

지수선물시장에서의 동반매매와 속도 경쟁*

최 병 욱**

〈요 약〉

본 연구는 KOSPI 200 주가지수선물시장에서 관찰되는 동반매매(parallel trading) 현상과 이 매매에 참여하는 거래자들 사이에서 벌어지는 속도경쟁에 대해 고찰한다. 다수의 거래자가 거의 동시에 동일 방향과 동일가격으로 주문을 제출하는 동반매매는 잔존만기 30일 이내의 최근월물 지수선물계약에서 매일 평균적으로 6,663회, 즉 접속매매시간 중 매 3.56초마다 한 번씩 발생하고, 동반매매에 참여하는 평균주문수는 6.9건, 평균지속시간은 4ms(밀리세컨)인 것으로 나타났다. 또한 외국인투자자의 동반매매 참여비중은 97%이고, 동반매매는 전체 체결량 중 41% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 동반매매의 발생동기를 알아보기 위하여, 본 연구에서는 TAQ데이터를 이용하여 동반매매 직전 10ms와 1ms 사이의 주문흐름불균형을 조사하고 아울러 이 수치와 동반매매의 주문방향과 유의한 관계가 있는지를 프로빗모형으로 분석하였다. 그 결과 일반적인 시장성주문과 달리 일부의 동반매매가 주문흐름의 변화와 밀접하게 관련하여 발생하는 것으로 나타났다. 또한 일부 동반매매 참여자의 주문처리 속도는 1ms 또는 그 미만인 것으로 추정되었다.

주제어 : 동반매매, 고빈도매매, 주문흐름불균형, 미시시장구조, 지연차익거래

논문접수일 : 2023년 02월 10일 논문수정일 : 2023년 03월 04일 논문게재확정일 : 2023년 03월 08일

* 심사과정에서 유익한 논평을 주신 두 분의 익명 심사위원께 감사드립니다.

** 건국대학교 경영대학 경영학과 교수, E-mail: bwchoi@konkuk.ac.kr

I. 서 론

어느 온라인 쇼핑몰에 매일 3.56초마다 한 번씩 다수의 고객들이 한꺼번에 몰려 들어와 쇼핑몰의 물건을 순식간에 구매한다고 생각해보자. 그 고객의 무리는 적게는 3명, 많게는 30명이 넘기도 하는데, 이들이 한꺼번에 물건을 사버리는 바람에 열에 아홉 번은 금방 재고가 바닥을 드러낸다. 이들 고객이 물건을 사는 속도는 워낙 빨라 한번 휩쓸고 지나가는 시간이 짧게는 1ms(millisecond, 밀리초, 1/1000초)이고 길면 20ms이다. 고객간 구입경쟁은 매우 치열하여 이들 중 소수의 고객만이 원하는 물품을 살 수 있고 나머지 고객의 주문은 취소되거나 대기주문으로 남는다. 이러한 일들이 매일 평균적으로 6,663번 반복된다.

실제 KOSPI 200 주가지수선물시장에서 이러한 일들이 매일 발생하고 있다. 2019년 5월부터 2020년 9월까지의 기간 중 오전 9시부터 오후 3시 35분 사이에, 인접 주문과의 시차가 10ms 미만이고 주문가격과 주문방향이 동일한 주문들의 집합, 즉 동반매매가 매 3.56초마다 한 번씩 다수의 거래자로부터 발생한다.¹⁾ 이 주문으로 인해 체결되는 거래량은 평균적으로 16계약인데 이는 전체 선물거래량의 41%를 차지한다. 이 동반매매가 한 번씩 휩쓸고 지나갈 때마다 최우선매수호가 또는 최우선매도호가의 잔고는 순식간에 소진되는데 이런 경우가 100회의 거래흐름 중 90회 발생하여 경쟁에서 밀린 나머지 지정가주문들은 체결에 이르지 못하게 된다. 이러한 동반매매는 하루에 평균 6,663회 발생하고 주문수로는 하루 평균 4만 6천여 건이다.²⁾ 이 동반매매는 짧게는 1ms 내에 끝나기도 하고 더 길기도 하지만 아무리 길어도 20ms 내에 대부분 종료된다. 매 동반매매당 적게는 3명의 거래자 많게는 30명 이상의 거래자가, 즉 평균적으로 6.9명의 거래자가 동반매매에 참여하는데, 이 주문경쟁에서 최소 한 계약이라도 체결하는 거래자는 평균적으로 전체 주문자 중 30% 정도에 불과하다. 동반매매에 참여하는 주문자의 68%는 IOC 주문조건을 사용하고 주문자의 97%는 외국인 거래자이다. 동반매매의 26%는 장 시작 후 첫 한 시간인 오전 9시부터 10시 사이에 시간별 가장 많이 발생하고 있고, 48%가 장 개시 후 첫 두 시간인 오전 11시까지 발생하고 있으며 이후부터 감소세를 보이다가 오후 2시부터 약간 증가세를 나타낸다.

이러한 동시다발적 주문이 다수의 거래자로부터 발생하는 이유가 무엇일까? 우연인가

1) 민재훈(2008)과 최병욱(2022)은 동반매매를 영어로 herding이라고 표현하였으나, 행동재무학에 의하면 herding은 다른 거래자의 거래행위를 모방함으로 인해 나타나는 행동으로 정의한다. 이런 차원에서 본 연구에서 분석하는 동반매매는 herding보다는 parallel trading에 가깝다.

2) 본 동반매매는 주문들 사이의 시차가 10ms인 A형 동반매매로서 <표 3>에 제시된 바와 같이 2019년에 243,923회, 2020년에 568,915회 발생했다. 표본데이터 중 거래일수가 122일이므로 일평균 동반매매의 발생횟수는 $(243,923 + 568,915) / 122 = 6,663$ 회이다.

아니면 어떤 신호에 따라 동시에 움직이는 것일까? 본 연구의 목적은 KOSPI200 주가지수 선물시장에서 이러한 동반매매의 행태에 대한 실태를 파악하고 그 거래의 동기를 규명해 보는 것이다.

동반매매(parallel trading)란 Kraus and Stoll(1972)에 의하면 “일부의 거래자그룹이 특정 자산에 대하여 일정한 시간동안 같은 방향으로 매매를 추구하는 행위”라고 정의된다.³⁾ 본 연구에서 분석대상으로 삼는 KOSPI 200 지수선물시장에서의 동반매매란 “직전과 직후 주문들 사이의 시차가 일정시간 미만으로서 동일한 방향과 동일한 가격으로 연달아 3개 이상 제출되는 주문들의 집합”으로 정의한다. 본 연구에서는 동반매매를 구성하는 주문들 사이의 시차를 1ms, 5ms, 10ms 등 세 가지로 각기 달리 구성한다. 이를 통해서 동반매매를 구성하는 인접 주문들 사이의 시간간격이 변화할 경우 동반매매의 특성이 어떻게 다르게 나타나는지를 분석해보려고 한다.

고빈도매매(high-frequency trading)의 성격을 갖는 동반매매에 대해 해외문헌에 소개된 연구로서는 2015년 하반기 9주 동안의 표본기간에서 영국의 FTSE 350 주식을 대상으로 다수의 고빈도거래자 사이에서 벌어지는 지연차익거래(latency arbitrage)의 경쟁을 조사한 Aquilina et al.(2022)의 연구가 있다.⁴⁾ 지연시간(latency time)은 주문처리 시간으로서 시장정보를 수집, 처리 및 판단하여 제출한 주문이 거래소에 도착하기까지의 총시간을 의미한다. 이 연구는 지연차익거래를 시도하는 고빈도거래자의 주문처리속도가 5-10 μ s (microsecond, 백만분의 1초)이고, 이 지연차익거래가 전체 체결량의 20%의 비중을 차지하며, 상위 6개의 기관이 전체 승리의 80%를 차지한다고 보고하고 있다. 또한 이 연구는 지연차익거래경쟁이 가격충격과 유효스프레드의 1/3 정도를 설명하고, 이 경쟁이 일반 주식거래자에게 0.5 베이시스 포인트의 세금을 가산하는 효과가 있는 것으로 보고 있다. 그러면서 이들은 고빈도거래자 사이의 경쟁이 과거 10년 전에는 밀리세컨(ms)이었다면 지금은 마이크로세컨(μ s) 단위의 경쟁이라고 주장하고 있다. 이에 앞서 Wah and Wellman(2013)은 지연차익거래가 시장의 효율성과 유동성에 미치는 영향을 고찰하였고, Budish et al.(2015)은

3) Kraus and Stoll(1972)은 동반매매가 시장상황의 전환에 대해 다수의 거래자들이 우연히 동일하게 반응하여 발생되거나 혹은 의도를 갖고 계획적으로 발생될 수 있다고 보았다. 비의도적 동반매매에는 price-aggressive와 price-responsive의 두 가지가 존재하고 의도적 동반매매에는 follow-the-leader behavior와 price manipulation 두 가지가 있다. 따라서 이들의 정의에 의하면 parallel trading은 herding을 포함하는 개념이라고 볼 수 있다.

4) Wah and Wellman(2013)은 지연차익거래가 속도경쟁력이 있는 거래자에 의한 차익거래이고, Budish et al.(2015)은 일반적인 차익거래가 전통적 미시시장구조 모형(Kyle, 1985; Glosten and Milgrom, 1985)에서 언급되는 비대칭적 사적정보를 기반으로 발생하고 있는데 반해, 지연차익거래는 대칭적으로 시장에서 관찰되는 공적정보를 기반으로 발생하는 차익거래라고 기술하고 있다. 지연차익거래는 지연호가(stale quote)에 대한 sniping 또는 picking-off 하는 거래라고도 부른다.

복수의 거래소가 존재하는 경우 지연차익거래가 어떻게 발생하는지를 예를 들어 설명하고 있다. 최병욱(2022)은 KOPSI200 지수옵션시장에서 IOC(immediate-or-cancel)주문의 정보거래 여부를 조사하였는데, IOC 주문들이 동반매매의 형태로 나타나고 있다는 실증분석 결과를 제시하였다. 또한 IOC동반매매는 외국인이 99% 이상 주도하고 전체 지수옵션 체결량의 56%를 차지한다고 보고하고 있다.

지연차익거래를 포함한 동반매매는 주문속도에서의 우위성을 바탕으로 이루어지기 때문에 이들 주문의 실행자는 기본적으로 고빈도매매자(high-frequency traders)라고 볼 수 있다. 고빈도매매에 대한 연구로서는 고빈도매매가 시장품질에 미치는 영향을 실증적으로 고찰한 연구(Carrion, 2013; Hasbrouck and Sarr, 2013; Lee, 2015; Korajczyk and Murphy, 2019; Ammar and Hellara, 2021), 새로운 전자주문거래환경에 적응하는 새로운 거래전략에 관한 연구(Hagströmer and Nordén, 2013; Menkveld, 2013; Foucault et al., 2016; Hirschey, 2021), 고빈도매매에 대한 규제와 정책에 관한 연구(Budish et al., 2015; Kirilenko et al., 2017; Brogaard and Garriott, 2019), 그리고 속도가 고빈도거래자의 거래성과에 미치는 영향을 고찰한 연구(Hoffmann, 2014; Biais et al., 2015; Baron et al., 2019) 등이 있다.

국내의 고빈도매매에 대한 연구로는 우민철, 최혁(2013), 정재만, 전용호, 최혁(2014), 우민철, 이우백(2014), 박수철(2020), Lee(2015), Kang et al.(2020), 최병욱(2022) 등이 있다. 이들 연구는 국내의 주식시장과 파생상품 시장에서 고빈도거래의 현황과 시장품질에 미치는 영향 등을 조사하고 있다.

고빈도매매에 대한 대부분의 연구들이 겪는 어려움 중 하나는 고빈도매매로 인해 발생하는 대규모의 거래데이터 처리와 분석인데, 이로 인해 고빈도매매를 통해 수행하는 차익거래를 포함한 여러 전략의 범위와 효과를 파악하기가 용이하지 않다는 점이다(SEC, 2014). 또한 Hagströmer and Nordén(2013)이 지적했듯이 주문주도형시장에서 주문집계장(limit order book)이 익명으로 기록되어 있기 때문에 프랍트레이더(proprietary trading firms)의 거래 전략에 관해 실증적으로 분석하는 일은 쉽지 않다.

본 연구는 지수선물시장에서 고빈도매매를 바탕으로 전개되는 동반매매의 현황을 조사하고 그 동기를 밝히는 것이다. 최병욱(2022)에서는 지수옵션시장에서 IOC 주문만으로 이루어지고 주문들 사이의 시차가 10ms 이내인 매매를 연구 대상으로 하는 반면, 본 연구에서는 지수선물시장을 대상으로 IOC주문 이외에 FOK(fill-or-kill)주문과 모든 비조건적 일반주문을 포함한 동반매매를 대상으로 하고 있다.⁵⁾ 또한 앞서 기술한 바와 같이 인접

5) 주가지수 파생상품시장에는 외국인과 기관에 대한 증권거래세 면세혜택이 주식시장에 비해 많아 이들 시장에서 고빈도거래에 대한 세금 부담이 상대적으로 적어 거래가 활발한 것으로 평가된다. 주식시장에서 발생하는 동반매매의 현황에 대해서는 추후 연구를 통해 규명되겠지만 유동성과 세금 측면을 고려해볼 때 지수파생시장 보다는 활발하지 않을 것으로 판단된다.

주문들 사이의 시차를 10ms, 5ms, 1ms 등 세 가지로 변화시키면서 분석하고 있어 시차의 변화에 따른 동반매매의 특성에 대한 민감도분석이 가능하다는 차이가 있다.

무엇보다도 본 연구의 중요한 기여는 동반매매의 발생 동기 중 하나로서 동반매매와 전자주문집계장(electronic limit order book)으로부터 추정되는 주문흐름불균형(order flow imbalance) 사이의 관계를 분석하였다는 점이다. 여기서 주문흐름불균형이란 매수주문과 매도주문의 강도 그리고 최우선매수호가와 최우선매도호가의 잔고수준으로 결정되는 수치로서 이 값이 증가하면 시장에 매수압력이 커진 것이고 감소하면 매도압력이 커진 것을 의미한다. 본 연구에서는 동반매매가 발생하기 전 과거 10ms 전부터 1ms 직전까지의 짧은 기간동안 주문흐름불균형의 증가와 매수동반매매, 그리고 주문흐름불균형의 감소와 매도동반매매의 발생 사이에 통계적으로 유의한 관계가 존재한다는 결과를 제시하였다. 이는 KOSPI200 지수선물을 거래하는 일부의 거래자들이 주문흐름불균형이라는 수치를 인덱스로 하여 이 인덱스의 변화를 시세변동의 신호로 받아들여 주문을 실행시키고 있다는 점을 시사한다. 동반매매를 구성하는 인접 주문들 사이의 시차를 10ms에서 5ms 그리고 다시 1ms로 감소시킬수록 주문흐름불균형과 동반매매 사이의 관련성에 대한 통계적 유의성이 더 증가하는 것으로 나타나고 있다.

본 연구의 또 다른 기여는, 앞의 결과를 통해서 국내의 지수선물시장에서 활동하는 고빈도거래자 중에서 주문 속도측면에서 우위를 갖는 거래자들이 최대 1ms 이내의 매우 신속한 주문처리능력을 보유하고 있다는 것을 제시하였다는 점이다. 이는 Musciotto et al.(2021)와 Aquilina et al.(2022)의 연구와 부합되는 것으로, 한국의 거래소 시장도 이제 본격적으로 전 세계 주요 글로벌 거래소처럼 밀리초(ms) 단위의 경쟁이 아닌 마이크로초(μ s)의 경쟁시대로 접어들었음을 시사한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제II장에서는 연구에 사용된 데이터에 대해 기술하였고, 제III장에서는 동반매매의 현황을 정리하였다. 제IV장에서는 동반매매에 내재된 정보거래 확률을 조사하였고, 제V장에서는 동반매매와 주문흐름불균형 사이의 관계를 분석하였다. 마지막으로 제VI장에서는 결론과 시사점을 기술하였다.

II. 데이터

본 연구에서 사용하는 자료는 한국거래소(KRX)에서 제공한 TAQ(trade and quote) 데이터로서 2019년 5월부터 2020년 9월까지의 잔존만기 1개월 이내인 122일의 거래일에 대해 KOSPI200 주가지수 선물계약의 모든 체결과 호가정보를 담고 있다. 코로나 팬데믹이

시장에 직접적인 영향을 준 시기가 2020년 2월경이므로 본 데이터를 통해서 코로나 전후의 시기를 비교해볼 수 있는 장점이 있다. 데이터에 수록된 필드는 종목코드, 밀리초 단위의 호가 및 거래시간, 매수/매도 여부, 가격, 주문량 및 체결량, 주문종류(시장가 및 지정가), 주문조건(IOC, FOK, GTC(good-till-canceled)), 1단계부터 5단계까지의 매수 및 매도호가 및 수량, 거래자에 대한 제한된 계좌정보 등이다. 또한 체결데이터에는 각 체결 건마다 호가접수번호와 호가접수시간이 수록되어 있어 해당 체결 건이 매수주도인지 매도주도거래인지 여부를 파악할 수 있다. 아울러 본 데이터로부터 주문자 또는 체결자의 투자자유형(개인, 기관 및 외국인투자자)을 파악할 수 있다.

KOSPI 200 선물물시장은 1996년 개장 이후 전 세계에서 거래유동성이 많은 시장 중 하나로서 본 연구에서 수행하고자 하는 바를 매우 효과적으로 분석할 수 있다. KOSPI 200 선물시장의 접속매매(continuous two sided auction)는 오전 9시에 개장하여 오후 3시 35분까지(만기일에는 오후 3시 20분까지) 거래가 유지된다. 단일가매매(single-price auction)는 장 열리기 30분 전인 오전 8시 30분부터 9시까지 그리고 오후 3시 35분부터 3시 45분까지 10분간(만기일에는 3시 20분부터 3시 30분까지) 진행된다.

<표 1>은 2019년 5월부터 2020년 9월까지 접속매매시간대인 오전 9시부터 오후 3시 35분까지의 거래시간 중 잔존만기 1개월 이내의 KOSPI 200 선물계약에 대한 체결량을 투자자그룹 및 매수주도와 매도주도거래량을 연도별로 구분하여 정리한 것이다.

<표 1> 투자자유형별 선물계약의 체결량

아래의 표는 2019년 5월부터 2020년 9월까지의 표본기간에 대해 9:00부터 15:35까지의 거래시간 중 잔존만기 1개월 이내의 KOSPI200 선물계약의 체결량을 연도별, 투자자유형별, 그리고 매수 및 매도주도별로 정리한 것이다. 체결량의 단위는 선물계약임.

2019년			
	매수주도체결량	매도주도체결량	%
기관	590,222	584,206	9.37%
개인	1,226,927	1,223,101	19.54%
외국인투자자	4,468,203	4,443,297	71.09%
전체	6,285,352	6,250,604	100.00%
2020년			
	매수주도체결량	매도주도체결량	%
기관	890,461	911,898	9.45%
개인	1,483,248	1,545,516	15.88%
외국인투자자	7,103,671	7,134,770	74.67%
전체	9,477,380	9,592,184	100.00%

Ⅲ. 동반매매의 현황

본 장에서는 KOSPI 200 주가지수선물시장에서 발생하고 있는 동반매매의 현황을 정리하여 제시하고 있다. 동반매매(parallel trading)는 다수의 거래자가 거의 동시에 동일방향과 동일가격으로 주문을 제출하는 주문들의 배치(batch)로서, 본 연구에서는 동반매매당 최소한 3개 이상의 연속된 주문이 제출된 경우로 제한한다. 또한 동반매매를 구성하는 주문들 사이의 시간간격에 따라 동반매매를 다음 세 가지 형태로 구분한다.

- A형 동반매매: 인접 주문 사이의 시간간격이 10ms 미만인 동반매매
- B형 동반매매: 인접 주문 사이의 시간간격이 5ms 미만인 동반매매
- C형 동반매매: 인접 주문 사이의 시간간격이 1ms 미만인 동반매매

<표 2>는 매도 및 매수동반매매의 예를 제시한 것이다. Panel A는 2020년 9월 4일 9시 25분 23초 929ms부터 937ms까지 8ms 동안 13개의 매도거래자로부터 발생한 A형 매도 동반매매를 나타낸다.⁶⁾ 인접 주문 사이의 시간 간격은 최대 5ms이고 첫 6개의 주문은 동일한 시각에 발생되었다. 하지만 마이크로초(microsecond) 단위에서는 주문 접수시각이 다를 것이다. 당시 최우선매수호가는 309.90포인트이고 잔고는 3계약이다. 이 잔고는 첫 매도주문에 의해 바로 체결되고 이로 인해 최우선매수호가는 309.85로 1틱인 0.05포인트 감소한다. 이후 밀리초 단위에서 동일한 시간에 접수된 5개의 주문과 또 그 이후에 접수된 7개의 주문은 새롭게 하락 조정된 최우선매수호가보다 큰 지정가주문이기 때문에 체결로 이르지 못한다. 참고로 아홉 번째 주문번호와 열 번째 주문번호 사이 등 일부 주문번호 사이에 주문번호가 누락된 이유는 중간에 취소주문이 포함되어 있기 때문이다. 13개의 매도주문 중 일반주문은 7건이고 나머지 6건은 모두 IOC주문이다. IOC주문의 경우 체결되지 못한 주문량은 자동취소된다.

Panel B는 15개의 매수주문으로 구성된 B형 매수동반매매의 예를 보여주고 있다. 인접주문 사이의 최대 시간 간격은 4ms이고 첫 주문과 마지막 주문 사이의 시간 간격은 6ms이다. 최우선매도가가 282.0포인트이고 잔고가 55계약인데 첫 8개의 매수주문에 의해 대기 잔고는 모두 체결되어 소진되고 최우선매도호가는 282.05포인트로 1틱 증가한다. 55개의 최우선

6) KRX에서 제공하는 TAQ 데이터에는 모든 주문에는 고유의 주문번호가 기록되어 있으며, 본 연구에서는 편의상 동반매매내에서 주문번호가 다를 경우 다른 주문자로 가정한다. 이 경우 동일한 거래자가 분할 주문을 할 경우 주문자수가 과대평가되는 상황을 배제할 수 없다. 하지만 선물계약에서는 일반적으로 주식만큼 계약규모가 크지 않아 분할주문의 실익이 별로 없고, 동반매매에 속한 주문들의 주문수량이 동일한 사례가 많다는 점을 고려하면 오차가 크지는 않을 것으로 판단한다.”

매도호가 잔고가 모두 체결되어 소진되기까지 소요된 시간은 불과 1ms이다. 성공 주문 8개 중 일반주문은 다섯 개이고 IOC주문이 3개이다. Panel C는 10개의 매수주문으로 구성된 동반매매로서 인접 주문 사이의 시간간격은 모두 1ms 미만이어서 C형 매수동반매매이다. 최우선매도호가 268.05포인트이고 잔고가 56계약인데, 첫 4개의 매수주문에 의해 대기 잔고는 모두 체결되어 소진된다. 잔고가 소진되기까지 소요된 시간은 최대 1ms이다.

<표 2> 동반매매의 사례

아래의 표는 매도 및 매수동반매매의 사례를 제시한 것이다. Panel A는 2020년 9월 4일 9시 25분 23초 929ms부터 937ms까지 8ms 동안 13개의 매도거래자로부터 발생한 A형 매도동반매매를 나타낸다. Panel B는 2019년 11월 28일 14시 47분 5초 446ms부터 452ms까지 6ms 동안 15개의 매수거래자로부터 발생한 B형 매수동반매매를 나타낸다. Panel C는 2019년 6월 7일 오전 10시 42분 40초 230ms에 1ms 이내에 10개의 매수거래자로부터 발생한 C형 매수동반매매를 나타낸다.

Panel A: A형 동반매매

거래일	주문 번호	주문 시간	주문 수량	매수/매도	주문 가격	최우선 매도호가	잔고	주문 종류	주문의 성공여부
20200904	221052	9:25:23:929	3	Sell	309.9	309.90	3	IOC	체결
20200904	221053	9:25:23:929	3	Sell	309.9	309.85	78	IOC	미체결
20200904	221054	9:25:23:929	3	Sell	309.9	309.85	78	IOC	미체결
20200904	221055	9:25:23:929	3	Sell	309.9	309.85	78	IOC	미체결
20200904	221056	9:25:23:929	3	Sell	309.9	309.85	78	IOC	미체결
20200904	221057	9:25:23:929	3	Sell	309.9	309.85	78	IOC	미체결
20200904	221058	9:25:23:931	3	Sell	309.9	309.85	78	일반	미체결
20200904	221059	9:25:23:932	1	Sell	309.9	309.85	78	일반	미체결
20200904	221060	9:25:23:932	1	Sell	309.9	309.85	78	일반	미체결
20200904	221063	9:25:23:932	2	Sell	309.9	309.85	68	일반	미체결
20200904	221066	9:25:23:937	5	Sell	309.9	309.85	67	일반	미체결
20200904	221067	9:25:23:937	1	Sell	309.9	309.85	67	일반	미체결
20200904	221068	9:25:23:937	1	Sell	309.9	309.85	67	일반	미체결

Panel B: B형 동반매매

거래일	주문 번호	주문 시간	주문 수량	매수/매도	주문 가격	최우선 매도호가	잔고	주문 유형	주문의 성공여부
20191128	501784	14:47:05:446	6	Buy	282.00	282.00	55	일반	체결
20191128	501785	14:47:05:447	6	Buy	282.00	282.00	49	일반	체결
20191128	501786	14:47:05:447	8	Buy	282.00	282.00	43	일반	체결
20191128	501787	14:47:05:447	5	Buy	282.00	282.00	35	일반	체결
20191128	501788	14:47:05:447	3	Buy	282.00	282.00	30	일반	체결
20191128	501789	14:47:05:447	11	Buy	282.00	282.00	27	IOC	체결
20191128	501790	14:47:05:447	6	Buy	282.00	282.00	16	IOC	체결
20191128	501791	14:47:05:447	15	Buy	282.00	282.00	10	IOC	체결
20191128	501792	14:47:05:447	6	Buy	282.00	282.05	158	일반	미체결
20191128	501793	14:47:05:447	15	Buy	282.00	282.05	158	일반	미체결
20191128	501794	14:47:05:448	2	Buy	282.00	282.05	158	IOC	미체결
20191128	501796	14:47:05:448	8	Buy	282.00	282.05	158	IOC	미체결
20191128	501797	14:47:05:448	16	Buy	282.00	282.05	158	IOC	미체결
20191128	501798	14:47:05:452	19	Buy	282.00	282.05	158	IOC	미체결
20191128	501799	14:47:05:452	5	Buy	282.00	282.05	158	일반	미체결

<표 2> 동반매매의 사례(계속)

Panel C: C형 동반매매

거래일	주문 번호	주문 시간	주문 수량	매수/ 매도	주문 가격	최우선 매도호가	잔고	주문 유형	주문의 성공여부
20190607	369117	10:42:40:230	3	Buy	268.05	268.05	56	일반	체결
20190607	369122	10:42:40:230	24	Buy	268.05	268.05	50	IOC	체결
20190607	369124	10:42:40:230	2	Buy	268.05	268.05	26	일반	체결
20190607	369125	10:42:40:230	124	Buy	268.05	268.05	24	IOC	체결
20190607	369126	10:42:40:230	124	Buy	268.05	268.10	188	IOC	미체결
20190607	369127	10:42:40:230	124	Buy	268.05	268.10	188	IOC	미체결
20190607	369128	10:42:40:230	124	Buy	268.05	268.10	188	IOC	미체결
20190607	369129	10:42:40:230	4	Buy	268.05	268.10	188	일반	미체결
20190607	369130	10:42:40:230	124	Buy	268.05	268.10	188	IOC	미체결
20190607	369131	10:42:40:230	124	Buy	268.05	268.10	188	IOC	미체결

<표 3>은 동반매매 내에 소속된 주문들의 시간간격이 각각 10ms 미만, 5ms 미만, 1ms 미만인 세 가지 유형의 동반매매에 대해 길이의 분포 및 성공률을 연도별로 정리한 것이다. 먼저 Panel A에 제시된 2019년의 표본기간에 대해 주문시간 간격이 1ms인 C형 동반매매를 살펴보자. 동반매매의 길이는 최대 30개를 넘지 않는데, 주문수가 3~4개의 범위인 동반매매가 59.84%의 비율로 가장 많이 발생하고, 그 다음으로 주문수가 5~9의 범위인 동반매매가 34.19%의 비율로 발생하고 있다. 주문수가 10개 이상인 동반매매는 5.95%의 비율로 발생하고 있다. 성공률은 동반매매의 길이가 짧을수록 높게 나타나고 있다. 먼저 동반매매의 길이가 3~4인 경우 성공률은 62.48%로 높게 나타난 반면 길이가 5~9인 동반매매에서는 앞의 절반 수준인 29.23%로 감소하고 있다. 마지막으로 동반매매의 길이가 10~19인 경우에는 12%로 급감하고 있는 것으로 나타났다. 이는 동반매매의 길이와 상관없이 동반매매에서 가장 빠른 첫 3~4개 정도의 주문만 체결로 이어진다고 추론할 수 있다.

이제 동일 연도의 샘플에서 주문시간의 간격이 5ms 미만인 B형 동반매매를 살펴보자. 인접 주문 사이의 시간간격의 제한을 완화한 만큼 동반매매의 개수는 시간간격이 1ms인 이전보다 두 배 이상 증가하고, 동반매매 내의 주문건수는 3배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 동반매매의 길이별 성공률은 앞서 40.43%에서 29.45% 전반적으로 다소 감소하는 것으로 나타나고 있다. 마지막으로 주문시간 간격이 10ms 미만인 A형 동반매매를 살펴보자. 주문기간의 간격이 5ms에서 10ms으로 두 배 증가하였지만 동반매매의 개수와 주문건수는 약간 증가하였고 성공률은 약간 감소하는 것으로 나타나 전반적으로 두 종류의 동반매매에서는 큰 차이가 없는 것으로 보인다.

<표 3> 동반매매의 길이별 분포 및 성공률

아래의 표는 표본기간 동안에 발생한 세 가지 유형의 동반매매 각각에 대해 길이의 분포, 동반매매에 포함된 주문의 수, 그리고 각 주문의 성공률을 연도별로 정리한 것이다. A형은 주문들 사이의 시간 간격이 10ms 미만인 동반매매이고, B형은 주문들 사이의 시간 간격이 5ms 미만인 동반매매, 그리고 C형은 주문들 사이의 시간 간격이 1ms 미만인 동반매매이다.

Panel A: 2019년

동반매매의 유형		동반매매 길이	동반매매 갯수	동반매매 %	주문수	주문수 %	주문수	성공률
A형		3~4	93,167	38.20%	315,535	17.62%	187,446	59.41%
		5~9	89,002	36.49%	585,808	32.71%	189,735	32.39%
		10~19	54,446	22.32%	714,691	39.91%	110,678	15.49%
		20~29	6,543	2.68%	149,005	8.32%	19,956	13.39%
		30+	765	0.31%	25,801	1.44%	3,337	12.93%
		All	243,923	100.00%	1,790,840	100.00%	511,152	28.54%
B형		3~4	88,600	40.08%	299,465	19.10%	179,077	59.80%
		5~9	80,786	36.54%	529,864	33.80%	173,143	32.68%
		10~19	45,806	20.72%	598,026	38.15%	91,819	15.35%
		20~29	5,296	2.40%	120,492	7.69%	15,271	12.67%
		30+	591	0.27%	19,912	1.27%	2,453	12.32%
		All	221,079	100.00%	1,567,759	100.00%	461,763	29.45%
C형		3~4	55,212	59.84%	182,486	41.11%	114,009	62.48%
		5~9	31,547	34.19%	198,439	44.70%	58,013	29.23%
		10~19	5,499	5.96%	62,911	14.17%	7,448	11.84%
		20~29	3	0.00%	60	0.01%	9	15.00%
		30+	0	0.00%	0	0.00%	0	
		All	92,261	100.00%	443,896	100.00%	179,479	40.43%

Panel B: 2020년

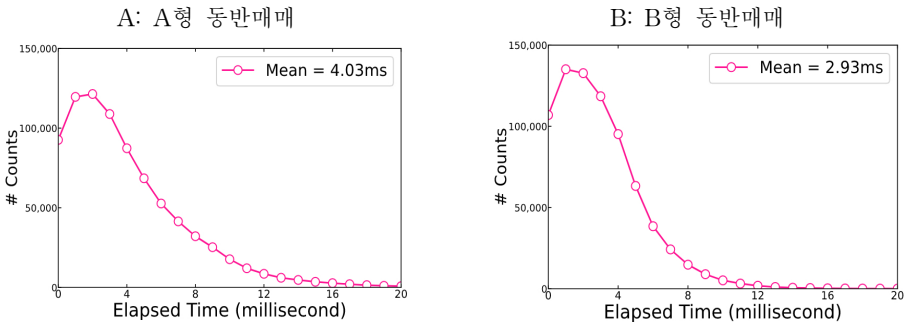
동반매매의 유형		동반매매 길이	동반매매 갯수	동반매매 %	주문수	주문수 %	주문수	성공률
A형		3~4	235,393	41.38%	799,610	21.15%	437,215	54.68%
		5~9	221,470	38.93%	1,452,655	38.42%	440,656	30.33%
		10~19	102,682	18.05%	1,309,617	34.64%	224,172	17.12%
		20~29	8,696	1.53%	196,644	5.20%	28,998	14.75%
		30+	674	0.12%	22,222	0.59%	3,356	15.10%
		All	568,915	100.00%	3,780,748	100.00%	1,134,397	30.00%
B형		3~4	227,916	43.01%	773,163	22.54%	422,744	54.68%
		5~9	204,627	38.62%	1,336,929	38.97%	407,130	30.45%
		10~19	89,497	16.89%	1,138,621	33.19%	193,592	17.00%
		20~29	7,313	1.38%	165,227	4.82%	23,679	14.33%
		30+	516	0.10%	16,981	0.49%	2,444	14.39%
		All	529,869	100.00%	3,430,921	100.00%	1,049,589	30.59%
C형		3~4	160,086	67.81%	534,558	52.83%	300,172	56.15%
		5~9	72,148	30.56%	434,505	42.94%	140,259	32.28%
		10~19	3,832	1.62%	42,727	4.22%	7,955	18.62%
		20~29	5	0.00%	102	0.01%	25	24.51%
		30+	0	0.00%	0	0.00%	0	
		All	236,071	100.00%	1,011,892	100.00%	448,411	44.31%

다음으로 Panel B에 제시된 2020년의 동반매매를 살펴보자. 코로나팬데믹이 발생한 이후인 2020년에 관찰되는 동반매매의 빈도수와 여기에 포함된 주문수는 모두 이전 연도의 발생횟수에 비해 두 배 이상 증가하는 것으로 나타나고 있다. 이는 앞서 <표 1>에서 살펴 보았듯이 코로나팬데믹 이후 전반적인 거래량의 증가와 관련이 있는 것으로 짐작된다. 2020년에는 동반매매의 길이가 약간 짧아졌지만 전반적인 성공률은 이전 연도와 비교하여 큰 차이를 보이지는 않고 있다.

[그림 1]은 표본기간인 2019년과 2020년에 발생한 세 가지 유형의 동반매매에 대해 발생시점과 종료시점을 측정하고 아울러 그 차이인 지속시간을 계산한 후 그 분포를 그림으로 나타낸 것이다. 먼저 동반매매내의 시간간격이 10ms 미만인 유형 A를 살펴보자. 이 동반매매의 경우 가장 많은 빈도수를 갖는 지속시간은 1ms과 2ms이고 대부분 15ms 내에 종료된다. 그림 B는 시간간격이 5ms 미만인 B형 동반매매의 지속시간 분포를 보여준다. 빈도수가 가장 높은 지속시간은 1ms이고 대부분 10ms 내에 종료된다. 동반매매 내의 시간간격이 감소하는 만큼 지속시간 역시 감소하는 것으로 나타나고 있다. 마지막으로 주문 사이의 시간간격이 1ms 미만인 C형 동반매매들은 모두 1ms 내에 종료되는 것으로 나타났다. 즉 이 유형의 동반매매에 속한 주문 중에서 가장 빠른 주문과 가장 느린 주문의 시차는 모두 1ms 미만이다. 다시 말하여 이들의 주문시간은 밀리초 단위에서 모두 동일하다는 것을 의미한다. 이러한 이유로 C형 동반매매의 시간분포는 그림으로 나타내지 않았다. 만약 주문집계장의 시간이 마이크로초(백만분의 1초) 단위로 설정되어 있었다면 모두 다르게 나타날 것이다.

[그림 1] 동반매매의 지속시간 분포

아래의 그림은 2019~2020년 표본기간 중 발생한 동반매매에 대해 지속시간의 분포를 나타낸 것이다. 그림 A는 주문들 사이의 시간 간격이 10ms 미만인 A형 동반매매이고, 그림 B는 주문들 사이의 시간 간격이 5ms 미만인 B형 동반매매를 나타낸다. 참고로 주문들 사이의 시간 간격이 1ms 미만인 C형 동반매매는 모두 1ms 이내에서 종료된다(컬러 그림은 <http://kfma.org/38>에서 볼 수 있음).



<표 4>의 Panel A는 동반매매에 참여하는 주문을 제출한 투자자를 유형별로 정리한 것이다. 앞서 <표 1>에서 살펴본 바와 같이 표본기간 동안 KOSPI 200 선물시장에서 체결량 기준으로 외국인, 개인, 기관투자자가 각각 73%, 18%, 9% 정도의 비중을 차지하고 있다.

<표 4> 동반매매에 참여한 주문의 분류 (주문수 기준)

아래의 표는 주문들 사이의 허용시간간격이 각각 10ms, 5ms, 1ms인 세 가지 유형의 동반매매에 참여한 주문(성공, 실패 모두 포함)들을 투자자유형과 주문유형별로 주문갯수를 기준으로 그 분포를 정리한 것이다.

Panel A: 투자자 유형별

2019년				
동반매매	외국인	기관	개인	전체
A형	1,741,541 (97.2%)	23,558 (1.3%)	25,741 (1.4%)	1,790,840 (100.0%)
B형	1,530,248 (97.6%)	18,069 (1.2%)	19,442 (1.2%)	1,567,759 (100.0%)
C형	438,094 (98.7%)	3,074 (0.7%)	2,728 (0.6%)	443,896 (100.0%)
2020년				
동반매매	외국인	기관	개인	전체
A형	3,690,988 (97.6%)	45,653 (1.2%)	44,107 (1.2%)	3,780,748 (100.0%)
B형	3,355,686 (97.8%)	36,704 (1.1%)	38,531 (1.1%)	3,430,921 (100.0%)
C형	996,959 (98.5%)	9,683 (1.0%)	5,250 (0.5%)	1,011,892 (100.0%)

Panel B: 주문유형별

2019년				
동반매매	일반주문	IOC	FOK	전체
A형	822,139 (45.91%)	968,662 (54.09%)	39 (0.00%)	1,790,840 (100%)
B형	710,559 (45.32%)	857,169 (54.67%)	31 (0.00%)	1,567,759 (100%)
C형	130,933 (29.50%)	312,962 (70.50%)	1 (0.00%)	443,896 (100%)
2020년				
동반매매	일반주문	IOC	FOK	전체
A형	1,851,889 (48.98%)	1,928,849 (51.02%)	10 (0.00%)	3,780,748 (100%)
B형	1,663,997 (48.50%)	1,766,915 (51.50%)	9 (0.00%)	3,430,921 (100%)
C형	398,859 (39.42%)	613,032 (60.58%)	1 (0.00%)	1,011,892 (100%)

하지만 동반매매에 참여하는 투자자들은 이와 다른 비율로 나타나고 있다. 먼저 2019년도를 살펴보면, 주문간격이 10ms인 A형 동반매매에 참여하는 주문을 제출한 외국인투자자의 비율이 97.25%에 달하고 기관과 개인투자자의 비율은 합해도 2.75%에 불과한 수준으로 나타났다. 주문간 시간 간격이 감소하는 동반매매일수록 외국인투자자의 독점비율은 더 증가하고 있는데 시간간격이 1ms인 C형 동반매매에서는 그 비율이 98.7%에 달하고 있다. 2020년도에도 이 비율은 이전 연도와 비교하여 크게 다르지 않게 나타나고 있다.

<표 4>의 Panel B는 동반매매에 참여하는 주문들을 주문유형별로 구분하여 그 비율을 정리한 것이다. 먼저 2019년도의 결과를 보면, 주문시간의 간격에 상관없이 모든 동반매매에서 IOC주문이 일반주문에 비해 더 높은 비율로 사용되고 있으며 FOK주문은 거의 사용되지 않고 있다. IOC주문의 비율은 주문시간의 간격이 감소할수록 증가하는데, A형에서 54%인 IOC비율이 C형의 동반매매에서 그 비율은 70.5%로 나타나고 있다.

2020년의 표본기간에 대해서는 IOC의 사용비율이 이전 연도에 비해 감소하는 것으로 나타났지만 그 발생 양태는 전년도와 다르지 않았다. A형과 B형의 동반매매에서는 절반의 비율을 약간 넘는 상태이고 C형의 동반매매에서 60%의 비율을 차지하고 있다. 결론적으로 더 빨리 진행되는 동반매매에서, 즉 더 빠른 주문속도가 필요한 동반매매일수록 외국인의

<표 5> 동반매매에 성공한 주문의 유형별 분류(체결량 기준)

아래의 표는 시간간격이 10ms, 5ms, 1ms 미만으로 각각 설정된 A, B, C 세 가지 유형의 동반매매에서 성공적으로 체결된 선물계약수를 기준으로 투자자유형(Panel A)과 주문유형별(Panel B)로 그 분포를 각각 정리한 것이다.

Panel A: 투자자별 체결량

2019년				
동반매매	외국인	기관	개인	전체
A형	4,479,643 (87.9%)	225,378 (4.4%)	389,508 (7.6%)	5,094,529
B형	3,747,210 (92.4%)	133,889 (3.3%)	175,607 (4.3%)	4,056,706
C형	1,550,072 (99.0%)	9,373 (0.6%)	6,407 (0.4%)	1,565,852
2020년				
동반매매	외국인	기관	개인	전체
A형	7,352,287 (92.4%)	269,289 (3.4%)	333,371 (4.2%)	7,954,947
B형	6,638,941 (93.1%)	232,496 (3.3%)	260,169 (3.6%)	7,131,606
C형	3,020,667 (98.9%)	24,633 (0.8%)	10,131 (0.3%)	3,055,431

<표 5> 동반매매에 성공한 주문의 유형별 분류(체결량 기준)(계속)

Panel B: 주문유형별 체결량

2019년				
동반매매	일반주문	IOC	FOK	전체
A형	1,647,242 (32.3%)	3,447,216 (67.7%)	71 (0.0%)	5,094,529
B형	1,128,991 (27.8%)	2,927,657 (72.2%)	58 (0.0%)	4,056,706
C형	302,030 (19.3%)	1,263,822 (80.7%)	0 (0.0%)	1,565,852
2020년				
동반매매	일반주문	IOC	FOK	전체
A형	2,472,570 (31.1%)	5,482,364 (68.9%)	13 (0.0%)	7,954,947
B형	2,148,687 (30.1%)	4,982,908 (69.9%)	11 (0.0%)	7,131,606
C형	631,446 (20.7%)	2,423,985 (79.3%)	0 (0.0%)	3,055,431

비율이 높았고, IOC 주문의 비율이 높게 나타났다. 이 결과는 외국인투자자 중에서 고빈도 거래자비율이 국내 개인과 기관투자자에 비해 상대적으로 높으며, 아울러 고속주문자일수록 IOC주문을 상대적으로 더 많이 활용한다는 점을 시사한다.

<표 5>는 동반매매에 참여하고 아울러 성공적으로 체결로 이어진 선물계약수를 투자자 유형과 주문유형별로 구분하여 그 분포를 각각 정리한 것이다. 먼저 Panel A의 투자자별 체결량을 살펴보면, 2019년도와 2020년도 모두 A형 동반매매에서 외국인의 체결량 비중은 88%~92%이었으나 시간간격이 5ms와 1ms으로 짧아지는 B형과 C형의 동반매매에서 외국인의 체결량비중이 양년도 모두 99%로 상승하는 것으로 나타났다. 이는 1ms 이내의 빠른 주문속도를 요구하는 경쟁환경에서 외국인투자자가 국내의 기관과 개인투자자보다 우위에 있음을 시사하는 것이다.

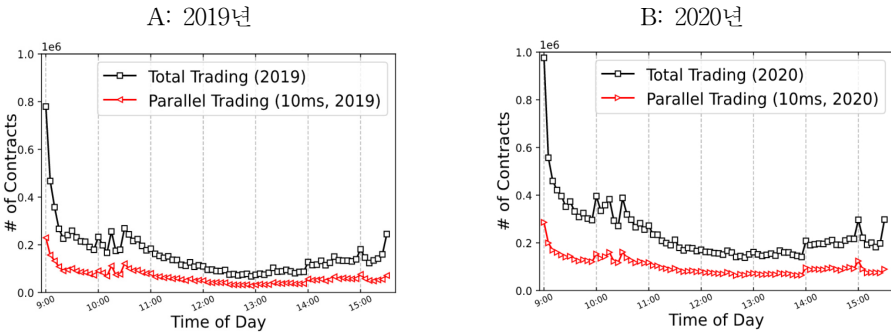
이제 Panel B의 주문유형별 체결량을 살펴보자. 모든 세 가지 동반매매 유형모두에서 IOC의 체결량 비중은 앞서 살펴본 <표 4>이 동반매매 참여 주문수 비중에 비해 전반적으로 높게 나타나고 있다.

다음으로 동반매매가 하루 거래시간 중 어느 시간대에 주로 발생하는지 그 분포를 살펴보자. [그림 2]는 9:00~15:35의 일중 거래시간을 5분 단위로 분할한 후 해당 구간에서 체결된 전체 선물계약수와 A형 동반매매를 통해서 체결된 계약수를 각각 집계하여 세로축에 나타낸 것이다. 전체매매와 동반매매 모두 선물계약의 거래는 개장 후 첫 5분 동안 가장 활발했고

이후 감소하다가 10:00와 10:30에 일시적으로 증가하는 모습을 보이고 있다. 이후 12:00~13:00에 일중 최저의 거래를 기록하는 것으로 나타나고 있으며, 14:00와 15:00 그리고 장 마감 직전 거래량이 갑자기 증가하는 모습을 보이고 있다. 동반매매를 포함한 전체 일중 거래량의 분포는 뚜렷하지는 않지만 전반적으로 비대칭 U자형의 형태를 보이고 있는데 이는 기존 문헌(Wood, McInish, and Ord, 1985; Harris, 1986)에서 보고한 일중 거래량 및 수익률의 분포 패턴과 크게 차이는 없다.

[그림 2] 동반매매체결량의 일중 발생시간의 분포

아래의 그림은 선물계약의 전체체결량과 A형 동반매매를 통해 체결된 수량을 9시부터 15시 35분까지 5분 단위로 집계하여 정리한 것이다(컬러 그림은 <http://kfma.org/38>에서 볼 수 있음).



또한 같은 그림에 제시된 동반매매는 인접 주문간 시간가격이 10ms 미만인 A형 동반매매인데 전체매매와 비교하여 일중 거래시간대별로 체결된 거래량의 차이가 상대적으로 많이 감소되어 나타나고 있다. 즉 장 개시 시점과 10:00, 그리고 14:00와 15:00에 거래량이 갑자기 증가하는 점은 동일하지만 시간대별 체결량 차이는 전체매매와 비교하여 감소하는 것으로 나타나고 있다. 코로나 이후인 2020년에는 이전 연도에 비해 체결량이 증가하는 모습을 보이고 있으나 형태면에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 앞서 제시한 <표 1>과 <표 4>의 데이터를 통해서 동반매매의 체결량이 평균적으로 전체 체결량의 41% 정도의 비중을 차지하는데 [그림 2]를 통해서도 대략적으로 확인할 수 있다.

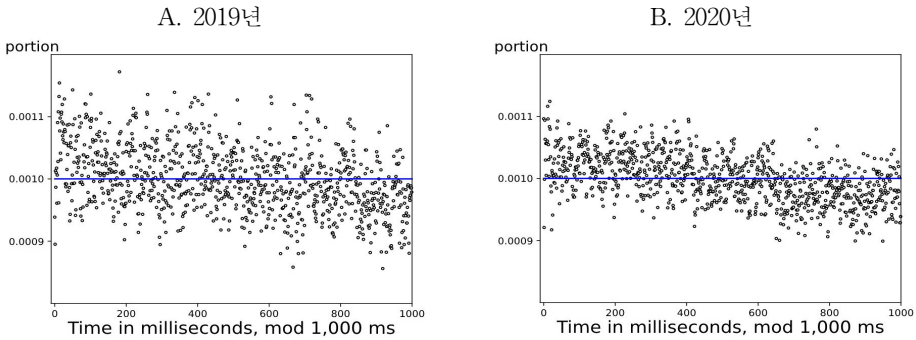
[그림 3]의 Panel A는 동반매매가 발생된 시각의 “mod 1,000ms”의 분포를 그림으로 나타낸 것이다. “mod 1,000ms”란 발생시각을 1초(1000ms)로 나누었을 때 남은 1,000ms 미만의 시간을 의미한다. 예를 들어 동반매매가 10:34:29:456에 발생했다면 “mod 1,000ms”는 456ms가 된다. 참고로 동반매매의 발생시점은 동반매매를 형성하는 첫 주문의 거래소 접수시점이다. Panel A는 동반매매의 발생시각의 분포를 나타내고, Panel B는 동반매매를

포함한 전체주문의 발생 시각의 분포를 나타낸다. 먼저 Panel A를 살펴보면 연도별로 약간의 차이는 보이지만 전반적으로 평균선 0.001을 기준으로 발생시각이 상하로 균등하게 분포되어 있음을 알 수 있다. 2020년의 분포가 2019년의 분포에 비해 촘촘하게 나타난 이유는 앞의 <표 3>에서 살펴보았듯이 코로나 팬데믹 이후 주문수가 전년도에 비해 2배 이상 급증하였기 때문이다.

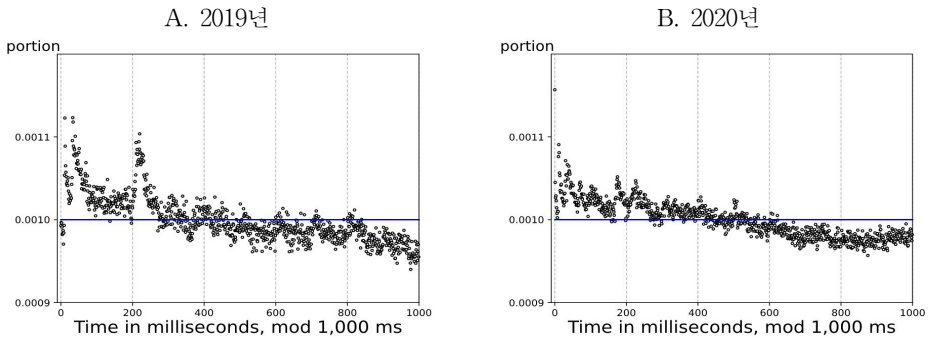
[그림 3] 동반매매의 mod 1,000ms 발생시각의 분포

아래의 그림은 동반매매의 발생시간을 1000ms(1초)로 나눈 나머지 시간(1~999ms)의 분포를 그린 것이다. 즉 주문시간의 mod 1,000ms의 분포를 나타낸 것이다. 예를 들어 동반매매가 10:34:29:456에 발생했다면 “mod 1000 ms”는 456ms가 된다. Panel A의 그림 A와 B는 각각 2019년과 2020년에 발생한 A형 동반매매의 주문시간에 대해 밀리초 단위 시간별 분포를 나타내고, Panel B의 그림 A와 B는 동반매매를 포함한 모든 주문의 주문시간에 대해 밀리초 단위의 발생분포를 나타낸 것이다.

Panel A: 동반매매



Panel B: 전체주문



Panel B는 취소주문을 제외한 모든 신규주문과 정정주문의 발생시각에 대한 밀리초 분포를 나타내고 있다. 먼저 2019년도를 보면 10ms, 30ms과 220ms 근방에서 피크를 형성하고 있다. 이는 Hasbrouck and Saar(2013)가 NASDAQ에서 관측하여 보고한 시간주기성(clock

time periodicity)과 유사한 것으로서,⁷⁾ 매초가 시작되는 시각에 시장상황을 체크하여 특별한 시그널을 포착한 경우 자동적으로 주문을 제출하는 알고리즘을 운용하는 일군의 거래자가 존재한다는 것을 시사한다. 이는 KRX가 장중 매초마다 KOSPI 지수를 산출·공표하는 것과 무관치 않을 것이다. 2020년에는 전년도에 비해 형태가 상대적으로 완만해졌지만 초기 10ms~30ms와 200ms 그리고 500ms 근방에서 피크를 형성하고 있다.

즉 주문이 무작위로 발생하는 귀무가설을 전제한다면 동반매매 발생의 분포는 (0~999ms초)에서 유니폼 분포(uniform distribution)를 따를 것이다. 그때의 발생확률은 $1/1000=0.001$ 이고, 그림에서 수평선은 이 수치를 나타낸다. 하지만 동반매매와는 달리 전체 체결량에 대한 주문시각의 시간분포는 귀무가설을 기각한다. 이는 동반매매와 달리 비동반매매에서는 매초마다 정기적으로 시장상황을 체크하고 이를 반영하여 주문을 자동으로 제출하는 주문시스템을 가동하고 있는 거래자들이 존재하는 것으로 추정된다. 하지만 동반매매에서는 이러한 시간주기성(clock time periodicity)이 나타나지 않고 있는데 그 이유로서 다음 두 가지 가능성을 제기해 볼 수 있다. 첫 번째 가능성은 동반매매의 시장주기성이 1ms보다 짧은 경우이다. 예를 들어 동반매매의 주기성이 0.1ms 즉 100 마이크로초(백만분의 1초)에 발생한다면 위의 그림에는 잡히지 않을 수 있다. 이러한 상황이 발생하려면 동반매매에 참여하는 주요 거래자들의 주문처리시간이 1ms보다 짧아야 할 것이다. 주문들간의 시간 간격이 1ms 미만인 C형 동반매매의 비중이 체결량 기준 A형 동반매매 규모의 35% 정도 해당되고 전체 체결량에서 15% 정도 차지하는 점을 고려한다면 이러한 초고속 거래자들도 존재한다고 추론할 수 있다. 두 번째 가능성은 동반매매가 시간주기성과 아무런 관련이 없이 발생하기 때문인 것으로 생각해 볼 수 있다. 예를 들어 만약 동반매매가 시장에서 무작위로 발생하는 시그널을 추종하여 발생하는 매매라고 가정하면, 동반매매는 시간주기성 매매하고는 전혀 관련이 없이 발생할 수 있다. 다음으로 동반매매가 최우선호가의 잔고를 얼마나 빨리 소진시키는지, 다시 말해 호가스프레드를 얼마나 빨리 증가시키는지 살펴보자. <표 6>은 동반매매 직후 최우선호가의 변화 양상을 정리한 것이다. 앞서 <표 2>에서 살펴보았듯이 매도동반매매와 매수동반매매 직후 최우선매수호가와 최우선매도호가

7) Hasbrouck and Saar(2013)는 2007~2008년 NASDAQ 주식에 대한 주문시간을 mod 1,000ms 로 구분하여 분포를 조사한 결과 주문이 무작위로 발생한 것이 아니라 10~30ms 구간과 150ms 부근, 그리고 600ms 부근에서 주문이 상대적으로 많이 발생하는 시간주기성 현상을 보고하였다. 이러한 현상이 발생하는 원인으로 이들은 거래자들이 일정시간 주기로 (예를 들어 매초의 시작시점) 시장상황을 체크하고 그 결과에 따라 주문을 실행시키기 때문에 특정구간에서 거래가 급증하고 있다고 주장하고 있다. Hasbrouck and Saa(2013)의 예에서 10~30ms 구간에서 가장 많은 발생분포를 보이고 있는데 이는 거래자들이 매 초마다 시장을 체크하고 이에 따라 거래를 자동적으로 발생시키고 있다는 것을 의미하며 당시 주요 거래자들의 시장에 대한 반응지연시간(latency delays)이 10~30ms 정도로 나타나고 있다.

각각 0.05포인트씩 감소하고 증가하였다. 다시 말해 동반매매로 인해 최우선후가의 잔고가 모두 체결되어 최우선후가의 가격이 변경되었음을 의미한다. <표 6>은 주문사이의 시간간격이 다른 세 가지 유형의 동반매매 각각에 대하여 이들 동반매매의 종료 직후 최우선후가가 어떻게 변화하는지를 정리한 것이다.

<표 6> 동반매매가 야기한 최우선후가의 변화

아래의 표는 시간간격이 10ms, 5ms, 1ms 미만으로 각각 설정된 A, B, C형 등 세 가지 유형의 동반매매 직후 나타나는 최우선후가의 변화에 대한 분포를 정리한 것이다.

동반매매의 유형	동반매매 직후 최우선후가의 가격변화			
	-0.05 포인트	변화 없음	+0.05 포인트	기타
A형	368,554 (45.3%)	78,748 (9.7%)	365,301 (44.9%)	235 (0.0%)
B형	339,591 (45.2%)	74,932 (10.0%)	336,224 (44.8%)	201 (0.0%)
C형	140,129 (42.7%)	51,217 (15.6%)	136,880 (41.7%)	106 (0.0%)

먼저 주문의 시간간격이 10ms인 A형 동반매매가 초래한 결과를 살펴보자. 동반매매 직후 최우선후매수가 0.05포인트 감소한 빈도수는 368,554회이고 최우선후매수가 증가한 빈도수는 365,301회로 나타나 동반매매 직후 90.2%의 비율로 최우선후매수가 변동하는 것으로 나타났다. 즉 해당 호가의 잔고가 모두 소진되는 것으로 나타나고 있다. 나머지 9.7%의 비율로 최우선후매수에 변화가 나타나지 않으나 만약 동반매매의 시간간격을 늘리거나 동반매매의 범위를 연속된 주문으로만 제한하지 않고, 동반매매 중간에 다른 비관련 주문이 있더라도 동반매매로 인정하는 등 동반매매의 정의를 다소 완화시킨다면 최우선후매수가 소진되는 확률은 한층 증가될 것이다.

한편 시간간격이 각각 5ms와 1ms인 B형과 C형의 동반매매가 발생한 직후에 최우선후매수의 변화는 각각 90%와 84.4%이 되어 최우선후매수의 잔고가 이전보다 다소 덜 감소하는 것으로 나타났다. 이는 시간간격이 감소할수록 주문수가 감소하기 때문인 것으로 풀이된다.

IV. 동반매매의 정보거래확률

본 장에서는 동반매매가 다른 일반거래에 비해 특별히 정보기반거래의 확률(probability

of information based trading; PIN)이 높은지 여부를 분석한다. 또한 세 가지 유형의 동반매매가 정보거래확률 측면에서 차이가 있는지를 조사해본다. 정보거래확률은 Easley et al.(1996)이 제기하고 Easley et al.(2002)이 수정 제안한 모형을 이용하여 계산한다.

Easley et al.(2002) 모형에서는 정보거래자와 비정보거래자의 거래가 포아송분포를 따라 발생한다고 가정한다. PIN 계산을 위한 입력데이터는 매 5분마다 집계되는 매수주도거래량(B_t)과 매도주도거래량(S_t)이다. 앞서 기술했듯이 본 연구에서 사용하는 TAQ 데이터에는 모든 체결건에 대해 매수주문시간과 호가번호 그리고 매도주문시간과 호가번호가 모두 기록되어 있어 체결건 각각에 대해 매수주도와 매도주도 여부를 판단할 수 있다. 또한 이 모형에서 필요한 모수들은 하루 동안에 정보가 발생할 확률(α), 정보가 발생했을 때 정보거래자의 주문강도(μ), 비정보거래자의 매수강도(ϵ_b), 비정보거래자의 매도강도(ϵ_s), 정보가 발생했을 때 이 정보가 나쁜 뉴스일 확률(δ)이다. 본 연구에서는 수치해석 측면에서 안정적인 해를 도출하는 Lin and Ke(2011)의 수정우도함수를 사용하는데 이를 나타내면 다음과 같다.

$$L(B_t, S_t | \theta) = \log[\alpha\delta\exp(e_{1t} - e_{\max,t}) + \alpha(1-\delta)\exp(e_{2t} - e_{\max,t}) + (1-\alpha)\exp(e_{3t} - e_{\max,t})] + B_t \log(\epsilon_b + \mu) + S_t \log(\epsilon_s + \mu) - (\epsilon_b + \epsilon_s) + e_{\max,t} \tag{1}$$

여기서, $e_{1t} = -\mu - B_t \log(1 + \mu/\epsilon_b)$,
 $e_{2t} = -\mu - S_t \log(1 + \mu/\epsilon_s)$,
 $e_{3t} = -B_t \log(1 + \mu/\epsilon_b) - S_t \log(1 + \mu/\epsilon_s)$,
 $e_{\max,t} = \max(e_{1t}, e_{2t}, e_{3t})$

또한 θ 는 모수의 집합을 나타내며 이 값은 아래에 나타낸 우도함수의 값을 최대화하는 문제의 해이다.

$$L(M | \theta) = \sum_{t=1}^T L(B_t, S_t | \theta) \tag{2}$$

여기서 하루의 총거래시간 6시간 35분(9:00~15:35)에 대해 5분마다 우도함수가 생성되므로 하루 중 5분 단위 우도함수의 총 갯수는 79개이다. 따라서 $T=79$ 이다.

정보거래확률 PIN은 전체거래자의 주문강도 대비 정보거래자의 주문강도를 나타낸 다음 식 (3)과 같다.

$$PIN = \frac{\alpha\mu}{\alpha\mu + \epsilon_b + \epsilon_s} \tag{3}$$

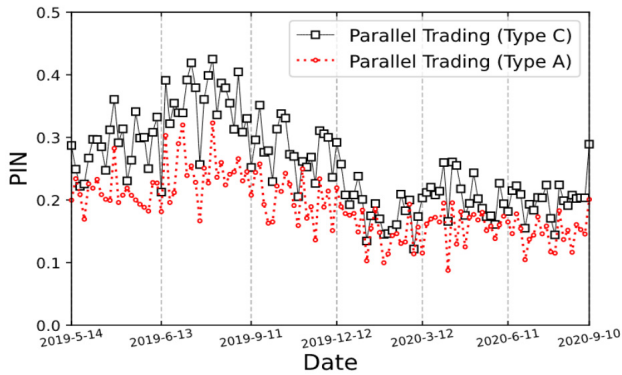
<표 7> 동반매매의 정보기반거래 확률

아래의 표는 전체매매와 인접주문간 시간간격이 각각 10ms, 5ms, 1ms인 A, B, C의 세 가지 동반매매 유형 각각에 대해 표본기간인 2019~2020년이 122일의 거래일에 대해 식 (3)을 이용하여 계산한 122개의 일간 PIN(정보기반거래 확률)의 통계량을 정리한 것이다.

거래 유형	분포						
	평균	표준편차	Min	25%	50%	75%	Max
전체 거래	0.182	0.042	0.095	0.153	0.180	0.210	0.288
A형 동반매매	0.187	0.047	0.088	0.154	0.183	0.219	0.323
B형 동반매매	0.189	0.050	0.102	0.156	0.180	0.228	0.312
C형 동반매매	0.253	0.071	0.122	0.202	0.241	0.304	0.425

[그림 4] 동반매매에 반영된 정보거래 확률 (PIN)의 일간 시계열

아래의 그림은 주문 사이의 시간간격이 각각 10ms와 1ms인 A형과 C형의 두 동반매매에 대해 체결량으로부터 계산된 일간 정보거래확률을 표본기간인 2019~2020년의 122일간에 대해 나타낸 것이다.



<표 7>은 표본기간 중 선물계약의 잔존만기가 한 달 이내인 총 122일의 거래일에서 전체 매매와 세 가지 유형의 동반매매 각각에 대해 일간 정보기반거래 확률(PIN)을 산출한 후 이들의 분포를 정리한 것이다.

먼저 표본 기간 중 발생한 전체 거래량을 토대로 계산한 PIN을 살펴보자. 평균값은 0.182로 나타났는데 이는 전체 거래량에서 정보기반거래의 확률이 18.2%라는 의미이다. 122개의 일간 PIN 중에서 최소값은 0.095이고 최대값은 0.288로 나타났다. 세 가지 유형의 동반매매에 대해 각각 계산한 PIN은 전체매매를 대상으로 계산한 PIN보다는 모두 큰 값을 나타냈고, 동반매매의 시간간격이 짧을수록 더 큰 것으로 나타났다. 먼저 시간간격이 10ms인 A형

동반매매의 PIN 평균값은 0.187인 반면 시간간격이 5ms인 B형 동반매매는 이보다 약간 큰 0.189이고 시간간격이 1ms인 C형 동반매매의 PIN 평균값은 0.253으로 가장 큰 값을 갖는 것으로 나타났다.

[그림 4]는 A형과 C형의 두 종류 동반매매에 대해 각각 계산한 일간정보거래확률을 표본기간에 대해 시계열로 나타낸 것이다. 그림을 통해서 알 수 있듯이 거의 모든 거래일에 대해 1ms의 시간간격을 갖는 C형 동반매매에 반영된 정보거래확률이 시간간격이 10ms 미만인 A형 동반매매에 반영된 정보거래확률보다 높은 것으로 나타나고 있다. 그림에서 흥미로운 점은 코로나팬데믹이 발생한 직후인 2020년 2월 말부터 3월초 시점에 전반적으로 정보거래확률이 낮은 수치를 보인다는 것이다. 이는 당시 급증한 거래량과 관련이 있는 것으로 보인다.

<표 7>과 [그림 4]를 통해서 동반매매의 시간간격이 짧을수록 더 높은 정보거래확률을 갖는 것을 확인할 수 있었다. 그 이유는 무엇인가? 주문처리시간이 짧은 거래자일수록 시간간격이 짧은 동반매매에 참여할 확률이 높고 그 반대의 경우 이 동반매매에 참여하기가 어렵다. 따라서 시간간격이 짧은 동반매매에 주문처리시간이 긴 거래자는 참여하기 어렵고 이런 거래자일수록 정보의 수집과 처리 능력이 비례하여 낙후화 되어 있을 확률이 높다. 결론적으로 빠른 주문과 정보처리시스템을 갖춘 거래자일수록 정보거래자일 확률이 높다고 추론해 볼 수 있다.

V. 주문흐름불균형과 동반매매의 관계

앞서 살펴본 <표 3>에 의하면 10ms 동반매매는 하루 평균 6,663번 발생하고 있다. 또한 이 동반매매에 속한 평균 주문수는 6.9개이다. 이들 주문은 우연히 발생하는 것인가? 아니면 어떤 시그널에 대해 동일한 판단을 하고 주문을 제출하는 것인가? 참고로 앞서 [그림 3]에서 살펴보았듯이 일반적인 비동반매매와 달리 동반매매에서는 1ms 단위에서 시간주기성이 관찰되지 않았다. 본 절에서는 이 질문에 대해 제한적인 수준에서나마 답변을 해보려고 한다.

먼저 동반매매가 시장상황과 관련된 시그널을 다수의 거래자가 포착하고 또 이를 토대로 시장상황에 대해 동일한 판단을 하여 주문을 동시에 발생시킨 것이라는 가설을 고려해보자. 이 가설을 입증하기 위해서는 먼저 동시주문을 발생시키는 시그널을 찾아야 한다. 그러한 시그널로서 시장펀더멘탈과 관련된 뉴스의 발표 또는 시장의 주요 변수들(변동성, 스프레드, 시장심도, 주문흐름불균형)의 변화를 시그널로 하여 발생한 것이라는 가설을 제기할 수

있을 것이다. 이러한 취지로 본 연구에서는 동반매매의 주문시점 및 주문방향과 주문흐름 불균형(order flow imbalance) 사이에 유의한 관계가 있는지 여부를 조사해보려 한다. 먼저 본 연구에서 사용하는 주문흐름불균형을 정의한 다음 이에 대한 계산방법을 살펴본다. 그런 후에 주문흐름불균형과 동반매매 사이의 관계를 프로빗모형을 이용하여 양자 사이에 유의한 관계가 있는지 여부를 조사하고 민감도분석을 시행한다.

1. 주문흐름불균형

주문흐름불균형은 주문주도형시장(order driven market)에서 매수세력과 매도세력의 불균형을 나타내는 지표로서 본 연구에서는 Cont et al.(2014)가 제안한 모형을 사용한다. 먼저 어느 n번째의 주문이 매수 및 매도의 대기주문량에 기여하는 정도 (e_n)를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$e_n = q_n^b I_{P_n^b \geq P_{n-1}^b} - q_{n-1}^b I_{P_n^b \leq P_{n-1}^b} - q_n^s I_{P_n^s \leq P_{n-1}^s} + q_{n-1}^s I_{P_n^s \geq P_{n-1}^s} \quad (4)$$

여기서 I_A 는 지시함수(Indicator function)로서 A가 참이면 1이고 거짓이면 0을 갖는 함수이다. 또한 P_{n-1}^b 와 q_{n-1}^b 는 n번째 주문이 주문집계장(limit order book)에 접수되기 직전의 최우선매수호가와 잔량을 각각 나타내고, P_n^b 와 q_n^b 는 n번째 주문이 접수된 직후의 최우선매수호가와 잔량을 각각 나타낸다. 한편 P_{n-1}^s 와 q_{n-1}^s 그리고 P_n^s 와 q_n^s 는 최우선 매도호가와 잔량에 대해 동일하게 정의한 변수이다. 예를 들어 n번째 주문이 직전의 최우선매수호가와 같은 가격으로 10계약 매수주문했다면 식 (1)에 제시한 네 개의 지시함수는 모두 1이 된다. n번째 주문이 매수주문이므로 주문 직전후의 최우선매도호가의 잔량, 즉 q_{n-1}^s 와 q_n^s 는 동일한 값을 갖는다. 따라서 $e_n = q_n^b - q_{n-1}^b = 10$ 이 된다.

임의의 시간간격 $[t_{k-1}, t_k]$ 에서 발생한 주문메시지의 수를 $N(t_k)$ 라 하면, 이 기간 동안의 주문흐름불균형(OFI, order flow imbalance), 즉 e_n 의 누적합을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

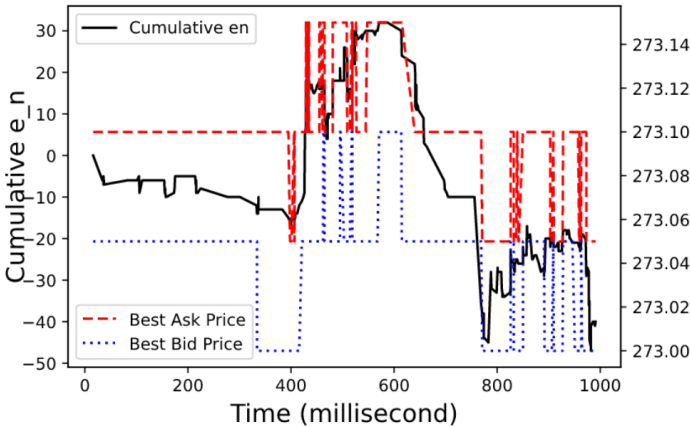
$$OFI_k = \sum_{n=N(t_{k-1})+1}^{N(t_k)} e_n \quad (5)$$

[그림 5]는 2020년 2월 28일 오전 9:05:01:000부터 9:05:02:000까지의 1초 동안 제출한

신규주문과 정정 취소를 모두 포함한 513개의 주문에 대해 식 (4)를 이용하여 e_n 을 구하고 이 값을 누적한 *OFT*를 최우선매수호가 및 최우선매도호가와 같이 그림으로 나타낸 것이다. 그림을 통해서도 알 수 있듯이 주문흐름불균형이 증가하면, 즉 매수세의 압력이 매도세의 압력보다 크게 되면 주가는 상승하고 그 반대일 경우 주가가 하락하고 있음을 알 수 있다. 하지만 주문흐름불균형과 주가 사이의 선후행관계는 그림을 통해서서는 명확하지 않다.

[그림 5] 주문흐름불균형의 시계열

아래의 그림은 2020년 2월 28일 오전 9:05:01부터 9:05:02까지 1초 동안 발생된 513개의 주문(신규 및 정정 취소포함)에 대해서 식 (5)의 주문흐름불균형(누적 e_n)과 최우선매수호가와 최우선매도호가를 그림으로 나타낸 것이다(컬러 그림은 <http://kfma.org/38>에서 볼 수 있음).



2. 프로빗 모형

본 연구에서는 주문흐름불균형과 동반매매의 발생 시점 사이에 밀접한 관계가 있는지를 조사하려 한다. 이를 위해서 먼저 표본기간 동안의 모든 주문에 대해서 식 (4)의 값을 구한 후 매일 장 시작시간인 오전 9시를 기점으로 주문흐름불균형을 계산한다. 한편 주문 사이의 시간간격이 각각 1ms, 5ms, 10ms인 세 가지 유형의 동반매매 각각에 대하여 동반매매가 매수인지 매도이지를 확인하고 아울러 동반매매가 시작되는 시점을 기준으로 10ms 전 시점과 1ms 전 시점 사이의 주문흐름불균형의 차이를 계산한다. 즉 종속변수는 동반매매가 매수("1")인지 혹은 매도("0")인지 여부이고, 독립변수는 동반매매가 발생하기 전 두 시점([-10ms, -1ms]) 사이의 주문흐름불균형의 차이이다. 이를 토대로 일간단위로 다음과 같은 프로빗모형(probit model)을 고려한다.

$$E(Y|X) = p(Y=1|X) = \Phi(\beta_0 + \beta_1 X) \tag{6}$$

여기서 X 는 동반매매의 발생시점을 기준으로 하여 과거의 두 시점, [-10ms, -1ms], 사이의 주문흐름불균형 차이(ΔOFI)이고 Y 는 0(매도동반매매)과 1(매수동반매매)의 값을 갖는

<표 8> 동반매매 및 비동반 시장성주문과 주문흐름불균형 사이의 관계 분석 결과

아래의 표에서 Panel A는 일단위로 동반매매와 주문흐름불균형 사이의 관계를 검증한 결과의 기초통계량이고 Panel B는 비동반매매의 시장성주문과 주문흐름불균형 사이의 관계를 검증한 결과이다. 먼저 Panel A의 #관측치는 하루 중 발생한 세 가지 유형의 동반매매를 매수(buy)와 매도(sell)로 구분하여 집계한 일단위 발생갯수에 대해 평균과 표준편차, 분포 등 기초통계량을 정리한 것이다. ΔOFI 는 동반매매 발생시점을 기준으로 [-10ms, -1ms]구간에서 계산한 주문흐름불균형의 차이를 매수와 매도로 구분하여 일단위로 계산한 평균값의 기초통계량이다. Pseudo- R^2 와 β_1 은 일단 단위로 분석한 식 (6)의 프로빗모형에 대한 추정결과와 기초통계량이다. β_1 은 총 122일의 거래 모두에서 1% 수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. Panel B의 자료도 Panel A와 동일한 방법으로 정리된 것이고 β_1 은 122일의 거래일 모두에서 1%의 수준으로 유의하게 나타났다.

Panel A: 동반매매

	동반매매	평균	표준편차	Min	50%	Max
#관측치	C형 (buy)	1,332	835	298	1,054	4,261
	C형 (sell)	1,360	858	277	1,064	4,291
	B형 (buy)	3,066	1,711	722	2,503	8,990
	B형 (sell)	3,090	1,740	731	2,584	8,983
	A형 (buy)	3,320	1,799	826	2,760	9,483
	A형 (sell)	3,343	1,830	820	2,832	9,487
ΔOFI	C형 (buy)	15.3	4.1	5.1	14.7	26.3
	C형 (sell)	-15.1	3.9	-25.3	-15.1	-5.2
	B형 (buy)	8.5	2.1	3.3	8.2	13.9
	B형 (sell)	-8.5	2.1	-14.5	-8.3	-3.5
	A형 (buy)	8.2	1.9	3.2	7.9	13.4
	A형 (sell)	-8.2	1.9	-13.4	-8.1	-3.3
Pseudo- R^2	C형	0.318	0.065	0.173	0.314	0.484
	B형	0.187	0.043	0.074	0.188	0.292
	A형	0.178	0.042	0.070	0.178	0.283
β_1	C형	0.059	0.018	0.031	0.055	0.114
	B형	0.055	0.018	0.030	0.049	0.107
	A형	0.054	0.018	0.029	0.048	0.106

Panel B: 비동반매매의 시장성주문

		평균	표준편차	Min	50%	Max
#관측치	buy	1,495	112	1,268	1,499	1,768
	sell	1,505	112	1,232	1,501	1,732
ΔOFI	buy	1.1	1.6	-2.8	1.0	5.9
	sell	-1.0	1.8	-4.9	-1.0	3.0
Pseudo- R^2		0.003	0.004	0.000	0.002	0.017
β_1		0.003	0.003	-0.006	0.003	0.013

종속변수이다.

<표 8>의 Panel A는 식 (6)의 프로빗 모형에 대한 분석 결과를 정리한 것이다. 먼저 #관측치는 하루 중 발생한 세 가지 유형의 동반매매에 대한 기초통계량을 나타내고 있다. 주문 사이의 시차가 1ms인 C형 동반매매 중에서 매수동반매매는 일평균 1,332회 발생하고, 매도동반매매는 1,360회 발생하고 있어 매수와 매도 사이에 횡수의 차이는 거의 없었다. 주문 사이의 시차가 각각 10ms와 5ms인 A형과 B형 동반매매의 매수와 매도 횡수 역시 비슷했으며 전체 발생횡수는 이전에 비해 증가하는 것으로 나타나고 있다. A형 동반매매의 하루 평균 발생횡수는 매수와 매도 합쳐 6,663회로 나타났다.

다음으로 ΔOFI 를 살펴보자. 흥미로운 점은 그 평균값이 매수와 매도 사이에 부호만 다르고 그 절대값은 거의 유사하다는 것이다. 또 하나 흥미로운 점은 동반매매 내 주문들 사이의 허용시차가 짧을수록 그 절대값이 증가하고 있다는 것이다.

다음으로 살펴볼 수치는 Pseudo- R^2 이다. 프로빗 분석에서는 일반적인 회귀분석에서 제공하는 R^2 를 제공하는 대신 Pseudo- R^2 를 제공한다. 이 수치의 평균이 A형 동반매매에서는 0.178이지만 주문 간 시차가 감소할수록 이 값이 증가하여 1ms 동반매매에서는 0.318을 나타내고 있다. 마지막으로 β_1 은 식 (3)의 계수값이다. 이 값은 시간간격이 짧은 동반매매일수록 약간씩 증가하고는 있지만 큰 차이를 보이지는 않고 있다. 다만 1ms 동반매매의 경우 10ms 동반매매에 비해 이 수치가 전반적으로 0.005 포인트 크게 나타나고 있다. 이는 빠른 동반매매일수록 OFI의 변화가 동반매매의 매수 및 매도 여부에 민감하게 작용하고 있다는 것을 의미한다. 참고로 베타계수의 p값은 모두 0.01보다 작게 나타나고 있다.

이상의 결과는 동반매매의 발생 및 주문방향과 주문흐름불균형 사이에 매우 밀접한 관계가 있음을 시사하고 있다. 즉 발생 10ms 직전 시점으로부터 1ms 직전인 시간구간 [-10ms, -1ms]에서 주문흐름불균형의 변화가 동반매매의 발생 및 주문방향과 밀접한 관련이 있음을 보여준다.

이러한 분석결과의 강건성을 알아보기 위해 두 가지를 추가로 분석해보기로 한다.

첫 번째 분석은 동반매매가 아닌 주문 중에서 시장성주문(시장가주문과 주문 즉시 체결되는 지정가주문)과 주문흐름불균형 사이에 유의한 관계가 존재하는지를 조사하는 것이다. 두 번째 분석은 주문흐름불균형의 측정구간 [a, b]를 다르게 변화시켰을 때 이 구간에서의 주문흐름불균형의 변화값과 동반매매의 주문방향 사이의 관계 정도가 어떻게 변화하는지를 조사해보는 것이다.

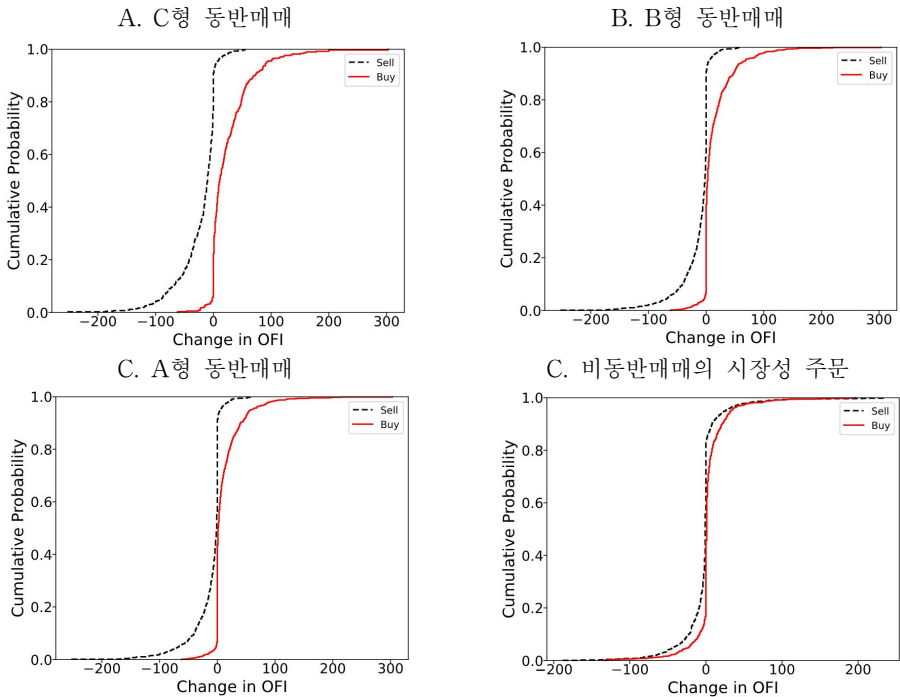
먼저 동반매매가 아닌 시장성주문과 이 주문이 발생하기 직전 [-10ms, -1ms] 구간에서 주문흐름불균형 값의 변화와 어떠한 관계에 있는지 살펴보자. <표 8>의 Panel B는 이

조사결과를 정리한 것이다. 이 주문은 하루 평균 3,000개 발생했는데 매수는 1,495회, 매도는 1,505회로 거의 비슷하게 나타났다. 이 주문이 발생하기 직전 10ms과 1ms의 시점에서 측정된 주문흐름불균형의 변화량 ΔOFI 의 일평균이 매수주문에 대해서는 1.1, 매도주문에 대해서는 -1.0으로 나타났는데, 매수와 매도에 대한 이 수치의 차이가 앞서 살펴본 동반매매에 비해 현저하게 작게 나타났다. 또한 식 (6) 프로빗 모형의 설명력을 나타내는 Pseudo- R^2 도 동반매매에 비해 현저하게 작은 0.003으로 나타났다. 프로빗모형의 계수 β_1 역시 0.003으로서 매우 낮은 값이다. 이 결과들은 동반매매에 비해 비동반매매의 시장성주문이 주문흐름 불균형과 관련이 별로 없음을 시사하는 것이다.

[그림 6]은 동반매매와 비동반매매의 시장성주문의 발생시점을 기준으로 [-10ms, -1ms]구간에서 계산한 주문흐름불균형의 변화량을 매수와 매도로 구분한 후 누적확률분포로 나타낸 것이다. 이 결과는 2019년 8월 28일의 거래일로부터 발췌한 것인데 다른 거래일에서도

[그림 6] 동반매매의 매수/매도별 주문흐름불균형의 누적확률분포

아래의 표는 2019년 8월 28일의 거래일에서 동반매매와 비동반매매의 시장성주문의 발생시점을 기준으로 [-10ms, -1ms]구간에서 계산한 주문흐름불균형의 변화량을 매수와 매도로 구분한 후 누적확률분포로 나타낸 것이다. A형, B형, C형 동반매매는 주문들 사이의 허용시간간격이 각각 10ms, 5ms, 1ms인 동반매매이다. 비동반매매의 시장성주문이란 동반매매에 속하지 않는 매매 중 시장가주문과 시장성 지정가주문을 의미한다(컬러 그림은 <http://kfma.org/38>에서 볼 수 있음).



그 결과에 있어서 크게 차이하지 않는 것으로 나타났다. 이 결과를 보더라도 동반매매 내의 주문들 사이의 시간간격이 짧은 C형 동반매매에서 동반매매의 주문방향과 주문흐름 불균형 사이에 관계가 가장 크고 시간간격이 긴 A형 동반매매에서 주문흐름불균형과의 관계가 가장 작은 것으로 나타났다. 이에 더해서 비동반매매의 시장성주문의 경우 매수와 매도간 주문흐름불균형의 차이가 뚜렷하지 않아 동반매매에 비해 그 관계가 크지 않은 것으로 나타나고 있다.

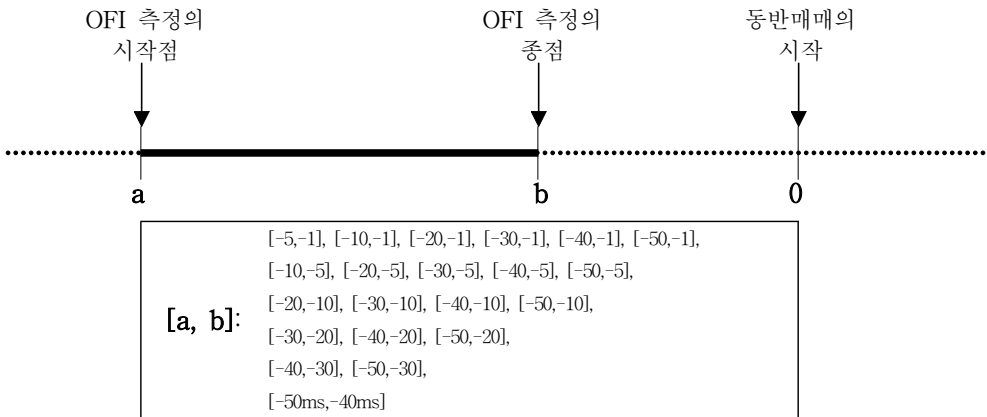
3. 민감도 분석

본 절에서는 주문흐름불균형의 측정구간 $[a, b]$ 를 다르게 변화시켰을 때 이 구간에서의 주문흐름불균형의 변화값과 동반매매의 주문방향 사이의 관계 정도가 어떻게 변화하는지를 조사해보고자 한다.

[그림 7]은 주문흐름불균형(OFI)을 측정하기 위한 20개 구간의 두 지점을 나타내고 있다. 동반매매가 발생하기 전의 구간 $[a, b]$ 에서 a 는 OFI를 측정하기 위한 구간의 시작점, b 는 구간의 종점을 나타낸다. 하단의 박스 안에 있는 20개의 구간은 민감도분석을 위해 설정한 구간을 나타낸다. OFI측정의 시작점은 동반매매 발생하기 전인 $-50, -40, -30, -20, -10, -5$ ms 등 6개의 지점을 설정하였고 측정의 종점 역시 $-40, -30, -20, -10, -5, -1$ ms 등 6개를 설정하여 총 20개의 구간 조합을 만들었다.

[그림 7] 주문흐름불균형의 변화 측정 구간

아래의 그림은 주문흐름불균형(OFI)을 측정하기 위한 두 지점을 표현하고 있다. 동반매매가 발생하기 전의 구간 $[a, b]$ 에서 a 는 OFI를 측정하기 위한 구간의 시작점, b 는 구간의 종점을 나타낸다. 하단의 박스 안에 있는 20개의 구간은 민감도분석을 위해 설정한 구간을 나타낸다. 구간의 단위는 ms(millisecond)이다.



<표 9>는 10일간의 표본일에 대해 민감도 분석 결과를 정리한 것이다. Panel A의 동반매매를 정리한 것이고 Panel B는 비동반매매의 시장성매매의 분석결과를 정리한 것이다. 우선 Panel A에서 OFI 측정의 종점이 -1ms인 경우를 살펴보면, 구간[-10ms, -1ms]에서 프로빗모형의 Pseudo- R^2 이 0.185로 최대값을 나타낸 반면, 시작점이 -10ms보다 빠르거나 느린 경우 Pseudo- R^2 값이 이보다 낮게 나타나고 있다. 다음으로 측정 구간의 종점을 -5ms로 변화시켰을 때의 결과를 보면, Pseudo- R^2 값이 앞서의 결과보다 현저하게 감소함을 알 수 있다. 아울러 측정 구간의 종점이 동반매매의 발생시점으로부터 더 많이 떨어진 -10ms, -20ms, -30ms, -40ms에서는 Pseudo- R^2 값이 떨어진 간격에 비례하여 더 많이 하락하는 것으로 나타나고 있다. 가장 많이 떨어진 [-50ms, -40ms] 구간의 경우 Pseudo- R^2 이 0.000으로 나와 이 구간에서의 OFI 변화량과 동반매매 사이에서는 유의한 관계가 없는 것으로 나타나고 있다.

<표 9> 프로빗모형의 민감도 분석

아래의 표는 표본기간 (10 거래일)에서 [그림 7]의 시작시점과 종점의 여러 조합을 대상으로 OFI의 변화량과 동반매매 및 비동반매매의 시장성주문 사이의 관계에 대해 프로빗분석을 시행하고 그 결과(Pseudo R^2)를 정리한 것이다. Panel A는 동반매매(A형)에 대해 분석한 결과이고, Panel B는 동반매매에 속하지 않은 시장성주문에 대해 분석한 결과이다.

Panel A: 동반매매

OFI 관측	OFI 관측 종료 시점 (b)					
시작 시점 (a)	-1ms	-5ms	-10ms	-20ms	-30ms	-40ms
-5ms	0.176					
-10ms	0.185	0.051				
-20ms	0.153	0.055	0.022			
-30ms	0.132	0.050	0.023	0.007		
-40ms	0.112	0.041	0.019	0.005	0.001	
-50ms	0.098	0.036	0.016	0.005	0.001	0.000

Panel B: 비동반매매 시장성주문

OFI 관측	OFI 관측 종료 시점 (b)					
시작 시점 (a)	-1ms	-5ms	-10ms	-20ms	-30ms	-40ms
-5ms	0.003					
-10ms	0.006	0.006				
-20ms	0.013	0.013	0.010			
-30ms	0.016	0.016	0.013	0.005		
-40ms	0.020	0.020	0.017	0.010	0.007	
-50ms	0.020	0.020	0.017	0.010	0.007	0.002

결론적으로 구간 [-10ms, -1ms]에서 OFI변화량과 동반매매 사이에 최대의 설명력을 갖는 것으로 나타나고 이 구간으로부터 멀어질수록 설명력은 점진적으로 감소하는 것으로

나타나고 있다. 그리고 본 결과에서 또 하나 흥미로운 사실은 종점을 $-1ms$ 로 설정하지 않을 경우 그 설명력이 현저하게 감소한다는 사실이다. 이 결과가 시사하는 바는 동반매매에 참여하는 일부 거래자의 주문처리속도가 $1ms$ 또는 그 미만일 수도 있다는 점이다.

<표 9>의 Panel B는 비동반 시장성주문에 대한 민감도 분석결과이다. Pseudo- R^2 의 최대값은 4개의 구간에서 0.02로 나타나며 그 이외의 구간에서는 모두 이보다 작은 값을 나타내고 있다. OFI 측정의 시작점이 멀리 떨어질수록 설명력이 높게 나타나고 있지만 전반적으로 낮은 값을 보여주고 있다. 이 결과는 앞의 동반매매에서 나타난 결과와 많은 차이를 보여주고 있는데, 이는 비동반 시장성 주문과 OFI 변화량 사이에 유의한 관계가 성립하지 않음을 나타낸다고 볼 수 있다.

이상의 결과를 종합하면, 동반매매의 발생과 주문흐름불균형의 변화량 사이에 유의한 관계가 있는 것은 우연이라기보다는 동반매매의 일부가 주문흐름불균형의 변화를 하나의 시그널로 삼아 발생한 것이라고 판단할 수 있다. 물론 이상의 결과는, 모든 동반매매가 주문흐름불균형 분석을 토대로 발생한다는 것을 의미하지 않는다. 주문흐름불균형의 변화는 동반매매 발생에 영향을 주는 여러 가지 요인들 중 하나일 뿐이다. 동반매매의 발생 경위는 다양할 것이다. 차익거래기회의 발생, 이상주문의 발생, 펀더멘털과 관련한 정보의 발생 등 다양한 이유로 발생할 것이다. 본 연구의 의의는 다만 지수선물에 참여하는 일부의 거래자들이 해당 종목의 주문흐름불균형과 관련하여 주문집계장의 정보를 토대로 주문흐름의 상황을 실시간으로 모니터링하면서 관련된 수치가 일정 범위를 벗어나는 경우 이를 시장이 움직이는 신호로 감지하여 신속한 주문을 발생시키는 일부의 거래자들이 존재한다는 점을 밝힌 것이다. 또한 시장상황을 분석하고 주문을 제출하는 속도가 $1ms$ 인 거래자도 다수 존재한다는 것도 부가적으로 얻을 수 있는 시사점이다.

VI. 결론과 시사점

본 연구에서는 2019년 5월부터 2020년 9월까지의 표본기간 동안에 KOSPI 200 주가지수 선물계약의 TAQ데이터를 분석하여, 고빈도거래를 통해서 활발하게 발생하고 있는 동반매매와 그 속에서 벌어지고 있는 속도경쟁에 대해 조사하였고, 아울러 그 발생동기를 살펴보았다. 본 연구에서는 동반매매를 구성하는 주문들 사이의 허용 시차를 기준으로 A형($10ms$ 미만), B형($5ms$ 미만), C형($1ms$ 미만) 등 세 가지 유형으로 분류하여 살펴보았다. A형 동반매매를 기준으로 그 현황을 조사한 결과는 다음과 같다. 첫째, 동반매매는 매일 평균적으로 6,663회 발생하였는데 이는 장중 접속매매시간인 오전 9시부터 오후 3시35분

(만기일에는 오후 2시 20분)까지 평균적으로 매 3.56초마다 한번 꼴로 발생하는 것이다. 둘째, 표본기간 동안 잔존만기 한 달 이내의 지수선물계약에서, 포함된 주문수가 3개 이상인 동반매매를 통해서 체결된 거래량은 전체 거래량의 41%로 나타났다. 둘째, 동반매매에 참여하는 거래자의 97%는 외국인거래자이고, 셋째, 동반매매의 68%가 IOC주문이었다. 넷째, 동반매매에 참여하는 평균주문수는 6.9개이고, 평균지속시간은 3.56ms이다. 다섯째, 동반매매를 통해 제출된 주문 중 30% 정도만 체결로 이어지는 것으로 나타났다.

동반매매의 발생동기는 다양하나, 본 연구에서는 TAQ데이터를 이용하여 동반매매 직전 10ms와 1ms 사이의 주문흐름불균형을 분석한 결과 일부의 동반매매는 주문흐름의 변화와 밀접하게 관련하여 발생하는 것으로 나타났다. 이는 Aquilina et al.(2022)이 보고한 지연차익거래와는 다른 성격의 거래이다.

본 연구의 기여는 다음과 같다. 첫째, 한국거래소의 지수선물시장에서 여러 거래자가 1~10ms 이내의 짧은 시차로 주문을 제출하는 동반매매의 제반 현황을 보고하였다는 점이고, 둘째 주문들 사이의 시차가 짧은 동반매매일수록 정보거래의 비율이 높게 나타났음을 제시하였다는 점이다. 셋째 동반매매와 주문불균형 사이에 통계적으로 유의한 관계가 성립한다는 분석결과를 통해 동반매매에 참여하는 일부의 거래자들이 주문흐름불균형에 관련된 자동알고리즘을 가동시킨다는 점을 유추할 수 있었다. 넷째, 주문흐름불균형과 관련된 민감도 분석을 통해 한국의 지수선물시장에서 주문처리속도가 1ms 이내인 고빈도거래자가 존재하는 것으로 추론된다. 마지막으로 본 연구는 최근의 지수선물시장에서 속도가 매우 중요한 경쟁력 중 하나이고 주문속도가 현저히 다를 경우 같은 지수선물시장에 참여하더라도 질적으로 다른 경쟁을 하고 있다는 사실을 시사한다. 예를 들어 대부분의 국내 기관과 개인투자자는 속도면에서 외국인투자자에 비해 열세에 있어 이러한 동반경쟁에 거의 참여치 못한다는 점이다.

본 연구의 한계는 동반매매가 발생하는 하나의 동기만 밝혔을 뿐 그 외의 다른 동기는 제시하지 못했다는 점이다. 차익거래와 이상주문 그리고 지연가격(stale price)의 발생 등도 동반매매의 주요한 동기 중 하나일 것으로 추정된다. 또한 거래자가 보유한 속도 측면에서의 우위가 수익 달성의 우위로 연결되는지를 살펴보는 것, 그리고 이러한 동반매매가 주식 시장에서 얼마나 많이 발생하고 있는지를 밝히는 것은 추후 연구과제로 남긴다.

참 고 문 헌

- 민재훈, “기관투자자의 동반매매(Herdning)가 주식시장에 미치는 영향에 관한 연구”, 대한경영학회지, 제21권 제1호, 2008, 229-260.
- 박수철, “한국증권시장의 고빈도거래현황 및 특성”, 재무관리연구, 제37권 제2호, 2020, 193-218.
- 우민철, 이우백, “개인투자자의 고빈도매매 행태와 성과 분석”, 한국증권학회지, 제43권 제5호, 2014, 847-878.
- 우민철, 최혁, “고빈도거래자의 매매양태분석”, 한국증권학회지, 제42권 제4호, 2013, 699-732.
- 정재만, 전용호, 최혁, “전략적 반복주문을 통한 고빈도거래가 한국주식시장에 미치는 영향”, 재무연구, 제27권 제2호, 2014, 177-211.
- 최병욱, “외국인의 고빈도 IOC 주문은 정보기반거래인가? KOSPI200 옵션을 중심으로”, 재무관리연구, 제39권 제4호, 2022, 181-217.
- Ammar, I. B. and S. Hellara, “Intraday Interactions between High-frequency trading and price efficiency,” *Finance Research Letters*, 41, (2021), 101862.
- Aquilina, M., E. Budish, and P. O’Neill, “Quantifying the high-frequency trading ‘arms race’,” *Quarterly Journal of Economics*, 137(1), (2022), 493-564.
- Baron, M., J. Brogaard, B. Hagströmer, and A. Kirilenko, “Risk and Return in High-frequency Trading,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 54(3), (2019), 993-1024.
- Biais, B., T. Foucault, and S. Moinas, “Equilibrium Fast Trading,” *Journal of Financial Economics*, 116(2), (2015), 292-313.
- Brogaard, J. and C. Garriott, “High-frequency Trading Competition,” *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 54(4), (2019), 1469-1497.
- Budish, E., P. Cramton, and J. Shim, “The High-frequency Trading Arms Race: Frequent Batch Auctions as a Market Design Response,” *Quarterly Journal of Economics*, 130(4), (2015), 1547-1621.
- Carrion, A., “Very Fast Money: High-frequency Trading on the NASDAQ,” *Journal of Financial Markets*, 16, (2013), 680-711.
- Cont, R., A. Kukanov, and S. Stoikov, “The Price Impact of Order Book Events,” *Journal of Financial Econometrics*, 12, (2014), 47-88.

- Foucault, T., J. Hombert, and I. Rosu, "News Trading and Speed," *Journal of Finance*, 71(1), (2016), 335-381.
- Easley, D., S. Hvidkjaer, and M. O'Hara, "Is Information Risk a Determinant of Asset Returns?," *Journal of Finance*, 57(5), (2002), 2185-2221.
- Easley, D., N. M. Kiefer, M. O'Hara, and J. B. Paperman, "Liquidity, Information, and Infrequently Traded Stocks," *Journal of Finance*, 51(4), (1996), 1405-1436.
- Hagströmer, B. and L. Nordén, "The Diversity of High-frequency Traders," *Journal of Financial Markets*, 16, (2013), 741-770.
- Harris, L., "A Transaction Data Study of Weekly and Intraday Patterns in Stock Returns," *Journal of Financial Economics*, 16(1), (1986), 99-117.
- Hasbrouck, J. and G. Saar, "Low-latency Trading," *Journal of Financial Markets*, 16, (2013), 646-679.
- Hirschey, N., "Do High-frequency Traders Anticipate Buying and Selling Pressure?," *Management Science*, 67(6), (2021), 3321-3345.
- Hoffmann, P., "A Dynamic Limit Order Market with Fast and Slow Traders," *Journal of Financial Economics*, 113(1), (2014), 156-169.
- Kang, J., K. Y. Kwon, and W. Kim, "Flow Toxicity of High-frequency Trading and its Impact on Price Volatility: Evidence from the KOSPI 200 Futures Markets," *Journal of Futures Markets*, 40, (2020), 164-191.
- Kirilenko, A., A. Kyle, M. Samadi, and T. Tuzun, "The Flash Crash: High-frequency Trading in an Electronic Market," *Journal of Finance*, 72(3), (2017), 967-998.
- Korajczyk, R. and D. Murphy, "High-frequency Market Making to Large Institutional Trades," *Review of Financial Studies*, 32(3), (2019), 1034-1067.
- Kraus, A. and H. Stoll, "Parallel Trading by Institutional Investors," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 7(5), (1972), 2107-2138.
- Lee, E., "High Frequency Trading in the Korean Index Futures Market," *Journal of Futures Markets*, 35(1), (2015), 31-51.
- Lin, H. and W. Ke, "A Computing bias in Estimating the Probability of Informed Trading," *Journal of Financial Markets*, 14, (2011), 625-640.
- Menkveld, A., "High Frequency Trading and the New Market Makers," *Journal of Futures Markets*, 16, (2013), 712-740.

Musciotto, F., J. Piilo, and R. N. Mantegna, “High-frequency Trading and Networked markets,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 118(26), (2021).

SEC, *Equity Market Structure Literature Review*, Part II: high frequency trading, 2014.

Wah, E. and M. Wellman, “Latency Arbitrage, Market Fragmentation, and Efficiency: A Two-market Model,” *Proceedings of the Fourteenth ACM Conference: Electronic Commerce*, (2013), 855-872.

Wood, A., T. McInish, and J. Ord, “An Investigation of Transaction Data for NYSE stocks,” *Journal of Finance*, 40(3), (1985), 723-739.

Parallel Trading and Speed Competition in the Korean Index Futures Market

Byungwook Choi*

〈Abstract〉

This study examines the behavior of parallel tradings in the KOSPI 200 stock index futures market and the speed competition among traders participating in the trades. The parallel trading, defined as the batch of multiple orders with same price and direction submitted nearly simultaneously by multiple traders occurs 6,663 times (i.e., every 3.56 seconds), everyday during the continuous trading session. We find that the parallel trading account for 41% of the total trading volume in the KOSPI 200 futures contract between May 2019 and September 2020, 97% of orders in the trades are placed by foreign investors, and 68% of them are IOC orders. The average number of order messages in a parallel trading is 6.9, the average elapsed time is 3.56ms (milliseconds), and only about 30% of orders in the parallel trading lead to the real execution of trading due to the speed competition. The probit analysis between the direction of parallel trading and the change in the order flow imbalance, for the time period between 10ms before and 1ms before a parallel trading, reveals that some parallel tradings are significantly related to the order flow imbalance. In addition, the order processing speed of some competitive traders is estimated to be less than 1ms.

Keywords : Parallel Trading, High-Frequency Trading, Order Flow Imbalance, Market Microstructure, Latency Arbitrage

* Professor, Department of Business Administration, Konkuk University, E-mail: bwchoi@konkuk.ac.kr