 정치적 사건으로 인해 석유 생산이 중단 된 지역에 위치하고 있다. 1973 - 74 년의 아랍 석유 수출 금지, 이란 혁명, 1980년대 이란 - 이라크 전쟁, 1990 년 페르시아 걸프 전쟁과 같은 정치적 사건으로 인해 공급 차질이 야기 된 것과 동시에 몇몇 주요 유가 충격이 발생했다. 91. 최근에는 이라크, 리비아, 나이지리아, 시리아 및 베네수엘라의 정치적 사건이 공급 중단에 기여하기도 하였다.

정치 행사로 인한 석유 공급 차질의 역사를 감안할 때, 시장 참여자는 미래의 혼란 가능성을 지속적으로 평가한다. 잠재적인 혼란의 크기와 지속 기간 외에도 시장 참여자는 원유 재고의 가용성과 잠재적인 공급 손실을 상쇄하기위한 다른 생산자의 능력을 고려한다. 여분의 생산 능력과

재고량이 낮으면 잠재적인 공급 중단은 현재의 수요와 공급 만 고려할 때 예상되는 것보다 가격에 더 큰 영향을 줄 수 있다.

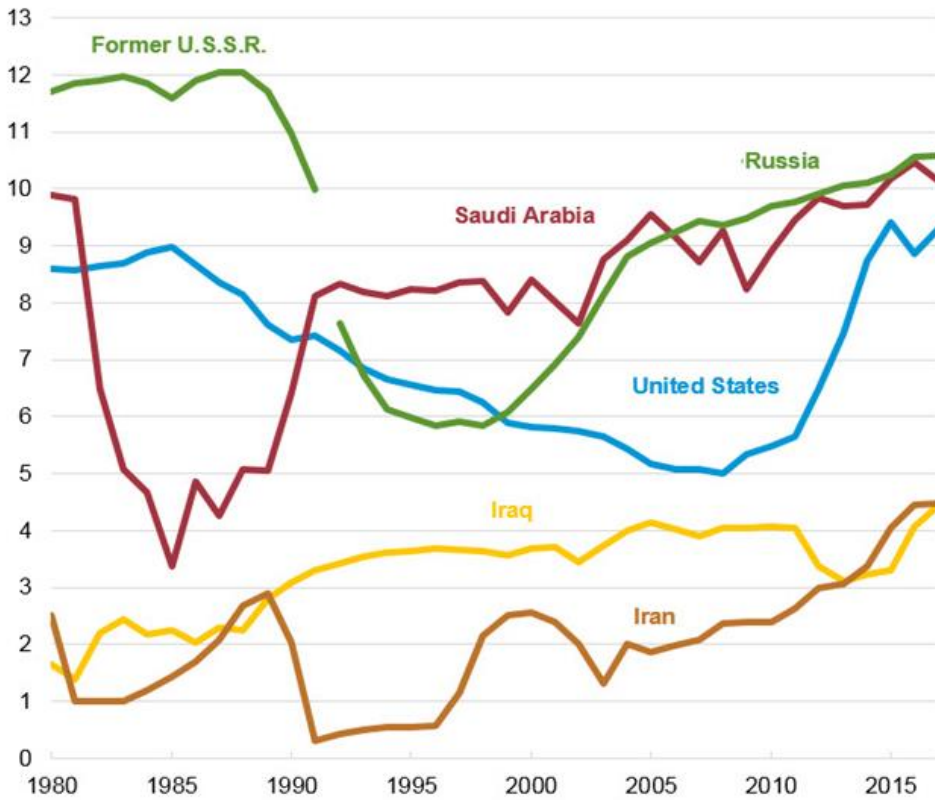


그림 3. 1980년부터 2017년까지의 5대 석유 생산국 원유 생산 추이.

날씨 또한 원유 공급에 중요한 영향을 미친다. 멕시코만의 허리케인은 걸프 지역의 석유 생산 및 정유 작업에 영향을 미칠 수 있다. 결과적으로 미국 석유 제품 가격은 걸프 지역에서 다른 지역으로 공급이 급격히 증가 할 수 있다. 심한 추운 날씨는 생산자가 난방유와 같은 제품을 수요를 충족시키기 위해 소비자에게 짧은 시간 내에 공급하기 위해 제품 시장에 부담을 줄 수 있다. 이 계절적 수요로 인해 가격이 상승 할 수도 있다.

석유 정제소 가동 중단이나 파이프 라인 문제와 같은 다른 사건은 또한 원유 및 석유 제품의 시장 흐름을 제한 할 수 있다. 이러한 이벤트는 일시적인 공급 중단으로 이어질 수 있으며 이로 인해 가격이 상승 할 수 있다.

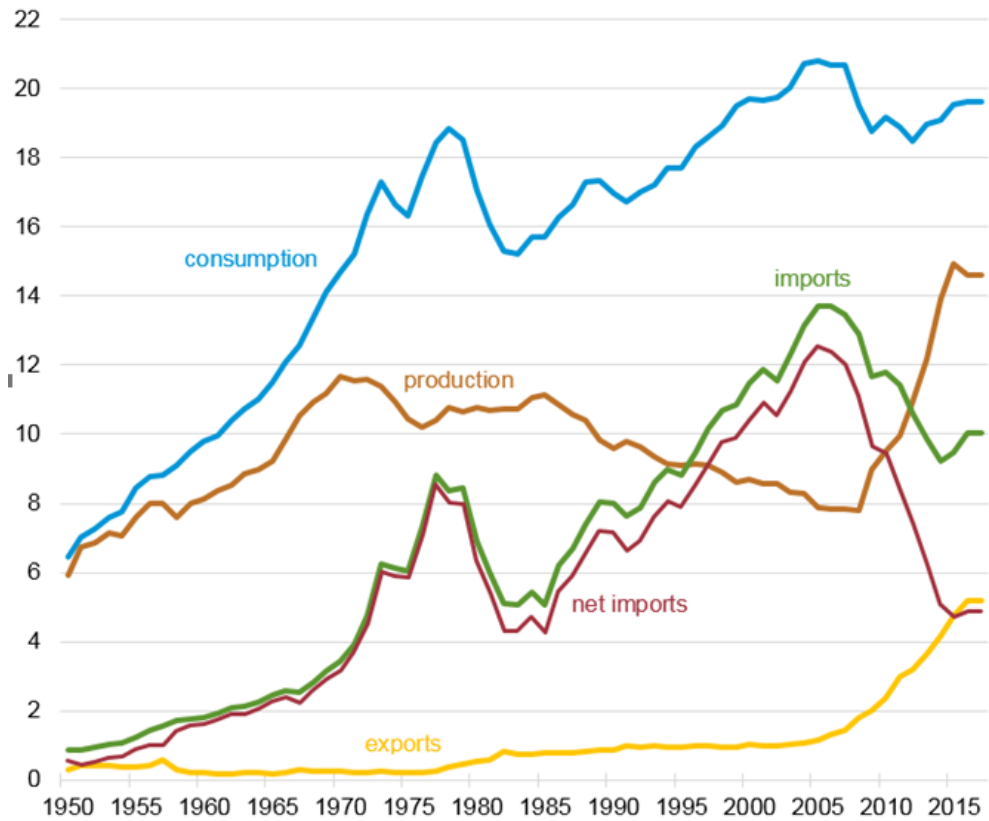


그림 4. 1950년부터 2017년까지의 미국 내 원유 소비, 생산, 수입, 수출 추이.

하지만, 이러한 요인들이 원유 가격에 미치는 영향은 비교적 짧은 편이다. 공급 중단이 가라 앉으면 석유와 제품의 흐름이 정상으로 돌아가고 가격은 보통 이전 수준으로 돌아가는 경향이 있다.

원유 시장은 판매자와 구매자의 글로벌 경매에 비유할 수 있다. 원유 및 석유 제품의 가격은 원유 생산자에서 개별 소비자에 이르기까지 공급망의 모든 수준에서 전 세계에서 동시에 수천 건의 거래가 발생한 결과이다. 즉, 석유 시장은 글로벌 경매 낙찰자인 것이다.

다른 모든 경매와 마찬가지로, 입찰자는 비용을 줄이려 노력한다. 시장이 긴장 상태일 때, (수요가 높거나 공급이 적을 때), 입찰자는 더 높은 프리미엄을 지불해야 한다. 하지만 시장이 그렇게 긴장 상태이지 않을 때 (수요가 낮고 공급이 많을 때), 입찰자는 경쟁사보다 비싼 가격으로 구매할 것을 선택하지 않을 수 있다.

국제 석유 시장에서는 다양한 유형의 거래가 가능하다. 석유 시장의 계약 약정은 손을 변화시키는 대부분의 원유를 포괄한다. 대부분의 원유는 선물 시장에서 거래된다. 선물 계약은 미래의 특정 날짜에 표준화 된 품질의 특정 상품을 사고 파는 표준 계약을 일컫는다. 석유 생산자가 미래에 석유를 매매하기를 원한다면, 오늘 선물 계약을 팔아 원하는 가격을 유지할 수 있다. 또는 소비자가 미래에 원유를 구입해야 하는 경우 미래 계약을 통해 장래에 지불할 가격을 보장할 수도 있다. 석유 생산자와 소비자 외에도 선물 계약은 원유를 생산하거나 소비하지 않는 시장 참여자나 투기 업자가 사고 파는 것이 가능하다. 이러한 유형의 거래자는 가격 변화를 예상하여 선물 계약을 매매함으로써 이러한 변화로부터 이익을 얻는 것을 목적으로 투자한다.

원유는 또한 현물 거래에서 판매되거나 현행 시장 가격으로 즉각적인 배송을 위해 단일 선적의 현물 구매로 판매된다.

석유 가격의 변화는 시장에 신호를 보내는 역할을 수행한다. 현물 시장의 가격은 수요와 공급의 균형에 대한 분명한 신호를 보낸다. 상승하는 가격은 추가 공급이 필요하다는 것을 나타내며, 가격 하락은 현재 수요에 대한 공급이 너무 많다는 것을 암시한다. 선물 시장은 또한 시장의 기대 뿐만 아니라 물리적인 수급 균형에 대한 정보를 제공한다.

이렇듯, 지난 10 년간 세계 유가의 큰 변화는 이러한 요소들이 유가에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지를 보여 주며 유가에 대한 예측을 어렵게 만든다. 미국 에너지 정보국 (US Energy Information Administration)은 브렌트유 (Brent)와 WTI유 (West Texas Intermediate)의 두 가지 벤치 마크 원유 가격에 대한 연평균 가격을 연간 에너지 전망(Annual Energy Forecasting)에서 다양한 가격 시나리오로 예상하고 있다.

제 2 절 석유와 석유제품

원유는 수백만 년 전에 살았던 식물과 동물에서 형성된 탄화수소의 혼합물이다. 원유는 화석 연료이며 지하수 나 저수지, 퇴적암 내의 작은 공간, 타르 (또는 기름) 모래 표면 근처에서 액체 형태로 존재한다. 석유 제품은 천연 가스에 포함 된 원유 및 기타 탄화수소로 만든 연료이다. 석유 제품은 석탄, 천연 가스 및 바이오 매스로도 만들 수 있다.

원유를 지면에서 제거한 후, 원유의 다른 부분들은 유용한 석유 제품으로 분리하는 정유소로 이송된다. 이러한 석유 제품에는 휘발유, 디젤 연료 및 난방유와 같은 증류 액체, 제트 연료, 석유 화학 원료, 왁스, 윤활유 및 아스팔트가 포함된다. 미국의 경우, 42 갤런 배럴의 원유는 정제소에서 처리되어 평균적으로 약 45 갤런의 석유 제품을 생산한다.

석유제품은 석유 정제소와 밀접한 관련이 있다. 석유 정제소는 원유 및 기타 액체를 사람들이 매일 사용하는 많은 석유 제품으로 변환한다. 대부분의 정제소는 운송 연료 생산에 중점을 두고 있다. 평균적으로 미국의 정제소는 42 갤런 배럴의 원유, 약 20 ~ 19 갤런의 모터 가솔린 , 12 갤런의 증류 연료 증류 연료 (대부분 디젤 연료 로 판매 됨) 및 4 갤런의 제트 연료를 생산한다. 또한, 정제소에서는 위의 언급된 제품 이외에도 12 가지 이상의 다른 석유 제품도 생산된다.

석유 정제 산업은 석유 화학 산업이 다양한 화학 물질과 플라스틱을 만들기 위해 사용하는 액체를 생산한다.

제 3 절 휘발유

휘발유(가솔린)는 원유 및 기타 석유 액체로 만든 연료이다. 가솔린은 주로 차량의 엔진 연료로 사용된다. 소매점 휘발유 주유소에서 판매되는 완성차 모터 휘발유를 생산하는 정유소 및 회사는 다양한 액체를 추가하여 휘발유가 연소되고 공기 오염 제어 표준 및 요구 사항을 충족시킬 수 있다. 완성된 모터 가솔린은 불꽃 점화 엔진에 사용하기에 적합한 연료의 기본 요구 사항을 충족한다. 일부 완성된 모터 가솔린은 최종 사용자에게 판매를 위해 소매점에 배달되기 전에 에탄올(재생 가능한 연료 및 산소 함유 물), 세제 및 기타 첨가제 및 고급 옥탄 가솔린과의 추가 혼합이 필요할 수 있다. 정유소가 생산하는 대부분의 가솔린은 실제로 미완성된 가솔린이기 때문에, 추가 혼합이 필요하고 일반적으로 소매점에 배달 완료 가솔린으로 배달되기 전에 에탄올을 필요로 한다. 정유 공장은 일부 완성된 휘발유를 생산하지만, 미국에서 판매되는 대부분의 완성된 휘발유는 최종 가솔린, 휘발유 혼합 원료 및 연료 에탄올이 소비자가 사용할 수 있도록 완성된 가솔린으로 가공되는 혼합 터미널에서 실제로 생산한다. 혼합 터미널은 정제소보다 더 광범위하게 분산되어 있으며 최종 가솔린을 소매점으로 운반하는 트럭을 적재할 수 있는 장비를 갖추고 있다.

현재 미국에서 판매되는 대부분의 모터 가솔린에는 약 10%의 연료 에탄올이 함유되어 있다. 에탄올은 휘발유에 주로 첨가되어 온실 가스 배출량과 미국이 다른 나라로부터 수입하는 오일의 양을 줄이기 위한 재생 연료 기준의 요건을 충족시킨다.

일부 회사는 무연, 슈퍼 또는 슈퍼 프리미엄 과 같은 이러한 등급의 가솔린에 대해 다른 이름을 가지고 있지만 모두 가솔린의 반 노크 특성을 반영하는 옥탄 등급을 나타낸다. 일반적으로 옥탄가가 높을수록 가격이 높게 형성된다.

1996 년 이전에는 엔진 밸브의 마모를 줄이기 위해 윤활유로서 가솔린에 납이 첨가되었다. 납 휘발유는 1996 년까지 미국 연료 시스템에서 완전히 단계적으로 제거되어 왔다. 제조업체는 차량의 각 모델에 사용할 가솔린 등급을 권장한다.

또한, 가솔린은 계절에 따라 변한다. 겨울철과 여름철의 가솔린의 주요 차이점은 증기압이다. 가솔린 증기압은 자동차 엔진이 제대로 작동하는 데 중요한 역할을 한다. 겨울철 증기압은 엔진이 쉽게 시동 할 수 있을 만큼 높아야 한다. 여름에는 대기 오염을 줄이기 위해 많은 지역에서 낮은 증기압이 요구된다.

가솔린은 더운 날씨에 쉽게 증발하여 건강 문제와 지표 오존 및 스모그의 형성에 기여하는 휘발성 유기 화합물을 방출한다. 오염을 줄이기 위해 미국 환경 보호국 (EPA)은 석유 정제업자에게 여름철 가솔린의 증기압을 낮추도록 요구한다.

다른 등급의 모터 가솔린 외에도, 휘발유의 공식은 그것이 판매되는 장소 또는 계절에 따라 다를 수 있다. 일산화탄소, 스모그 및 공기 독소를 줄이기 위한 연방 및 주 정부 대기 오염 방지 프로그램은 산소, 재구성 및 저 휘발성 휘발유가 필요하다. 일부 국가에서는 특정 배출 가스를 줄이기 위해 특별히 고안된 휘발유를 사용해야하며, 겨울과 여름에 제형

이 바뀔 수 있다. 이러한 지역별 요구 사항은 가솔린이 전국적으로 균질한 제품이 아니라는 것을 의미한다. 미국의 한 지역에서 판매용으로 생산된 가솔린은 다른 지역에서 판매할 수 없다.

가솔린의 특성은 사용되는 원유의 유형과 가솔린이 생산되는 정유 공장의 설정에 따라 달라진다. 가솔린 특성은 또한 에탄올과 같은 혼합물에 포함될 수 있는 다른 성분의 영향을 받는다. 미국에서 판매되는 대부분의 자동차 휘발유에는 일부 에탄올이 들어있다.

최근 휘발유 가격과 지금까지의 가격을 비교하는 두 가지 방법이 있다. 명목 가격 또는 실제 가격으로 비교될 수 있는 것이다. 펌프에서 실제로 지불되는 가격은 명목상의 가격이다. 실질 가격은 시간이 지남에 따라 달러 가치의 변화 효과를 제거하기 위해 조정된 가격이다. 실질 가격은 일반적으로 기준 연도 대비 달러 가치를 반영한다.

가솔린은 등급별로 가격이 책정되고 판매된다. 가솔린은 3가지 주요 등급(Regular, Midgrade, Premium)의 가솔린에서 옥탄가 기준으로 판매된다. 옥탄 수준은 연소에 대한 내성을 지칭합니다. 고 옥탄가의 가솔린은 엔진 점화라고도하는 사전 점화 및 폭발에 덜 민감하다. 정제소는 옥탄가가 높은 연료에 대해서는 더 많은 비용을 부과하고 프리미엄 급의 휘발유는 가장 가격이 높다. 1995년에서 2006년 사이, 휘발유 등급 간의 가격 차이는 일반적으로 갤런 당 약 10 ¢였다. 2006년 이후, 가솔린 등급의 가격 차이가 증가했다. 2017년 중급 가솔린의 전국 평균 가격은 일반 가솔린보다 갤런 당 약 25 ¢ 높았고 프리미엄 급 가솔린의 평균 가격은 일반 학년보다 갤런 당 약 50 ¢ 높게 형성되었다.

2개의 가솔린 펌프는 펌프에서 가솔린 1 갤런을 지불하는 부분으로 나뉘어져 있다. 왼쪽의 펌프는 2008 년부터 2017 년 사이의 10 년 평균을 보여준다. 12 %는 비용과 이익을 정제하는 데 사용된다. 15%는 연방 및 주 세금이며, 62 %는 원유에 의한 비용이다.

원유 비용은 휘발유의 소매 가격에서 가장 큰 요소이다. 소매가 휘발유 가격의 한 부분 인 원유 가격은 시간이 지남에 따라 그리고 각지의 지역에 따라 다르게 나타난다. 원유 가격은 수요와 공급 모두에 의해 결정된다. 세계 경제 성장은 수요의 가장 중요한 요소 중 하나이다. 유가는 국제 및 국내 원유 공급 중단으로 인해 종종 증가한다. 석유 수출국 기구 (OPEC)때로는 회원국에 대한 생산 한도를 설정함으로써 유가에 상당한 영향을 미친다. OPEC 회원국은 2000 년부터 2016 년까지 세계 원유의 약 44 %를 생산했다. OPEC 회원국은 전 세계 예비 연료 생산 능력을 거의 유지하면서 세계 원유 매장량의 약 4 분의 3을 보유하고있다. 지난 몇 년 동안 미국의 석유 생산량이 증가하면서 석유 및 휘발유 가격 상승 압력이 감소되었다.

세금 또한 휘발유 가격에 추가된다. 연방, 주 및 지방 정부 세금 또한 휘발유의 소매 가격에 기여하고 있다. 연방 소비세는 갤런 당 18.30 ¢이고 연방 누수 저장 탱크 수수료는 갤런 당 0.1 ¢이다. 2018 년 1 월 1 일부터 주정부 세금 및 휘발유 수수료는 갤런 당 평균 28.31 센트이다. 지방 및 지방 자치 단체가 적용하는 세금과 함께 판매 세가 일부 지역의 휘발유 가격에 상당한 영향을 줄 수 있다.

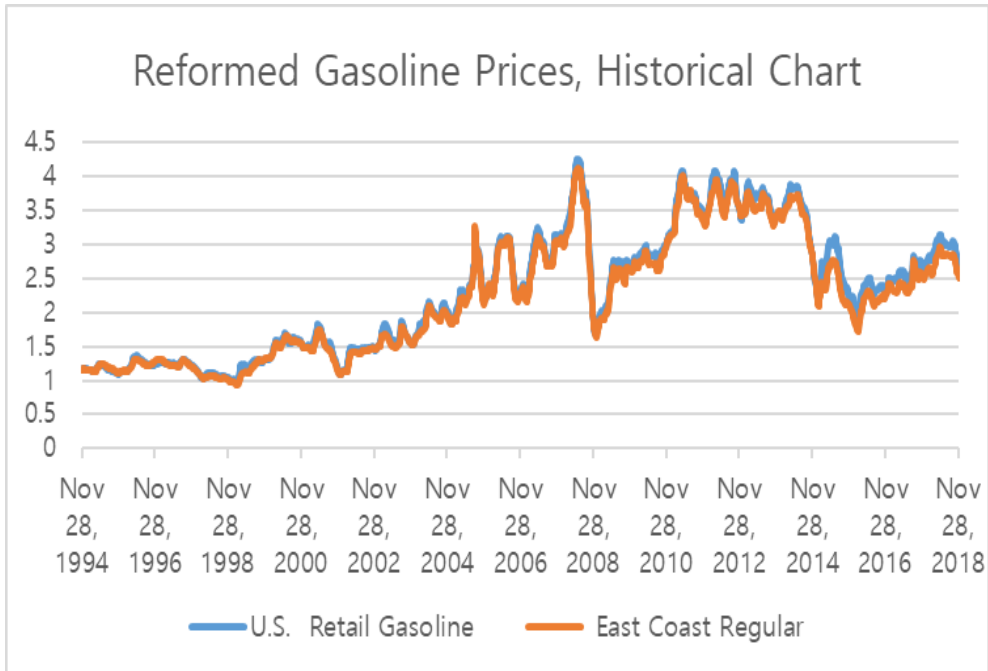


그림 5. 1994년부터 2018년까지의 휘발유 가격

정제 비용과 이익은 계절적으로나 미국의 지역별로 다르며, 부분적으로는 각기 다른 지역의 대기 오염을 줄이기 위해 필요한 가솔린 제제가 다르기 때문이다. 생산되는 휘발유의 특성은 사용되는 원유의 유형과 그것이 생산되는 정유 공장에서 사용 가능한 가공 기술의 유형에 달려있다. 가솔린 가격은 에탄올과 같은 휘발유에 혼합 될 수 있는 다른 성분의 비용에 의해 영향을 받는다. 여름에 휘발유에 대한 수요 증가는 일반적으로 가격 상승을 초래한다.

유통, 마케팅 및 소매 업체 비용과 이익 또한 휘발유의 소매 가격에 포함된다. 대부분의 휘발유는 정유소에서 파이프 라인을 통해 소비 지역 근처의 터미널로 보내지며, 지방 정부 및 시장 사양을 충족하기 위해 에탄올 등의 다른 제품과 혼합 될 수 있다.

일부 소매점은 정유사가 소유하고 운영하는 반면, 다른 소매점은 정유사 및 마케터로부터 휘발유를 구매하여 일반인에게 재판매하는 독립 사업자이다. 펌프의 가격은 위치의 바람직함 및 소유자의 마케팅 전략과 같은 현지 시장 조건 및 요인을 반영한다.

개별 딜러가 비즈니스를 수행하는 데 드는 비용은 해당 딜러의 위치에 따라 크게 다를 수 있다. 이러한 비용에는 임금 및 급여, 수당, 장비, 임차료 또는 임대료, 보험료, 간접비, 주 및 지방 수수료가 포함된다. 옆에 있는 소매점조차도 가격에 영향을 미치는 다양한 트래픽 패턴, 임대료 및 공급처를 가질 수 있다. 지역 경쟁 업체의 수와 위치 또한 가격에 영향을 미칠 수 있다.

소매 가솔린 가격은 주로 원유 가격 및 수요와 관련된 가솔린 공급의 수준에 의해 영향을 받는다. 미국과 전세계의 휘발유 및 기타 석유 제품에 대한 강력하고 증가하는 수요는 공급 가능한 제품에 대해 엄청난 압력을 가할 수 있다.

가솔린 가격은 가솔린의 실제 공급량이 실제 또는 예상 수요 또는 소비량에 비례하여 감소 할 때 증가하는 경향이 있다. 가솔린 가격은 원유 공급, 정유소 운영 또는 가솔린 송유관 공급을 방해하는 것이 있으면 빠르게 바뀔 수 있다. 원유 가격이 안정적 일 때도 휘발유 가격은 계절적 수요 변화와 가솔린 사양으로 인해 변동한다.

원유 및 휘발유 가격은 2008 년에 사상 최고 수준에 도달했다. 전세계 원유 수요가 공급 증가에 기인 한 결과로 세계 원유 가격은 2008 년에 사상 최고치를 기록했다. 세계 공급의 시장 불확실성과 더불어 중국,

중동 및 라틴 아메리카의 수요가 크게 증가하면서 유가가 상승하고 미국의 휘발유 가격이 사상 최고치를 기록했다.

역사적으로 소매 휘발유 가격은 봄에 서서히 증가하는 경향이 있으며 사람들이 더 자주 운전할 경우 늦여름에 최고조에 달하는 경향이 있다. 휘발유 가격은 일반적으로 겨울철에 더 낮다. 가솔린 사양 및 제형도 계절에 따라 변합니다. 환경 규제로 인해 여름에 판매되는 가솔린은 더운 날씨에 증발하기 쉽지 않습니다. 이 요구 사항은 정련소가보다 저렴하지만 증발 가솔린 구성 요소를 증발 성이 적지 만 값 비싼 구성 요소로 대체해야 함을 의미합니다. 2000 년부터 2017 년까지 8 월 미국 소매가 급 평균 휘발유 평균 가격은 1 월 평균 가격보다 갤런 당 약 36 센트 높았다.

휘발유 공급은 주로 원유 공급 및 정제, 휘발유 수입 및 휘발유 재고 목록 (재고)에 의해 좌우된다. 주식은 주요 단기 공급과 수요 불균형 사이의 쿠션이며, 재고 수준은 휘발유 가격에 상당한 영향을 줄 수 있다.

정유 또는 파이프 라인 문제 또는 수입 감소로 예상치 못한 공급 감소가 발생하면 휘발유 재고 (재고)가 급격히 떨어질 수 있다. 이러한 재고 감소로 인해 도매 업체는 미래의 공급이 적절하지 않을 수 있다는 우려보다 공급 가능한 공급에 대해 더 높은 가격을 책정 할 수 있다.

불균형은 지역이 하나의 가솔린 배합에서 다른 배합으로 바뀌고 정유업자, 유통업자 및 마케터가 신제품의 공급을 조정할 때도 발생할 수 있다.

제 4 절 디젤 연료

디젤 연료(diesel fuel)를 생산하고 소비자에게 공급하는 비용에는 원유, 정유소 처리, 마케팅 및 유통 및 소매점 운영 비용이 포함된다. 소매 펌프 가격은 정유사, 마케팅 담당자, 유통 업체 및 소매점 소유자의 비용과 이익 (때로는 손실)을 반영한다. 디젤 연료의 소매 가격에 대한 이러한 비용 구성 요소의 상대적인 지분은 시간에 따라 다르며 국가의 지역마다 다르게 나타난다.

펌프의 가격에는 연방, 주 및 지방세도 포함된다. 고속도로 디젤 연료에 대한 연방 소비세는 갤런 당 24.30 ¢이고 연방 누수 저장 탱크 수수료는 갤런 당 0.1 ¢이다. 2018 년 1 월 1 일 현재 주 총 세금 및 수수료 평균은 갤런 당 29.33 ¢이다. 지방세 및 지방 자치 단체가 적용하는 세금과 함께 판매 세가 디젤 연료의 최종 판매 가격에 기여한다. 주유소의 위치와 같은 지역 시장 조건 및 요인은 또한 소매 디젤 연료 가격에 영향을 줄 수 있다. 일부 소매점은 정유사가 소유하고 운영하는 반면, 다른 소매점은 일반인에게 재판매를 위해 디젤 연료를 구매하는 독립 사업체이다.

2004 년 이전에는 디젤 연료의 평균 가격이 보통의 가솔린 평균 가격보다 낮은 경우가 종종 존재했다. 어떤 유분에서는 유분 가열유 수요가 높았을 때 디젤 연료의 가격이 휘발유 가격을 상회했다. 2004 년 9 월 이후 디젤 연료의 가격은 여러 가지 이유로 일반적으로 연중 가솔린 가격보다 높았다. 디젤 연료 및 기타 유분 연료 오일에 대한 전세계 수요

는 꾸준히 증가하여 중국, 유럽 및 미국에서 높은 수요를 보였다. 미국에서는 초저 유황 디젤 (ULSD) 연료로의 전환이 디젤 연료 생산 및 유통 비용에 영향을 미쳤다. 또한, 디젤 연료에 대한 연방 소비세는 정규 휘발유에 대한 연방 소비세보다 갤런 당 6 센트 높다.

1 갤런의 디젤 연료의 소매 가격은 제품을 생산하여 고객에게 제공하는 비용과 이익 (또는 손실)을 반영한다. 4 가지 주요 구성 요소는 1 갤런의 디젤 연료의 소매 가격에 기여한다. 이는 디젤 연료 가격이 정제소에서 구매 한 원유 비용, 정제 비용 및 이익, 유통, 마케팅 및 소매점 비용 및 이익, 세금 (연방, 주, 카운티 및 지방 정부)를 포함하고 있다는 것을 의미한다. 1 갤런의 디젤 연료의 소매 가격에서 이들 구성 요소의 상대적 점유율은 시간이 지남에 따라 그리고 판매되는 지역에 따라 다르다.

원유 비용은 디젤 연료의 소매 가격의 가장 큰 구성 요소이다. 원유 비용은 2008 년부터 2017 년까지 미국 고속도로 경유 디젤 유가의 월 평균 평균 약 55 %를 차지했다.

세계적인 수요와 공급은 원유 가격을 결정한다. 세계 경제 여건은 원유로 만든 석유 제품에 대한 수요에 기여한다. 디젤 연료는 주요 운송 연료이기 때문에 디젤 연료에 대한 수요는 일반적으로 경제적 추세를 따르게 된다.

더불어, 국제 디젤 연료 수요가 미국의 가격에 영향을 줄 수 있다. 증류 연료에 대한 국제 수요는 미국의 디젤 연료 가격에 영향을 미친다. 난방유 및 디젤 연료는 유분 연료이다. 많은 나라들은 미국보다 디젤 연

료를 포함한 유분 연료에 더 많이 의존하고 있다. 유럽은 세계 유분 연료의 약 4분의 1을 사용하며 세계 유출 수요에 중요한 기여를 한다. 전 세계적으로 특히 중국에서의 운송을 위한 디젤 연료 사용은 경제가 확장됨에 따라 세계 유출 수요를 증가시켰다. 세계 여러 곳에서 발전 용 증류 연료를 사용하는 것도 수요에 기여한다.

미국의 디젤 연료 공급과 수요 불균형은 가격 변동을 유발할 수 있다. 미국의 운송 연료 가격은 일반적으로 다른 상품 가격보다 변동폭이 크다. 미국 차량은 거의 전적으로 석유에 의존하고 있다. 정유사의 문제 또는 수입품의 보급으로 인해 석유 공급이 예기치 않게 감소하면 디젤 재고(재고)가 급격하게 감소할 수 있다. 주식이 낮고 떨어질 때, 일부 도매업자와 마케터는 이용 가능한 공급품에 대해 더 높은 가격을 책정할 수 있다. 디젤 연료 수송 시스템이 한 지역에서 다른 지역으로 공급되는 물의 흐름을 신속하게 지원할 수 없다면 가격은 상대적으로 높게 유지될 것이다. 이러한 변동은 모든 상품 시장에서 경험되는 정상적인 가격 변동이다.

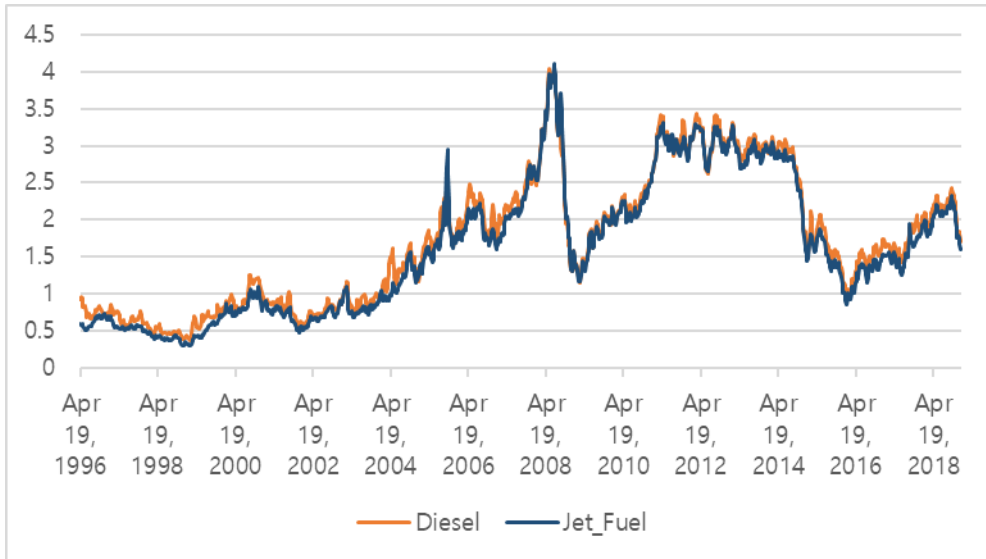


그림 6. 전체 분석대상 기간에 대한 경유와 제트연료 가격의 변화 추이.

미국의 디젤 연료 수요는 상당히 일정하며 전반적으로 경제의 건강을 반영하지만 디젤 연료 가격은 종종 변동한다. 가을과 겨울에 난방유에 대한 수요가 디젤 연료 가격에 영향을 미친다. 난방유와 디젤 연료가 동시에 생산되기 때문에 난방유 수요가 계절적으로 증가하면 디젤 연료 시장에도 압박감을 줄 수 있다. 일부 지역에서는 디젤 연료에 대한 농민 수요의 계절적 변동이 디젤 연료 가격에 영향을 줄 수 있다.

운송 비용은 일반적으로 소매점과 공급처 간의 거리에 따라 증가한다. 멕시코 디젤 연료 생산량의 약 절반을 차지하는 걸프 해안에서 가장 먼 지역은 디젤 연료 가격이 상승하는 경향이 있다.

디젤 연료의 소매 가격은 소매점의 위치 및 소유권과 같은 현지 시장 여건 및 요인을 반영한다. 정유사는 일부 소매점을 소유하고 운영하지만 다른 소매점은 도매 시장에서 디젤 연료를 구매하는 독립 사업체이다.

거래 비용은 달러 위치에 따라 크게 다를 수 있다. 이 비용에는 임금,

급여 및 복리 후생비, 장비, 임차료 / 임대료, 보험료, 간접비, 주 및 지방세 및 세금이 포함된다. 서로 가까운 소매점에서도 서로 다른 트래픽 패턴, 비용 및 공급원을 가질 수 있다. 지역 경쟁 업체의 수와 위치 또한 가격에 영향을 미칠 수 있다. 대형 상업용 차량을 수용하는 대용량 트럭 정류장은 소량의 주유소보다 저렴한 가격으로 디젤 연료를 판매하는 경향이 있다.

제 5 절 난방유

주택 소비자를 위한 소매 난방 유가의 주요 원가 구성 요소는 정유 회사 원유 비용, 정유사가 난방유를 생산하는 데 드는 비용, 소비자에게 난방유를 판매, 유통 및 제공하는 데 드는 비용 등이 있다. 이러한 비용에는 정유사, 도매업자 및 지역 유통 업체의 이익 (때로는 손실)이 포함된다.

2008년 겨울부터 2017년 겨울까지의 원유 비용은 겨울철 난방유 (갤런 당 10 월 -3 월)의 평균 가격의 53 %를 차지했다. 유통 및 마케팅은 1 갤런의 난방유 비용의 약 32 %를 차지했으며 정유소 처리 비용이 가격의 15 %를 차지했다.

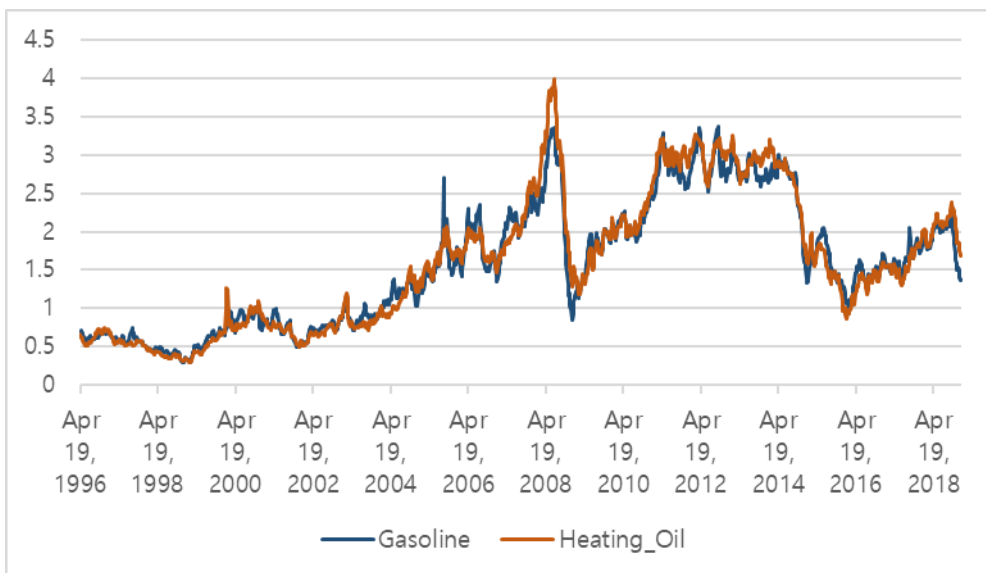


그림 7. 전체 분석대상 기간에 대한 휘발유와 난방유 가격의 변화 추이.

미국 에너지 정보 관리국 (EIA)은 단기 난방 에너지 전망 (STEO)의 10 월에서 3 월까지 주거용 난방 연료 가격 및 겨울철 평균 가정용 난방 연료 소비 및 지출 예측을 발표했다.

각 겨울 의 추세는 STEO 10 월 판의 Winter Fuels Outlook 섹션과 국가 및 지역 차원의 10 월에서 3 월 판의 난방 연료에 대한 표 WF01 평균 소비자 가격 및 지출에 나와 있습니다. STEO의 모든 판에는 표 2의 국가 별 월별 및 연간 평균 소매 난방 유가에 대한 예측도 포함된다.

난방유 소비자는 가격이 일반적으로 낮을 경우 늦여름이나 초가을에 난방용 오일 탱크를 채울 수 있다. 난방유 딜러는 고객에게 월간 난방유 사용료를 줄이기 위한 예산 계획을 제공 할 수 있습니다. 일부 딜러는 고정 비용 보호 프로그램을 제공하여 비용을 절감 할 수 있다.

난방 유가는 일반적으로 원유 가격을 따른다. 난방유 가격은 다양한 이유로 인해 변동하는데, 우선 난방유 수요는 계절적이다. 원유가가 안정 될 경우, 난방유 수요가 가장 높은 겨울철 (10 월 ~ 3 월) 난방비가 상승하는 경향이 있다. 동북부의 집주인은 전형적인 겨울철에 850 갤런에서 1200 갤런의 난방유를 사용하고 나머지 기간에는 거의 소비하지 않을 수 있다.

원유 가격이 바뀌는 것 또한 주요한 요소이다. 원유 비용 가열 유가의 주요 성분이다. 세계적인 공급과 수요가 원유 가격을 결정한다. 수요는 경제 및 날씨와 같은 요소에 따라 달라질 수 있다. 미국의 날씨 이벤트와 다른 나라의 정치 이벤트가 공급에 영향을 미칠 수 있다. 석유 수출 국기구 (OPEC) 회원국 들이 생산 하는 석유 의 양은 세계 원유 가격에

도 영향을 미칠 수 있다.

더불어, 한 지역의 난방유 공급 업체 수는 해당 지역의 가격 경쟁 수준에 영향을 줄 수 있다. 난방 유가 및 서비스 제공은 경쟁 공급 업체가 많은 지역에 비해 공급 업체가 거의 없는 곳에서 크게 다를 수 있다. 경쟁자가 적은 농촌 지역의 소비자는 난방유 가격을 높일 수 있다.

지역 운영 비용은 다양 할 수 있다. 원거리에 난방 오일을 공급하는 비용 또한 난방 유가에 영향을 줄 수 있다. 영업 비용은 달러가 있는 국가의 지역에 따라 크게 다를 수 있다.

집 난방 유가는 때때로 추운 날씨와 겨울 폭풍이 닥칠 때 특히 크게 증가 할 수 있다. 대형 추운 날씨 시스템은 공급, 수요 및 가격에 영향을 줄 수 있다. 사람들은 일반적으로 겨울철 폭풍으로 인해 배달 시스템이 중단되는 것과 동시에 더 많은 연료를 사용한다.

소비가 증가하면 보충 될 수 있는 것보다 훨씬 빨리 저장 용 원유의 양이 줄어들 수 있고 정유소는 수요를 따라갈 수 없을 수도 있다. 도매 구매자는 공급이 단기 고객 수요를 충족하기에 적절하지 않다고 생각하면 사용 가능한 제품의 가격을 입찰 할 수 있다.

예를 들어, 북동부 지역에서는 걸프 코스트 (Gulf Coast) 나 유럽과 같은 세계 다른 지역에서 난방용 오일을 추가로 공급할 수 있다. 이 원천에서 동북아로 난방용 오일을 운송하는 데는 비용이 많이 들고 배달에는 몇 주가 소요될 수 있다. 그 기간 동안 저장 재고가 더 떨어질 수 있으며 구매자의 단기 공급이 불안해질 수 있으며 새로운 공급이 도착할 때까지 가격이 가끔씩 급격히 상승 할 수 있다.

제 3 장 수익과 수익률의 종류

제 1 절 수익과 수익률

수익 (return)이란 투자에 대하여 얼마나 많은 성과를 얻었는지를 나타내는 절대액의 개념이다. 수익률(rate of return)은 투자액 1원에 대하여 어느 정도의 성과를 얻었는지를 나타내는 상대적인 개념으로 사용됨. 즉, 수익률은 투자에 의해 얻은 수익과 투자한 금액의 비율로 나타낸다.

수익률의 종류는 다음과 같다. 조수익률 (총수익률, gross rate of return)이란, 투자에서 얻은 모든 수익을 투자금액으로 나누어 계산한 값을 일컫는다. 순수익률(net rate of return)은 투자에서 얻은 수익에서 투자금액을 뺀 값을 투자금액으로 나누어 계산한 값을 의미한다.

$$\text{조수익률} = \text{총수익} / \text{투자금액}$$

$$\text{순수익률} = (\text{총수익} - \text{투자금액}) / \text{투자금액}$$

$$\text{조수익률} = 1 + \text{순수익률}$$

투자론에서는 일반적으로 순수익률을 수익률의 개념으로 사용하므로, 특별한 경우를 제외하고는 순수익률을 수익률의 개념으로 사용한다.

제 2 절 단일 기간과 여러 기간 투자의 수익률

투자기간이 단일 기간인 경우와 여러 기간인 경우의 투자수익률은 다르게 계산된다. 먼저 단일기간 투자의 수익률 계산은 어떻게 하는지 살펴본다면, 주식투자의 경우, 예를 들어 주식을 사서 1년간 보유한 후에 다시 팔기로 할 때 주식투자자가 얻는 수익에는 기업의 이익을 주주에게 배분하는 과정에서 발생하는 배당과 1년 후에 주식을 판 대금이 있다. 현재 가격이 P0인 주식 1주를 구입하고, 이 주식의 1년 후 배당이 D1, 1년 후의 가격이 P1인 경우 아래와 같은 식을 이용하여 주식의 수익률을 구할 수 있다.

$$\text{수익률} = \frac{(D1 + p1 - P0)}{P0} = \frac{D1}{P0} + \frac{P1 - P0}{P0}$$

주식가격의 변동분 (P1-P0)을 자본이득(capital gain) 또는 자본 손실(capital loss)이라 한다. 위 식에서 오른쪽의 첫 번째 항은 예상되는 배당금과 현재주가의 비율로서 배당수익률이라 하고, 두 번째 항은 자본 이득의 현재주가에 대한 비율로서 자본이득률이라 한다. 주식투자의 수익률은 배당과 자본이득에 의해 결정된다.

채권의 수익률도 주식 수익률과 유사하게 정의된다.

지금까지 1기간(1년) 동안만 주식을 보유할 때의 수익률 계산을 살펴 보았다. 이제 보유기간이 2기간 이상일 때의 수익률은 어떻게 계산하는지를 살펴본다면, 모든 기간 동안에 1기간 수익률은 앞에서 설명한 방법

에 의해 계산할 수 있고, 반복 투자가 가능하다고 가정한다.

처음 1년 동안의 수익률은 r_0 , 두번째 해의 수익률은 r_1 이라고 하자. 지금 1원을 투자하면, 1년 후에는 $1+r_0$ 의 수익을 얻을 수 있다. 또한, 이 금액을 1년 더 투자하면, 즉 2년 후에는 $(1+r_0)(1+r_1)$ 원의 수익을 얻을 수 있다. 따라서 n 년 동안의 투자에 따른 수익률은 다음과 같다.

$$\frac{\text{수익} - \text{투자금액}}{\text{투자금액}} = \frac{(1+r_0)(1+r_1)\cdots(1+r_{n-1}) - 1}{1}$$

위 식과 같이 주식을 n 년동안 보유했을 때 얻을 수 있는 수익률을 구한 것을 보유 수익률 (HPR; holding period return)이라 한다.

제 3 절 여러 기간 투자의 연평균 수익률

투자기간이 여러 기간에 걸쳐 지속되는 경우 연평균투자수익률을 계산하기 위해서는 내부수익률, 산술평균수익률, 그리고 기하평균수익률을 이용할 수 있다. 이 수익률들은 서로 다른 가정하에서 나름대로 타당성이 있는 것으로서, 각 수익률의 계산과정에서 가정하고 있는 내용을 분명히 이해하고 있을 필요가 있다.

첫째, 내부수익률(IRR; internal rate of return)은 미래 투자수익의 현재가치와 투자금액을 일치시키는 할인율을 구한 것이다. 즉, 미래의 여러 기간에 발생하는 매기의 현금흐름을 특정한 할인율로 할인하여 구한 미래 투자수익의 현재가치와 투자원금을 같게 만들어주는 할인율을 구하고, 이 할인율을 투자의 연평균 수익률로 이용하는 것이다. 내부수익률은 서로 다른 시점에서 발생하는 현금흐름의 크기와 화폐의 시간가치를 고려한 개념으로 매 기마다 발생하는 현금흐름을 투자의 내용연수 말까지 내부수익률로 계속 투자한다는 가정하에서 계산되는 값이다.

반면, 여러 기간에 걸쳐 투자하였을 때, 각 기간의 수익률을 구하여 단순히 산술평균한 것이 산술연평균수익률(AMR; arithmetic annual mean rate of return)이다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$AMR = \frac{r_0 + r_1 + \dots + r_{n-1}}{n}$$

여기서 r_{n-1} 은 $t-1$ 기부터 t 기 사이의 수익률을, n 은 투자기간을 나타낸

다.

앞서의 내부수익률은 매 기의 현금흐름이 내부수익률로 재투자되어 가치가 증식되는 것을 전제로 한 수익률 계산 방법인 데 비해, 산술연평균 수익률은 재투자기회를 고려하지 않은 수익률 계산방법이다.

한편, 기하연평균수익률(GMR; geometric annual mean rate of return)은 각 기간의 수익률을 계산하여 기하평균을 구한 것으로 다음과 같이 계산된다.

$$GMR = [(1 + r_0)(1 + r_1) \dots]^{1/n} - 1$$

기하연평균수익률의 계산은 보유수익률을 계산할 때와 같이 투자수익이 발생할 때마다 반복적으로 투자하되 해당 시점의 단일기간 투자수익률로 (또는 기하연평균수익률로) 재투자한다는 가정을 전제로 한다. 산술연평균수익률이 투자기간 내의 수익을 투자기간 말까지 재투자하는 과정을 고려하지 않은 방법이며 내부수익률이 미래의 수익률변동과 관계없이 매 기의 현금흐름을 일정한 내부수익률로 재투자할 수 있다는 전제하에 계산된 것임에 비해, 기하연평균수익률은 위 계산식에서 보듯이 매 기의 단일기간수익률로 재투자함을 전제로 한 수익률 계산방법이다. 따라서 기하연평균수익률은 투자의 경제적 실질을 가장 잘 나타내는 연평균수익률이라 할 수 있다.

배당금 없이 주가로만 하는 이유는, 지금 연구대상이 주식상품이 아닌 원유가격이기 때문이고, 주식이라 하더라도 연구의 관심사가 ‘주식

가격 변동으로 인한 수익 자체에 있기 때문이다. 이러한 이유로, 앞서의 선행연구들이 배당금을 제외한 수익을 사용한다.

관심사가 특정기업의 실적으로 인한 수익(배당금)이 아닌, 주식시장의 반응으로 인한 주가 변동을 통한 수익률에 있기 때문이다. 그래서 보통 이런 연구에서 S&P 평균주가 등을 이용해서 하는 것이다. 즉 여기 논문에서는 주식시장 그 자체에서의 가격변동으로 인한 수익에 관심있는 것이기 때문에, 배당이나 내부수익률의 관점과는 거리가 있음. 따라서 주가 수익을 사용하는 것이다.

본 연구에서 사용된 개념은 수익이다. 그러나, 수익이 발생하는 기간도 통제(daily는 1일간의, weekly는 1주간의, monthly는 1달간으로 통일)되었고, 투자 단위도 배럴당 가격으로 통제되었기 때문에, 여기서는 수익을 쓰는 것이지만 수익률로 봐도 무리가 없다. 하지만, 정의로는 수익이라고 보는 것이 맞을 것이다.

$$\ln(1 + r) = \frac{pi}{pj}$$

log return을 사용하는 이유는, 몇가지를 들 수 있다. 첫째로, time additivity를 들 수있다. 즉, 로그 수익을 이용할 경우, 특정기간동안의 compounding return을 단순 덧셈으로 처리할 수 있게 된다.

$$(1 + r_1)(1 + r_2) \cdots (1 + r_n) = \prod_i (1 + r_i)$$

두번째로, Log normality를 들 수 있다. 특정기간단위로 수익을 계산한 경우, 수익은 일반적으로 log-normal분포를 따르게 된다.

마지막으로, approximate raw-log equality 또한 주요한 이유이다. 수익이 매우 작은 경우, 다음과 같은 근사는 log-return 값이 law return과 같게 된다는 사실을 보인다.

제 4 장 확률적 지배관계 검정법 관련 주요 연구

확률적 지배 관계와 이에 관련된 개념은 사회과학과 자연과학의 분야를 막론하고, 실제 데이터를 활용한 여러 연구에 적용되어 왔다. 확률적 지배관계 검정 방법을 활용한 문헌의 수는 빠르게 증가하고 있으며, 이를 적용한 문헌을 모두 정리하는 것은 본 논문의 범위를 벗어난다. 만약, 확률적 지배관계 검정 방법의 이론적 발전과정에 관심이 있다면 Wolfstetter (1999)에 정리된 문헌들을 참고할 수 있다.

본 논문에서는 비교적 최근에 수행된 확률적 지배관계 검정 방법을 이용한 경제학 실증연구들을 위주로 정리하였다. 본 장에서 확률적 지배관계 검정 방법 관련 주요 연구를 소개하는 주된 목적은 확률 지배 개념이 넓은 범위의 실증 연구 분야에서 사용되고 있다는 것을 소개하기 위함이다. 하지만, 실제적인 이유로 본 장에서 확률 지배 개념을 활용한 모든 연구분야를 소개할 수는 없었음을 밝힌다.

제 1 절 후생 경제학에서의 적용 사례

확률적 지배관계 검정법의 가장 대표적인 적용 사례 중 하나는 후생 경제학 분야이다. 특히, 후생 경제학의 대표적인 주제인 불평등 (inequality), 빈곤 (poverty), 양극화 (polarization) 등의 분야에서 확률지배 개념을 활용한 연구 및 분석은 매우 빈번히 행해져 왔다. 이와 관련하여 Cowell and Flachaire (2015)에 분야에 관한 개요가 정리되어 있다.

대표적으로, Anderson (2003)에서는 미국의 빈곤 완화를 위한 효과적인 방안을 연구하기 위해 확률지배 검정방법을 1980년대 PSID 자료에 적용하였다. Anderson (2004a)은 양극화 현상의 심화, 후생, 빈곤에 관해 각 국가의 GNP (Per capita Gross National Products)를 기반으로 하여 분석하였다. Anderson and Leo (2009)에서는 아동 빈곤, 아동에 대한 투자, 세대간 이동성에 대한 변화를 1979년 중국의 한자녀 정책(One Child Policy)이 시행된 이후의 기간에 대해 확률지배 검정방법으로 분석하였다. 이 연구에서는 1987년과 2001년 중국의 아동빈곤률을 1997년과 2004년 캐나다의 아동빈곤률, 1994년과 2004년 인도의 아동빈곤률 등과 비교하기 위해 확률적 지배관계 검정방법을 사용하였다. 또한, 빈곤의 진화에 관한 연구에 확률 지배관계 검정법을 사용한 연구로는 Contreras (2001)을 들 수 있는데, 칠레의 경제 고속 성장기였던 1990년부터 1996년까지 데이터를 사용하였다.

Amin, Rai, and Topa (2003)는 확률 지배관계 검정방법을 사용하여

방글라데시의 소액대출 프로그램이 더 소외된 계층에게 영향을 미치는지 분석하였다. 이 연구는, 소액대출 프로그램 대상 계층의 취약정도와 소비의 분포가 비대상 계층의 분포를 확률 지배할 것이라는 가설을 검정하려는 시도였다. 한편, Skoufias and Di Maro (2008)는 Progressa라고 일컬어지는 멕시코의 조건부 현금 교환정책이 빈곤층에 미치는 영향을 확률적 지배관계 검정방법을 통해 연구하였다. 이 연구에서는, 정책의 대상이 된 가구의 소득 분포가 대상이 되지 않은 가구의 소득분포를 1차 확률적 지배하는 것으로 나타났다. 또한, 이 연구에서는 결과의 강건성 (robustness)을 위해 확률적 지배관계 검정방법 이외의 방법들로 추가 분석을 수행하여 일관된 결과를 얻었다.

후생 경제학에서 확률적 지배관계 검정법을 사용한 주제 중 하나로 소득 및 사회경제적 변수의 분포를 비교한 연구들을 꼽을 수 있다. Heshmati and Rudolf (2014)는 한국의 소득과 소비의 분포를 이용하여 한국의 불평등과 빈곤에 관해 분석한 시도 중 하나이다. Valenzuela, Lean, and Athanasopoulos (2014)와 같이, 1983년부터 2010년까지 확률적 지배관계 검정방법을 이용하여 호주의 소득과 지출의 분포 비교를 통해 호주의 불평등을 분석하려는 시도 또한 존재하였다.

제 2 절 금융 경제학에서의 적용 사례

확률적 지배관계 검정법의 가장 대표적인 적용 분야는 경제학의 금융 분야이다. 금융 경제학에서의 수익 비교를 위한 확률적 지배관계 검정방법 적용 사례는 차마 다 정리할 수 없을 정도로 방대하다. Levy (2016), Sriboonchitta et al. (2010) 등에서 방대한 양의 금융 분야 적용 사례를 정리하려는 시도를 하였다. 본 절에서 언급할 금융 경제학 적용 사례들은 비교적 최근의 몇몇 연구들이다.

확률적 지배관계 검정법은 금융 시장의 비효율성에 대한 증거를 찾아내기 위해 주로 적용되어 왔다. 시장 비효율을 나타내는 대표적인 현상 중 하나는 달력 효과를 들 수 있다. 즉, 특정 기간에 수행된 투자에서 다른 기간에서의 투자보다 유의미한 수익 증가가 관찰된다는 것이다. Seyhun (1993)에서는 12 월 마지막 며칠과 1 월 첫째 주에 비정상적으로 높은 평균 주식 수익률을 나타내는 “1월 효과”를 규명하려 시도하였다. Cho, Linton, Whang (2007)은 월요일의 기대 수익이 다른요일의 평균 기대수익에 비해 높다는 월요 효과에 대한 경험적 증거를 확률적 지배관계 검정방법을 통해 규명하려는 시도였다.

또한, 확률적 지배관계 검정방법은 투자전략의 수익성 (profitability)을 평가하는 연구들에도 주요하게 사용되어 왔다. Bali, Demirtas, Levy, and Wolf (2009)는 주로 주식에 더 많은 비중을 할당하고 점진적으로 자금을 재배치하는 대중적 투자 관행에 일치하는 증거를 확률적 지배관계 개념을 이용하여 찾으려는 시도 중 하나이다.

또한, Ibarra (2013)는 채권의 수익이 단기적으로는 주식의 수익을 확률 지배한다는 증거를 발견하고, 주식의 수익은 장기적인 관점에서 채권의 수익을 지배한다. 한편, Abhyankar, Ho, and Zhao (2009)는 투자자가 성장주에 대한 가치주 선호에 초점을 맞춘다는 사실을 입증하려 확률지배 검정방법을 사용하였다. Fong, Wong, and Lean (2005)은 Moismum 효과를 설명하는 일반적인 자산 가격 결정 모델이 존재한다는 가설을 검증하였다. 이를 통해, 지난 몇 달 동안 성공적으로 수익을 낸 주식 포트폴리오가 다음 기간 동안 계속해서 긍정적 인 수익을 얻는 경향이 있다는 것을 밝혀냈다. Fong (2010)은 2001년부터 2009 년 동안 “carry and trad 투자 전략의 수익성을 분석하였다. Chan, de Peretti, Qiao, Wong (2012)은 보상 대상 영장과 주식의 수익률을 비교하여 영국 보증수표 시장의 효율성을 조사하였다.

Post (2003)에서는 다른 가능한 자산 조합보다 주어진 포트폴리오가 높은 수익을 낸다는 사실을 검정하기 위한 목적으로 확률지배 효율성 (stochastic dominance efficiency)에 대한 통계적 검정방법을 개발하였다. 이 연구에서는, 시가 총액과 장부가 같은 비율로 형성된 벤치 마크 포트폴리오와 관련하여 프랑스 시장에서 행해지는 포트폴리오의 비 효율성을 보여주었다. Li and Linton (2010)은 확률적 지배관계를 기반으로 포트폴리오를 구성하는 방법을 제안하고, 확률지배 효율성을 기준으로 구축된 헤지 펀드 포트폴리오가 임의로 선택된 다른 헤지 펀드 포트폴리오보다 높은 수익을 낸다는 것을 증명하였다.

Agliardi et al. (2012)는 stochastic dominance efficiency의 개념을 사용하여, 경제적, 정치적, 재정적 위험과 같은 다양한 위험 요인을 종합하여 신흥 시장에서 주권 위험 지수를 구성하려 시도하였다. 확률지배의 개념을 활용한 본 연구의 적용으로는 Agliardi, Pinar and Stengos (2014), Pinar, Stengos and Yazgan (2012)를 참고할 수 있다.

제 3 절 산업조직론에서의 적용 사례

Guerre, Perrigne 및 Vuong (2009, GPV)은 위험 회피 혐의 입찰자와의 첫 번째 가격 경매 모델의 비모수적인 식별을 조사하였다. 이는 서로 다른 수의 입찰자를 가진 관측된 평형 입찰 분포의 분위수가 일련의 불평등 제약 조건을 만족해야 함을 보여 주며, 이는 분포 사이의 확률적 지배 관계가 순차적으로 존재함을 의미한다.

De Silva, Dunne, Kosmopoulou (2003)는 오클라호마 주 교통부의 데이터를 사용하여 도로 건설 경매에 참여한 참가자와 재직자의 입찰 패턴을 비교하였다. 이 연구에서는, 엔지니어링 비용 대비 낮은 입찰가라는 측면에서는 진입자가 보다 공격적으로 입찰하고, 결과적으로 기존보다 훨씬 낮은 입찰가로 낙찰을 받는다는 것을 규명하였다. 또한, 입찰 분포의 하단(lower tail)에서 그 차이가 더 두드러지게 나타난다는 것을 밝혀내었다. 더불어 이 연구는 경매 모델을 사용하는 현상을 이론적으로 정당화하려는 시도라고 규명할 수도 있다. 경매 모델은 경매 참여자들의 다양한 경험과 효율성으로 인해 정보 비대칭을 갖는다. 특히 그들은 출품자의 비용 건적의 분배가 우선권자의 확률 분포를 확률적으로 지배한다면 출품자는 기존의 것보다 비용 추정치에 대해보다 적극적으로 입찰 할 것임을 보여준다. 경매의 이질성을 통제하는 quantile regressions에 기초하여, 이 연구에서는 비대칭 경매 모델의 함의에 대한 증거를 찾을 수 없다는 것을 규명하였다.

Pesendorfer (2000)는 1980년대 플로리다와 텍사스 학교 우유

카르텔에서 나타난 첫 번째 가격 경매의 집단적 행동을 연구하였다. 그는 카르텔 행동의 이론적 모형을 고려하고 카르텔 기업과 비 카르텔 기업이 동일하고 카르텔이 효율적이라면 (카르텔이 가장 저렴한 카르텔 기업을 선택한다는 의미에서) 선택된 카르텔 사이에 유도 된 비대칭성이 존재한다는 것을 보여주었다. 이로써, 입찰자 및 비 카르텔 기업 사이의 입찰 평형이 시사하는 바 중 하나는 카르텔의 사전 입찰 분포가 비 카르텔 입찰자의 확률에 의해 확률 적으로 지배된다는 것임을 주장하였다.

제 4 절 노동경제학에서의 적용 사례

Maasoumi et al. (2005)는 확률적 지배관계 접근법을 통해, 미국 데이터를 사용하여 학업 성취도에 미치는 수업 규모의 효과를 분석하였다. 이 연구에서 실제 학급 규모와 8 학년과 10 학년의 시험 점수 분포는 학교의 질과 학생 성취도 측정 지표로 활용되었다. 시험 점수 분포의 확률적 지배 관계는 실제 학급 크기 (소형, 중형 및 대형)로 검정한다. Eren and Henderson (2008)과 Eren and Millimet (2008) 또한 확률적 지배관계 검정 방법을 사용하여 학생들의 업적과 학교의 조직 구조에 영향을 미치는 요인을 조사한 연구로 그 예를 들 수 있다.

Millimet and Wang (2006)은 Linton et al. (2005)과 Maasoumi and Heshmati (2000)가 제안한 일반화 된 Kolmogorov-Smirnov 테스트를 기반으로 중국의 성별 수입 격차를 조사했다. 이 연구에서는 1988 년과 1995 년 동안 남성 근로자와 여성 근로자의 연간 소득 및 시간당 임금 분배에 대한 확률적 지배관계가 조사 대상이었다.

Maasoumi et al. (2009)는 결혼 프리미엄을 확률적 지배관계 검정방법으로 분석하려는 시도 중 한 연구이다. 결혼 프리미엄은 미혼 남성의 평균 소득이 전체 임금 분포에 나타나는 지의 여부를 조사하기 위해 SD 방식을 채택함으로써 기혼 남성의 평균 소득이 높은 현상으로 규명될 수 있다. 이 연구에서는 결혼 프리미엄이 주로 임금 분배의 하위 꼬리에 국한되어 있으며 보험료의 대부분은 자기 선택에 의해 설명 될 수 있음을 발견했다.

제 5 절 국제경제학에서의 적용 사례

Delgado, Farinas, and Ruano (2002)는 확률적 지배관계 검정 방식을 통하여 1991년부터 1996년까지 스페인 제조 회사의 견본을 바탕으로 수출 기업과 비 수출 기업의 총 생산성 차이를 조사했다. 이 연구에서, 소규모 수출 기업의 생산성 분포가 소규모 비 수출 기업의 생산성 분포를 확률 지배하지만, 대기업의 경우 확률 지배 관계가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 확률적 지배관계 검정 방법을 통해 동일한 주제를 다룬 연구들로는 Girma, Gorg, and Strobl (2004) and Elliotte and Zhou (2013) 등이 있다.

Helpman, Melitz, and Yeaple (2004)은 기업이 자신의 수익성에 따라 사업을 운영하는 시장의 유형을 결정하는 시장 선택 가설에 대한 이론적 틀을 제공하려 시도하였다. 즉, 기업이 자신들의 수익성에 따라 운영방식이 달라진다는 함의를 도출하였다. 기업이 높은 수익성을 기대할 경우 해외 직접 투자를, 낮은 수익성을 기대할 경우 수출을 통한 해외시장 진출을 시도한다는 것을 규명하였다. 또한, Girma, Kneller and Pisu (2005)는 확률 지배 접근법을 사용하여 다국적 기업의 생산성 분포가 수출 기업의 생산성 분포를 지배하고 있으며 이는 수출 기업의 생산성 분포를 지배한다는 가설을 검정하려는 시도였다. Wagner (2006)는 또한 독일 데이터를 사용하여 생산성 분포를 비교하고 외국 직접 투자자의 생산성 분포가 수출 업체의 생산성 분포를 지배한다는 사실을 발견하고 이는 곧 국가 시장 공급 업체의 지배를 야기한다고 결론지었다.

제 5 장 분석 자료 및 분석 방법론

제 1 절 분석 자료

첫번째로, 본 연구는 WTI유, Brent유, Dubai유의 수익률 사이의 확률적 지배관계를 분석하기 위해 각 원유가격의 1988년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 데이터를 사용하였다.

뉴욕상품거래소(NYMEX)에서 거래되는 WTI유와 국제상품거래소(ICE)에서 거래되는 Brent유는 현물보다 선물이 더 대표적으로 거래되는 상품이다. 한편, 두바이 상업 거래소에서 거래되는 Dubai유는 선물시장이 없이 현물로만 거래되고 있다. 이러한 상황에서, 본 연구에서는 세 벤치마크 원유 사이의 관계를 규명하기 위해, Dubai를 제외한 원유가 선물이 대표적인 상품임에도 각 원유의 현물가격을 사용하였다. WTI유와 Brent유의 가격은 EIA(U.S. Energy Information administration)에서, Dubai유 가격은 Bloomberg (블룸버그)에서 출처하였다.

또한, 현물 상품과 선물 상품 수익 사이의 확률적 지배관계를 분석하기 위해, Brent유와 WTI유의 현물 가격과 선물 가격에 대해 1988년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 데이터를 사용하였다. 선물 상품의 경우, 일반적으로 만기일에 따라 다양한 상품이 존재하며 그 특성이 다르게 나타나는 것으로 알려져 있다. 따라서, 본 연구에서는 결과의 강건성을 위해 원유의 1달, 2달, 3달, 4달 후 만기일인 선물(1 month to 4 month maturities)을 각각 현물과 비교하였다. WTI유의

현물가격과 선물가격은 모두 EIA에서 출처하였으며, Brent유의 현물 및 선물가격은 Datastream으로부터 출처하였다.

모든 분석에서, 각 원유가격에 대한 수익 분포를 비교하기 위해 모두 log return을 계산하였다. 각 원유가격에 대한 log return은 $R_t = \ln(P_t/P_{t-1})$ 으로 계산하였으며, P_t 는 해당상품의 일간가격이다.

또한, 본 연구에서는 2008년 금융위기가 원유시장의 확률적 지배관계에 미친 영향을 고려하기 위해, 전체 구간을 부분 구간(sub-period)들로 나누어 추가적인 분석을 진행하였다.

제 2 절 확률적 지배 이론 및 검정

벤치마크 원유들의 수익률 사이의 관계 분석을 위해, 또한 벤치마크 원유의 현물과 선물 수익률 사이의 관계 분석을 위해, 본 연구에서는 비-모수적 검정 방법 중 하나인 확률적 지배관계 검정 방법 (Stochastic Dominance approach)을 사용하였다.

지난 몇 십년 간 지속적으로 개발되어온 확률적 지배관계 검정 방법은 분포 사이의 지배관계를 결정짓는 주요한 순서 결정법 (ordering rule)이자, 불확실성 하에서 투자의 결정기준 (decision making-investment under uncertainty)으로 주요하게 사용되어 왔다.

본 연구에서는, dependency가 있는 데이터, 즉 시계열자료에 적용될 수 있고, powerful tests 중 하나로 널리 쓰이는 LMW test를 분석방법론으로 사용하였다. Subsample size의 경우, $N^{0.5}$ 와 $N^{0.85}$ 사이를 후보대상 구간으로 설정하여 여러 sample size에 대한 test를 진행한 후, p-value plot을 통해 적절한 subsample size를 찾아내어 결과를 도출하였다 (N = number of observations).

경제학에서 합리적인 경제주체의 의사 선택의 기준으로서 확률적 지배관계(stochastic dominance)의 개념의 중요성을 널리 알려져 있다.

본 연구의 목적은 확률적 지배 관계의 새로운 통계적 추론방법들을 개발하고 이를 여러 계량경제학적 분석에 응용함으로써, 확률적 지배 관계는 경제학에 있어서 경험적으로도 널리 응용될 수 있는 유용한 개념이라는 것을 보이는 것이다. 본 연구의 구체적인 과제 및 중요

결과는 다음과 같다.

첫째, 확률적 지배관계를 이용하여 주식시장에서 월요 효과가 존재하는지 여부를 검정하는 검정 방법을 개발하고 이를 여러 주식시장의 경험 자료에 적용하는 것이다. 월요 효과의 존재여부는 주식시장의 효율성 가설과 관련하여 여러 학자들의 관심의 대상이 되어 왔다. 전통적인 평균-분산에 기초한 월요 효과의 분석 보다 강한 개념인 지배효과를 통한 분석을 시행한 결과, 세계의 주요 주식 시장에서 매우 유의적인 월요 효과가 존재하는 경우를 발견할 수 있었다.

둘째, 전통적인 확률적 지배 관계의 개념은, 확률변수들의 비 조건부 확률분포함수 (Unconditional Probability Distribution Function) 혹은 그들의 범-함수(functional) 들의 서수적 관계 (Ordering relationship)를 결정하는데 적용되는 것이다. 따라서 그 개념은 비 조건부 기대 효용에 근거한 합리적 경제주체의 의사결정에 유용한 것이다. 그러나, 현실적으로 많은 경제행위에 있어서, 현재의 주어진 정보를 활용해서 미래의 기대 효용을 예측하는 이른바 조건부 기대 효용 (Conditional Expected Utility)을 근거로 해서 합리적 의사결정이 이루어지고 있다.

따라서, 이러한 의사결정을 분석하기 위해서는 조건부 확률분포함수(Conditional Probability Distribution Function) 들의 확률적 지배관계를 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 확률변수들의 조건부 확률 함수의 단조성의 여부를 검정하는 방법론을 개발하였다. 구체적인 검정통계량은 U-통계량의 최대값의 형태로서 극한 분포는

Gumbel 분포가 됨을 증명하였다. 이 증명 방법은 획기적인 것으로서 기존의 연구결과로는 도출할 수 없는 것이라는 점에서 이론적 의의가 있다. 또한 검정 방법을 세대간 소득이전자료에 적용함으로써 경험적 유용성을 입증하였다.

셋째, 한 자산구성(portfolio)이 주어진 유한한 자산에 기초한 어떤 자산구성(portfolio)에 의해서도 확률적 지배관계를 당하지 않을 경우, 우리는 그 자산 구성이 확률적 지배 효율성(Stochastic Dominance Efficiency)을 가진다고 정의한다. 본 연구에서는 이러한 효율성 여부를 검정할 수 있는 새로운 방법을 개발하였다. 이 검정 방법은 기대 효용을 극대화하는 합리적 투자자의 최적의 자산구성문제와 직접적인 관계가 있다. 본 연구에서는 검정통계량의 계산을 위한 적절한 계산알고리즘(computational algorithm)을 제시하였으며, 검정통계량의 귀무 가설 하에서의 점근적 분포는 Gaussian Process의 범 함수 형태로 나타남을 보였다. 또한, 검정통계량의 local alternative하에서 검정력을 밝히고 대립 가설에 대한 일치성을 보였다. 이때 귀무가설 하에서의 분포가 관측되지 않은 미지의 참 분포 함수에 의존하므로, 임계치의 계산을 위해서는 subsampling을 이용한 표본재추출법을 제시하고 그 이론적 근거를 제시하였다. 마지막으로, 본 연구의 검정 방법의 소 표본적 성질을 Monte Carlo실험을 통해 살펴보고, 경험적 자료에 실증분석을 시행함으로써 경험적 유용성을 보였다.

확률적 지배 이론은 합리적 경제 주체가 최적 행동을 하도록 하기 위한 필요조건을 제시하는 것에서부터 출발하였다. 이는 불확실성

하에서의 두 확률변수로부터 도출된 분포에 대하여 선호체계를 반영한 기대효용함수의 가정을 통해 둘 사이의 위계 관계를 설정해준다. 1차 확률적 지배의 이론적 접근은 Lehmann(1955)에서부터 시작되었고 2차 확률적 지배는 Hadar & Russell(1969)에서 다루어졌으며 이어 후생 경제학의 빈곤 위계(poverty ordering)를 다루는 데도 사용되었다 (Foster & Shorrocks (1988(a))). 확률적 지배 이론의 통계적 검정 방법이 McFadden(1989)이후 발달하면서 자산 선택이나 시점 간, 국가별 소득 분포의 위계를 정하는 데 주로 응용되었다. 본 연구는 특히 시점이 다른 두 소득 분포의 위계 관계를 다루는 데 응용 하므로 이 장에서는 후생경제학에서 확률적 지배 관계가 가지는 의미 위주로 설명한다. 후생의 척도로써 소득을 사용하였지만 항상소득가설이 성립하면 화폐소득보다 소비를 사용하는 것이 바람직할 수 있다 (김대일(2007)). 먼저 두 집단 의 두 누적 분포 함수를 다음의 과정을 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 D_A^2(x) &= \int_0^x F_A(y) dy = \int_0^x D_A^1(y) dy, \\
 D_A^3(x) &= \int_0^x \int_0^y F_A(w) dw dy = \int_0^x D_A^2(y) dy, \\
 &\vdots \\
 D_A^s(x) &= \int_0^x D_A^{(s-1)}(y) dy.
 \end{aligned}$$

위의 식을 부분적분 하면 Davidson & Duclos (2000)에서와 같이 아래의 식으로 다시 나타낼 수 있다.

$$D^s(x) = \frac{1}{(s-1)!} \int_0^x (x-y)^{s-1} dF(y).$$

제 3 절 확률적 지배 관계

$x \leq z$ 를 만족하는 모든 점 x 에 대하여 아래의 확률적 지배를 나타내는 부등식이 만족될 경우 A의 분포가 B의 분포에 대하여 1차 확률적 지배함을 의미한다.

$$F_A(x) \leq F_B(x)$$

실증 경제학 분야에서 이러한 두 확률변수는 일반적으로 시간, 지리적인 영역 또는 상황에 따라 다양한 두 인구 집단의 소득, 또는 재정적 수익 (financial returns)에 해당될 수 있다.

한 투자자의 투자 포트폴리오 선택 문제와 관련하여 확률적 지배관계를 이해하는 것도 하나의 방법이다. 두 포트폴리오의 수익률 분포 사이에 1차 확률적 지배관계가 존재할 경우, 즉 X_1 이 X_2 를 1차 확률적 지배할 경우, 투자자는 X_1 포트폴리오에 투자하는 것이 X_2 포트폴리오에 투자하는 것보다 평균적으로 더 큰 수익률을 기대할 수 있으며, 이는 더 큰 효용을 투자자에게 준다고 말할 수 있다. 반대로, 아래에 설명할 2차 확률적 지배의 경우에는 두 누적분포그래프가 교차하게 되므로 이러한 설명이 성립되지 않는다.

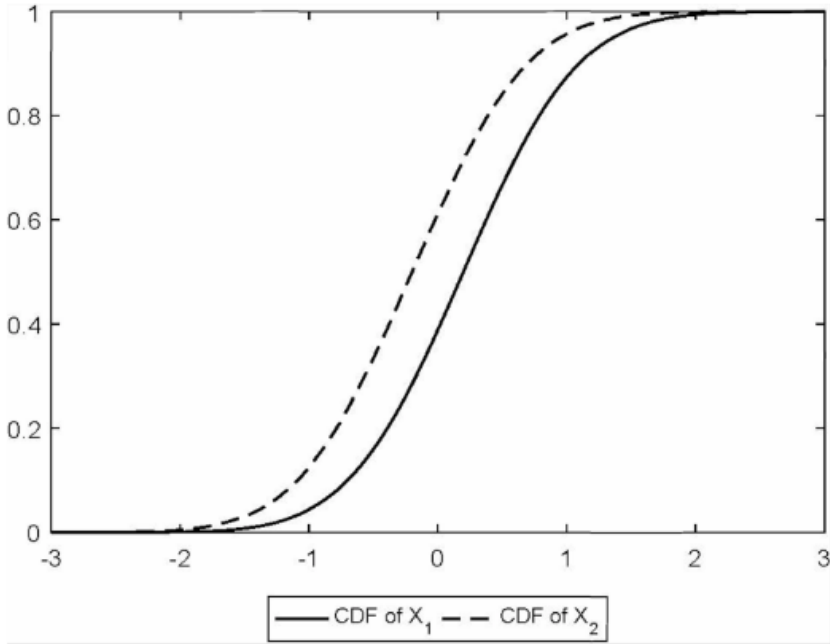


그림 8. 1차 확률지배관계에 있는 두 확률변수의 누적분포 예시.

1차 확률적 지배와 마찬가지로 $x \leq z$ 를 만족하는 모든 점 x 에 대하여 아래의 부등식이 만족될 경우 A의 분포가 B의 분포에 대하여 2차 확률적 지배함을 의미한다.

$$D_A^2(x) \leq D_B^2(x)$$

$$\int_0^x (x-y) dF_A(y) \leq \int_0^x (x-y) dF_B(y)$$

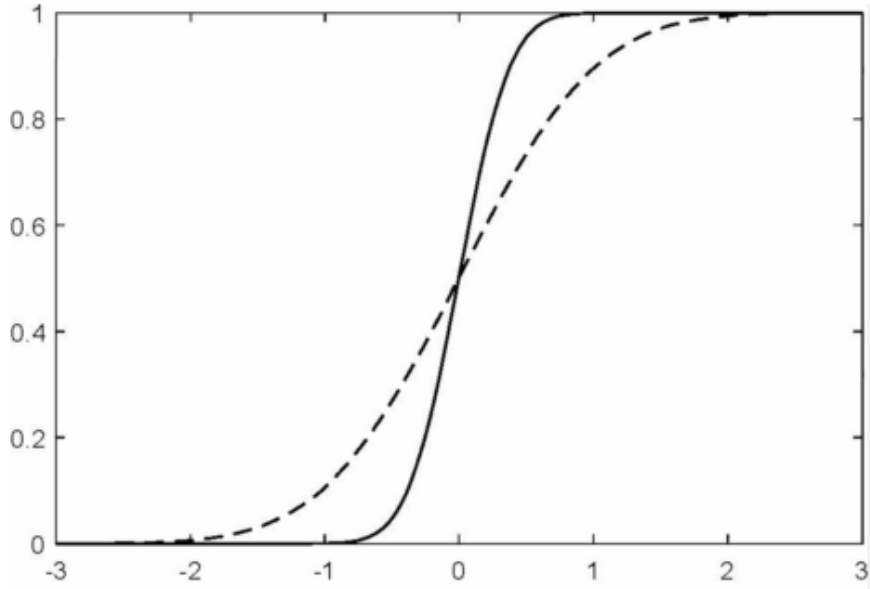


그림 9. 2차 확률지배관계에 있는 두 확률변수의 누적분포 예시.

마지막으로, $x \leq z$ 를 만족하는 모든 점 x 에 대하여 아래의 부등식이 만족될 경우 A 의 분포가 B 의 분포에 대하여 3차 확률적 지배함을 의미한다.

$$D_A^3(x) \leq D_B^3(x)$$

$$\int_0^x (x-y)^2 dF_A(y) \leq \int_0^x (x-y)^2 dF_B(y)$$

제 4 절 균등 확률분포에 대한 귀무가설

통계학적으로, 두 확률 분포가 균등한 분포 (equal distribution)임을 귀무 가설 (H_0)로 가정하고, 한 확률 분포가 다른 확률 분포의 확률적 지배 하에 있다는 것을 대립 가설 (H_1)으로 가정한 검정 기법들이 많이 연구되어 왔다. (Wang (1996), El Barmi and McKeague (2013), etc)

$$\begin{aligned} H_0 & : F_1(x) = F_2(x) \text{ for all } x, \\ H_1 & : F_1(x) < F_2(x) \text{ for all } x. \end{aligned}$$

지금까지 수많은 연구들에서 통계학적으로 여러 접근법들이 고려되었으며, 대표적인 접근법으로는 Lee and Wolfe (1976)가 제시한 검정통계량이 있다.

$$\hat{\theta} = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{F}_2(x) d\tilde{F}_1(x),$$

여기서 F_1 과 F_2 는 위의 대립가설(H_1) 하에서 얻어진 최대 우도 추정값(maximum likelihood estimator)이다. Lee and Wolfe (1976)에서 제시한 검정 방법은 다음과 같은 특성에 기반하고 있다.

$$\theta := P(X_2 \leq X_1) = \int_{-\infty}^{\infty} F_2(x) dF_1(x) = 1/2$$

귀무가설 하에서 위의 특성이 성립하며, 반대로 대립가설 하에서는 θ

는 1/2보다 큰 값을 가지게 된다. 하지만, θ 는 1/2보다 큰 값을 가지는 경우라도 귀무 가설이 성립하지 않는 특수한 경우가 있는데, 이는 검정 결과가 확률 분포의 균등 관계 (equality)를 가정한 귀무 가설을 기각하는 동시에 두 분포 사이에 확률적 지배관계 또한 성립하지 않는 경우를 의미한다.

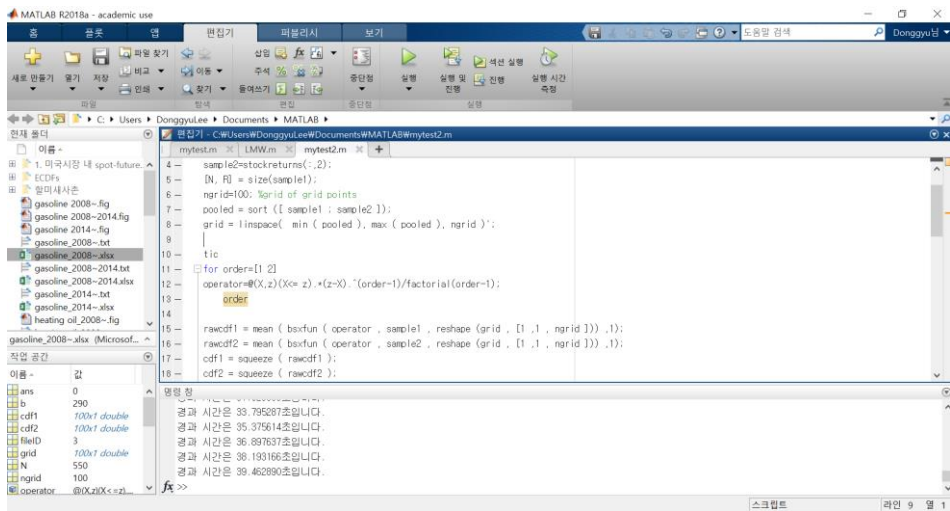


그림 8. 확률적 지배관계 검정 방법인 LMW test의 구현 과정.

제 6 장 분석 결과

첫번째로, 지역별 벤치마크 원유들의 수익률 사이의 확률적 지배관계를 검정한 결과가 표 1에서 보여지는 결과가 도출되었다.

두바이 상업 거래소 (DME, Dubai Mercantile Exchange)에서 거래되는 Dubai유에 대해서는 선물 상품이 2000년대 중반 들어 개발된 이유로, 대표적인 세 벤치마크 원유의 선물 상품 가격을 이용하여 수익을 비교하려는 경우, 비교 기간이 매우 짧게 한정된다는 단점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는, 세 유종의 선물 상품 대신, 현물 상품 가격의 수익 사이의 관계를 규명하려 시도하였다. Dubai유 현물 가격 자료가 1988년 12월부터 월간 자료로 공개된 관계로, 본 연구에서는 1998년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 데이터를 사용하여 세 유종의 수익을 비교하였다.

또한, 그래프에서 확인할 수 있듯, 분석 대상 기간인 1988년부터 2018년 사이, 가장 큰 폭으로 국제원유가격을 변동시킨 사건은 2008년 금융위기이다. 금융위기 기간 동안, 국제유가는 130달러 선에서 40달러 근처까지 약 90달러 하락하였다. 따라서 본 연구에서는 전체 기간에 대한 분석과 더불어, 2008년 금융위기 이전 구간과 이후 구간에 대해서도 추가적으로 수익 비교분석을 수행하였다.

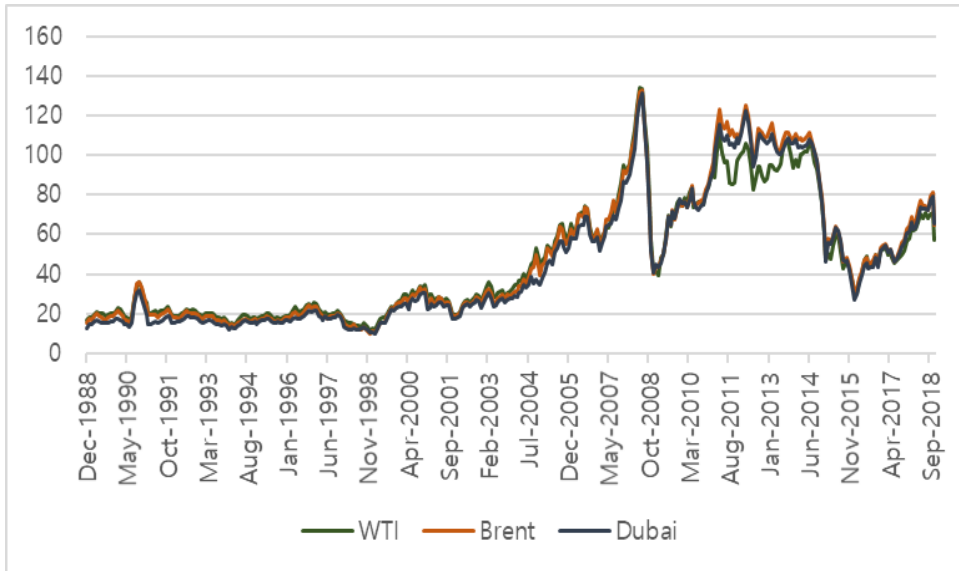


그림 9. 전체 분석기간동안 세 국제원유가격의 변화 추이.

우선 WTI유와 Brent유 사이의 검정 결과, 1988년부터 2018년에 이르는 전체 구간에서 WTI유의 수익이 Brent유의 수익을 2차 확률적 지배(2nd order stochastic dominance)하는 것으로 나타났다. 또한, 1988년부터 2008년까지의 금융위기 이전 구간에 대한 분석에서도 WTI유의 수익이 Brent유의 수익을 2차 확률적 지배하는 것으로 나타났다. 금융위기 이후 2018년까지의 구간에 대한 분석에서는 WTI유의 수익과 Brent유의 수익 사이에 유의미한 확률적 지배관계가 없는 것으로 관찰되었다.

또한, 표 1의 분석 결과에서, 금융위기 이전 구간에 대해 WTI유 수익의 Brent유 수익에 대한 2차 확률적 지배관계 검정의 수치는 0.000으로, 매우 유의미한 확률적 지배관계가 존재한다고 분석 결과를 통해 관찰할 수 있다. 이러한 결과는 금융위기 이후 구간에서 두 유가의

수익 사이에 유의미한 확률지배관계가 관찰되지 않았다는 분석 결과와 대비되는 결과라 할 수 있다. 2008년 금융위기 이전 구간에서 관찰되었던 WTI유와 Brent유 수익 사이의 확률지배관계가 금융위기 이후 구간에서 관찰되지 않는 결과에 대한 한가지 가능한 원인으로서는, Brent유가 WTI유를 대체할 대표적인 국제 벤치마크 원유로 자리잡아가고 있다는 것을 들 수 있다. Kilian (2016)에 따르면, 최근 거래량이 지속적으로 증가하고 있고, 유가 예측에 대해서도 사용될 수 있는 Brent 유가는 국제유가를 대표하던 WTI 유가의 역할을 많은 부분에서 대체하고 있다.

최근 국제 원유시장에서 두드러진 나타나는 현상은, 지정학적 상황과 재고 수준 등 여러 요인으로 인해 WTI유와 Brent유 사이의 국제원유가경에 대한 영향력이 뒤바뀌고 있다는 것이다. WTI유가 Brent유에 비해 황 함량이 적은 고품질의 원유이고 따라서 더 높은 가격에 거래되며, 국제 원유가격을 선도하던 시기를 벗어나고 있다는 것이 일반적인 견해이다. 최근에는 Brent유 가격이 WTI유 가격에 비해 높게 형성되며, 이는 미국의 셰일 가스 생산으로 인한 WTI유의 가격 하락 등 여러 요인이 복합적으로 작용하여 나타난 결과이다. 이러한 이유로, Brent유가 WTI유와 같이 원유시장 투자에 있어 대표적인 유종의 지위를 지속적으로 확보함으로써, 두 유종의 수익 간 확률지배관계가 없어졌다는 해석이 하나의 주요한 원인으로 고려될 수 있다.

Brent유와 Dubai유의 수익 사이의 관계에서도 2008년 금융위기

전후로 변화가 관찰되었다. 우선, 전체 기간 분석에서는 Dubai유의 수익 분포가 Brent유의 수익 분포를 2차 확률지배하는 것으로 관찰되었다. 또한 금융위기 이전 구간 분석에서도 Dubai유의 수익이 Brent유의 수익을 2차 확률적 지배한다는 결과가 관찰되었으나, 금융위기 이후 구간에 대한 분석에서는 두 유종의 수익 분포 사이에 유의미한 확률적 지배관계가 관찰되지 않았다. 이 또한, 앞서 언급한 이유로 Brent유가 대표 유가로서 자리매김함으로써 나타나는 현상이라는 하나의 타당한 가설로 설명할 수 있다.

WTI유와 Dubai유 수익 사이에서는 모든 구간 분석에 걸쳐 확률적 지배관계가 관찰되지 않았다. 이는 두 유종의 수익 분포 모양과 관련하여 설명이 가능하다. 두 분포 사이에 확률적 지배관계가 성립하지 않는 경우, 두 수익 분포는 여러 형태로 나타날 수 있다. 부록의 WTI유와 Dubai유 수익에 대한 누적분포그래프에서 관찰할 수 있듯이, 두 수익 분포는 매우 밀접하게 연관되어 있음을 알 수 있다. 이러한 그래프에서 관찰할 수 있듯, 분석 결과 두 유종의 수익 분포 사이에는 확률적 지배관계가 관찰되지 않았다.

세 종류의 국제원유가격 수익 사이의 확률적 지배관계 검토를 종합한다면, 전체 기간에 있어서는 WTI유, Dubai유의 수익 분포가 Brent유의 수익 분포를 2차 확률지배하는 것으로 관찰되었으며, 2008년 금융위기 이후 기간에서는 세 유종의 수익 분포 사이에 어떠한 확률적 지배 관계도 관찰되지 않았다. 전체 기간 분석에서 나타난 결과에 대해서는 앞서 언급한 이유로 WTI유의 유가를 대표하는 특성으로 인한

것으로 한가지 가능한 설명을 제시할 수 있고, 2008년 금융위기 이후 기간에 대해서는 Kilian (2016)에서 제시한 이유로 Brent유의 거래 증가 및 국제유가 대표성 획득이라는 변화로 하나의 가능한 설명을 제시할 수 있다.

투자자의 관점에서는, 위험 회피 성향(risk averse)이 있는 투자자의 기대 효용과 2차 확률적 지배 관계는 밀접한 관련이 있다. 즉, 자산 A가 자산 B를 2차 확률적 지배한다면, 위험회피 성향을 가진 투자자에게는 자산 A에 대한 투자보다 자산 B에 투자하는 것이 더 큰 기대 효용을 예상할 수 있다. 이러한 관점에서 보았을 때, 위험회피 성향의 투자자에게는 2008년 금융위기 이전 기간에 대해서는 3대 벤치마크 원유 중 WTI유와 Dubai유가 Brent유에 비해 나은 투자 상품일 수 있었으나, 금융위기 이후에는, 위험 회피 투자자에게 있어 세 원유 상품 중 한 상품이 다른 상품에 대해 더 큰 기대 효용을 기대할 수 있지 않다는 함의를 이끌어낼 수 있다.

본 연구의 분석에서, 2015년 이후 WTI유와 Brent유 사이의 확률적 지배관계에서는 ‘Equality’가 관찰되었는데, 이 구간을 제외한 다른 모든 구간에서는 Brent유가 WTI유를 2차 확률적 지배하는 관계가 나타났다는 점을 상기해볼 때, 이러한, 확률적 지배 관계의 변화는 최근 나타나고 있는 Brent유와 WTI유 사이의 영향력 변화를 어느정도 반영한 것이라 추측할 수 있다.

두번째로, 본 연구는 전세계에서 가장 대표적인 유종인 WTI유와 Brent유 각각에 대해 선물과 현물의 수익률을 확률적 지배관계 검정

방법을 통해 비교함으로써, 선물은 현물보다 투자자의 관점에서 더 가치 있는 상품이라는 것을 밝혀내었다. Table 2와 3은 본 연구의 두번째 분석에 대한 결과를 나타낸다. Table 2의 WTI유에 대한 분석 결과에서, 모든 구간에서 WTI선물 수익률은 WTI현물 수익률을 2차 확률적 지배하는 것으로 나타났다. 결과의 강건성 (robustness)을 위해 만기일에 따른 4가지 선물(1 to 4 month maturities) 각각에 대해 현물 수익률과 검정을 실시하였으며, 그 결과 모든 선물의 수익률이 현물 수익률을 확률적 지배하였다. 이는 Table 3에서 보여지는 Brent유에 대한 분석에서도 동일하게 지배관계가 나타났다.

	WTI SD Brent		Brent SD WTI		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.521	0.048	0.226	0.447	WTI SSD Brent
1998~2008	0.179	0.000	0.137	0.379	WTI SSD Brent
2008~2018	0.718	0.446	0.561	0.309	No Dominance Relationship
	Brent SD Dubai		Dubai SD Brent		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.231	0.446	0.135	0.035	Dubai SSD Brent
1988~2008	0.178	0.518	0.000	0.010	Dubai SSD Brent
2008~2018	0.848	0.716	0.791	0.464	No Dominance Relationship
	WTI SD Dubai		Dubai SD WTI		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.108	0.175	0.133	0.283	'Equality'
1988~2008	0.259	0.215	0.374	0.311	No Dominance
2008~2018	0.912	0.568	0.340	0.291	No Dominance

표 1. 벤치마크 유종의 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과.

국제원유가격 수익 사이의 확률지배관계에 대한 분석과 더불어, 본 연구에서는 주요 석유제품의 가격에 대한 수익 분포를 구하여, 제품들의 수익 분포 사이의 확률 지배관계에 대한 분석 또한 수행하였다. 주요 석유제품으로는 휘발유 (Gasoline), 난방유 (Heating Oil), 경유 (Diesel), 제트 연료 (Jet Fuel)를 분석 대상으로 선정하였으며, 각 제품의 수익 분포와 다른 모든 제품 각각의 수익 분포 사이의 확률지배관계를 모두 분석을 시도하였다. 각 제품의 가격에 대해서는, 휘발유의 경우 Weekly New York Harbor Conventional Gasoline Regular Spot Price FOB (Dollars per Gallon)을, 난방유의 경우 Weekly New York Harbor No. 2 Heating Oil Spot Price FOB (Dollars per Gallon), 경유에 대해서는 Weekly Los Angeles, CA Ultra-Low Sulfur CARB Diesel Spot Price (Dollars per Gallon)을 사용하였다. 자료는 모두 EIA 로부터 출처하였다. 경유 가격이 1996 년 4 월부터 자료가 존재하는 이유로 인해, 1996 년부터 2018 년까지를 분석 대상기간으로 선정하였으며, 국제원유가격에 대한 분석과 마찬가지로 2008 년 금융위기를 기점으로 구간을 나누어 분석을 추가 수행하였다.

처음으로, 휘발유와 난방유 수익 분포에 대한 확률지배관계 검정 결과, 전체 구간과 금융위기 이전과 이후 모든 구간에서 난방유의 수익 분포가 휘발유의 수익 분포를 2 차 확률적 지배하는 것으로 나타났다. 특히, 금융위기 이전 기간에 대해서는 이러한 확률지배관계가 강하게 나타났으며, 금융위기 이후에도 여전히 두 제품의 수익 분포 사이에

2 차 확률적 지배관계가 성립하고 있으나, 조금 완화되는 경향이 관찰되었다.

휘발유와 경유 각각의 수익 분포 사이의 분석에서는, 전체 기간에 대한 분석에서는 두 수익 분포가 'Equality' , 즉, 매우 겹치는 분포를 가지고 있어 확률 지배관계가 존재하지 않는 것으로 나타났다. 이는 휘발유와 경유 가격이 매우 밀접한 관련을 가지고 움직이고 있다는 것을 함의한다. 한편 2008 년 금융위기 이전 구간에 대한 분석에서 또한 두 수익 분포 사이에 유의미한 확률지배관계가 관찰되지 않는 것으로 나타났으나, 금융위기 이후 기간에서는 경유의 수익이 휘발유의 수익을 2 차 확률지배하는 결과가 관찰되었다. 즉, 경유와 휘발유 수익 사이의 관계는 2008 년 금융위기 전후로 변화했다고 설명할 수 있다. 이는 금융위기 이후 국제적으로 증가한 경유에 대한 수요로 인해, 경유 가격과 휘발유 가격 사이의 차이가 증가한 것과 관련하여 하나의 합리적인 원인으로 제시할 수 있다. 즉, 금융위기 이후 비교적 높게 형성된 경유 가격으로 인해, 경유 가격의 변동성이 휘발유 가격의 변동성보다 상대적으로 크게 나타나면서 이러한 변화가 관찰되었다고 추측할 수 있다.

난방유와 경유, 난방유와 제트 연료, 경유와 제트 연료 가격의 수익 분포 사이에는 모두, 모든 구간 분석에 걸쳐 유의미한 확률 지배가 관찰되지 않았다. 이는 난방유, 경유, 제트 연료 제품가격의 수익 분포 사이에 뚜렷한 확률 지배가 존재하지 않는다는 것으로 해석된다. 하지만, 분석 결과 10%(0.100)보다 다소 높은 수치가 몇 군데 발견된 것으로

보아, 유의미한 수준은 아니지만, 세 제품 사이에 확률지배관계가 완전히 존재하지 않는다고 해석하기에는 무리가 있다고 결론지을 수 있다.

주요 석유제품 가격의 수익 분포에 대한 분석 결과를 종합하면, 제트 연료, 난방유의 수익은 휘발유의 수익을 2 차 확률적 지배하며, 경유와 휘발유 수익 사이에는 확률적 지배관계가 존재한다고 결론지을 수 있다.

이러한 결과를 설명할 수 있는 해석으로는, 실물경제에 영향력이 큰, 즉 많이 거래되는 석유제품일수록 가격의 변동성이 상대적으로 크고, 이러한 변동성으로 인해 수익률 분포의 분산이 커지게 된다는 것이다. 이러한 경우 평균 기대수익률이 같은 경우라 할지라도, 위험회피 성향의 투자자의 경우 수익률 분포의 분산이 상대적으로 큰 투자처를 상대적으로 선호하지 않게 된다. 따라서, 상대적으로 실물 경제에 대한 영향력이 가장 낮고 수익률의 분산이 휘발유에 비해 상대적으로 크지 않은 제트 연료, 난방유가 2차 확률적 지배관계에서 우위에 있게 되고, 위험회피 성향의 투자자들에게 가장 매력적인 투자처가 될 수 있다는 해석이 가능하다.

	Gasoline SD Heating Oil		Heating Oil SD Gasoline		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1996~2018	0.106	0.504	0.186	0.016	Heating Oil SSD Gasoline
1996~2008	0.000	0.586	0.133	0.009	Heating Oil SSD Gasoline
2008~2018	0.553	0.616	0.285	0.032	Heating Oil SSD Gasoline
	Gasoline SD Diesel		Diesel SD Gasoline		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.021	0.444	0.015	0.452	'Equality'
1988~2008	0.515	0.480	0.612	0.467	No Dominance
2008~2018	0.000	0.478	0.251	0.022	Diesel SSD Gasoline
	Gasoline SD Jet Fuel		Jet Fuel SD Gasoline		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.027	0.673	0.046	0.001	Jet Fuel SSD Gasoline
1988~2008	0.124	0.635	0.125	0.000	Jet Fuel SSD Gasoline
2008~2018	0.044	0.349	0.571	0.072	Jet Fuel SSD Gasoline

표 2. 주요 석유제품군의 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과 (1).

	Heating Oil SD Diesel		Diesel SD Heating Oil		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.668	0.110	0.225	0.395	No Dominance
1998~2008	0.326	0.109	0.215	0.399	No Dominance
2008~2018	0.601	0.360	0.403	0.789	No Dominance
	Heating Oil SD Jet Fuel		Jet Fuel SD Heating Oil		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.808	0.324	0.081	0.236	No Dominance
1988~2008	0.332	0.354	0.539	0.177	No Dominance
2008~2018	0.568	0.235	0.031	0.861	No Dominance
	Diesel SD Jet Fuel		Jet Fuel SD Diesel		
	FSD	SSD	FSD	SSD	
1988~2018	0.712	0.681	0.258	0.112	No Dominance
1988~2008	0.763	0.632	0.168	0.097	No Dominance
2008~2018	0.677	0.391	0.484	0.875	No Dominance

표 3. 주요 석유제품군의 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과 (2).

다음으로, 본 연구는 전세계에서 가장 대표적인 유종인 WTI유와 Brent유 각각에 대해 선물과 현물의 수익을 확률적 지배관계 검정 방법을 통해 비교함으로써, 선물이 현물에 비해 투자자의 관점에서 더 가치 있는 상품이라는 것을 밝혀내었다. WTI유에 대한 분석 결과에서, 모든 구간에서 WTI 선물가격의 수익은 WTI 현물가격의 수익을 2차 확률적 지배하는 것으로 나타났다. 결과의 강건성을 위해 만기일에 따른 4가지 선물(1 to 4 month maturities) 각각에 대해 현물 수익률과 검정을 실시하였으며, 그 결과 모든 선물의 수익률이 현물 수익률을 확률적 지배하였다. 이는 Brent 선물과 현물 가격의 수익 분포 사이에 대한 분석에서도 동일하게 지배관계가 나타났다.

2008년 금융위기가 원유 시장에 구조적인 변화를 야기시켰는가? 즉, 2008년을 기준으로 선물 시장과 현물 시장 사이의 관계에 변화가 일어났는가?

우선 첫번째로, WTI유에 대해서 분석한 결과, 전체 기간에 대해서 선물 가격의 수익 분포가 현물 가격의 수익 분포를 2차 확률적 지배한다는 것이 나타났다. 즉, 선물의 수익이 현물의 수익에 비해 저 작은 분산을 가지고 있으며, 이는 상대적으로 적은 투자 위험으로 인해 대부분의 위험 회피 성향의 투자자들에 있어 선물 투자가 현물 투자보다 더 나은 선택이 될 수 있음을 암시하는 결과이다. 또한 이러한 관계는 2008년 금융위기 이전 구간과 이후 구간에 대해서도 일관되게 관찰되었다. 이는 2008년 금융위기를 기준으로 현물과 선물 사이에 구조적인 변화가 나타

나지 않았음을 암시한다.

Brent유에 대해서 분석한 결과도 WTI유로부터 확인한 결과를 뒷받침한다. 즉, 두 Brent 선물의 수익이 현물의 수익을 2차 확률적 지배하는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 금융위기 이전 구간과 이후 구간에 대해서도 일관되게 관찰되었다.

		spot SD future1		future1 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
	1988~2018	0.002	0.000	0.000	0.412	
WTI	1988~2008	0.000	0.000	0.001	0.490	future1 SSD spot
	2008~2018	0.000	0.000	0.000	0.338	
		spot SD future2		future2 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
	1988~2018	0.000	0.000	0.000	0.691	
WTI	1988~2008	0.000	0.003	0.000	0.391	future2 SSD spot
	2008~2018	0.000	0.000	0.001	0.499	
		spot SD future3		future3 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
	1988~2018	0.000	0.000	0.000	0.551	
WTI	1988~2008	0.000	0.000	0.002	0.481	future3 SSD spot
	2008~2018	0.000	0.000	0.000	0.478	
		spot SD future4		future4 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
	1988~2018	0.000	0.000	0.001	0.507	
WTI	1988~2008	0.000	0.000	0.000	0.534	future4 SSD spot
	2008~2018	0.000	0.000	0.000	0.465	

표 4. WTI 현물과 선물 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과.

		spot SD future1		future1 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
Brent	2000~2018	0.000	0.000	0.000	0.491	future1 SSD spot
	2000~2014	0.000	0.000	0.000	0.501	
	2014~2018	0.000	0.000	0.001	0.584	
		spot SD future2		future2 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
Brent	2000~2018	0.000	0.000	0.000	0.612	future2 SSD spot
	2000~2014	0.000	0.003	0.000	0.479	
	2014~2018	0.000	0.000	0.003	0.414	
		spot SD future3		future3 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
Brent	2000~2018	0.000	0.000	0.000	0.411	future3 SSD spot
	2000~2014	0.000	0.000	0.000	0.400	
	2014~2018	0.000	0.000	0.000	0.510	
		spot SD future4		future4 SD spot		
		FSD	SSD	FSD	SSD	
Brent	2000~2018	0.000	0.000	0.000	0.487	future4 SSD spot
	2000~2014	0.000	0.000	0.000	0.590	
	2014~2018	0.000	0.000	0.000	0.411	

표 5. Brent 현물과 선물 수익 간 확률적 지배관계 검정 결과.

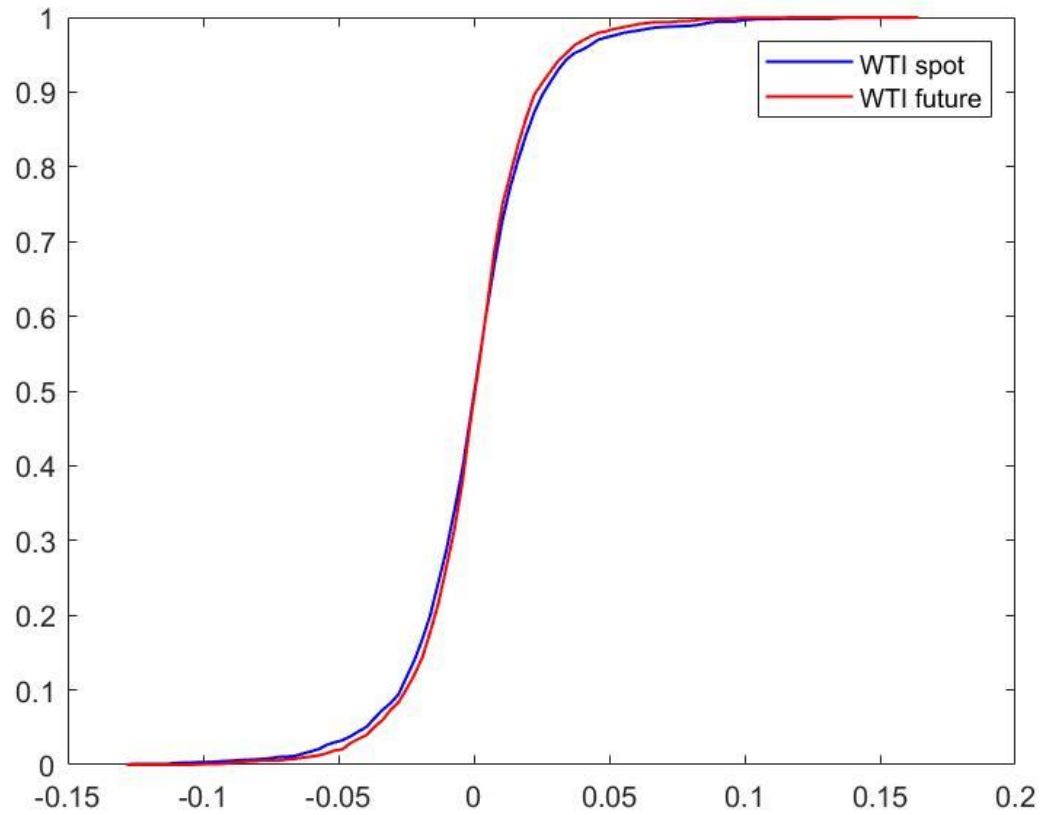


그림 10. 1988년부터 2018년까지의 WTI 선물과 현물 누적분포그래프.

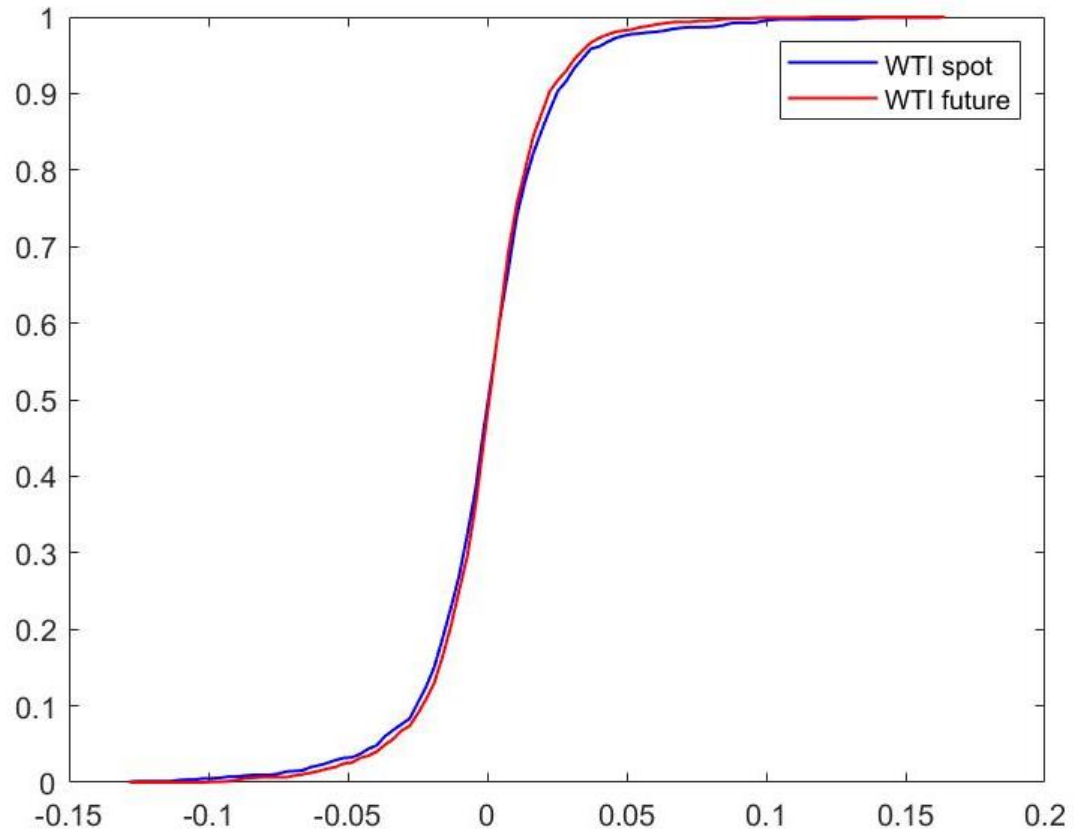


그림 11. 1988년부터 2008년까지의 WTI 선물과 현물 누적분포그래프.

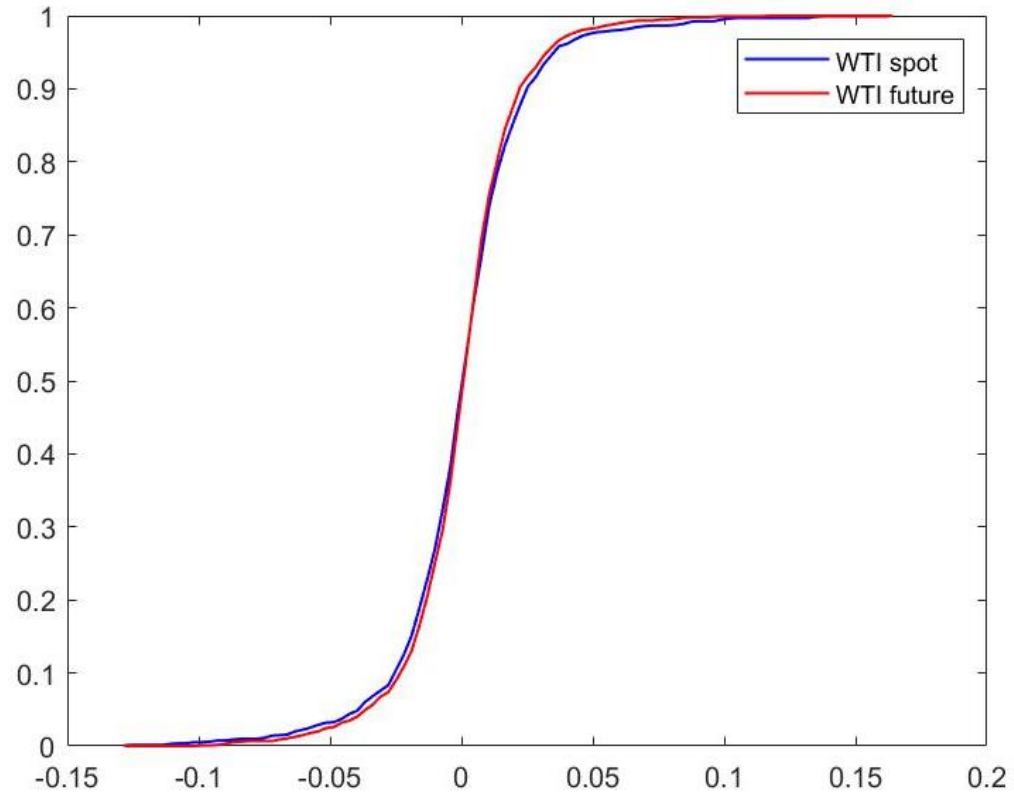


그림 12. 2008년부터 2018년까지의 WTI 선물과 현물 누적분포그래프

제 7 장 결론

본 연구는 국제원유시장가격 중 WTI 유, Brent 유, Dubai 유 시장가격의 수익 분포 간 관계 및 WTI 유와 Brent 유의 선물과 현물 가격의 수익분포 간 관계, 그리고 휘발유, 난방유, 경유, 제트유 등 석유제품시장가격의 수익분포 간 관계를 확률적 지배관계 접근법 (Stochastic Dominance approach)을 적용하여 분석하였다.

첫번째로, 본 연구는 1988년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 자료를 사용하여 WTI유, Brent유, Dubai유 가격의 수익 분포 간 관계를 분석하였다. 분석 결과, 전체 기간 동안 WTI 유 수익 분포가 Brent 유 수익 분포를 2차 확률지배하는 것으로 나타났다. 한편, 2008년 금융위기 이후 기간에는 WTI, Brent, Dubai 유 가격 수익 분포 간 어떠한 확률적 지배 관계도 존재하지 않았다.

전체 기간 분석 결과에 대해, WTI 유가 오랜 기간 국제원유가격을 대표하는 역할을 해왔으며, 이로 인해 WTI 유 수익 분포가 Brent 유 수익 분포를 확률지배한다는 것이 하나의 가능한 해석이다. 더불어, 2008년 금융위기 이후에는 Brent 유의 거래량 증가와 함께 WTI 유와 Brent 유의 수익 분포 간 확률적 지배관계가 더 이상 나타나지 않는다는 해석이 가능하다.

두번째로, 본 연구는 1996년 2월부터 2018년 11월까지 월간 자료를 사용하여 네 종류의 석유제품인 휘발유, 난방유, 경유, 제트 연료 가격의 수익 분포 간 관계를 분석하였다. 분석 결과, 제트 연료와 난방유의

수익 분포가 휘발유의 수익 분포를 2차 확률적 지배하였다. 또한, 경유의 수익 분포가 휘발유의 수익 분포를 2차 확률 지배하였다.

석유제품 분석 결과에 대해, 가격 변동성이 큰 제품일수록 변동성으로 인한 수익 분포의 분산이 크게 나타나기 때문에, 제품의 수익 분포 간 확률적 지배관계가 존재한다는 것이 하나의 가능한 해석이다. 즉, 평균 기대수익이 같은 제품이더라도 위험회피 성향의 투자자는 수익 분포의 분산이 상대적으로 큰 제품을 선호하지 않게 된다. 따라서, 휘발유보다 제트 연료, 난방유가 위험회피 성향의 투자자들에게 가장 더 큰 기대 효용을 주는 투자처가 될 수 있다.

마지막으로, 본 연구는 1988년 12월부터 2018년 11월까지의 월간 자료를 사용하여 Brent유와 WTI유의 선물 상품과 현물 상품 수익 간 확률적 지배관계를 검정하였다. 그 결과, Brent유와 WTI유 모두 선물의 수익 분포가 현물의 수익 분포를 2차 확률 지배하였다. 즉, 위험회피 성향의 투자자들에게 원유의 선물 상품이 현물 상품보다 더 큰 기대 효용을 줄 수 있다. 이러한 결과는 원유의 현물과 선물 수익 간 확률적 지배관계를 앞서 연구하였던 Hooi HooiLean et al. (2010), Hooi HooiLean et al. (2014)의 결과와 일치한다.

본 연구는 WTI 유, Brent 유, Dubai 유 가격의 수익 분포 간 관계를 확률적 지배관계 검정 방법을 적용하여 분석한 첫번째 연구라는 점에서 의의를 지닌다. 더불어, WTI 유와 Brent 유의 현물 및 선물 가격의 수익 분포 간 관계, 네 종류의 석유 제품 (휘발유, 난방유, 경유, 제트 연료) 가격의 수익 분포 간 확률적 지배관계 또한 분석하였다는 점에서

본 연구의 결과는 향후 원유 시장의 제품 수익 간 관계를 분석하려는 연구자들에게 기초자료로 제시될 수 있다.

참고 문헌

- Abhyankar, A., Ho, K.-Y. and Zhao, H. (2009), “International value versus growth: Evidence from stochastic dominance analysis” , *International Journal of Finance & Economics* 14(3), 222–232.
- Agliardi, E., Agliardi, R., Pinar, M., Stengos, T. and Topaloglou, N. (2012), “A new country risk index for emerging markets: A stochastic dominance approach” , *Journal of Empirical Finance* 19(5), 741–761.
- Agliardi, E., Pinar, M. and Stengos, T. (2014), “A sovereign risk index for the Eurozone based on stochastic dominance” , *Finance Research Letters* 11(4), 375–384.
- Alquist, R., & Kilian, L. (2010). What do we learn from the price of crude oil futures?. *Journal of Applied Econometrics*, 25(4), 539–573.
- Amin, S., Rai, A. S. and Topa, G. (2003), “Does microcredit reach the poor and vulnerable? Evidence from Northern Bangladesh” , *Journal of Development Economics* 70(1), 59–82.
- Anderson, G. (2003), “Poverty in America 1970–1990: Who did

gain ground? An application of stochastic dominance criteria employing simultaneous in- equality tests in a partial panel” , Journal of Applied Econometrics 18(6), 621- 640.

Anderson, G. (2004a), “Making inferences about the polarization, welfare and poverty of nations: A study of 101 countries 1970-1995” , Journal of Applied Econometrics 19(5), 537- 550.

Anderson, G. and Leo, T. W. (2009), “Child poverty, investment in children and generational mobility: The short and long term wellbeing of children in urban China after the one child policy” , Review of Income and Wealth 55(s1), 607-629.

Bali, T. G., Demirtas, K. O., Levy, H. andWolf, A. (2009), “Bonds versus stocks: Investors’ age and risk taking” , Journal of Monetary Economics 56(6), 817- 830.

Chan, C.-Y., de Peretti, C., Qiao, Z. andWong, W.-K. (2012), “Empirical test of the efficiency of the UK covered warrants market: Stochastic dominance and likelihood ratio test approach” , Journal of Empirical Finance 19(1), 162-174.

Cho, Y.-H., Linton, O. and Whang, Y.-J. (2007), “Are there monday effects in stock returns: A stochastic dominance approach” , Journal of Empirical Finance 14(5), 736-755.

Contreras, D. (2001), “Economic growth and poverty reduction by

region: Chile 1990–96” , *Development Policy Review* 19(3), 291–302.

Cowell, F. A. and Flachaire, E. (2015), “Statistical methods for distributional analysis” , in *Handbook of Income Distribution*, edited by A. B. Atkins and F. Bourguignon, Vol. 2A, Chapter 6, pp. 359–465, Elsevier.

De Silva, D. G., Dunne, T. and Kosmopoulou, G. (2003), “An empirical analysis of entrant and incumbent bidding in road construction auctions” , *The Journal of Industrial Economics* 51(3), 295–316.

Delgado, M. A., Farinas, J. C. and Ruano, S. (2002), “Firm productivity and export markets: A non-parametric approach” , *Journal of International Economics* 57(2), 397–422.

Eren, O. and Henderson, D. J. (2008), “The impact of homework on student achievement” , *The Econometrics Journal* 11(2), 326–348.

Eren, O. and Millimet, D. L. (2008), “Time to learn? The organizational structure of schools and student achievement” , in *The Economics of Education and Training*, edited by C. Dustmann, B. Fitzenberger and S. Machin, Chapter 4, pp. 47–78, Physica-Verlag, Springer.

Fong, W. M. (2010), “A stochastic dominance analysis of Yen Carry Trades” , *Journal of Banking & Finance* 34(6), 1237–1246.

Fong, W. M., Wong, W. K. and Lean, H. H. (2005), “International momentum strategies: A stochastic dominance approach” , *Journal of Financial Markets* 8(1), 89–109.

Girma, S., Görg, H. and Strobl, E. (2004), “Exports, international investment, and plant performance: Evidence from a non-parametric test” , *Economics Letters* 83(3), 317–324.

Girma, S., Kneller, R. and Pisu, M. (2005), “Exports versus FDI: An empirical test” , *Review of World Economics* 141(2), 193–218.

Heshmati, A. and Rudolf, R. (2014), “Income versus consumption inequality in Korea: Evaluating stochastic dominance rankings by various household attributes” , *Asian Economic Journal* 28(4), 413–436.

<https://www.eia.gov/>

Ibarra, R. (2013), “A spatial dominance approach to evaluate the performance of stocks and bonds: Does the investment horizon matter?” , *The Quarterly Review of Economics and Finance* 53(4), 429–439.

Kilian, L. (2016). The impact of the shale oil revolution on US oil

- and gasoline prices. *Review of Environmental Economics and Policy*, 10(2), 185–205.
- Levy, H. (2016), *Stochastic Dominance: Investment Decision Making under Uncertainty*, Third Edition, Springer.
- Li, S. and Linton, O. (2010), “Evaluating hedge fund performance: A stochastic dominance approach”, in *Handbook of Portfolio Construction*, edited by J. B. G. Jr. , Chapter 21, pp. 551–564, Springer.
- Linton, O., Maasoumi, E. and Whang, Y.–J. (2005), “Consistent testing for stochastic dominance under general sampling schemes”, *The Review of Economic Studies* 72(3), 735–765.
- Maasoumi, E. and Heshmati, A. (2000), “Stochastic dominance amongst swedish income distributions”, *Econometric Reviews* 19(3), 287–320.
- Maasoumi, E., Millimet, D. and Sarkar, D. (2009), “Who benefits from marriage?”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 71(1), 1–33.
- Maasoumi, E., Millimet, D. L. and Rangaprasad, V. (2005), “Class size and educational policy: Who benefits from smaller classes?”, *Econometric Reviews* 24(4), 333–368.
- Melitz, M., Helpman, E. and Yeaple, S. (2004), “Export versus FDI

- with heterogeneous firms” , American Economic Review 94, 300–316.
- Millimet, D. L. and Wang, L. (2006), “A distributional analysis of the gender earnings gap in urban China” , The BE Journal of Economic Analysis & Policy 5(1), 1–50.
- Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361–1401.
- Pesendorfer, M. (2000), “A study of collusion in first-price auctions” , *The Review of Economic Studies* 67(3), 381–411.
- Pinar, M., Stengos, T. and Yazgan, M. E. (2012), “Is there an optimal forecast combination? A stochastic dominance approach to the forecasting combination puzzle.” , Working Paper, University of Guelph and Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Post, T. (2003), “Empirical tests for stochastic dominance efficiency” , *The Journal of Finance* 58(5), 1905–1932.
- Seyhun, H. N. (1993), “Can omitted risk factors explain the January effect? A stochastic dominance approach” , *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 28(02), 195–212.
- Skoufias, E. and Di Maro, V. (2008), “Conditional cash transfers, adult work incentives, and poverty” , *The Journal of*

Development Studies 44(7), 935–960.

Sriboonchitta, Songsak, Hung T. Nguyen, and Vladik Kreinovich.

"How to relate spectral risk measures and utilities."

International Journal of Intelligent Technologies and Applied

Statistics 3.2 (2010): 141–158.

Valenzuela, M., Lean, H. H. and Athanasopoulos, G. (2014),

“Economic inequality in Australia between 1983 and 2010:

A stochastic dominance analysis” , Economic Record 90(288),

49–62.

Wagner, J. (2006), “Exports, foreign direct investment, and

productivity: Evidence from German firm level data” ,

Applied Economics Letters 13(6), 347– 349.

Yoon-Jae Whang. (2019). Econometric Analysis of Stochastic

Dominance: Concepts, Methods, Tools, and Applications

(Themes in Modern Econometrics). Cambridge University

Press.

박정식. (2005). 현대투자론, 다산출판사.

[부 록] 주요 국제유가 수익 분포의 누적 분포 비교 그래프

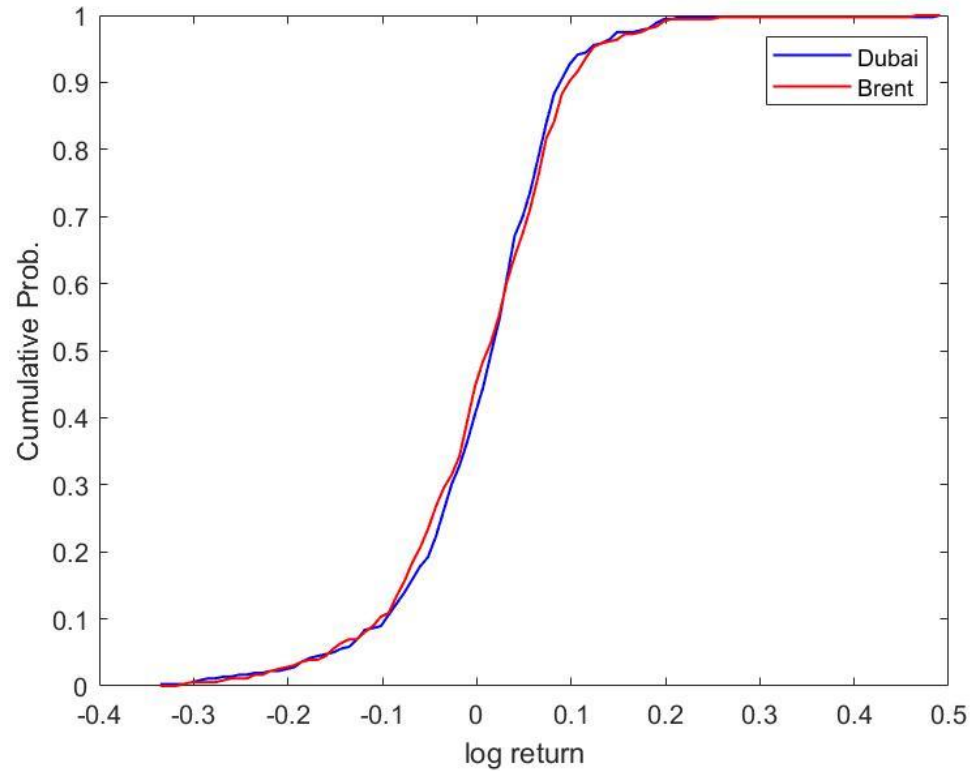


Figure 3 전체 기간 두바이 유가와 브렌트 유가 수익 분포의 누적분포함수.

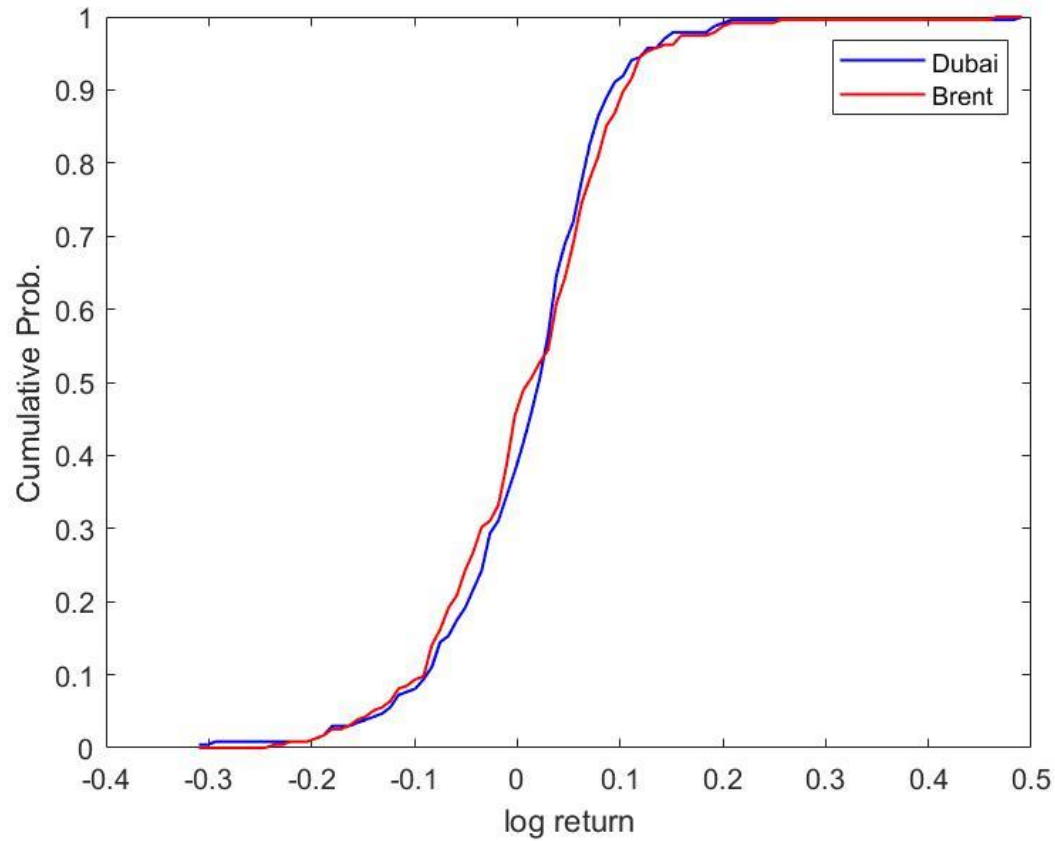


Figure 4 금융위기 이전 두바이 유가와 브렌트 유가 수익 분포의 누적분포함수.

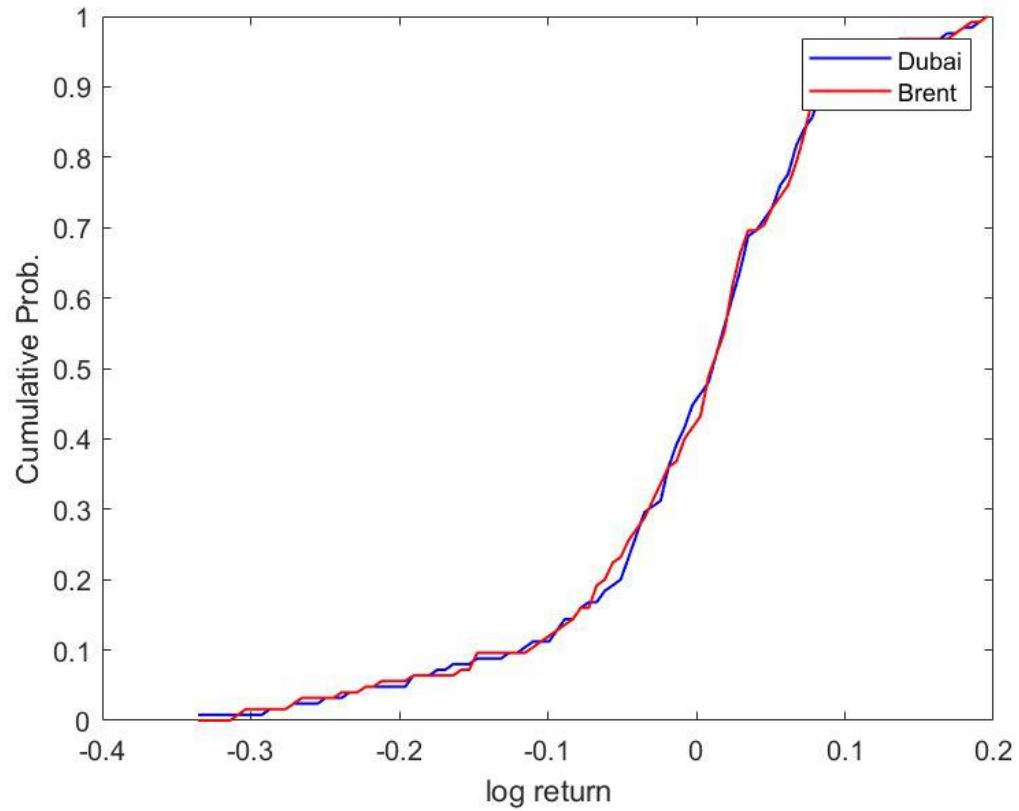


Figure 5 금융위기 이후 두바이 유가와 브렌트 유가 수익 분포의 누적분포함수.

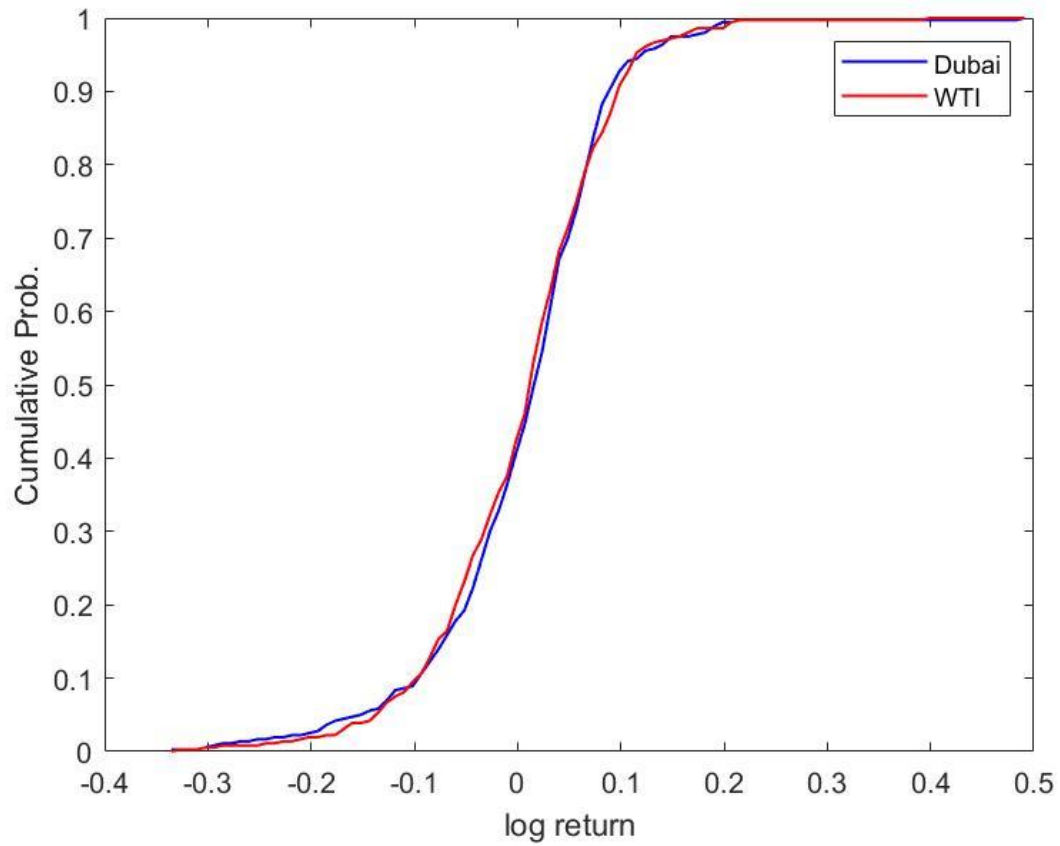


Figure 6 전체 기간 두바이 유가와 WTI 유가 수익 분포의 누적분포함수.

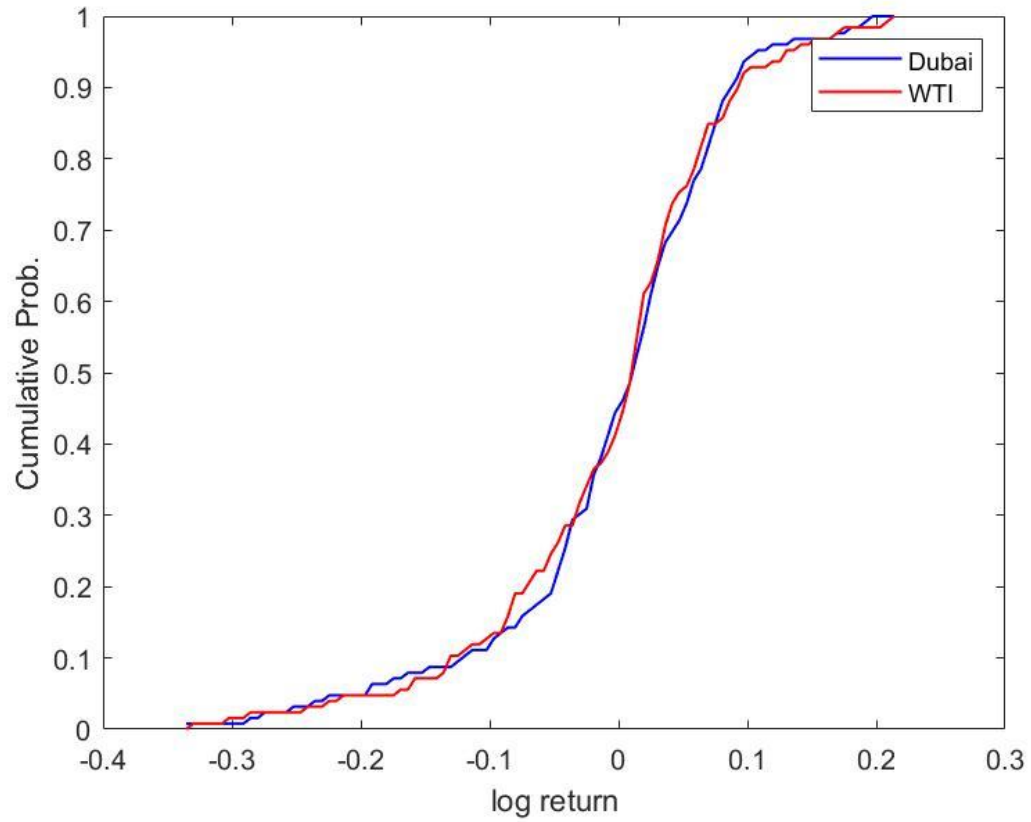


Figure 7 금융위기 이후 기간 두바이 유가와 WTI 유가 수익 분포의 누적분포함수.

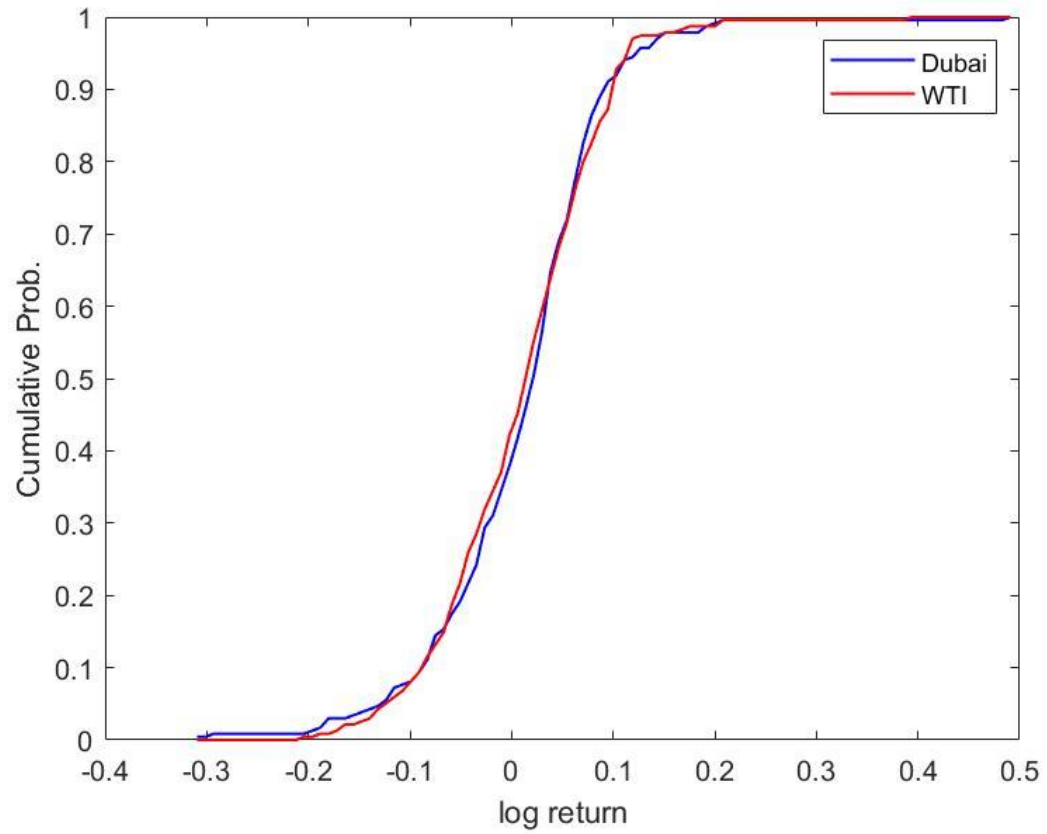


Figure 8 금융위기 이전 기간 두바이 유가와 WTI 유가 수익 분포의 누적분포함수

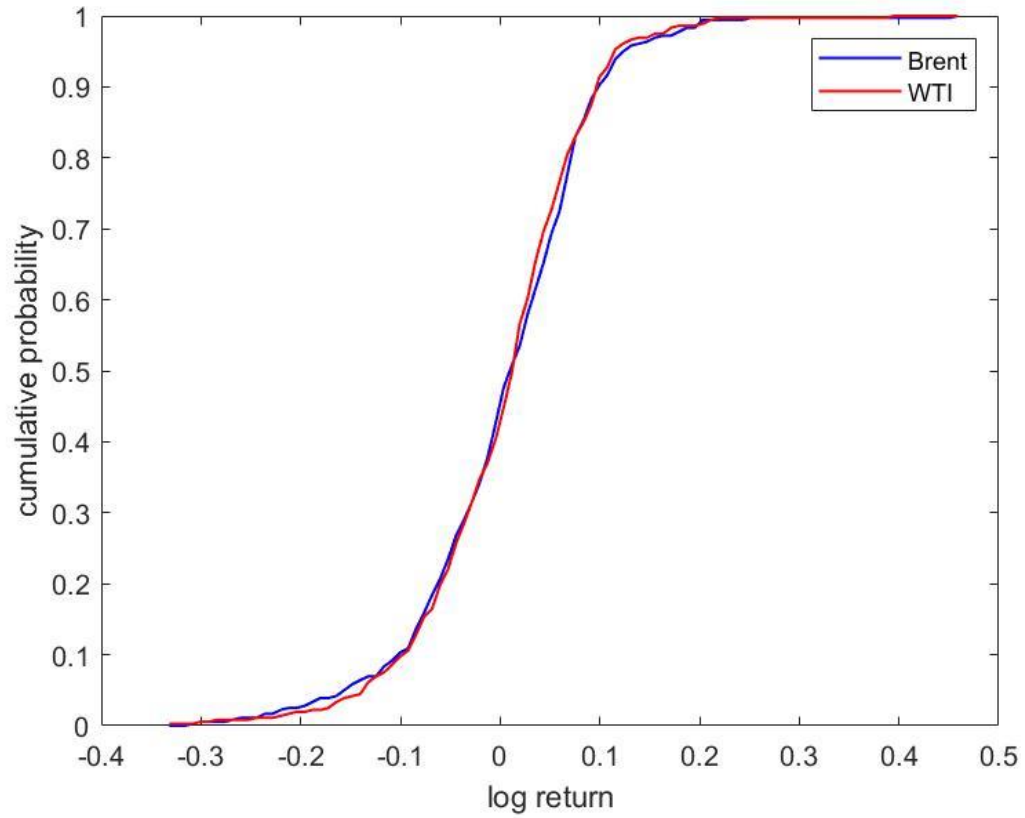


Figure 9 전체 기간 브렌트 유가와 WTI 유가 수익 분포의 누적분포함수.

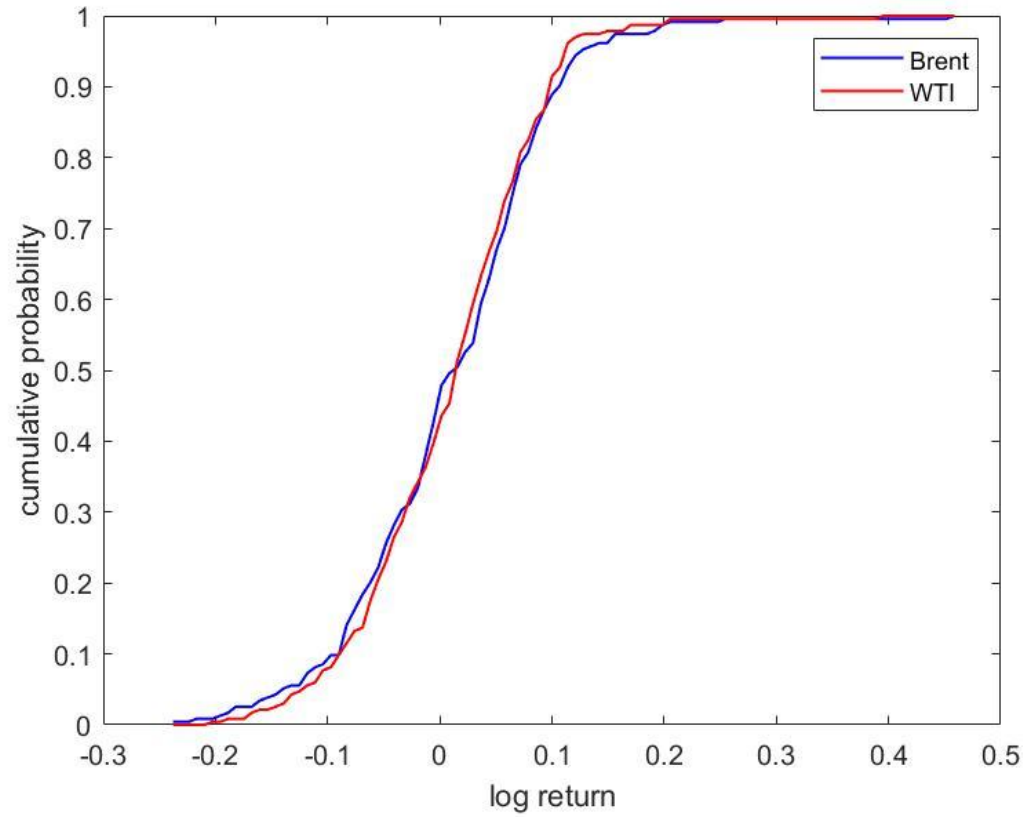


Figure 10 금융위기 이전 기간 브렌트 유가와 WTI 유가 수익 분포의 누적분포함수.

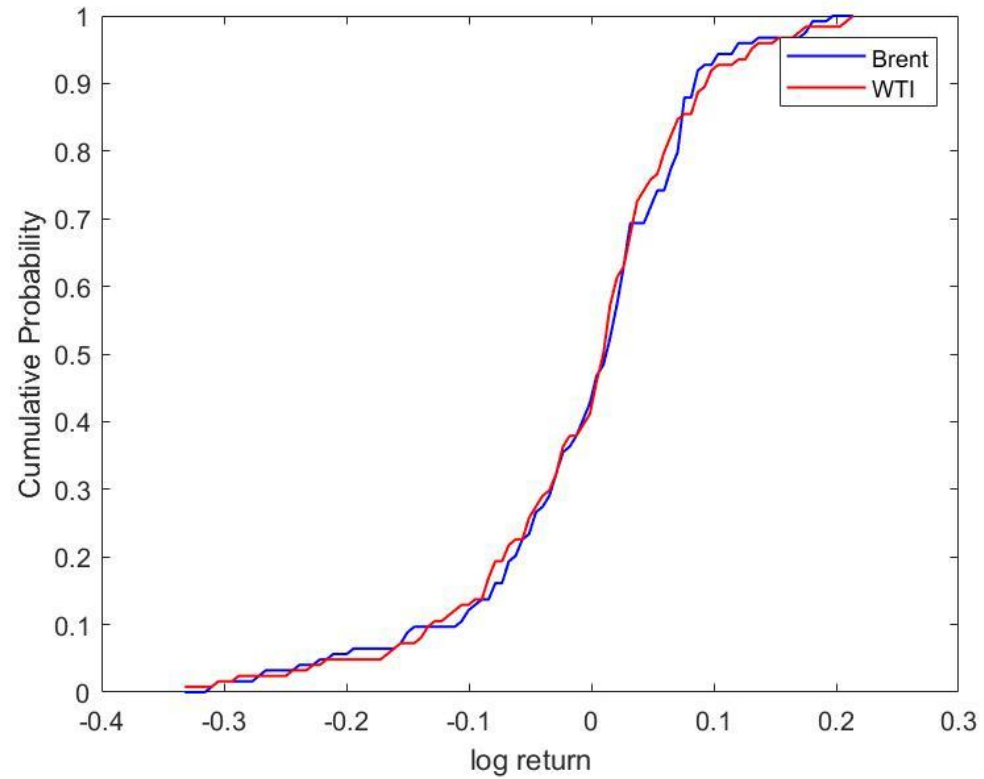


Figure 11 금융위기 이후 기간 브렌트 유가와 WTI 유가 수익 분포의 누적분포함수.

Abstract

Comparison of Profitability in crude oil market: Stochastic Dominance Approach

Donggyu Lee

Environmental, Energy and Engineering Economics

Department of Energy Systems Engineering

The Graduate School

Seoul National University

Crude oil is historically one of the most representative assets in financial market, as well as it shows tremendous effects on world economy. Among oil prices, three most renowned and frequently traded benchmark assets are WTI(represents North American market), Brent(represents European market), Dubai(represents Asian market). Numerous papers have studied the relationship between

three marker crude prices, including famous arguments about regionalization or integration of world crude oil market(Weiner(1991), Gulen(1999), Charles(2009), etc) and financial studies about making optimal crude oil portfolio(Daniel(2001), Chang(2011), etc). In a financial point of view, however, No researchers have tried to study the relationship between returns of benchmark oil prices. This study compares returns of three marker crude oil assets using stochastic dominance approach, widely used investment-decision-making method as well as keen ordering rule of distributions. The period for the analysis is from January 3, 2000 to July 31, 2018, and daily data is used. The study compares the returns using spot prices for reasons that futures of Dubai do not exist. Result shows that returns of Dubai crude oil 2nd order-stochastically dominates that of Brent, and returns of Brent also 2nd order-stochastically dominates that of WTI in whole period. It implies that Dubai crude is the best invest asset for risk-averse investors, and Brent crude would be the next option for investment. It is quite interesting point since it show that WTI, the most renowned crude among three benchmarks, would be the last option and Dubai, comparatively minor benchmark, would be the best option for risk-averse oil market investors.

주요어 : 확률적 지배관계 접근법, 국제 벤치마크 원유가격, Brent, WTI

학 번 : 2017-21867