

원옵션과 미니옵션 페어트레이딩 (Pairs Trading)전략의 수익성 분석

이 우 백*

< 초 록 >

2015년 7월에 도입된 KOSPI200 미니파생상품시장은 거래 승수가 정규 옵션의 1/5로 축소된 상품이다. 본 연구는 2015년 8월부터 2016년 3월까지 표본기간동안 미니옵션과 원옵션간 가격 스프레드로부터 발생하는 페어트레이딩(pairs trading) 기회 빈도를 탐색하여, 실무적으로 획득가능한 이익 규모를 측정했다. 본 논문의 실증분석을 수행하여 얻은 주요한 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 페어트레이딩이 발생하는 빈도는 표본의 총관측치의 20%미만이었으며, 머니니스별로 보면 가격이 높은 내가격 옵션에서 가장 빈번히 포착되었으며 실현되는 이익 규모도 가장 컸다. 반면, 개인 투자자가 선호하는 외가격 종목의 페어트레이딩 기회 포착 빈도는 낮고, 거래 전략 실행에 따른 이익 규모도 등가격이나 내가격 종목에 비해 적었다. 또한 내가격 옵션은 평균적으로 3분마다 차익거래 기회가 포착되는 반면, 외가격 옵션에서 차익거래 기회 시점간 경과시간은 평균적으로 10분 이상을 초과하여 머니니스별로 페어트레이딩 기회 빈도가 차별적으로 발생하는 것으로 나타났다. 둘째, 하루중 페어트레이딩 기회는 균일하게 발생하지만, 수익성은 오전보다 오후일수록 증가하는 패턴을 보인다. 이는 상대적으로 거래활동이 집중되는 오전장에 거래자의 경쟁적인 주문 제출에 정보가 반영되어 가격효율성이 높지만, 거래활동이 둔화되는 오후에는 가격효율성이 저하되어 가격 괴리도와 차익거래의 수익성이 오전보다 높음을 제시한다. 또한 횡단면적으로 유동성이 낮은 종목의 페어트레이딩의 수익성이 유동성이 높은 종목보다 상대적으로 높았다.

주제어 : 미니옵션, 미니선물, 차익거래, 가격발견, 거래승수

* 한국방송통신대학교 경영학과, 주소 : 03087, 서울시 종로구 대학로 86, E-mail : datalover@knou.ac.kr, 전화 : 02-3668-4629

I. 서 론

2015년 7월 20일에 도입된 KOSPI200 미니(mini) 옵션은 기존의 KOSPI200옵션과 동일한 기초자산을 공유하지만 계약당 거래금액이 1/5로 축소시킨 상품이다. 금융당국은 KOSPI200미니 파생상품시장을 개설하게 된 배경을 기존의 KOSPI200선물·옵션의 계약당 거래대금이 상대적으로 크기 때문에 정밀한 위험관리가 어려운 점을 개선하고 차익거래 기회를 확대하는 등 새로운 투자기회를 제공하기 위한 목적이라고 밝히고 있다. 본 연구는 동일한 기초자산을 공유하는 미니옵션(mini options)과 기존에 개설된 원(原)옵션(regular options)으로 실행가능한 페어트레이딩(pairs trading)전략을 개발하고, 이에 대한 수익성을 평가하여 옵션을 이용한 실무적 투자전략에 대한 시사점을 제공하고자 한다.

일반적으로 알려진 파생상품시장의 역할 중 하나는 바로 기초자산의 미래 가격에 대한 정보를 제공하는 가격발견(price discovery) 기능이며, 이러한 가격발견의 기능은 차익거래를 통해 효율적으로 작동할 수 있다. 복수의 파생상품시장이 동일한 기초자산을 공유한다면, 파생상품시장들은 상호 정보전달 관계에 따라 시장의 연계성(market linkage)을 갖지만 시장에서 관찰되는 가격은 균형가격과 일시적으로 괴리될 수 있다. 차익거래는 정보가 균형가격에 반영되는 가격발견 과정을 효율화하므로 파생상품시장에서 차익거래의 행태를 분석하는 것은 그 시장의 정보효율성을 평가한다는 점에서 시장의 운영 정책과 학술적으로 중요한 이슈라 할 수 있다. 파생상품시장에 정보가 반영되는 속도와 거래비용과 같은 시장미시구조적인 요인은 차익거래 전략에 영향을 미치며, 가격발견의 효율성에 차이를 야기할 것이다. 기존의 정규파생상품과 기초자산간 차익거래 또는 정규파생상품간 차익거래 전략의 성과평가에 대해서는 이미 국내·외에서 다수의 연구들이 진행되어 왔지만, 본 연구는 최근에 새롭게 도입된 미니 파생상품과 정규 파생상품을 이용하여 차익거래에 기반한 페어트레이딩 전략을 평가하고자 하는 최초의 연구라는 가치를 가진다.

본 연구의 주제와 관련한 선행연구는 두 부류로 대별된다. 첫 번째 주제는 파생상품시장에서 페어트레이딩과 그 특성이 유사한 차익거래의 수익성을 분석한 연구들이다. 국내에서 차익거래의 행태와 성과를 분석한 국내의 주요 연구들로는 이재하(1998), 태석준(1997), 정문경(1999), 이재하와 임상규(2002), 배기홍 외 2인(2004) 등의 연구가 있으며, 주로 국내 파생상품시장의 개설 초기기간을 대상으로 KOSPI200선물과 옵션의 차익거래의 행태와 수익성을 분석한 내용들이다. 이재하(1998)는 KOSPI200선물과 옵션시장간 차익거래전략을 사후적 차익거래와 사전적 차익거래전략, 차익거래 포지션을 만기일에 선종결하는 전략으로 구분하여 수익성을 분석한 결과 전체 관측치 중 23%가 과대·과소 평가된 것으로 보고한다. 태석준(1997)은 KOSPI200지수선물시장에서 선물가격이 이론가치에 비해 저평가되고 있으며 특히 거래소 회원사뿐만이 아니라 비회원사에게도 차익거래기회가 존재함을 보였다. 정문경(1999)는 1996년 9월부터 1998년 3월까지 표본기간동안 KOSPI200지수선물의 일증가격을 이용하여 위탁자의 차익거래기회를 시뮬레이션한 결

과, 매수차익거래기회보다 매도차익거래기회가 많았고 동일한 결제월에서 매도-매수차익거래기회가 발생하여 조기청산을 통한 추가적인 이익 확보도 가능함을 보였다. 이재하와 임상규(2002)는 원/달러 현물시장과 선물시장간의 차익거래 수익성을 사후적 차익거래와 사전적 차익거래로 구분하여 분석한 결과, 차익거래이익의 사후적 분석으로는 원/달러 선물시장이 다소 비효율적으로 보이지만 사전적 차익거래전략의 분석에 따르면 차익거래이익이 크게 감소하며, 손실이 발생하는 것으로 나타나 도입 초기인 상황을 고려하면 비교적 효율적인 것으로 평가를 내린다. 배기홍 외 2인(2004)은 KOSPI200 선물과 옵션시장간 차익거래 포착에서 투자주체별 역할이 상이하며, 개인투자자는 차익거래기회와 시장의 비효율성을 증가시키지만 외국인은 이를 감소시키는 역할을 수행함을 제시했다.

두 번째 연구들은 미니파생상품과 정규파생상품간의 실효성을 비교한 선행 연구들이다. Hasbrouck (2003)와 Kurov and Lasser (2004)은 전자거래 기반의 E-mini S&P500선물이 현물의 가격발견에서 기존 S&P500선물보다 효율성이 높다고 평가하며, 미국 외 다른 거래소들을 대상으로 진행된 연구들도 전자거래방식의 미니선물이 전통적인 장내거래(floor) 방식의 선물이 가진 현물의 가격발견 기능을 지배한다는 결론으로 요약된다(Ates and Wang, 2005a, 2005b ; Chung et al., 2010 ; Gilbert and Rijken, 2006 ; Karagozoglu and Martell, 1999 ; Tse and Xiang, 2005). 이 연구들은 공통적으로 미니시장과 원시장간 가격발견 효율성의 차이가 거래방식(trading mechanism)의 차이에 기인한다는 실증적 결과를 제시한다. 한편, 원상품과 미니상품이 모두 전자주문집계장 운영방식으로 거래되는 아시아권 파생상품시장을 대상으로 거래방식의 효과를 통제하여 원선물과 미니선물의 가격발견의 효율성의 차이를 규명하는 최근 연구의 결과들도 전반적으로 미니시장이 가진 가격발견의 효율성이 높은 것으로 평가한다. Tao and Song (2010)은 항셱(Hang Seng)지수 미니선물에서 소규모 거래가 가격발견과정에서 유의적인 공헌을 수행하며, Pavabutr and Chaihetphon (2010)은 인도상품거래소(MCX)의 미니금선물도 거래대금 비중 대비 가격발견에 대한 공헌도가 원선물보다 유의적으로 높다고 보고한다. Wang et al.(2013)은 대만 선물시장(TAIFEX)에서 전자거래기반인 원선물과 미니선물간의 가격발견을 검증한 결과, 미니선물이 원선물에 비해 가격발견에 대한 기여도가 유의적으로 높다고 평가한다. 이상의 연구들과 달리, Choy and Zhang (2010)은 항셱지수의 원선물이 가격발견에서 미니선물에 비해 지배적인 역할을 수행한다는 상반된 결과를 제시한다. 해외 미니파생상품시장을 대상으로 수행된 선행 연구들은 주로 선물에 집중되어 있는 반면, 옵션시장을 대상으로 가격발견 기능을 분석한 연구는 국내·외를 막론하고 전무한 실정이다. 국내에서 이우백(2016)은 KOSPI200미니선물과 원선물이 가진 현물의 가격발견 기능을 비교한 결과, 원선물과 미니선물의 가격변동은 모두 현물에 선행하며, 양 시장간에서 가격발견의 주도력에서는 통계적으로 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되어 미니선물시장의 개설 초기에도 불구하고 효율성이 높은 것으로 평가한다.

본 연구는 실무에서 알려진 전통적 차익거래전략에서 벗어나 미니옵션시장과 원옵션시장간 가격 괴리로부터 발생하는 차익거래 기회를 탐색하고, 알고리즘과 저지연거래(low latency

trading)에 기반하여 실무적으로 실행할 수 있는 페어트레이딩의 성과를 측정했다는 점에서 선행 연구들과 차별적 특성을 가진다. 전통적으로 현물과 선물을 연계한 차익거래나, 옵션을 구성하여 선물로 복제한 합성선물과 연계한 차익거래는 주로 국내 연기금이나 외국인이 주도하는 시장이다. 이에 비해 본 연구에서 제시한 페어트레이딩 전략은 풋-콜 패리티나 선물-옵션 패리티로부터 도출되는 이론적 옵션가격과 시장가격을 비교하지 않고도, 두 옵션의 시장가격간 괴리만을 관찰하여 실행가능하므로 차익거래를 신속하게 수행할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구의 주요한 실증 결과는 다음과 같이 요약된다. 페어트레이딩의 이익 실현 기회는 외가격옵션보다는 내가격옵션에서 빈번하게 포착되었으며, 평균 이익 규모도 가장 큰 것으로 분석되었다. 또한 페어트레이딩 기회간 시간 간격은 평균 4.5분~5.6분 정도이지만, 머니니스별로 차이를 보였다. 내가격 옵션에서는 평균적으로 3분 이내 간격으로 거래 기회가 포착된 반면, 외가격 옵션에서는 거래 기회간 시간은 10분 이상인 것으로 나타났다. 또한 페어트레이딩 기회 포착 직전의 거래 여부를 보면 미니옵션은 거래되지 않았지만 원옵션에서 거래가 발생한 경우에서 이익 실현 기회가 가장 빈번한 것으로 제시되었다. 옵션 종목을 거래활동에 따라 유동성이 높은 종목과 낮은 종목들로 구분하여 페어트레이딩 기회를 관찰한 결과에서는 유동성이 높은 종목일수록 이익 실현 빈도가 높았지만 이익 규모는 상대적으로 유동성이 낮은 종목에 비해 적은 것으로 나타났다. 페어트레이딩 이익 규모에 영향을 미치는 요인들을 분석한 결과에서는 행사가격과 기초자산가격간 차이인 머니니스, 거래량, 만기까지 잔존일은 콜옵션 차익거래와 풋옵션 차익거래에 공통적으로 유의적인 영향을 미치며, 일중 변동성은 풋옵션 차익거래에만 영향을 미치는 요인으로 확인되었다.

이하에서 전개될 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 미니옵션의 제도적 특성과 차익거래 전략의 성과를 측정의 기반이 되는 방법론, 그리고 분석에 활용할 표본자료를 설명한다. 제 3 장에서는 페어트레이딩 전략을 실행하여 발생한 손익 평가 결과를 제시하고, 특성을 비교한다. 마지막으로 제 4 장에서는 제 3장까지의 분석의 주요 결과를 요약하고, 투자 실무계에서 적용가능한 시사점을 정리한다.

II. 분석방법론¹⁾

제2장에서는 페어트레이딩 전략에 포함되는 옵션 상품인 미니옵션과 원옵션의 거래 제도의 특성을 비교하여 거래 실행에 고려되는 사항들을 점검한다. 또한 미니옵션과 원옵션의 페어트레이딩의 원리를 설명하고, 실무 환경을 고려하여 본 연구에서 검증가능한 거래 방법을 구현한다. 아울러, 분석에 사용할 자료와 표본 기간동안 미니옵션과 원옵션의 거래 활동 추이를 설명한다.

1) 이 장의 내용은 이우백(2017)을 주로 참고하여 서술함.

1. 미니옵션과 원옵션의 거래 제도적 특성 비교

미니옵션과 원옵션의 제도적 특성의 차이점은 <표 1>에 제시된다. 미니옵션의 계약당 거래 승수는 원옵션의 승수인상 전 거래승수였던 10만원으로, 표본기간의 원옵션의 계약당 거래승수인 50만원의 1/5이다. 호가단위는 옵션가격 수준에 따라 2단계로 구분된다.²⁾ 미니옵션 가격이 10p이상이면 0.1p이지만, 원옵션 가격이 10p이상이면 호가단위는 절반수준인 0.05p이다. 또한 10p미만인 구간에서 미니옵션의 호가단위는 0.02p인 반면, 원옵션의 호가단위는 역시 절반인 0.01p이다.³⁾ 따라서 미니옵션의 최소호가단위 금액은 10p를 기준으로 2,000원과 10,000원이며, 원옵션의 최소호가단위 금액의 5,000원과 25,000원의 1/4에 해당한다.

<표 1> KOSPI200원옵션과 미니옵션의 거래 제도의 비교

구분	KOSPI200원옵션	KOSPI200미니옵션
기초자산	KOSPI200 지수	
거래승수	50만원	10만원
결제월	11개 (비분기월 4개 : 6개월, 3 . 9월 2개 : 1년, 6월 2개 : 2년, 12월 3개 : 3년)	연속월 6개 (결제월 : 비분기월 4개, 분기월2개)
호가가격단위	0.01p (10p미만) 0.05p (10p이상)	0.02p (10p미만) 0.10p (10p이상)
행사가격 수	비분기월: 2.5p간격 25개 3.9월: 5p간격 13개 6.12월: 10p간격 7개	ATM ± 12개 (2.5p간격 25개)
호가수량 한도	1,000계약	5,000계약
호가의 종류	지정가, 시장가, 조건부지정가, 최유리지정가	지정가
누적호가 수량한도	알고리즘 계좌 7,500 비알고리즘 계좌 15,000	알고리즘 계좌 37,500 비알고리즘 계좌 75,000
정산가격	KOSPI200옵션의 증거금기준가격 적용	
최종거래일	결제월의 두 번째 목요일	

원옵션의 주문당 호가수량 한도는 1,000계약인데 비해, 미니옵션의 호가수량 한도는 5,000계약으로 5배이며 거래승수를 고려한다면 주문당 최대거래금액은 동일하다. 누적호가 수량한도는 원옵션과 미니옵션 모두 알고리즘 계좌와 비알고리즘 계좌를 구별하여 적용한다. 미니옵션의 알고리즘 계좌의 호가수량한도도 원옵션의 5배인 37,500계약이며 비알고리즘 계좌는 알고리즘 계

2) 본 연구의 표본기간 후인 2017년 3월 27일부터 KOSPI200파생상품의 거래승수는 1/2로 축소되었다. 따라서 정규 KOSPI200선물-옵션의 거래승수는 50만원에서 25만원으로 축소되었으며, 미니 KOSPI200선물-옵션 거래승수도 10만원에서 5만원으로 축소되었다. 본 연구의 표본기간은 2015년 8월부터 2016년 3월까지로 이 기간동안 거래승수 및 기타 제도의 변경은 없었다.

3) 동일 가격 수준에서 미니옵션의 호가단위가 원옵션의 2배인 것은 미니선물과 대비된다. 미니선물의 호가단위는 0.02p로, 원선물 호가단위인 0.05p보다 작다.

좌의 2배인 75,000계약이 허용된다. 미니옵션 시장에서 지정가(limit order)로만 호가가 허용된 것은 원옵션 시장의 호가 종류와 비교할 때 제약적인 측면이라 볼 수 있다. 시장가 주문을 제외하고 지정가로만 허용하는 것은 원옵션의 야간시장에서 적용되는 방식과 동일하며, 이는 유동성 공급이 부족할 경우에 발생할 수 있는 급격한 가격변동위험을 낮추고자 하는 목적으로 해석할 수 있다. 결제월물 상품으로 보면 원옵션은 11개로 상장기간이 6개월인 비분기월 단기물 4종목과 상장기간이 1년을 초과하는 장기물 5종목을 포함한다. 반면 미니옵션 상품은 만기가 1년인 연속월 6종목이 상장되어 운영되므로 결제월 품목수에서는 미니옵션이 원옵션에 비해 적다. 행사가격의 수를 보면 원옵션은 단기물인 비분기월물의 경우 등가격(ATM)을 포함하여 25개이며, 1년 만기물은 13개, 1년 초과 장기물은 7개로 상장기간에 따라 행사가격이 다양하게 개설된 반면 미니옵션은 등가격을 중심으로 상·하 12개의 총 25개의 행사가격별 옵션이 개설된다. 미니옵션과 원옵션의 만기일의 정산가격은 공통적으로 KOSPI200옵션의 증거금기준가격을 적용한다.

2. 원옵션과 미니옵션의 거래활동 비교

연구의 표본기간의 원옵션과 미니옵션의 일별 거래활동은 <그림 1>에서 제시되며, 양 시장 규모의 기술적 통계치는 <표 2>를 통해 비교한다. <그림 1>의 패널 A에서는 미니옵션이 도입된 2015년 7월 20일 전·후 약 8개월에 해당하는 기간동안의 원옵션과 미니옵션을 포함한 전체 KOSPI200옵션시장의 거래대금의 일별 추이를 제시한다. 미니옵션시장 개설 전 기간인 2014년 11월부터 상장 직전일인 7월 19일까지의 원옵션의 일평균 거래대금은 약 7,325억원이며, 미니옵션 상장일 후부터 2016년 3월 31일까지의 미니옵션이 포함된 전체 옵션시장의 일평균 거래대금은 6,921억원으로 5.5% 감소했다. 그러나 미니옵션 도입 전·후 기간의 일별 평균치에 대한 t-검정과 비모수 검정으로는 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 또한 <표 2>의 패널 A에서 미니옵션이 상장된 표본기간동안 미니옵션을 제외한 원옵션의 거래대금의 일평균도 6.2% 감소한 6,869억원이었지만 도입 전·후 기간동안 일평균에 대한 유의적인 차이는 확인되지 않았다. 그러나 계약수를 보면, 미니옵션 상장 후 전체 옵션의 일평균 계약수는 1,809,487계약으로 t-검정과 비모수 검정 결과 미니옵션 상장 전 기간보다 1%수준에서 유의적으로 감소했으며, 원옵션 자체의 일평균 계약수도 1,733,752계약으로 유의적으로 감소했다. 이같은 결과는 미니옵션 도입이 기존의 원옵션시장에 대한 투자활동에 특별한 영향을 미치지 않았으며, 전체 옵션시장의 규모는 원옵션시장이 지배하는 것으로 해석된다.

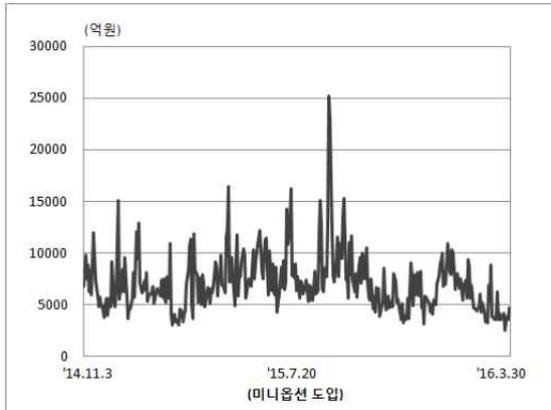
<그림 1>의 패널 B에서는 미니선물이 상장된 2015년 7월 20일부터 2016년 3월 31일까지 기간동안 원옵션과 미니옵션의 일별 거래대금의 추이를 확대하여 제시한다. 원옵션과 미니옵션의 거래활동은 전반적으로 동행하는 행태가 관찰된다. <그림 1>의 <표 2>의 패널 C에서 전체 옵션시장의 일별 거래량에서 미니옵션의 거래량이 차지하는 비중의 평균치는 4.71%이며, 거래대금 비중의 평균치는 1%미만으로 나타났다. 일평균 미결제약정수량을 보면 원옵션은 약 117만개

약이며, 미니옵션은 11만계약으로 전체 미결제약정수량에서 차지하는 비중은 8.16%이다.

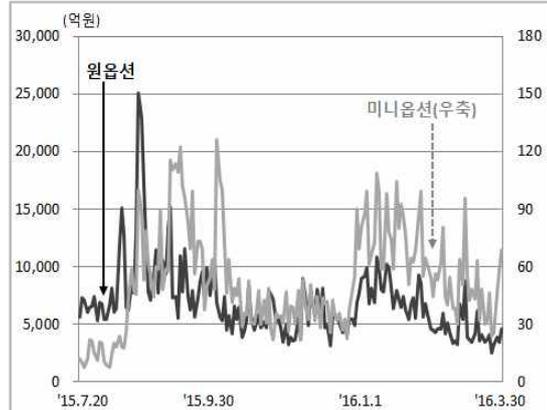
<그림 1> 원옵션과 미니옵션의 거래활동 비교

KOSPI200원옵션과 미니옵션 거래활동의 추이를 제시한다. 패널 A에서는 2014년 11월부터 2016년 3월까지 원옵션과 미니옵션을 포괄하는 전체 옵션시장의 일별 거래대금 추이이다. 패널 B는 2015년 7월 20일부터 2016년 3월 31일까지 원옵션(좌축)과 미니옵션(우축)의 일별 거래대금 추이를 비교한다. 패널 C와 패널 D는 2015년 7월 20일부터 2016년 3월 31일까지 일별 원옵션(미니옵션) 거래대금의 투자주체 비중(매수거래대금 비중과 매도거래대금 비중의 평균) 추이를 제시한다.

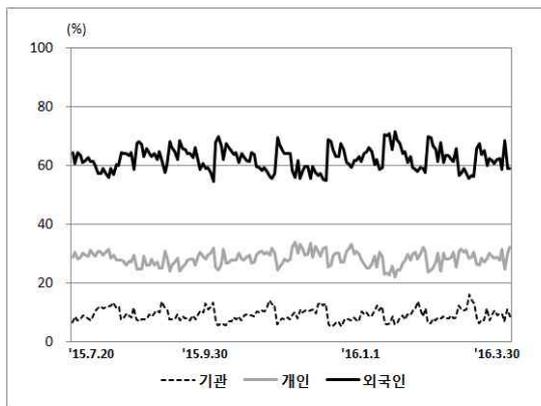
A. KOSPI200옵션시장 전체 일별 거래대금 추이



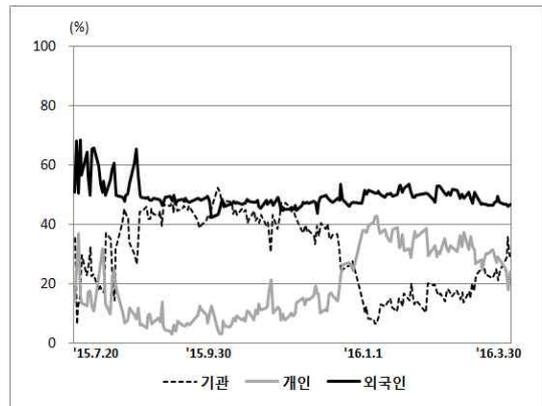
B. 원옵션과 미니옵션 일별 거래대금 비교



C. 원옵션의 투자주체 비중



D. 미니옵션의 투자주체 비중



C와 D는 각각 원옵션과 미니옵션에 대해 기관, 개인, 외국인의 일별 거래대금의 비중의 추이를 제시한다. C의 원옵션의 투자주체 비중을 보면, 외국인의 비중은 60%를 중심으로 일정하게 변동하며, 개인과 기관은 각각 30%과 10%의 일정한 비중을 유지하고 있다. D의 미니옵션에서 외국인의 비중은 표본기간동안 50%내외에서 횡보하며, 기관은 2015년 9월까지 거래활동의 비중이 외국인의 거래비중까지 증가한다. 기관의 거래비중은 9월 후에 급감하다 2016년에 재상승하는 추세이며, 2015년에 20%를 하회하던 개인투자자의 비중은 2016년부터 증가했음을 제시한다. 이와 같은 결과로 보면 외국인은 원옵션과 미니옵션의 거래활동을 주도하는 투자주체임이 확인된다. 즉, 미니파생상품시장의 개설의 근본적인 취지는 상대적으로 거래규모가 작은 개인투자자

가 파생상품시장에 진입할 수 있도록 장벽을 낮추는 것이지만, 현실적으로 시장의 거래 주도는 외국인이 지배하는 것이 특징이다.

<표 2> 일별 원옵션과 미니옵션 거래활동의 기술적 통계치

2015년 7월 20일부터 2016년 3월 31일까지의 일별 원옵션(패널 A)과 일별 미니옵션(패널 B)의 거래활동, 그리고 전체 옵션시장에서 미니옵션의 거래활동이 차지하는 비중(패널 C)의 기술적 통계치이다. 패널 A와 패널 B에서 거래량과 미결제약정수량의 단위는 계약이며, 거래대금은 백만원이다.

	평균	표준편차	중위수	최소값	최대값
패널 A. 원옵션					
거래량	1,733,753	806,021	1,558,193	548,400	4,568,581
거래대금	686,872	314,554	633,978	253,159	2,510,250
미결제약정수량	1,169,721	280,930	1,180,184	527,782	1,811,634
패널 B. 미니옵션					
거래량	75,734	38,809	72,490	6,027	178,290
거래대금	5,268	2,661	4,809	748	12,584
미결제약정수량	107,662	63,690	105,796	3,386	243,229
패널 C. 미니옵션비중(%)					
거래량	4.71	2.42	5.02	0.37	11.66
거래대금	0.81	0.36	0.81	0.11	1.94
미결제약정수량	8.16	3.86	8.50	0.29	14.27

3. 옵션 페어트레이딩 전략의 원리

최근 매매기법의 고도화에 따라 알고리즘 매매(algorithm trading)와 저지연거래(low latency trading)의 비중이 증가하면서, 알고리즘에 기반한 페어트레이딩도 헤지펀드를 중심으로 실무계에서 확산되고 있다.⁴⁾ 본 연구에서 개발한 옵션의 페어트레이딩은 일종의 통계적 차익거래(statistical arbitrage)의 특성을 가진다. 기존 통계적 차익거래는 현물 종목을 대상으로, 가격변동에서 상관관계가 높은 종목을 쌍으로 하여 고평가된 종목을 공매도하고 저평가된 종목을 매수한 다음, 종목간 가격 괴리가 일정 수준으로 수렴되었을 때 반대 포지션을 취하여 상대적 차익을 실현하는데 비해, 본 연구에서 개발한 옵션 페어트레이딩은 가격 괴리를 포착할 때 이익을 실현한 다음 포지션을 만기까지 보유하여 자동적으로 청산시키는 순수한 차익거래를 추구한다. 원옵션과 미니옵션은 KOSPI200지수를 동일한 기초자산으로 공유하므로, 동일한 행사가격을 가진 원옵션과 미니옵션의 시장에서 관찰되는 시장가격은 이론적으로 일치해야 한다. 이우백(2017)은 원옵션시장과 미니옵션시장의 성숙도와 참여자 구성에 따른 정보 전달의 효율성과 유동성의 차이로 인해 원옵션과 미니옵션가격간에 일시적으로 괴리가 발생하지만, 두 옵션 모두 균형가격으로 수렴하는 속성을 가짐을 실증적으로 제시했다. 따라서 균형가격으로 수렴하기 전까지 가격

4) Lee(2015)는 2009년 4월부터 2010년 3월까지의 표본기간을 대상으로 KOSPI200선물시장의 거래량에서 저지연거래가 차지하는 비중을 24%로 추정하고 있다.

괴리(spread)가 거래비용과 시장충격비용 등을 고려하고도 유의적으로 큰 경우라면, 원옵션과 미니옵션의 상호 반대 포지션으로 페어트레이딩 포트폴리오를 구성하여 이익을 실현할 수 있다.

이러한 페어트레이딩은 차익거래를 실행하기 위해 선물-옵션 패리티(futures-options parity)나 풋콜 패리티(put-call parity)로부터 도출된 이론적 옵션가격의 정보를 요구하지 않으며, 시장에서 관찰되는 가격만이 필요하다. 미니옵션과 원옵션간 가격 괴리를 이용한 페어트레이딩 원리에 따라 거래 시점에서 이익을 수취하며, 만기에는 어떠한 상황에서도 현금흐름이 0임이 <표 3>에 요약된다. <표 3>에서 미니콜옵션가격을 C^m , 원콜옵션가격을 C^r , 미니풋옵션가격 P^m , 원풋옵션가격을 P^r 이라 하자. 패널 A에서 옵션 만기일 전 t 시점에서 행사가격(X)이 동일한 미니콜옵션이 원콜옵션에 비해 상대적으로 고평가되었다면, 고평가된 미니콜옵션 매도포지션과 저평가된 원콜옵션 매입 포지션으로 콜옵션 페어트레이딩 포트폴리오를 구성한다. 반대로 패널 B에서 $C^m < C^r$ 라면 미니콜옵션을 매입하고, 원콜옵션을 매도하는 콜옵션 페어트레이딩 포트폴리오를 구성한다. 단, 원옵션의 계약당 거래승수는 50만원이며, 미니옵션의 거래승수는 10만원이므로 실제 거래 실행과정에는 원옵션과 미니옵션의 계약당 거래승수를 일치시켜야 하므로 미니콜옵션 5계약과 원콜옵션 1계약이 필요하다. 패널 A와 패널 B에서 옵션의 만기일(T)에는 기초자산가격 수준과 관계 없이 포트폴리오의 현금흐름은 0이므로, 차익거래를 실행하는 시점에서 원콜옵션과 미니콜옵션간 가격괴리폭에 상응하는 이익을 획득할 수 있다. 결국, 이러한 페어트레이딩은 순수한 차익거래이므로, 통계적 차익거래에서 활용되는 주식 페어트레이딩과 차별적 특성을 가진다.

<표 3> 원옵션과 미니옵션의 페어트레이딩 원리

원옵션과 미니옵션의 페어트레이딩 거래를 콜옵션(C)과 풋옵션(P)별로 예시한다. 상첨자 m 은 미니옵션, r 은 원옵션을 나타내며 S_T 는 만기일의 기초자산가격이다.

포트폴리오	t 시점 현금흐름	만기(T) 현금흐름	
		$S_T > X$	$S_T < X$
패널 A. $C_t^m > C_t^r$			
미니콜옵션 5계약 매도	$5 \times 10\text{만원} \times C_t^m$	$-50\text{만원} \times (S_T - X)$	0
원콜옵션 1계약 매입	$-50\text{만원} \times C_t^r$	$50\text{만원} \times (S_T - X)$	0
	$50\text{만원} \times (C_t^m - C_t^r) > 0$	0	0
패널 B. $C_t^m < C_t^r$			
미니콜옵션 5계약 매입	$-5 \times 10\text{만원} \times C_t^m$	$50\text{만원} \times (S_T - X)$	0
원콜옵션 1계약 매도	$50\text{만원} \times C_t^r$	$-50\text{만원} \times (S_T - X)$	0
	$50\text{만원} \times (C_t^r - C_t^m) > 0$	0	0
패널 C. $P_t^m > P_t^r$			
미니풋옵션 5계약 매도	$5 \times 10\text{만원} \times P_t^m$	0	$-50\text{만원} \times (X - S_T)$
원풋옵션 1계약 매입	$-50\text{만원} \times P_t^r$	0	$50\text{만원} \times (X - S_T)$
	$50\text{만원} \times (P_t^m - P_t^r) > 0$	0	0
패널 D. $P_t^m < P_t^r$			
미니풋옵션 5계약 매입	$-5 \times 10\text{만원} \times P_t^m$	0	$50\text{만원} \times (X - S_T)$
원풋옵션 1계약 매도	$50\text{만원} \times P_t^r$	0	$-50\text{만원} \times (X - S_T)$
	$50\text{만원} \times (P_t^r - P_t^m) > 0$	0	0

패널 C와 패널 D에 제시된 풋옵션 차익거래도 콜옵션 차익거래와 동일한 방식으로 구현할 수 있다. 패널 C에서 $P^m > P^r$ 라면 미니풋옵션을 5계약 매도하고, 원풋옵션 1계약을 매입하는 풋옵션 차익거래 포트폴리오를 구성하며, $P^m < P^r$ 인 패널 D에서는 미니풋옵션을 5계약 매입하고, 원풋옵션 1계약을 매도하면 만기일의 기초자산가격과 무관하게 옵션간 가격 스프레드를 t 시점에서 이익으로 실현한다.

<표 3>의 옵션 페어트레이딩의 수익성은 <표 4>의 시장충격비용과 매매수수료를 반영했을 때 페어트레이딩 전략의 이익이 0보다 크다는 신호(signal)가 발생하면 즉각적으로 체결되어 실현되는 이익의 규모로 검증한다. 차익거래 실행에 수반되는 시장충격비용과 매매수수료를 반영한 실질 매매체결금액은 <표 4>에 제시되며, 매도체결금액이 매입체결금액을 초과해야 차익이 실현된다. <표 4>는 차익거래의 최소계약 규모로 미니옵션 5계약과 원옵션 1계약을 가정한다. 먼저, 주문제출시 투자자는 관측시점의 시장체결가격보다 불리한 가격을 부담해야 하는 시장충격비용(market impact cost)을 반영해야 한다. 주문자료가 있다면 주문가격으로 차익거래의 성과를 계산할 수 있지만, 본 연구에서 사용된 체결자료로 주문가격을 추정하려면 체결가격에 시장충격비용을 반영하는 간접적 방법을 사용한다. 이재하(1998)를 비롯한 선행연구들은 옵션가격이 최우선호가스프레드 내에서 체결될 수 있다는 점을 고려해서 시장충격비용을 최우선호가스프레드의 1/2로 간주하여 체결가에 반영한다. 본 연구에서도 선행연구의 추정 방법을 따라 최우선호가스프레드의 1/2를 시장충격비용으로 추정한다. 미니옵션의 호가스프레드(spr^m)는 <표 1>에서 미니옵션의 호가단위가 옵션가격 수준에 따라 0.1p(옵션 가격 10p 초과), 0.02p(옵션 가격 10p 미만)이므로 시장충격비용은 호가단위의 1/2를 체결시점의 가격으로부터 차감한 값을 매도주문가격, 체결가격에 가산한 값을 매수주문가격으로 간주한다. 아울러, 원옵션의 시장충격비용도 원옵션의 호가단위인 0.05p(옵션 가격 10p 초과), 0.01p(옵션 가격 10p 미만)이므로 시장충격비용은 호가단위(spr^r)의 1/2를 관측시점에 체결가격으로부터 차감한 값을 매도주문가격, 체결가격에 가산한 값을 매수주문가격으로 간주한다.⁵⁾

매매수수료는 미니옵션과 원옵션, 그리고 거래금액과 주문전달매체에 따라 금융투자회사별로 차등적이다. 금융투자협회의 장내과생상품거래 수수료 자료를 분석한 결과를 보면 증권사지점개설 계좌보다는 은행개설계좌에 적용되는 매매수수료율이 낮고, 거래금액이 클수록 거래금액당 매매수수료율이 낮다.⁶⁾ 또한 오프라인 주문보다는 온라인 매체 주문의 매매수수료율이 낮다. 본 연구에서는 미니옵션과 원옵션에 개인투자자들도 차익거래를 실행할 수 있다는 가정하에, 차익거래 최소규모에 적용되는 거래대금 3,000만원 미만으로 한정하고 온라인 주문의 매매수수료율에서

5) 본 연구에서 사용한 자료에는 호가자료가 아닌 체결가격만 확인할 수 있으므로, 이로부터 가격충격을 고려한 차익거래 체결가격을 추정해야 한다. 자료의 체결가격은 다음 체결 직전의 최우선매도호가와 최우선매수호가에 모두 해당할 수 있으므로, 차익거래 실행시 예상되는 매수 체결가격은 $0.5 \times \text{현재 체결가격} + 0.5 \times \text{스프레드}$ 이다. 또한 차익거래 실행시 예상되는 매도 체결가격은 $0.5 \times \text{현재 체결가격} - 0.5 \times \text{스프레드}$ 이다.

6) 금융투자협회 전자공시서비스(<http://dis.kofia.or.kr>) 참조

최소매매수수료율을 제공하는 금융투자회사의 계좌를 이용한다고 가정하여 미니옵션에는 0.2050%의 매매수수료율을 적용하며, 원옵션에 대해서는 0.2898%의 매매수수료율을 적용한다.

<표 4> 시장충격비용과 매매수수료를 반영한 차익거래의 최소계약 매매금액

주문	옵션 종류	미니옵션	원옵션
매도	콜	$5\text{계약} \times 10\text{만원} \times (C^m - 0.5 \times spr^m) \times (1 - 0.002050)$	$50\text{만원} \times (C^r - 0.5 \times spr^r) \times (1 - 0.002898)$
	풋	$5\text{계약} \times 10\text{만원} \times (P^m - 0.5 \times spr^m) \times (1 - 0.002050)$	$50\text{만원} \times (P^r - 0.5 \times spr^r) \times (1 - 0.002898)$
매입	콜	$5\text{계약} \times 10\text{만원} \times (C^m + 0.5 \times spr^m) \times (1 + 0.002050)$	$50\text{만원} \times (C^r + 0.5 \times spr^r) \times (1 + 0.002898)$
	풋	$5\text{계약} \times 10\text{만원} \times (P^m + 0.5 \times spr^m) \times (1 + 0.002050)$	$50\text{만원} \times (P^r + 0.5 \times spr^r) \times (1 + 0.002898)$

<그림 2> 일중 옵션 가격 흐름과 차익거래의 실행



<그림 2>는 만기가 2016년 4월인 행사가격 240인 콜옵션을 대상으로 2016년 3월 11일 9시 1분부터 9시 27분까지 실행한 페어트레이딩의 사례를 제시한다. 원콜옵션과 미니콜옵션의 가격 흐름을 보면 가격간 괴리가 일정한 관계를 유지하면서 변동한다. 이는 비록 두 옵션이 승수 규모의 차이에 따라 별도로 분리된 시장이지만, 기초자산을 공유하므로 옵션과 현물의 가격발견과정을 거쳐 균형가격에 수렴하기 때문이다. 따라서 두 옵션 가격간 스프레드가 이익을 실현할 정도로 큰 시점이 관측된다면, 알고리즘 거래에 기반한 페어트레이딩을 실행하면 차익거래에 따른 이익이 실현가능하다. 9시 6분의 원콜옵션의 가격은 2.92이며, 미니콜옵션의 가격은 2.89로 스프레드는 0.03포인트이다. 원콜옵션이 미니콜옵션에 비해 상대적으로 고평가되었으므로, 관측한 즉시 알고리즘 거래의 작동에 따라, <표 4>의 시장충격비용과 매매수수료율을 반영하여 즉각적으로 원콜옵션을 1계약 매도하고 미니콜옵션을 5계약 매입하면 만기의 기초자산 가격과 관계 없

이 7,057원의 차익을 얻을 수 있다.

4. 자료와 표본종목 선정

실증 분석에 포함된 전체 표본기간은 미니선물의 상장 후 10일이 경과한 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 163거래일이며, 한국거래소가 외부에 공개적으로 판매하는 원옵션과 미니옵션의 1분 간격 체결자료와 거래활동 자료를 활용했다. 표본 종목은 KOSPI200원옵션과 미니옵션에서 해당월에 최종결제일이 도래하여 유동성이 가장 높은 최근월물 옵션을 대상으로 한다. 일별 미니옵션 전체 종목 거래량에서 최근월물 거래량이 차지하는 비중의 일평균치는 94.85%였으며, 원옵션에서도 최근월물 거래량 비중이 96.41%로 나타나 차익거래가 실행가능한 수준의 유동성은 최근월물에 집중되어 있다. 다음으로, 최근월물 중에서 콜옵션과 풋옵션별로 차익거래를 실행에 요구되는 동일한 행사가격을 공유하는 원옵션과 미니옵션의 조합을 일별로 선정한다. 이러한 절차를 거쳐, 표본기간동안 선정된 행사가격별 콜옵션과 풋옵션 종목수의 전체 표본은 11,655종목일(option-days)이며, 일평균 기준으로 콜옵션과 풋옵션별로 35.75쌍의 원옵션과 미니옵션이 선정되었다. 페어트레이딩의 측정 시간은 접속매매시간인 9시부터 15시 5분까지로 설정했으며, 만기일에는 14시 50분까지이다.

Ⅲ. 실증분석 결과

1. 옵션 가격 결정의 효율성

본 절에서는 먼저 원옵션과 미니옵션 시장에서 거래되는 옵션의 가격이 이론가격 범위내에서 적정하게 결정되었는지를 평가한다. 이 분석에서는 실제 옵션가격결정이 블랙-숄즈 옵션가격결정 모형과 같은 특정한 옵션가격결정모형으로 설명되는지에 초점을 두고 평가하는 것은 아니다. 다만, 옵션가격이 충족시켜야 할 값의 경계(boundary)를 상한과 하한으로 구분하여 옵션 시장가격이 이 경계내에서 결정되는 빈도로 원옵션과 미니옵션의 효율성을 비교한다. 차익거래 기회가 불가능한 콜옵션 가격(C_0)과 풋옵션 가격(P_0)의 결정범위는 식 (1)과 (2)이며, S_0 는 관측시점의 기초자산인 KOSPI200지수, K 는 행사가격, r_f 는 무위험이자율의 대용치인 CD91일물의 연수익률, T 는 만기일까지 연표시 잔존기간이다.

$$\text{Max}[S_0 - Ke^{-r_f T}, 0] \leq C_0 \leq S_0 \quad (1)$$

$$\text{Max}[Ke^{-r_f T} - S_0, 0] \leq P_0 \leq Ke^{-r_f T} \quad (2)$$

본 연구에서는 원옵션과 미니옵션에 대해 위 경계 범위내에서 가격이 결정되어 차익거래가 불가능한 빈도를 측정하여 옵션시장 가격결정의 효율성을 비교하기로 한다. <표 5>에 제시된 수치들은 미니옵션과 원옵션에 대해 일중 1분 간격 빈도 중에서 체결가격이 옵션가격 경계 내에 존재한 빈도가 차지하는 비율의 통계치이다. 따라서 이 비율이 높을수록 옵션가격 경계 위배로 인한 차익거래 기회 빈도가 낮고, 시장가격이 효율적으로 결정된 것으로 해석한다.

<표 5> 옵션가격 경계내 가격결정 빈도 분석

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매시간(9:00~15:05)의 1분 간격 관측치에서 체결가격이 경계내에서 결정된 상대 빈도의 평균치, 표준편차, 중간치의 일평균치를 제시한다. 머니니스는 기초자산인 KOSPI200의 전일 종가를 기준으로 내가격, 등가격, 외가격으로 구분했다. 각 패널 하단의 F통계치는 내가격, 등가격, 외가격 종목의 상대 빈도 일평균이 동일하다는 귀무가설에 대한 검정치이며, 머니니스별로 미니옵션과 원옵션간 상대 빈도의 일평균 차이에 대한 t-통계치와 비모수 검정의 유의확률(p-value)을 제시한다.

	평균치 (%)	표준편차 (%)	중간치 (%)	평균치 (%)	표준편차 (%)	중간치 (%)	미니옵션 - 원옵션	
							t-통계치	비모수 p-val
머니니스	패널 A. 미니콜옵션			패널 B. 원콜옵션			A - B	
내가격	80.94	25.66	93.17	64.56	28.53	71.36	5.40	0.000
등가격	99.34	4.42	100.00	99.42	3.92	100.00	-0.17	0.992
외가격	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00	-	-
전 체	93.58	10.09	98.03	84.28	13.17	89.08	7.09	0.000
머니니스 차이	82.93***			238.48***				
머니니스	패널 C. 미니풋옵션			패널 D. 원풋옵션			C - D	
내가격	81.31	20.82	88.12	65.13	24.15	66.83	6.42	0.000
등가격	99.49	6.00	100.00	99.51	5.73	100.00	-0.04	0.740
외가격	99.97	0.40	100.00	99.98	0.27	100.00	-0.27	0.996
전 체	94.99	6.80	97.57	87.18	9.06	87.31	8.73	0.000
머니니스 차이	115.55***			311.40***				

<표 5>의 패널 A부터 패널 D에는 원옵션과 미니옵션 가격결정의 효율성을 비교한 결과가 제시된다. 표에 제시된 수치는 옵션시장의 접속매매시간동안 1분 간격 관측치 중에서 경계 내에 관측된 빈도율의 일평균치이다. 패널 A에서 미니콜옵션의 경계 내에 관측된 빈도율의 평균치는 93.58%로 나타났다. 외가격 옵션의 모든 표본의 관측치는 경계범위 내에서 결정되었으며, 내가격 옵션이 경계내에서 체결된 빈도율의 일평균치는 80.94%이다. 우측 패널 B의 원콜옵션 가격이 경계 이내에서 결정된 빈도를 보면 내가격 평균치는 64.56%로 미니콜옵션보다 통계적으로 유의적인 수준에서 차이를 보인다. 내가격 옵션의 경계내 가격결정 빈도율의 중간치도 71.36%로 패널 A의 93.17%보다 현저히 낮다. 등가격과 외가격의 경계내 가격결정 빈도율은 각각 99.42%와 100%로 미니콜옵션의 빈도율과 유의적인 차이가 없었다. 즉, 이는 가격이 높은 내가격 옵션

일수록, 하한경계보다 저평가되어 결정되는 빈도가 증가격이나 외가격옵션보다 현저히 낮음을 의미한다.⁷⁾ 원콜옵션 전체 종목의 경계내 가격결정 빈도율은 84.28%로 미니콜옵션과 대비하여 t-통계치와 비모수 검정에서 1%수준에서 유의적인 차이를 보인다.

패널 C와 패널 D에 제시된 미니풋옵션과 원풋옵션에 대한 분석 결과도 패널 A와 패널 B와 유사하다. 내가격 옵션을 보면, 원풋옵션의 경계내 가격 결정 빈도율의 평균치는 65.13%로 미니풋옵션에 비해 통계적으로 유의적인 수준에서 낮다. 증가격과 외가격에서는 미니풋옵션과 원풋옵션의 평균 빈도율은 99%이상으로 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 전체 풋옵션의 결과를 보면 미니콜옵션의 경계내 가격 결정 빈도율은 94.99%로 원풋옵션보다 현저히 높은 결과가 확인된다. <표 5>의 결과를 요약하면 내가격 옵션일수록, 하한 경계치에 미달하여 시장가격이 결정되는 빈도가 높아 차익거래 기회가 발견되며, 이미 시장의 성숙도가 높고 거래가 활발한 원옵션 시장의 가격 효율성이 역사가 짧은 신생 시장인 미니 옵션시장보다 낮은 것은 이례적인 결과이다.

2. 머니니스 기준 페어트레이딩 전략의 수익성

<표 6>은 원옵션과 미니옵션의 페어트레이딩에 대한 빈도, 차익금액, 차익수익률의 요약통계치를 옵션의 머니니스(moneyness)별로 제시한다. 표에 제시된 수치는 하루동안 실행된 해당 전략의 실행빈도와 상대적 비율, 차익금액과 수익률의 평균치, 표준편차, 중간값을 계산하고 이에 대해 다시 일평균을 계산한 값이다. 페어트레이딩은 무투자-무위험인 차익거래의 특성을 가지므로 거래자 소유의 투자금은 고려할 필요가 없지만, 거래 실행과 관련된 매입금액 대비 차익금액으로 수익률을 계산했다.

패널 A에서는 원콜옵션 대비 미니콜옵션 가격이 고평가되어 미니콜옵션 매도와 원콜옵션 매입 포지션으로 포트폴리오를 구성하여 실행한 페어트레이딩의 수익성이 제시된다. 하루중 내가격 전체 종목에서는 평균적으로 323회의 페어트레이딩 기회가 포착되었으며, 이는 1분 간격 시점으로 관측한 결과 6.06%에 해당한다. 내가격 옵션의 거래 건당 최소 계약의 평균 이익은 116,468원이며, 우측의 매입금액 대비 평균 수익률은 3%였다. 증가격 종목에서 포착된 거래의 일평균 빈도는 47회(빈도율은 14.91%)으로 거래당 평균 수익은 15,383원이며, 수익률은 1.27%로 내가격 종목보다 대폭적으로 감소한다. 외가격 상태에서 관측된 거래의 일평균 빈도는 90회로 내가격에 비해 거래빈도와 건당 평균 이익은 5,330원으로 가장 낮았지만, 매입금액 대비 수익률은 9.63%로 나타나 내가격이나 증가격보다 높았다. 이같은 이유는 외가격 옵션의 가격이 증가격옵션이나 내가격 옵션에 비해 낮기 때문이다.

7) 이같은 결과로부터 기초자산인 KOSPI200을 공매하고, 행사가격의 현재가치를 차입한 금액으로 내가격 콜옵션을 매입하면 현재시점에서 하한치와 옵션가격간의 차익을 얻을 수 있다.

<표 6> 원옵션과 미니옵션의 페어트레이딩 수익성 분석

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간(9:00~15:05)동안 페어트레이딩 전략의 수익성에 대한 분석 결과이다. 일평균 관측빈도는 페어트레이딩 관측빈도의 일평균치이며, 빈도율(%)은 접속매매시간동안 1분 간격 총빈도수(365)×옵션종목수에서 거래 관측빈도가 차지하는 비율의 일평균이다. 표에 제시된 평균치, 표준편차, 중간치는 거래 1건당 이익에 대한 평균치, 표준편차, 중간치에 대한 일평균이다. 머니니스는 기초자산인 KOSPI200의 전일 증가를 기준으로 내가격, 등가격, 외가격으로 구분했다. 각 패널 하단의 머니니스 이익 차이에 대한 검정은 내가격, 등가격, 외가격 종목의 이익이 모두 동일하다는 귀무가설에 대한 F통계치를 제시한다. *,**,***는 각각 10%, 5%, 그리고 1%에서 통계적으로 유의적이다.

머니니스	일평균 관측빈도	매도가격 - 매입가격	금 액(원)			수익률(%)		
	건 [빈도율,%]	(point)	평균치	표준편차	중간치	평균치	표준편차	중간치
패널 A. 미니콜 매도와 원콜 매입 전략								
내가격	323 [6.06]	0.295	116,468	105,511	85,236	3.00	2.73	2.18
등가격	47 [14.91]	0.060	15,383	14,849	11,180	1.27	1.03	0.97
외가격	90 [1.73]	0.031	5,330	6,079	3,267	9.63	7.55	9.59
전 체	459 [4.10]	0.225	87,020	101,656	45,173	5.92	7.26	1.88
머니니스 차이	259.02***	176.43***	144.02***			2.29		
패널 B. 미니콜 매입과 원콜 매도 전략								
내가격	382 [7.20]	0.303	120,654	110,834	86,355	3.26	2.94	2.44
등가격	49 [15.68]	0.061	15,713	14,883	11,259	1.11	1.04	0.84
외가격	76 [1.43]	0.030	4,670	5,267	2,849	3.23	3.14	2.65
전 체	505 [4.48]	0.240	93,615	106,896	52,126	3.15	3.39	1.99
머니니스 차이	318.91***	220.78***	181.36***			35.50***		
패널 C. 미니풋 매도와 원풋 매입 전략								
내가격	313 [5.80]	0.319	128,108	128,783	91,342	3.17	3.05	2.31
등가격	54 [17.20]	0.069	19,557	19,901	13,316	1.20	1.20	0.85
외가격	236 [4.51]	0.031	5,753	7,664	3,087	4.74	5.00	3.26
전 체	600 [5.33]	0.196	76,168	113,712	24,730	3.52	4.36	1.94
머니니스 차이	82.20***	81.09***	63.95***			46.91***		
패널 D. 미니풋 매입과 원풋 매도 전략								
내가격	394 [7.36]	0.354	148,109	135,420	111,019	6.86	19.53	2.98
등가격	55 [17.40]	0.069	19,652	21,259	12,368	1.21	1.28	0.79
외가격	193 [3.80]	0.033	6,255	8,333	3,334	3.20	3.31	2.09
전 체	633 [5.66]	0.244	99,314	125,787	46,170	5.78	17.96	2.17
머니니스 차이	155.46***	167.52***	147.71***			2.84*		

이제는 패널 B에 제시된 미니콜옵션 대비 원콜옵션 가격이 고평가되어 미니콜옵션 매입과 원콜옵션 매도 포지션으로 포트폴리오를 구성하여 실행한 페어트레이딩의 결과를 보기로 한다. 좌측의 머니스별 거래 실행에 따른 평균 이익 규모를 보면 내가격에서 120,654원, 등가격에서 15,713원, 외가격에서 4,670원으로 계산되었으며, 전체 옵션의 건당 평균 이익은 93,615원이었다. 미니콜옵션 매입 금액 대비 차익의 수익률은 내가격에서 3.26%, 등가격에서 1.11%, 외가격에서 3.23%로 계산되었으며, 전체 옵션의 건당 평균 수익률은 3.15%로 나타났다.

풋옵션 가격간 괴리로부터 포착된 페어트레이딩 실행 결과는 패널 C와 패널 D에 요약되어 보고된다. 먼저 패널 C의 미니풋 매도와 원풋 매입 포지션으로 구성된 포트폴리오에서 기회가 포착된 일별 평균 관측 빈도를 보면 총 600건이며, 빈도율은 5.33%로 패널 A와 패널 B의 콜옵션보다 높다. 또한 머니스별 차익금액을 보면 콜옵션 관련 페어트레이딩보다 풋옵션 관련 페어트레이딩의 이익이 크다. 그러나 콜옵션과 마찬가지로 내가격 종목이 가장 크고 외가격 종목을 이용한 전략의 성과가 가장 낮다. 머니스별 차익거래 실행에 따른 평균 이익 규모를 보면 내가격에서 128,108원, 등가격에서 19,557원, 외가격에서 5,753원으로 계산되었으며, 전체 옵션의 건당 평균 이익은 76,168원이었다. 매입금액 대비 차익의 수익률은 내가격에서 3.17%, 등가격에서 1.20%, 외가격에서 4.74%로 계산되었으며, 전체 옵션의 건당 평균 수익률은 3.52%로 나타났다. 외가격은 등가격이나 내가격에 비해 저가이므로, 이익금액 규모가 적다하더라도 수익률은 높다. 패널 D의 미니풋옵션을 매입하고 원풋옵션을 매도한 페어트레이딩 전략 기회가 포착된 일별 평균 관측 빈도를 보면 633건으로 다른 전략보다 빈도가 가장 높았다. 머니스별 페어트레이딩의 평균 이익 규모와 수익률을 보면 내가격 옵션의 경우 148,109원(6.86%), 등가격에서 19,652원(1.21%), 외가격에서 6,255원(3.20%)으로 차익금액도 다른 옵션보다 큰 것으로 나타났다. 이와 같이 내가격에서 이익규모가 현저히 큰 이유로는 <표 1>에서 언급했던 옵션가격이 10p이상인 옵션의 최소호가단위는 10p미만의 옵션의 5배이기 때문에, 스프레드도 크기 때문이다.

<표 7>은 페어트레이딩 기회가 관측된 시점간 시간을 요약한 통계치로, 페어트레이딩을 실행한 시점부터 다음 페어트레이딩 기회 시점까지 경과한 평균 시간을 의미한다. 이는 <표 6>에 제시된 페어트레이딩 빈도와 더불어 하루동안 페어트레이딩 기회가 어느 정도 빈번히 발생하는지를 파악하기 위한 지표이다. 즉 패널 A부터 패널 D까지 제시된 결과의 공통적인 특성을 보면, 개별 종목에 대한 페어트레이딩 관측 시점간 평균 소요시간은 4.5분(패널 B)~5.6분(패널 C)으로 관측되었다. 그러나 페어트레이딩 전략에서 머니스간에는 평균 시간 차이가 크며, 모든 차익거래전략에 대해 F검정을 실행한 결과에서도 1%수준에서 머니스별 평균 시간이 동일하다는 귀무가설을 기각했다. <표 6>에서 페어트레이딩 기회가 빈번하게 관찰된 내가격 옵션의 시간이 가장 짧은 것으로 나타났으며 페어트레이딩 전략에서도 내가격 옵션에서 거래가 포착된 후 다음 거래가 포착되기까지 소요되는 평균 시간은 3분 미만으로 나타났다. 그러나 패널 A와 패널 B간 내가격 콜옵션 페어트레이딩간 시간의 일평균 차이는 1%수준에서 통계적으로 유의적이었으

며, 패널 C와 패널 D의 내가격 풋옵션 페어트레이딩의 경우에도 5%수준에서 유의적인 시간 차이가 있는 것으로 나타났다.

등가격옵션의 경우 페어트레이딩 시점간에는 최단 8.8분(패널 D)~최장 10.7분(패널 B)의 시간이 경과하여 내가격옵션보다 3배 이상의 시간이 거래 포착에 소요되는 것으로 계산되었다. 그러나 패널 A와 패널 B와 같이 콜옵션의 포지션으로 구성된 페어트레이딩 실행에 소요되는 시간의 차이에서는 통계적 유의성을 발견할 수 없었다. 외가격옵션의 페어트레이딩 시점간 평균 소요시간은 최단 13.5분(패널 C)~최장 18.4분(패널 B)으로 계산되어 페어트레이딩 포착 빈도가 낮은만큼, 소요되는 시간은 길다고 해석가능하다. 거래 기회간 시간의 중간치의 일평균은 10분 미만이며, 표준편차의 일평균이 20분으로 나타난 결과는 페어트레이딩 기회 표본 분포가 왼쪽 꼬리가 두꺼운 음의 왜도를 가진다는 것을 의미한다. 패널 A와 패널 B의 외가격 콜옵션 페어트레이딩에서는 t-검정으로 페어트레이딩 전략간 시간 차이가 없었으나, 비모수 검정에서는 5%수준에서 유의하며, 패널 B와 패널 C의 풋옵션 페어트레이딩에서도 비모수 검정에서는 1%수준에서 유의적이었다.

<표 7> 페어트레이딩 기회간 경과 시간 분석

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간(9:00~15:05)동안 차익거래 포착 시점간 소요 시간 분석 결과이다. 표에 제시된 평균치, 표준편차, 중간치는 일별 해당 머니니스내에서 관측된 k번째 차익거래 시점과 k+1번째 차익거래 시점간 경과 시간에 대한 평균치, 표준편차, 중간치에 대한 일평균이다. 머니니스는 기초자산인 KOSPI200의 전일 종가를 기준으로 내가격, 등가격, 외가격으로 구분했다. 각 패널 하단의 머니니스 시간차이에 대한 검정은 내가격, 등가격, 외가격 종목의 경과시간이 모두 동일하다는 귀무가설에 대한 F통계치이다. 거래전략 시간차이는 미니옵션 매도와 원옵션 매입 차익거래 전략 소요시간과, 미니옵션 매입과 원옵션 매도 차익거래 전략의 소요시간이 동일하다는 귀무가설에 대한 t-통계치이다. *,**,***는 각각 10%, 5%, 그리고 1%에서 통계적으로 유의적이다.

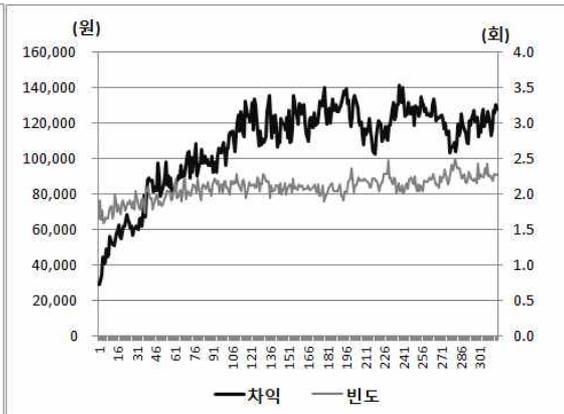
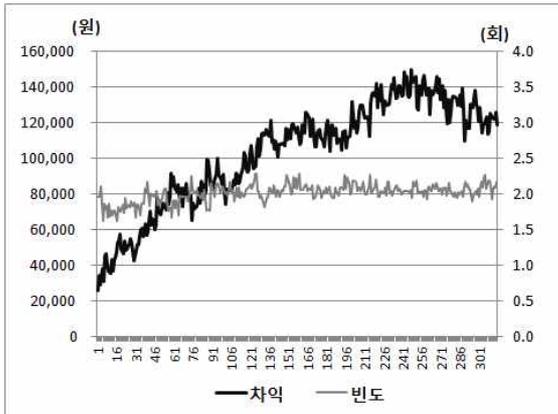
	평균치 (분)	표준편차 (분)	중간치 (분)	평균치 (분)	표준편차 (분)	중간치 (분)	거래전략 시간차이	
							t-통계치	비모수 p-val
거래전략 머니니스	패널 A. 미니콜 매도와 원콜 매입			패널 B. 미니콜 매입과 원콜 매도			A - B	
내가격	3.0	8.9	1.0	2.5	7.0	1.0	2.94**	0.000
등가격	9.7	12.2	5.4	10.7	12.2	6.1	-0.66	0.888
외가격	16.7	24.7	7.2	18.4	28.2	7.6	-1.25	0.025
전 체	5.2	13.5	1.1	4.5	12.6	1.1	3.03**	0.001
머니니스 차이	92.40***			69.86***				
거래전략 머니니스	패널 C. 미니풋 매도와 원풋 매입			패널 D. 미니풋 매입과 원풋 매도			C - D	
내가격	3.0	8.2	1.0	2.5	6.6	1.0	3.42**	0.000
등가격	9.1	10.2	5.4	8.8	10.8	4.7	0.27	0.907
외가격	13.5	22.0	5.0	16.2	24.5	7.0	-1.16	0.009
전 체	5.6	14.0	1.0	4.9	13.2	1.0	3.46**	0.000
머니니스 차이	23.95***			38.65***				

<그림 3> 일중 옵션 페어트레이딩 빈도패턴과 이익 규모

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간(9:00~15:05)동안 페어트레이딩 전략별 1분 간격 발생빈도의 패턴과 평균 차익 규모를 제시한다. 그래프에 제시된 평균 차익은 1분 간격내 페어트레이딩전략의 1건당 평균 차익의 일평균이며, 빈도는 1분 간격내 해당 전략의 실행 빈도의 일평균이다.

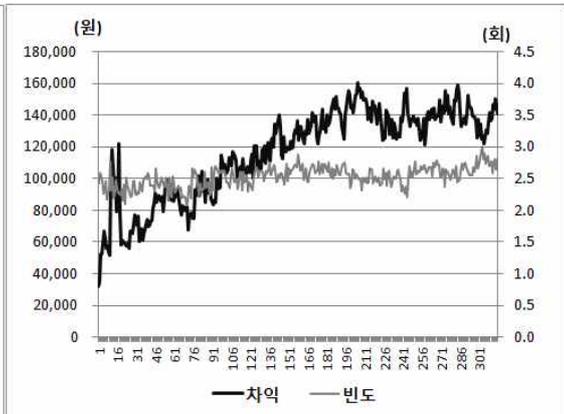
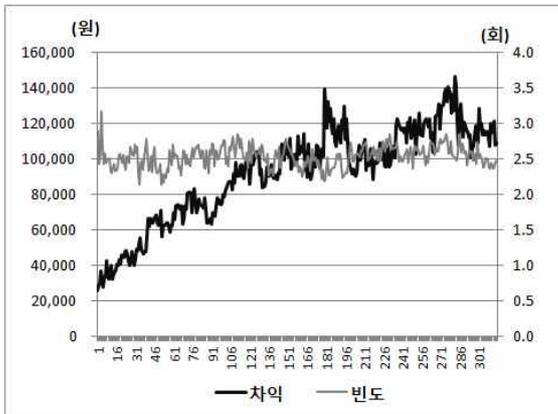
패널 A. 미니콜옵션 매도, 원콜옵션 매입

패널 B. 미니콜옵션 매입, 원콜옵션 매도



패널 C. 미니풋옵션 매도, 원풋옵션 매입

패널 D. 미니풋옵션 매입, 원풋옵션 매도



<그림 3>은 하루중 페어트레이딩의 발생빈도와 이익규모의 패턴을 제시한다. 일별로 1분 간격으로 패널 A부터 패널 D에 해당하는 페어트레이딩의 빈도와 평균 이익을 구한 다음, 이에 대한 일평균을 구했다. 패널 A~패널 D까지 관찰되는 페어트레이딩의 빈도는 접속매매시간동안 균등하게 수평적인 패턴을 보이지만, 평균 이익규모는 개장후부터 오후장까지 상승세가 지속하다 폐장전에 정체하는 모습이다. 패널 A와 패널 B에서 전체 행사가격 종목에 대해 콜옵션의 페어트레이딩 기회는 분당 평균적으로 2건이 탐색되었으며, 개장부터 폐장까지 큰 변동 없이 일정한 추세를 지속한다. 패널 A에서 미니콜옵션 매도와 원콜옵션 매입의 페어트레이딩 이익은 최초 25,814원으로부터 증가하여 장후반 13시 8분에 149,868원까지 상승하며, 패널 B의 미니콜옵션 매입 및 원콜옵션 매도 페어트레이딩도 패널 A와 유사한 결과를 보인다. 개장 후 최초 페어트레이딩의 일평균 이익은 29,591원이며, 12시 58분에 141,367원의 최대 평균 이익을 실현한다.

풋옵션 페어트레이딩의 일중 패턴은 패널 C와 패널 D에 제시된다. 분당 평균적으로 3건의 페어트레이딩이 실현되었으며, 이같은 흐름은 개장부터 폐장까지 지속되고 있다. 이익 금액은 패널 C(미니풋옵션 매도 및 원풋옵션 매입)에서는 콜옵션과 같이 약 30,000원으로부터 140,000원까지 상승하지만, 패널 D의 미니풋옵션 매입 및 원풋옵션 매도 페어트레이딩의 최대 평균 이익금액은 160,000원에 이른다. 이상에서 제시된 페어트레이딩 빈도와 수익성의 일중 패턴을 요약하면 하루중 페어트레이딩 기회는 비교적 균등하게 발생하고 있지만, 페어트레이딩의 수익성은 오전보다 오후일수록 증가하는 모습을 보인다. 오전에는 거래활동이 집중되는 가운데 거래자의 경쟁적인 주문 제출에 정보가 반영되어 가격효율성이 높을 것이다. 따라서 미니옵션과 원옵션의 가격효율성이 높다면 가격 괴리도는 낮을 것이므로 페어트레이딩의 수익성도 낮지만, 거래빈도가 둔화되는 오후에는 가격효율성이 저하되므로 이에 따라 가격 괴리도와 페어트레이딩의 수익성은 오전보다 증가함을 제시한다.

3. 유동성에 따른 페어트레이딩 전략의 수익성

미니옵션시장은 원옵션시장에 비해 거래빈도와 같은 유동성이 상대적으로 낮으므로 양 시장의 유동성 차이는 페어트레이딩 기회가 발견되는 패턴과 수익성에 영향을 미칠 것이다. 즉, 유동성이 낮을수록 가격발견의 효율성도 낮아지므로 페어트레이딩 기회가 포착될 가능성은 높지만, 체결확률도 낮아지므로 차익거래 실행도 어려워진다. <표 8>은 페어트레이딩 기회 관측 시점 직전 1분간 미니옵션과 원옵션의 체결 여부의 조합별 차익규모 금액과 수익률을 제시한다. ‘+’는 페어트레이딩 직전 1분 내에 거래가 체결된 경우이며, ‘0’은 거래가 없었던 경우로 원옵션과 미니옵션의 거래 여부에 따라 네 조합으로 분류된다.

패널 A부터 패널 D에서 미니옵션에서는 직전 1분간 거래가 없었지만, 원옵션은 거래가 있던 경우(미니 0, 원 +)에 페어트레이딩 기회가 포착되는 빈도가 가장 높았다. 패널 A와 패널 B에서 미니옵션은 거래가 없었지만 원옵션은 거래가 있었던 다음 구간에서 페어트레이딩 기회가 포착된 빈도는 각각 212회와 231회이며, 빈도율은 12.19%와 13.48%로 나타났다. 패널 C와 패널 D의 풋옵션에서는 일평균 300회 이상 관측되었으며, 이 빈도는 전체 관측 빈도 중 12.34%와 13.28%에 해당한다. (미니 0, 원 +) 직후 페어트레이딩의 평균 이익규모는 52,810원~68,119원으로 나타났으며, 매입금액대비 평균 수익률은 3.05%~4.90%였다.

<표 8> 페어트레이딩 직전 거래 조합에 따른 수익성 분석

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간(9:00~15:05)동안 페어트레이딩 포착 시점 직전 거래 여부 조합에 따른 이익과 수익률이다. 페어트레이딩 직전 '4'는 1분간 체결이 발생하고, '0'은 체결이 발생하지 않았던 경우이다. 일평균 관측빈도는 하루 중 거래 조합별 차익기회 발생 빈도(건)와 빈도율(%)의 일평균이다. 표에 제시된 평균치, 표준편차, 중간치는 일별 거래당 이익금액과 수익률의 일평균이며 t-통계치와 비모수 p-val이 제시된다. 각 패널 하단의 거래 여부 차이에 대한 검정은 일평균 관측빈도와 차익금액, 차익거래 수익률이 거래 조합별로 동일하다는 귀무 가설에 대한 F통계치이다. *,**,***는 각각 10%, 5%, 그리고 1%에서 통계적으로 유의적이다.

미니 옵션	원 옵션	일평균 관측빈도		금 액(원)			수익률(%)				
		건	[빈도율,%]	평균치	표준편차	중간치	평균치	표준편차	중간치	t-통계치	비모수 p-val
거래 여부		A. 미니콜 매도, 원콜 매입									
+	+	53	[5.10]	8,973	13,150	4,289	0.98	1.42	0.53	21.20***	0.000
+	0	3	[14.42]	80,283	66,532	69,944	4.93	8.61	2.14	1.74*	0.000
0	+	212	[12.19]	55,991	76,597	25,241	3.39	5.36	1.69	7.18	0.000
0	0	194	[2.34]	132,920	103,058	119,520	8.77	7.50	10.11	2.14**	0.000
거래 여부 차이		188.72***		41.71***			1.86				
거래 여부		B. 미니콜 매입, 원콜 매도									
+	+	53	[5.07]	9,241	13,140	4,697	0.92	1.32	0.52	22.91***	0.000
+	0	3	[15.57]	88,195	69,972	76,999	1.98	1.90	1.73	9.13***	0.000
0	+	231	[13.48]	66,800	84,682	32,851	3.05	3.38	1.85	21.10***	0.000
0	0	220	[2.65]	142,216	111,489	128,983	4.02	3.10	3.53	14.04***	0.000
거래 여부 차이		198.83***		10.44***			50.95***				
거래 여부		C. 미니풋 매도, 원풋 매입									
+	+	80	[5.88]	9,393	15,985	4,457	0.96	1.32	0.56	27.89***	0.000
+	0	3	[13.40]	117,990	153,980	104,905	3.42	3.83	2.95	5.31***	0.000
0	+	318	[12.34]	52,810	85,777	18,475	3.22	4.10	1.78	18.83***	0.000
0	0	200	[2.86]	132,499	125,015	101,024	4.93	4.27	4.11	13.06***	0.000
거래 여부 차이		126.15***		45.14***			23.25***				
거래 여부		D. 미니풋 매입, 원풋 매도									
+	+	80	[5.79]	10,357	19,463	4,683	2.64	13.24	0.54	1.58	0.000
+	0	3	[13.81]	57,131	61,517	46,553	2.31	2.07	2.09	8.14***	0.000
0	+	326	[13.28]	68,119	100,853	26,822	4.90	16.05	1.83	2.97***	0.000
0	0	223	[3.16]	167,880	131,667	153,041	7.90	20.22	4.00	2.41**	0.000
거래 여부 차이		178.01***		66.66***			1.48				

직전 1분동안 미니옵션과 원옵션의 거래 체결이 모두 없었던 경우(미니 0, 원 0)의 페어트레이딩 기회가 포착된 빈도는 일평균 194회~223회로 (미니 0, 원 +)조합 다음으로 높았지만, 빈도율은 2.34%~3.16%로 가장 낮았다. 그러나 평균 차익금액은 132,920원(패널 A)~167,880원(패널

D)으로 여타 조합의 수익성보다 높았다. 다음으로 미니옵션은 거래되었지만 원옵션은 거래가 없었던 경우(미니 +, 원 0) 다음 포착된 페어트레이딩 기회 빈도는 어느 전략에서나 일평균 3건으로 가장 낮았지만 빈도율은 13%를 초과했다. 마지막으로 미니옵션과 원옵션이 모두 거래된 구간(미니 +, 원 +) 다음 페어트레이딩의 일평균 빈도는 콜옵션의 경우 53건이며, 풋옵션의 경우에는 80건으로 집계되어 빈도율은 5.10%~5.88%로 나타났다. 그러나 평균 이익규모는 8,973원~10,357원에 분포하여 다른 경우에 비해 가장 낮았으며, 중간치도 다른 경우에 비해 낮았다. 이상의 결과는 거래여부와 차익거래의 수익성간에는 역의 관계가 존재함을 제시한다.

<표 9> 옵션 종목의 유동성별 페어트레이딩 수익성 분석

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간(9:00~15:05)동안 유동성에 따른 페어트레이딩 전략의 수익성에 대한 분석 결과이다. 일평균 관측빈도는 페어트레이딩 관측빈도의 일평균이다. 표에 제시된 평균치, 표준편차, 중간치는 거래 1건당 이익에 대한 평균치, 표준편차, 중간치에 대한 일평균이다. H는 당일 거래량을 기준으로 상위 50% 종목의 포트폴리오이며, L은 하위 50% 종목의 포트폴리오이다. 각 패널 하단에 제시된 통계치와 유의수준은 H와 L의 이익 차이에 대한 t-통계치이며, 우측열은 포지션 이익 차이에 대한 t-통계치와 비모수 검정의 유의확률(p-value)을 제시한다. *,**,***는 각각 10%, 5%, 그리고 1%에서 통계적으로 유의적이다.

	일평균 관측빈도 (건)	평균치 (원)	표준편차 (원)	중간치 (원)	일평균 관측빈도 (건)	평균치 (원)	표준편차 (원)	중간치 (원)	포지션 이익 차이	
									t-통계치	비모수 p-val
거래전략	패널 A. 미니콜 매도, 원콜 매입				패널 B. 미니콜 매입, 원콜 매도				A - B	
H	428	74,288	87,943	39,091	470	84,356	95,535	48,091	-1.35	0.215
L	31	294,999	89,479	289,060	35	272,608	85,706	274,376	0.27	0.449
전 체	459	87,020	101,656	45,173	505	93,615	106,896	52,126	-0.70	0.190
H - L	-3.59***				-6.90***					
거래전략	패널 C. 미니풋 매도, 원풋 매입				패널 D. 미니풋 매입, 원풋 매도				C - D	
H	449	40,354	56,577	16,327	449	55,011	75,530	24,824	-2.31**	0.022
L	151	197,523	131,595	167,417	184	226,982	128,789	220,477	-0.77	0.007
전 체	600	76,168	113,712	24,730	633	99,314	125,787	46,170	-2.09**	0.000
H - L	-5.01***				-7.63***					

<표 9>에서는 옵션 종목을 일별 거래량에 따라 고유동성 종목군(H)과 저유동성 종목군(L)의 2개 포트폴리오로 구분하고, 유동성에 따른 페어트레이딩 기회빈도와 이익 규모의 차이를 분석했다. 구체적으로 포트폴리오는 하루중 콜옵션과 풋옵션에 대해 행사가격별로 미니옵션과 원옵션의 합계 거래량을 구하고, 거래량 상위 50%에 해당하는 종목들을 고유동성 종목군(H), 나머지 하위 50%에 포함되는 종목들을 저유동성 종목군(L)으로 분류했다. 패널 A의 미니콜 매도 및 원콜 매입 거래 전략의 결과를 보면, 고유동성 종목군에서는 하루 평균 428건의 거래 기회가 탐색되었으며, 평균 이익은 74,288원이었다. 반면 저유동성 종목군에서는 31회로 나타나, 거래활동이 낮은 종목에서는 페어트레이딩 기회가 제한적으로 발생한다는 것을 알 수 있다. 그러나 저유동

성 종목군의 평균 거래 이익은 294,999원으로 고유동성 종목군보다 월등히 높았으며, 평균 차익에 대한 차이 또한 1%수준에서 통계적으로 유의적이었다. 우측의 패널 B의 미니콜 매입 및 원콜 매도 차익거래 전략의 분석 결과도 패널 A와 유사하다. 고유동성 종목군에서는 하루 평균 470건의 페어트레이딩 빈도에 대해, 건당 평균 이익의 일평균은 84,356원이었다. 저유동성 종목군의 일평균 관측빈도는 35회였으며, 건당 차익거래 이익은 272,608원으로 나타났다. 패널 A와 패널 B의 이익 규모에서는 통계적 차이가 없지만, 거래 전략내에서 고유동성 포트폴리오와 저유동성 포트폴리오간 평균 이익에서는 각각 1%수준에서 유의적인 차이를 보였다.

패널 C와 패널 D의 풋옵션 페어트레이딩 전략의 결과를 보면 고유동성 종목군의 차익거래 빈도는 일평균 449회였지만, 저유동성 종목군의 차익거래 빈도는 224회 이상이 발견되어 패널 A와 패널 B보다 높았다. 반면 풋옵션 이익을 비교하면 고유동성 종목을 평균 이익은 콜옵션 고유동성 종목에 비해 낮고, 저유동성 종목을 평균 이익도 콜옵션보다 낮은 것으로 나타났다. 또한 패널 C와 패널 D의 이익을 비교할 때 고유동성군 종목과 전체 종목에서는 t-검정 결과 5%수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 비모수 검정에서는 고유동성 종목군과 저유동성 종목군 모두 전체 종목에서 유의적 차이가 발견되었다.

4. 체결지연에 따른 페어트레이딩 전략의 수익 변동

본 연구에서는 저지연거래를 가정하여 페어트레이딩의 기회가 포착되는 즉시 제출된 주문호가로 체결되어 수익성을 계산했지만 현실적으로는 실행 과정에서 지연되어 체결될 수도 있다. 또한 지연되어 체결되는 과정에서 주문호가보다 불리한 가격으로 체결되는 슬리피지(slippage)로 인해 예상된 이익의 변동을 가져올 수 있다. <표 10>에서는 페어트레이딩 기회가 탐지되었지만 즉시 체결되지 않고 지연되어 1분 후의 원옵션과 미니옵션의 가격으로 거래의 포지션을 실행했을 때 손익과, 페어트레이딩 시점 이익 대비 증감액을 제시한다. 유동성이 활발하여 거래의 경쟁강도가 높은 시장에서는 페어트레이딩 포착 기회를 놓친 후에 이익을 실현하기는 어려울 것이다. 패널 A에서 콜옵션에 대해 1분 후 지연된 페어트레이딩 포지션 거래당 일평균 손익을 보면, 내가격 옵션에서는 페어트레이딩 기회 포착 시점의 이익보다 7,734원이 감소했지만 여전히 10만원 이상의 이익이 실현되는 것으로 분석되었다. 반면, 등가격 옵션에서 이익 감소액은 14,656원으로 1분후 손익은 821원으로 계산되었으며, 비모수 검정에서 5%수준의 통계적 유의성을 보였다. 그러나 외가격 옵션에서 거래가 지연되어 체결될 경우에는 손실로 전환되었으며, 이익 감소액은 8,931원으로 집계되었다.

<표 10> 페어트레이딩 시점 1분 후 손익변동 결과

표본기간인 2018년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간동안 페어트레이딩 기회 포착 시점부터 1분 후 거래 실행시 손익과 1분간 손익 증감액, 그리고 평균치에 대한 t-통계치와 비모수 p-value를 제시한다. 머니니스는 기초자산인 KOSPI200의 전일 증가를 기준으로 내가격, 등가격, 외가격으로 구분했다. *, **, ***는 평균치가 각각 10%, 5%, 그리고 1%수준에서 통계적으로 유의적임을 나타낸다.

	1분후 손익(원)					증감액(원)				
	평균치	표준편차	중간치	t-검정	비모수 p-val	평균치	표준편차	중간치	t-검정	비모수 p-val
거래전략	패널 A. 미니콜 매도, 원콜 매입									
내가격	108,799	112,759	82,638	12.28***	0.000	-7,734	42,742	-874	-20.38***	0.000
등가격	821	21,735	-671	0.71	0.044	-14,656	22,254	-11,576	-39.84***	0.000
외가격	-3,591	10,376	-3,767	-6.36***	0.000	-8,931	10,192	-7,273	-31.19***	0.000
전 체	78,708	107,735	39,933	10.83***	0.000	-8,312	36,868	-1,594	-31.13***	0.000
머니니스 차이	150.71***					113.70***				
거래전략	패널 B. 미니콜 매입, 원콜 매도									
내가격	114,264	116,739	83,792	14.00***	0.000	-6,419	41,404	-483	-22.76***	0.000
등가격	1,947	22,383	-276	1.50	0.097	-13,939	22,087	-11,208	-43.62***	0.000
외가격	-4,542	9,612	-4,717	-17.43***	0.000	-9,243	10,436	-7,667	-35.77***	0.000
전 체	86,336	112,467	48,363	13.99***	0.000	-7,279	36,772	-953	-33.38***	0.000
머니니스 차이	193.40***					174.77***				
거래전략	패널 C. 미니풋 매도, 원풋 매입									
내가격	118,572	136,834	86,850	8.25***	0.000	-8,965	48,797	-1,417	-13.06***	0.000
등가격	4,158	28,296	478	2.42**	0.949	-15,369	26,663	-12,244	-30.25***	0.000
외가격	-2,043	11,596	-2,003	-4.61***	0.000	-7,795	11,814	-5,282	-27.68***	0.000
전 체	67,538	119,370	19,074	7.96***	0.000	-8,488	38,218	-1,698	-30.09***	0.000
머니니스 차이	65.80**					61.49**				
거래전략	패널 D. 미니풋 매입, 원풋 매도									
내가격	136,678	142,444	103,912	11.57***	0.000	-10,893	48,061	-4,488	-2.66***	0.000
등가격	4,278	28,591	206	2.20**	0.348	-15,371	26,825	-12,083	-31.59***	0.000
외가격	-2,556	12,642	-3,329	-4.70***	0.000	-8,806	12,807	-6,922	-31.56***	0.000
전 체	91,451	131,692	41,551	12.81***	0.000	-7,791	40,047	-923	-31.53***	0.000
머니니스 차이	127.81***					1.96				

패널 B부터 패널 D까지의 결과도 패널 A와 유사하다. 전체 옵션 표본에서는 1분 지연된 페어트레이딩 손익에서 이익이 지속되고 있다. 내가격 옵션의 이익은 t-검정과 비모수 검정에서도 유의적으로 감소했음에도 불구하고 이익 규모는 10만원 이상으로 계산되었다. 그러나 패널 B부터 패널 D까지 등가격 옵션 표본에서 이익은 유의적으로 감소했으며, 1분 후 이익이 0과 동일하다는 가설에 대한 검정 결과에서는 비모수 검정에서 귀무가설을 기각할 수 없었다. 따라서 페어트레이딩 이익의 분포가 정규분포를 위배한다는 특성을 감안한다면, 등가격 옵션에서 1분 후에

도 양의 이익이 지속된다고는 볼 수는 없다. 그렇지만 외가격 옵션의 손실은 -2,043원(패널 C)과 -2,556원(패널 D)으로 t-통계치와 비모수 검정의 p-value 모두에서 유의적이며, 시점간 감소액 규모 또한 통계적으로 유의적으로 나타났다. 이상의 결과를 요약하면, 옵션 가격이 높은 내가격 종목에서는 1분 시간 경과시 양 옵션 가격간 괴리도가 축소되지만, 차익거래 이익은 여전히 지속함을 알 수 있다. 그러나 상대적으로 가격이 낮은 등가격이나 외가격 옵션에서 1분 경과후의 괴리도는 유의적인 양의 이익을 창출할 수준의 미만으로 하락하는 현상을 제시한다.

5. 회귀분석

본 절에서는 1절부터 4절까지 각 분석을 통해 페어트레이딩 전략의 수익성에 영향을 미치는 요인으로 확인된 설명변수를 식 (1)의 회귀모형의 설명변수로 도입하여 추정한다. 식 (3)에서 종속변수는 콜옵션과 풋옵션의 페어트레이딩 전략에 대한 행사가격 기준 종목(i)의 일별(d) 거래 평균 이익금액에 자연로그를 취한 값이다. 회귀모형에 도입된 설명변수로는 거래일의 옵션 종목을 더니니스($moneyness_{i,d}$)로, 행사가격 대비 기초자산 가격의 로그값으로 측정했다. 따라서 콜옵션의 경우에는 $moneyness_{i,d}$ 가 증가할수록, 내가격이 심화한다는(deeper) 것을 의미하며, 풋옵션의 경우에는 이와 반대로 측정치가 증가할수록 심외가격(deep out-of-the-money)에 가깝다는 것을 의미한다. <표 6>의 콜옵션과 풋옵션의 수익성은 내가격에서 가장 크고 외가격에서 가장 작으므로, β_1 의 부호는 콜옵션 페어트레이딩 전략에서는 양의 부호로 추정되며, 풋옵션 페어트레이딩 전략에서는 음의 부호로 추정된다.

설명변수인 거래량($lvolume_{i,d}$)은 페어트레이딩 실행 시점 직전 1분간 원옵션과 미니옵션 거래량 합계의 로그값으로 측정했다.⁸⁾ <표 8>과 <표 9>에서 페어트레이딩 기회 포착 직전의 거래 여부와 거래량 수준은 차익거래의 이익 규모와 관계가 있음을 제시한 바 있다. 거래가 활발한 행사가격 종목일수록, 페어트레이딩 기회의 지속성이 짧아지므로 이익 규모가 감소할 것이다. 따라서 β_2 는 음의 부호로 추정될 것이다. 기초자산의 가격 변동성($volatility$)이 클수록 옵션 가격은 증가하므로, 페어트레이딩 기회빈도와 이익규모에 정의 영향을 미쳐 변동성의 부호인 β_3 은 양으로 예상된다. 일별 변동성은 기초자산인 KOSPI200의 1분 간격 로그수익률의 표준편차로 측정했다.

마지막으로 도입한 변수는 페어트레이딩 실행일부터 최종거래일까지 잔여기간의 로그값($lmtr_d$)이다. 선행 연구들은 옵션 만기일 근처에서 거래량이 이례적으로 증가하는 거래량 효과(volume effect)와 만기일에 기초자산 변동성이 이례적으로 증가하는 변동성 효과(volatility effect)를 옵션 만기일 효과로 실증적으로 제시한다. 최종범과 류혁선(2006)은 한국주식시장에서 이러한 만기일 효과가 발생하는 원인을 만기일에 다가올수록, 차익거래가 활발해지는 현상으로 거론하고 있다.

8) 직전 1분 이내에 미니옵션과 원옵션의 거래가 동시에 0인 경우를 고려하여, 원옵션과 미니옵션 거래량의 합계에 1을 가산하여 측정했다.

따라서 만기일에 가까워질수록 강해지는 변동성과 거래량 효과는 페어트레이딩의 수익성에도 영향을 미칠 것이다.

$$lprofit_{i,d} = constant + \beta_1 moneyness_{i,d} + \beta_2 lvolume_{i,d} + \beta_3 volatility_d + \beta_4 lmtr_d + e_i \quad (3)$$

여기에서 $lprofit_{i,d}$: 일별 행사가격 종목별 페어트레이딩 전략의 평균이익의 로그값

$moneyness_{i,d}$: 일별 행사가격 종목별 머니니스로 $\ln\left(\frac{S_{d-1}}{X_i}\right)$

$lvolume_{i,d}$: 행사가격 종목별 원옵션 거래량과 미니옵션 거래량 합계의 로그값

$volatility_d$: 기초자산가격 1분 간격 로그수익률의 표준편차

$lmtr_d$: 페어트레이딩 실행일부터 최종결제일까지 잔존일의 로그값

<표 11>에서는 식 (3)의 회귀모형을 추정한 결과가 제시된다. 회귀분석 추정은 모든 설명 변수들이 도입된 다중회귀모형과 개별 설명변수만으로 구성된 단순회귀분석으로 추정했다. 패널 A와 패널 B의 콜옵션의 페어트레이딩 전략의 회귀분석 결과에서는 $moneyness_{i,d}$ 의 회귀계수 추정치는 모두 1% 수준에서 통계적으로 유의적인 양의 값으로 추정되었다. 이는 기초자산가격이 행사가격을 초과하는 정도가 클수록, 내가격성도 상승하기 때문에 이익규모도 크다는 것으로 해석된다. 이는 <표 6>을 재확인하는 결과이다. 반면에 풋옵션 차익거래 전략의 회귀분석인 패널 C와 패널 D에서 $moneyness_{i,d}$ 의 회귀계수 추정치는 모두 1% 수준에서 통계적으로 유의적인 음의 값으로 콜옵션과 상반된 결과를 제시한다. 기초자산가격이 행사가격을 초과하는 정도가 크다는 것은 풋옵션에서는 외가격성이 증가하므로 이익규모는 감소하는 것으로 해석된다. 다중회귀 모형의 수정 결정계수는 모두 0.6을 초과하며, 개별 회귀모형의 수정 결정계수도 0.5이상으로 다른 설명변수의 설명력보다 현저히 높다.

거래량의 추정 회귀계수는 패널 A부터 패널 D까지 다중회귀모형과 단순회귀모형에서 1%수준에서 유의적인 음의 부호로 추정되었다. 이는 직전 거래여부에 따라 차익규모의 차이가 제시된 <표 8>과 유동성이 높은 거래일의 종목일수록, 이익규모가 감소하는 <표 9>의 결과를 뒷받침한다. 별도의 보고결과는 생략하지만, 거래량을 원옵션과 미니옵션으로 분리하여 추정한 회귀분석 결과에서도, 회귀계수는 1%의 유의적인 음의 부호를 강건하게 유지했다. 일별 변동성의 추정 회귀계수는 전반적으로 양의 부호로 추정되었지만, 콜옵션과 풋옵션에 미치는 영향력의 통계적 유의성에서는 차이가 있다. 패널 A부터 패널 D까지 다중회귀분석에서는 모두 1%수준에서 양의 값을 갖지만, 패널 A와 패널 B의 콜옵션 차익거래 전략의 개별 회귀모형에서는 회귀계수의 값이 현저히 감소하거나 부호가 반전함과 동시에 통계적 유의성도 발견되지 않았다. 따라서 이는 변동성과 상관관계를 가진 변수가 회귀모형에 같이 도입되어 나타난 허구적(spurious) 결과로 해석할 수 있다. 반면, 패널 C와 패널 D의 개별 회귀모형의 추정된 결과는 다중회귀모형에서 추정된 회귀계수의 크기와 통계적 유의성을 비교적 강건하게 유지함을 확인할 수 있다.

최종결제일까지 잔여기간은 패널 A부터 패널 D까지 개별 회귀모형에서 공통적으로 1%수준에서 유의적인 음의 부호로 추정되었다. 패널 A와 패널 B의 콜옵션 다중회귀모형에서는 개별 회귀 모형의 추정회귀계수에 비해 그 수치는 감소했지만, 통계적 유의성은 여전히 1% 수준에서 강건하다. 그러나 패널 C와 패널 D의 풋옵션 다중회귀모형에서는 개별회귀모형과 달리 유의적인 음의 부호로 반전되었다. 만기일의 추정 회귀계수가 음의 부호로 추정된 결과는 통상적으로 만기에 접근할수록 차익거래가 활발해진다는 만기일 효과로 해석할 수 있다.

<표 11> 원옵션과 미니옵션 페어트레이딩 이익의 결정요인 분석

표본기간인 2015년 8월 3일부터 2016년 3월 31일까지 KOSPI200원옵션과 미니옵션에 대해 일중 접속매매 시간동안 측정한 페어트레이딩 전략의 수익성에 대한 회귀분석 결과이다. 패널 A부터 패널 D까지 종속변수($lprofit_{i,d}$)는 행사가격별 일평균 이익 규모에 로그를 취한 값이다. $money_{i,d}$ 는 일별-행사가격별 미니네스로 행사가격 대비 전일 증가의 로그값이다. $lvolume_{i,d}$ 은 행사가격별 미니옵션과 원옵션 거래량 합계에 로그를 취한 값이다. $volatility_d$ 는 기초자산가격의 1분 간격 로그수익률의 표준편차로 측정한다. $lmtr_d$ 는 거래 실행일부터 최종결제일까지 일단위 잔여기간의 로그값이다. *, **, ***는 각각 10%, 5%, 그리고 1%에서 통계적으로 유의적이다.

패널 A. 미니콜 매도와 원콜 매입 전략					
<i>constant</i>	9.17 (67.74)***	9.56 (344.92)***	9.51 (144.17)***	9.02 (47.08)***	9.89 (69.99)***
<i>money_{i,d}</i>	12.82 (49.83)***	12.79 (49.00)***			
<i>volume_{i,d}</i>	-0.01 (-2.31)**		-0.04 (-4.45)***		
<i>volatility_d</i>	22.92 (7.61)***			6.94 (1.43)	
<i>mtr_d</i>	-0.16 (-5.02)***				-0.23 (-4.52)***
<i>adj R²</i>	0.629	0.610	0.012	0.000	0.012
패널 B. 미니콜 매입과 원콜 매도 전략					
<i>constant</i>	9.20 (69.59)***	9.40 (343.77)***	10.17 (160.43)***	9.70 (49.03)***	10.72 (94.50)***
<i>money_{i,d}</i>	12.65 (46.03)***	13.17 (51.20)***			
<i>volume_{i,d}</i>	-0.02 (-3.74)***		-0.13 (-13.52)***		
<i>volatility_d</i>	18.12 (5.74)***			-4.58 (-0.90)	
<i>mtr_d</i>	-0.15 (-5.13)***				-0.49 (-11.36)***
<i>adj R²</i>	0.631	0.617	0.100	-0.000	0.073
패널 C. 미니풋 매도와 원풋 매입 전략					
<i>constant</i>	7.67 (70.34)***	9.53 (375.03)***	10.29 (166.20)***	7.23 (49.87)***	9.58 (84.13)***
<i>money_{i,d}</i>	-9.51 (-41.21)***	-10.55(-49.65)***			
<i>volume_{i,d}</i>	-0.08 (-13.39)***		-0.18 (-24.29)***		
<i>volatility_d</i>	43.77 (18.12)***			44.68 (12.23)***	
<i>mtr_d</i>	0.28 (9.90)***				-0.23 (-5.66)***
<i>adj R²</i>	0.617	0.526	0.210	0.062	0.013
패널 D. 미니풋 매입과 원풋 매도 전략					
<i>constant</i>	7.90 (66.36)***	9.69 (332.93)***	10.54 (147.27)***	7.32 (46.35)***	9.65 (78.53)***
<i>money_{i,d}</i>	-10.32(-38.42)***	-11.67(-45.91)***			
<i>volume_{i,d}</i>	-0.10 (-14.66)***		-0.19 (-23.20)***		
<i>volatility_d</i>	45.99 (17.32)***			44.45 (11.26)***	
<i>mtr_d</i>	0.27 (8.94)***				-0.22 (-5.04)***
<i>adj R²</i>	0.604	0.506	0.207	0.057	0.011

IV. 결 론

1997년에 CME에 S&P500을 기초자산으로 하는 E-mini S&P500 선물이 도입된 이후, 해외 파생상품 시장에서는 시장환경 변화에 따른 경쟁력 강화를 위해 미니 파생상품을 상장하고 있는 추세이다. 국내에도 기존의 KOSPI200파생상품과 기초자산은 동일하지만 계약당 거래금액이 축소된 KOSPI200 미니 선물·옵션이 2015년 7월에 도입되었으며, 이러한 미니 파생상품의 도입은 현물과 연계한 통상적인 차익거래전략은 물론, 정규 파생상품과 연계된 다양한 거래전략과 같은 새로운 투자기회를 제공할 수 있다는 점에서 긍정적으로 평가된다.

본 연구는 기존의 옵션상품을 활용한 차익거래전략과 차별적이며 개인 투자자 수준에서도 접근가능한 미니옵션과 원옵션간 가격 괴리로부터 발생하는 페어트레이딩 전략을 개발하여 그 성과를 측정했다. 이러한 페어트레이딩은 풋-콜 패리티나 선물-옵션 패리티로부터 도출되는 이론적 옵션가격을 계산하지 않고도, 옵션의 시장가격의 파악만으로도 실행가능하다는 장점이 있다. 본 논문의 실증분석을 수행하여 얻은 주요한 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 페어트레이딩이 발생하는 빈도는 표본의 총관측치의 20%미만이었으며, 머니니스별로 보면 가격이 높은 내가격 옵션에서 가장 빈번히 포착되었으며 실현되는 이익 규모도 가장 컸다. 반면, 개인 투자자가 선호하는 외가격 종목의 페어트레이딩 기회 포착 빈도는 낮고, 거래 전략 실행에 따른 이익 규모도 등가격이나 내가격 종목에 비해 적었다. 또한 내가격 옵션은 평균적으로 3분마다 차익거래 기회가 포착되는 반면, 외가격 옵션에서 차익거래 기회 시점간 경과시간은 평균적으로 10분 이상을 초과하여 머니니스별로 페어트레이딩 기회 빈도가 차별적으로 발생하는 것으로 나타났다. 둘째, 하루중 페어트레이딩 기회는 균일하게 발생하지만, 수익성은 오전보다 오후일수록 증가하는 패턴을 보인다. 이는 상대적으로 거래활동이 집중되는 오전장에 거래자의 경쟁적인 주문 제출에 정보가 반영되어 가격효율성이 높지만, 거래활동이 둔화되는 오후에는 가격효율성이 저하되어 가격 괴리도와 차익거래의 수익성이 오전보다 높음을 제시한다. 또한 횡단면적으로 유동성이 낮은 종목의 페어트레이딩의 수익성이 유동성이 높은 종목보다 상대적으로 높았다. 셋째, 회귀분석모형으로 차익거래 수익성에 대한 변수들의 설명력을 분석한 결과에서는 가격성과 수익성간 유의적인 양의 관계가 나타나지만, 거래활동과는 음의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 또한 변동성이 콜옵션에 미치는 영향은 비유의적이었으나, 풋옵션 차익거래 수익성과는 유의적인 양의 관계를 가지는 것으로 추정되었다.

본 연구에서 실험이 실행된 표본기간은 미니옵션이 새로 개설된 직후 초기이므로, 연구의 결과가 가진 한계를 감안한 해석이 필요하다. 표본기간동안 미니옵션 시장의 매매활동은 원옵션 시장에 비해 현저히 낮은 수준임을 고려한다면, 향후 미니옵션 시장의 질적 수준이 성숙화된다면 양 시장간 차익거래 기회와 이익 규모는 본 연구 분석 결과와 다른 양상으로 나타날 수 있다. 아울러, 실제 투자 환경에 근접한 페어트레이딩의 행태에 기반한 성과를 평가하기 위해서는 주문별 자료 활용이 적합하지만 본 연구에서는 시각별 체결 자료를 활용했다는 한계가 있다. 추가

적으로 주문 자료에 투자주체별 정보가 추가된다면, 페어트레이딩 전략에서 투자자의 우열을 판가름하는 결과를 제시할 수 있는 연구가 진행될 것이다. 아울러, 옵션시장 외에도 미니 파생상품이 상장된 KOSPI200선물시장 또는 금시장에 대해 페어트레이딩 전략을 실험해본다면, 향후 미니옵션은 물론 미니파생상품시장의 발전을 위해 정책적 시사점을 제공할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- 금융위원회, “자본시장 개혁을 위한 정책 추진방안”, 보도자료, 2015.
- 배기홍, 장수재, 조진완, “KOSPI 200 선물과 옵션시장 간 차익거래의 수익성에 관한 실증연구”, 『선물연구』, 12, 2, 2004, 45-71.
- 이우백, “KOSPI200 원선물과 미니선물 가격발견 기능 비교 분석”, 『선물연구』, 24, 4, 2016, 557-589.
- 이우백, “미니파생상품시장의 가격발견 효과 분석 : KOSPI200 미니옵션의 사례”, 한국증권학회 제1차 정기학술발표회 논문, 2017
- 이재하, “KOSPI200 선물과 옵션간의 일중 사전적 차익거래 수익성 및 선종결 전략”, 『한국증권학회지』, 23, 1, 1998, 145-186.
- 이재하, 임상규, “원/달러 현물과 선물간의 일중 사전적 차익거래 수익성”, 『한국증권학회지』, 30,1, 2002, 267-296.
- 정문경, “KOSPI200 지수선물가격의 일중괴리율행태와 위탁자의 차익거래기회 분석”, 『한국증권학회지』, 24, 1, 1999, 169-201.
- 최종범, 류혁선, “KOSPI 200 선물 및 옵션의 만기일 효과”, 『한국증권학회지』, 35, 1, 2006, 69-101.
- 태석준, “한국 주가지수선물시장에서의 차익거래에 관한 연구”, 『한국재무관리학회』, 14, 3, 1997, 289-318.
- 한국거래소, “코스피200 옵션 거래승수 인상 시행”, 보도자료, 2012.
- 한국거래소, “미니코스피200선물·옵션 상장”, 보도자료, 2015.
- Ates, A., and Wang, G. H. K., “Liquidity and the evolution of price discovery on floor versus screen-based trading systems : an analysis of the foreign exchange futures markets,” *Review of Futures Markets*, 14, 2005a, 217-245.
- Ates, A., and Wang, G. H. K., “Information transmission in electronic versus open-outcry trading systems : an analysis of U.S. equity index futures markets,” *Journal of Futures Markets*, 25, 2005b, 679-715.
- Bessembinder, H. and P.J. Seguin, “Price volatility, trading volume, and market depth : evidence from futures markets,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28, 1993, 21-39.
- Cao, C., Hansch, O., and Wang, X., “The informational content of an open limit-order book,” *Journal of Futures Markets*, 29, 2009, 16-41.
- Chakravarty, S., Gulen, H., and Mayhew, S., “Informed trading in stock and option

- markets,” *Journal of Finance*, 59, 2004, 1235–1257.
- Choy, S. K., and Zhang, H., “Trading costs and price discover,” *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 34, 37–57.
- Chung, H., Sheu, H. J., and Hsu, S., “Trading platform, market volatility and pricing efficiency in the floor-traded and E-mini index futures markets,” *International Review of Economics and Finance*, 19, 2010, 742–754.
- Eun, C. S., Sabherwal, S., “Cross-border listings and price discovery : Evidence from U.S.-listed Canadian stocks,” *Journal of Finance*, 58, 2003, 549–575.
- Eun Jung, Lee, “High frequency trading in the Korean index futures market”, *Journal of Futures Markets*, 35, 2015, 31–51.
- Fama E. F., and J. D.. MacBeth, “Risk, return, and equilibrium : empirical tests,” *Journal of Political Economy*, 81, 1973, 607–636.
- Gilbert, C. L., & Rijken, H. A., “How is futures trading affected by the move to a computerized trading system? Lessons from the LIFFE FSTE 100 contract,” *Journal of Business Finance & Accounting*, 33, 2006, 1267–1297.
- Gonzalo, J., and Granger, C.W.J., “Estimation of common long-memory components in cointegrated systems,” *Journal of Business & Economic Statistics*, 13, 1995, 27–36.
- Hasbrouck, J., “One security, many markets : Determining the contributions to price discovery,” *Journal of Finance*, 50, 1995, 1175–1199
- Hasbrouck, J., “Intraday price formation in US equity index markets,” *Journal of Finance*, 58, 2003, 2375–2400.
- Harris, F., McNish, T, and Wood, R., “Cointegration, error correction, and price discovery on informationally linked security markets,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 30, 1995, 563–579.
- Huang, R., “The quality of ECN and Nasdaq market maker quotes,” *Journal of Finance*, 57, 2002, 1285–1319.
- Karagozoglou, K. A., and Martell, F. T., “Changing the size of a futures contract: Liquidity and microstructure effects,” *Financial Review*, 34, 1999, 75–94.
- Kurov, A., and Lasser, D, J., “Price dynamics in the regular and e-mini futures markets,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 39, 2004, 365–384.
- Kurov, A., “Information and noise in financial markets : evidence from the e-mini index futures,” *Journal of Financial Research*, 31, 2008, 247–270.
- Kurov, A., “Tick size reduction, execution costs, and informational efficiency in the regular and e-mini NASDAQ-100 index futures market,” *Journal of Futures Markets*, 28,

2008, 871–888.

- Lin, C.C., H. Hsu, and C.Y. Chiang, “The information transmission between two substitutes of index futures : the case of TAIEX and mini-TAIEX stock index futures,” *Asia-Pacific Management Review*, 9, 2004, 689–707.
- Manaster, S. and R. J. Rendleman, “Option prices as predictors of equilibrium stock prices,” *Journal of Finance* 37, 1982, 1043-1058.
- Pavabutr, P., and Chaihetphon, P., “Price discovery in the Indian Gold futures market,” *Journal of Economics and Finance*, 34, 2010, 455–467.
- Schwarz and Szakmary, “Price discovery in petroleum markets : arbitrage, cointegration and the time interval of analysis,” *Journal of Futures Markets*, 14, 1994, 147–167.
- Tao, L., and Song, F. M., “Do small traders contribute to price discovery? Evidence from the Hong Kong Hang Seng index markets,” *Journal of Futures Markets*, 30, 2010, 156–174.
- Tse, Y., and Xiang, J., “Market quality and price discovery : Introduction of the E-mini energy futures,” *Global Finance Journal*, 16, 164–179.
- Theissen, E., “Price discovery in floor and screen trading systems,” *Journal of Empirical Finance*, 9, 2002, 455–474.
- Wang, T.T., C.C. Chang, and W.C. Lee, “Price discovery between regular and mini index futures in the Taiwan Futures Exchange,” *International Review of Economics and Finance*, 27, 2013, 224–237.