

# 비트코인의 국내외 가격차이를 이용한 차익거래에 관한 연구\*

양 철 원\*\* (단국대학교)

## Abstract

본 연구는 대표적 암호화폐인 비트코인을 통해 일물일가의 법칙과 차익거래의 가능성을 분석하였다. 구체적으로 다음의 두 주제를 다루었다. 첫째, 비트코인 가격의 국내외 가격차이, 일명 '김치프리미엄'의 존재 여부와 크기에 대해 살펴보았다. 둘째, 비트코인의 국내외 가격차이를 결정하는 요인을 분석하기 위해 3개의 가설을 검증하였다: 투자자들의 이성적 동기 또는 심리적 요인에 의한 시장분할(market segmentation) 가설, 차익거래 제약(limit of arbitrage) 가설. 분석결과, 비트코인의 국내외 가격차이(김치 프리미엄)의 크기는 상당하였다. 표본기간 2015년 7월부터 2018년 12월까지, 달러화 기준으로 평균 223 달러, 최댓값은 8,358 달러, 백분율 기준으로 평균 3.71%, 최댓값은 55.72%에 달하였다. 가설 검증을 위한 회귀분석 결과, 구글트렌드 지수 차이와 네이버트렌드 지수와 같은 심리 변수가 통계적으로 유의미하여 투자자들의 이성적 동기보다는 심리적 요인에 의한 시장분할 가설 지지하였다. 또한 거래 당 비용과 메모리풀 대기 거래수 변수가 유의미하여 차익거래 제약 가설을 지지하였다. 이는 비트코인에 대한 한국의 관심 급증과 열풍이 원화가격을 비정상적으로 높여 김치 프리미엄을 형성시킨 반면, 한국 시장의 차익거래제약 요소들로 인해 이러한 가격차이를 신속하게 해소하지 못하였음을 의미한다.

## [ 1 ] 서론

일물일가의 법칙은 '한 상품에 하나의 가격이 존재한다'는 경제학의 가장 기본적인 법칙이다. 이 법칙을 존재하게 하는 가장 큰 힘은 차익거래자(arbitrageur)의 활발한 차익거래 활동이다. 만일 동일한 한 상품에

\* 본 논문은 2019년 하반기 펀드평가3사(한국펀드평가, FnGuide, 제로인)의 성균관대학교 자산운용연구센터(CAPM) 연구비 지원으로 수행되었습니다.

주제어: 비트코인, 일물일가의 법칙, 차익거래 이익, 시장분할, 심리적 요인.

JEL 분류기호: G11, G12, G41

\*\* 단국대학교 경영학부 부교수. E-mail: yang@dankook.ac.kr. 주소: 경기도 용인시 수지구 죽전로 152 단국대학교 상경관 511호. Tel.:031-8005-3437. Fax: 031-8021-7208.



다른 가격이 존재한다면 이를 발견한 차익거래자들은 재빠르게 상대적으로 낮은 가격의 상품을 사서 비싸게 팔아 차익거래의 이익을 취할 수 있을 것이다. 정상적인 시장이라면 많은 차익거래자들의 치열한 경쟁으로 인해 가격이 본질가치로 재빠르게 수렴하면서 차익거래 가능성이 사라지게 된다. 이와 같은 신속한 차익거래 활동은 일물일가의 법칙과 시장 효율성의 동력이 된다.

하지만 실제 세계에서는 다양한 요인들에 의해서 일물일가의 법칙이 성립하지 않을 때가 있다. Shleifer and Vishny (1996)은 무자본, 무위험에 의한 차익거래는 교과서적인 개념이며, 실제 차익거래를 위해서는 상당한 위험을 감수해야 함을 지적하였다. 가격이 본질가치에서 벗어났더라도 단기간에 본질가치로 회귀하지 못하고 오히려 가격괴리가 더 커질 수 있으며, 이 경우 차익거래자가 충분한 자본을 가지고 있지 못하다면 차익거래는 실패할 수 있다. Lamont and Thaler (2003)는 폐쇄형 펀드(Closed-end fund), ADR(American Depositary Receipts), Twin Shares, Dual-Classes Shares 의 다양한 증권들의 가격에서 일물일가의 법칙을 벗어나는 현상이 실제로 발생하고 있음을 보고하고 있다.

본 연구는 최근 관심을 받고 있는 대표적 암호화폐인 비트코인을 통해 일물일가의 법칙과 차익거래의 가능성을 분석하고자 한다. 특히 비트코인 시장은 최근에서야 거래가 형성된 초창기 시장으로써 이에 대해 연구하기 적합한 대상이라 생각된다. 크게 다음 두 가지 문제를 다루고자 한다. 첫째, 비트코인 가격의 국내외 가격차이의 존재 여부와 크기에 대해 살펴보고자 한다. 한국에서는 신문이나 뉴스 기사를 통해 비트코인 가격에 일명 '김치프리미엄'이 존재하는 것으로 알려져 있다. 즉, 비트코인의 원화 가격이 달러화 가격보다 더 크다는 것이며, 이는 비트코인이 동일한 상품임을 생각할 때 일물일가의 법칙에 어긋나는 것이다. 하지만 비트코인의 국내외 가격차이가 존재하는지 또는 그 크기가 얼마 정도인지 등에 대해 학문적으로 다루어진 적은 없다. 이에 대해 실제 자료를 사용하여 구체적으로 살펴보고자 한다. 둘째, 비트코인의 국내외 가격차이를 결정하는 요인을 분석하고자 한다. 기

존 연구를 바탕으로 3개의 가설을 설정한 후 관련 변수들을 사용하여 실증분석을 시도하였다.

본 연구는 다음과 같은 면에서 공헌할 수 있으리라 사료된다. 첫째, 암호화폐는 대중적인 관심에 비해 학술적 연구는 부족한 실정이다. 대표적인 암호화폐인 비트코인의 가격 자체에 대한 연구들은 존재하지만, 주로 비트코인의 가격에 대한 연구들이 주를 이루고 있다. 본 연구는 비트코인의 서로 다른 시장에서의 가격차이를 분석한다는 점에서 차별점을 지닌다. 또한 본 연구는 기존의 수요 공급 관련 변수 외에도 투자자의 심리변수 등을 포함한 종합적인 연구를 진행하였다. 특히 비트코인은 주로 개인들에 의해 이루어지는 특징을 감안할 때, 투자자의 세밀한 가치평가보다는 뉴스, 소셜미디어 등을 통해 나타난 심리적 요인에 영향받을 가능성이 높다. 본 연구는 구글트렌드와 네이버 트렌드 지수 등의 변수를 사용하여 대중의 관심이 가격형성에 주는 영향을 검증하였다.

둘째, 시장효율성에 대한 정책적 시사점을 제공해 줄 수 있다. 일물일가의 법칙이 유지되기 위해서는 차익거래자의 활발한 활동이 필요하기 때문에 거래량이 많은 성숙한 시장일수록 유리하다. 즉, 거래가 부족한 초기의 시장에서는 일물일가의 법칙이 성립되지 않을 가능성이 많다. 비트코인 시장은 2015년 이후에 들어서야 거래가 형성된 초창기 시장으로써 본 연구의 적합한 연구대상이라 사료된다. 이를 통해 어떤 요인들로 인하여 차익거래 가능성과 같은 비효율적인 현상들이 발생하는지 살펴볼 수 있으며, 금융시장의 효율성을 발전시키기 위한 정책적 시사점을 얻을 수 있을 것이다. 이는 새롭게 개발되는 다른 상품 시장에도 적용가능할 것이다.

셋째, 투자전략으로서 가능성을 확인할 수 있다. 차익거래 전략은 가격의 비효율성을 이용하여 무자본, 무위험으로 이익을 획득할 수 있는 방법이다. 비트코인 시장에서 차익거래의 가능성이 존재한다면 이는 투자자들에게 좋은 투자기회를 제공할 수 있을 것이다. 특히 비트코인 시장은 아직 기관투자자들이 본격적으로 활동하지 않고 있다는 점에서 많은 가능성을 가지고 있다.

본 연구는 비트코인의 가격차이에 영향을 미치는 요인을 설명하기 위해 다음 3개의 가설을 설정하였다. 첫 두 가설은 시장분할(market segmentation)에 대한 것으로 한국과 미국시장의 수요와 공급의 차이가 발생함으로써 가격차이가 날 수 있음을 설명이다. 예를 들어, 한국에서의 비트코인에 대한 수요가 미국에서의 수요보다 더 높다면 한국의 비트코인 가격이 미국보다 더 높아질 수 있다. 공급 측면에서도 동일한 설명이 가능할 것이다. 첫 번째 가설은 투자자들의 이성적 동기에 근거한 시장분할 가설이다. 실증분석을 위해, 비트코인에 대한 수요변수로 달러지수의 변화율, 달러 대비 원화환율의 변화율, KOSPI 수익률과 S&P500 수익률의 차이 등을 사용하였다. 공급 관련 변수로 두 나라의 비트코인 거래량 차이를 사용하였다. 둘째 가설은 투자자들의 심리적 요인에 근거한 시장분할 가설이다. 이는 한국 투자자들의 급격한 관심의 증가나 비이성적 과열과 같은 행태적인 요소들이 비트코인의 가격차이를 발생시킬 수 있다는 것이다. 즉, 미국보다 한국 투자자들의 관심이 더 급격하게 증가하였다면 비트코인 가격이 한국에서 더 강세를 보일 수 있다. 투자자 심리변수로 '비트코인' 단어를 검색한 구글 트렌드지수와 네이버 트렌드지수를 사용하였다. 셋째, 차익거래 제약(limit of arbitrage) 가설은 일몰일가 법칙을 벗어난 차익거래 기회가 존재하더라도 이를 이용할 수 없는 여러 제약들이 존재할 수 있다는 것이다. 가장 대표적인 것이 거래비용인데 이에 대한 변수로 Blockchain.com에서 제공하는 비트코인 거래 당 비용과 메모리풀 대기 거래수를 사용하였다.

분석결과는 다음과 같다. 첫째, 비트코인의 국내외 가격차이의 크기는 상당하였다. 가격차이를 달러화 기준으로 계산하였을 때, 표본기간 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지 평균은 223 달러, 최댓값은 8,358 달러에 이르렀다. 백분율로 계산하였을 때, 가격차이의 평균은 3.71%이며, 최댓값은 55.72%에 달해 비트코인의 김치프리미엄의 상당함을 알 수 있었다. 비트코인 가격차이는 주로 2017년 하반기부터 2018년 전반기 동안 형성되었으며, 특히 2017년 6월과 2018년 1월이 가장 큰 가격차이를 보여주었다.

둘째, 비트코인의 국내외 가격차이를 결정하는 요인을 분석하였다. 회귀분석 결과, 구글트렌드 지수 차이와 네이버 트렌드 지수와 같은 심리 변수들이 통계적으로 유의미하였으며, 거래 당 비용과 메모리풀 대기 거래수와 같은 차익거래 제약 가설 변수들도 통계적 유의성이 발견되었다. 하지만 투자자들의 이성적 동기를 대변하는 변수들은 유의미하지 않았다.

본 연구의 결과는 비트코인의 국내외 가격차이가 투자자들의 이성적 요인에 영향을 받기보다는 사람들의 관심, 즉 심리적 요인에 더 강한 영향을 받음을 보여준다. 또한 한국 비트코인 시장이 차익거래에 대한 제약이 존재하는 초기 시장이며 더 성숙해져야 할 요인들이 많음을 알 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 자료 및 선행연구를 설명하였다. 3장에서는 비트코인의 국내외 가격차이의 크기를 살펴보고, 4장에서는 가격차이의 결정요인에 대한 실증분석 결과를 제시하고 결과를 해석하였다. 마지막 5장에서는 논문을 마무리하였다.

## 2 자료 및 문헌연구

### 2.1 자료

본 연구에서는 사용하는 비트코인 원화가격과 달러화 가격은 비트코인차트 홈페이지를 통해 제공받았다(<https://bitcoincharts.com>). 비트코인차트는 세계 여러 국가의 암호화폐 거래소의 비트코인 가격을

보유하고 있다. 이 중 비트코인 원화 가격은 코빗(KORBIT)의 가격을 사용하였으며, 비트코인 달러화 가격은 비트스탬프(BitStamp) 가격을 사용하였다. 비트코인 가격은 일 기준으로 작성되었으며 UTC 기준 00시 00분 00초 시점의 가격에 해당한다. 달러화 대비 원화 환율은 한국은행 자료를 사용하였다. 자료



의 표본기간은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지에 해당한다.

비트코인의 국내의 가격차이를 설명하기 위해 3개의 가설에 따라 총 8개 변수를 사용하였다. 한국과 미국의 시장분할과 관련하여 투자자들의 이성적 요인을 반영할 수 있는 변수로 미국 달러지수(Dollar Index) 변화율, 달러대비 원화환율(USD환율) 변화율, 시장수익률의 차이, 비트코인 거래량 변화율(%) 차이 4개를 사용하였다. 또한 투자자들의 심리적 요인에 의한 시장분할 가설 검증을 위해 투자자 심리 변수로 구글 트렌드지수와 네이버 트렌드지수 2개를 포함하였다. 마지막으로 차익거래제약요인 변수로서 Blockchain.com에서 제공하는 비트코인 거래 당 비용과 메모리풀 대기 거래수 2개를 사용하였다. 변수에 대한 더 자세한 설명은 제3장의 가설 설정 이후 <표 2>에 제시하였다.

## 2.2 선행연구

일물일가의 법칙은 '한 상품에 하나의 가격이 존재한다'는 경제학의 가장 기본적인 법칙이다. 이는 일반적으로 차익거래자들의 존재에 의해 설명된다. 즉, 한 상품에 대해 다른 가격이 존재한다면 이를 이용하여 차익거래의 이익을 추구하는 차익거래자들에 의해서 한 가격으로 수렴하게 된다는 논리에 의해서 지지된다. 하지만 현실에서는 다양한 요인들에 의해서 일물일가의 법칙이 성립하지 않을 때가 있다. Shleifer and Vishny (1997)은 이론과 달리 현실에서 차익거래를 실행할 때 실패할 수 있는 다양한 상황을 모형으로 제시하였다. Gagnon and Karolyi (2010)는 미국 시장에 상장된 35개국 506개의 American Depositary Receipts (ADRs)과 자국 주식가격 간의 일중 가격 차이를 비교하였다. 가격과리율은 평균 4.9 베이스 포인트로 경제적 의미는 작지만, 변동성이 크고 비이상적으로 커질 수 있음을 발견하였다. 이런 가격차이와 차이의 변화는 차익거래를 시행하는 보유비용(holding costs)과 밀접한 관계가 있음을 발견하였다.

비트코인도 동일 상품이지만 거래소 사이에서의

가격이 일물일가의 법칙에서 어긋나는 현상이 보고되고 있다. Kroeger and Sarkar (2017)는 미국 달러화로 거래되는 다수의 비트코인 거래소에서의 가격차이를 분석한 결과 가격차이가 통계적으로 유의하며 상당히 지속됨을 발견하였다. 그들은 이 가격차이의 원인으로써 거래비용이나 변동성과 같은 시장미시구조적 마찰(microstructure frictions)과 시장분할(market segmentation) 때문임을 주장하였다. 또한 비트코인을 자금세탁과 같은 불법적 용도로 활용하기 위한 불법 프리미엄(illegality premium)이 존재함을 주장하였다. Pieters and Vivanco (2017) 11개 시장에서의 비트코인 가격이 유의미한 차이를 보임을 보고하고 있다. 특히 이 차이는 계좌 개설에 있어서 투자자 확인을 요구하지 않는 거래소에서 더 심함을 발견하였다. 이는 규제가 비트코인 시장에 중요한 영향을 줄 있음을 보여준다. Choi, Lehar and Stauffer (2018)도 본 연구와 동일하게 김치프리미엄을 존재하며 국가간 자본통제나 시장미시구조적 요인들이 중요한 요인임을 주장하고 있다. Makarov and Schoar (2019)은 19개국의 34개 비트코인 거래소를 분석한 결과, 가격 차이가 국가 내에서 보다 국가 간에 훨씬 크며 자본에 대한 통제가 강한 국가에서 더 강함을 발견하였다.

비트코인 가격자체에 대한 연구도 상당수 존재한다. Kristoufek (2015)은 비트코인 화폐 공급이 장기적으로 가격의 결정요인으로 작용하여 전통적 화폐 유인 이론을 따름을 주장하였다. Ciaian, Rajcaniova, and Kancs (2016)도 비트코인의 가격결정 형성에 수요와 공급이 직접적인 영향을 줌을 검증하였으며 이를 근거로 비트코인 가격이 전통적인 수요공급 이론에 부합함을 주장하였다. 이들은 특히 수요 변수인 비트코인 시장의 크기가 가장 중요한 요인임을 발견하였다. Hayes (2019)는 공급비용과 관련된 변수들에 초점을 맞추어서 비트코인 채굴 난이도와 채굴 보상, 소모 전력량 등이 실제 비트코인 가격과 유의미한 상관성이 있음을 보이고 있다. 한국에서도 국내 거래소의 비트코인 가격이 금 가격과 유의미한 상관성을 보임으로 안전도피자산의 성격이 있음을 발견하였다(장성일, 김정연, 2017).

이에 반해 투자자의 관심과 같은 비이성적 요인이 가격결정에 중요함을 주장한 연구들도 있다. Polasik, Piotrowska, Wisniewski, Kotkowski, and Lightfoot (2015)은 투자자들의 관심과 같은 행태적인 요소들도 비트코인의 가격에 영향을 미칠 수 있음을 보여주었다. 이준식, 김진우, 박도형 (2018) 역시 2014년 1월부터 2017년 10월 사이 비트코인 가격과 부정적 검색어의 구글 트렌드지수 간에 음의 상관관계가

있음을 확인한 바 있다. 이기광, 조수지, 민경수, 양철원 (2019)은 한국에서 비트코인 가격이 수요공급변수나 실물경제변수와 같은 경제적 변수보다는 네이버 트렌드지수와 신문기사 등 대중의 관심과 연관된 심리 변수들과 강한 관계를 가짐을 발견하였다. 또한 비트코인 가격이 개인투자자의 주식 순매수와 음(-)의 관계를 발견함을 통해 암호화폐 시장의 주요 참여자인 개인들에게 주식투자의 대체재로서 사용됨을 주장하였다.

### 3 일물일가의 법칙과 비트코인의 국내외 가격차이

#### 3.1 비트코인의 국내외 간 가격차이가 존재하는가?

앞에서 언급한 자료들을 사용하여 비트코인의 국내외 가격 차이를 달러화를 기준으로 다음과 같이 계산하였다.

$$Price\ Difference_t = \ln(Dollar\ Price_{K,t}) - \ln(Dollar\ Price_{A,t}) \quad (1)$$

여기서, Dollar Price<sub>K,t</sub>는 한국에서 거래되는 비트코인 원화가격을 환율로 나누어 달러화로 변환한 값이며, Dollar Price<sub>A,t</sub>는 미국에서 거래되는 비트코인 달러화 가격을 의미한다. 이 차이가 (+) 값을 갖는다면 한국에서 거래되는 비트코인 가격이 미국에서 거래되는 비트코인 가격보다 큼을 의미하며, 이를 일명 '김치프리미엄'이라고 부른다.

〈그림 1〉은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지의 비트코인 가격과 국내외 가격차이의 시계열 추이를 보여주고 있다. 패널 A는 비트코인의 원화 가격과 달러화 가격을 동시에 보여주고 있다. 원화 가격은 2017년부터 오르기 시작해서 2017년 후반기에는 500만원을 넘어서 연말에는 2,000만원을 넘어선다. 2018년 들어서면서는 다시 하락하기 시작해서 연말에는 다시 500만원 아래로 내려간다. 비트코인의

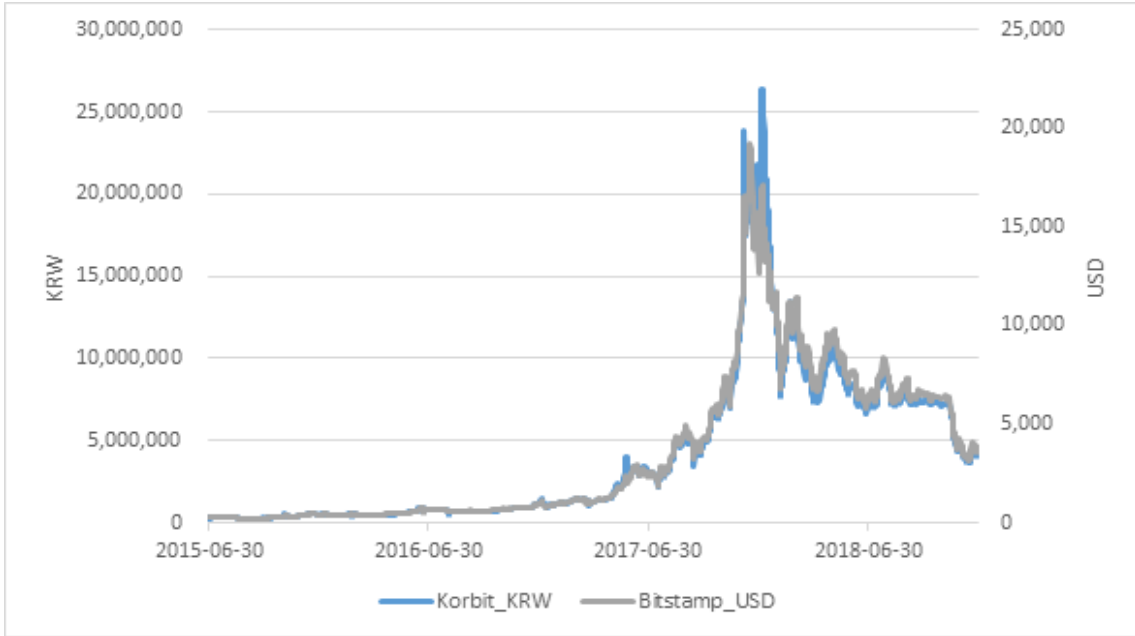
달러화 가격도 거의 비슷한 추이를 보인다. 하지만 비트코인 가격이 정점에 도달한 2017년 말에서 2018년 초 기간을 보면 원화가격의 달러화 가격보다 더 많이 상승한 것을 확인할 수 있다. 이를 더 명확하게 보기 위해서 패널 B에서는 식 (1)에 따라 비트코인 국내외 가격차이를 달러화 기준으로 계산한 결과를 보여주고 있다. 가격차이를 금액과 백분율(%) 두 가지로 보여주고 있다. 금액으로 보면 가격차이가 전반적으로 0을 유지하다가 2017년 하반기부터 2018년 전반기의 기간 동안 양(+)의 값으로 형성되는 것을 볼 수 있다. 이는 비트코인 원화 가격이 달러화 가격보다 높은 김치프리미엄이 실제로 상당 기간 존재하였음을 보여주는 결과이다. 이 중에서 2017년 6월과 2018년 1월에 가장 큰 가격차이를 보여주고 있다. 전반적으로 비트코인 가격이 급격히 상승했던 시기와 일치한다.

〈표 1〉은 〈그림 1〉 패널 B의 비트코인 국내외 가격차이의 구체적 요약통계량을 보여주고 있다. 원화 가격을 당일의 달러 대비 원화 환율을 이용하여 달러화로 변화하였다. 따라서 패널 A에서 보여주는 금액 기준 가격차이는 달러(USD) 단위이다. 전체 1,280일의 가격차이의 평균은 223 달러이며, 표준편차는 803 달러여서 가격차이의 일별 변동성이 상당히 큼을 알 수 있다. 최솟값은 -307달러인데 비해 중간값은 20 달러, 최댓값은 8,358 달러에 이른다. 연도별로 나누어

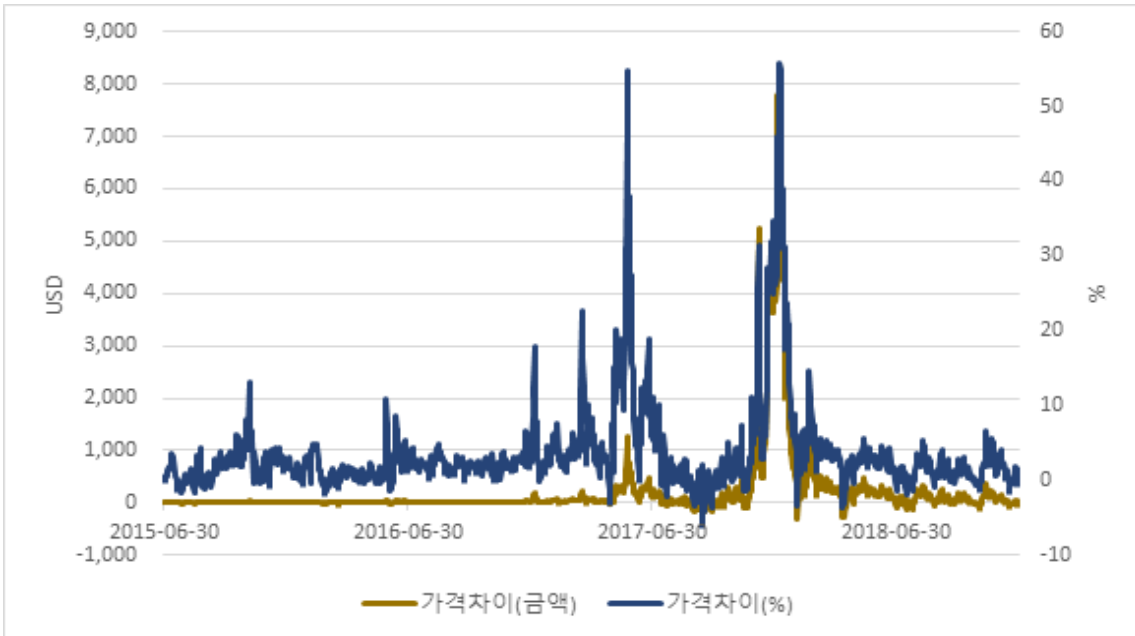


### 〈그림 1〉 비트코인 국내외 가격차이의 시계열 추이

본 그래프는 비트코인 원화와 달러화 가격과 가격차이의 시계열 추이를 나타내고 있다. 전체 표본기간은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지이다. 패널 A의 비트코인 원화 가격은 국내 거래소인 코빗(KORBIT) 일단위 가격을 기준으로 하였으며, 달러화 가격은 Bitstamp 가격을 사용하였다. 패널 B에서 가격차이는 코빗 원화 가격에 대해 달러화 환율을 사용하여 달러화로 변환한 가격과 Bitstamp 달러화 가격과의 차이를 나타낸다.



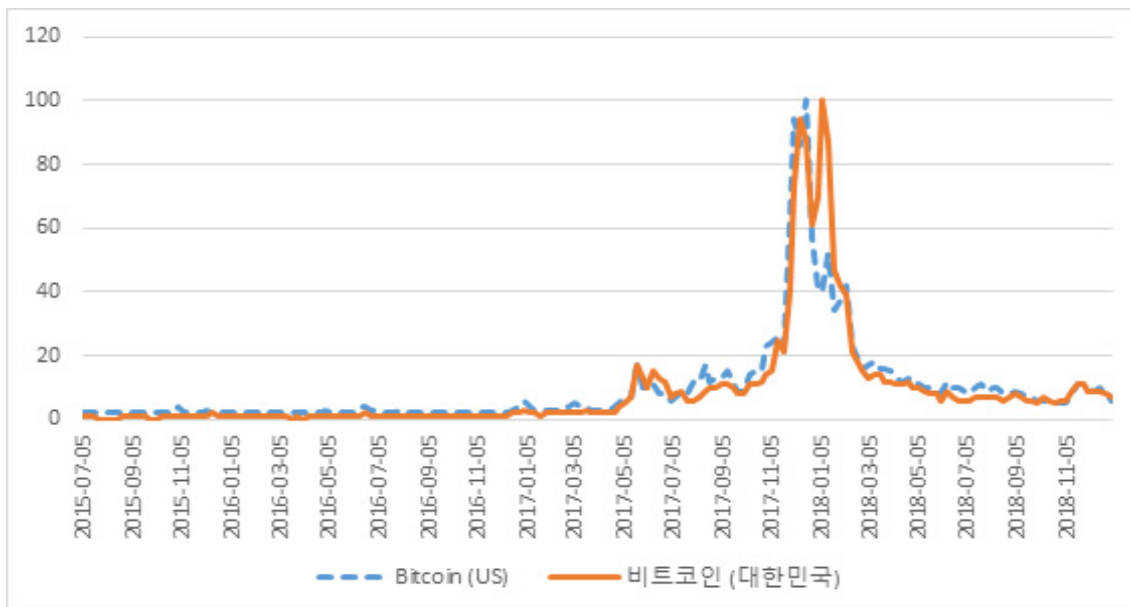
패널 A. 비트코인의 원화 가격과 달러화 가격



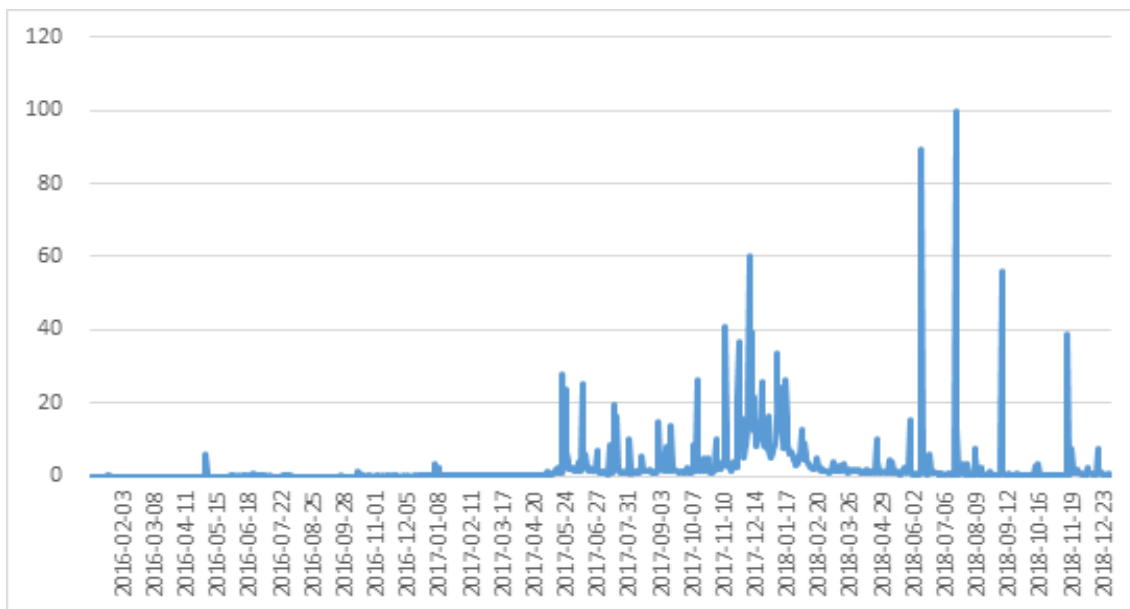
패널 B. 가격차이의 시계열

### 〈그림 2〉 트렌드 지수의 시계열 추이

본 그래프는 트렌드지수의 시계열 추이를 나타내고 있다. 전체 표본기간은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일 까지이다. 패널 A의 구글 트렌드의 미국에서의 'Bitcoin', 한국에서 '비트코인'에 대한 트렌드지수를 보여주고 있다. 패널 B에서 네이버 트렌드에서 '비트코인'에 대한 트렌드지수를 보여주고 있다.



패널 A. 구글트렌드 지수



패널 B. 네이버트렌드 지수



〈표 1〉 비트코인 국내외 가격차이의 요약통계량

본 표는 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지 비트코인 국내외 가격차이의 요약통계량을 보여주고 있다.

| 변수              | 관측수   | 평균   | 표준편차  | 최솟값   | 중간값  | 최댓값   |
|-----------------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| 패널 A. 가격차이(USD) |       |      |       |       |      |       |
| 전체              | 1,280 | 223  | 803   | -307  | 20   | 8,358 |
| 2015            | 184   | 7    | 7     | -5    | 5    | 53    |
| 2016            | 366   | 12   | 10    | -8    | 10   | 60    |
| 2017            | 365   | 308  | 821   | -187  | 62   | 5,229 |
| 2018            | 365   | 459  | 1,209 | -307  | 151  | 8,358 |
| 패널 B. 가격차이율(%)  |       |      |       |       |      |       |
| 전체              | 1,280 | 3.71 | 6.48  | -5.79 | 2.12 | 55.72 |
| 2015            | 184   | 2.01 | 2.05  | -1.69 | 1.91 | 13.03 |
| 2016            | 366   | 1.92 | 1.55  | -1.68 | 1.77 | 10.85 |
| 2017            | 365   | 5.89 | 8.17  | -5.79 | 3.15 | 54.85 |
| 2018            | 365   | 4.20 | 8.17  | -3.60 | 2.23 | 55.72 |

〈표 2〉 회귀분석에 사용할 변수들

본 표는 회귀분석에 사용할 변수들을 설명하고 있다. 종속변수로서 비트코인 원화가격과 달러화 가격의 차이를 사용하고, 이에 영향을 미치는 요인을 크게 이성적 동기 시장분할가설, 심리 관련 시장분할가설, 그리고 차익거래제약 가설 3가지로 구분하였다. 구체적으로 이성적 동기 시장분할가설 관련 변수는 미국 달러지수 변화율, 달러대비 원화환율(USD환율) 변화율, 한국과 미국 주식시장수익률 차이, 한국과 미국 비트코인 거래량 증가율 차이 총 4개 변수를 설정하였다. 심리 관련 시장분할가설 변수로 네이버 트렌드지수, 구글 트렌드지수를 사용하였다. 마지막 차익거래제약 가설 관련 변수로 거래 당 비용, 메모리풀 대기 거래수 총 2개를 사용하였다.

| 변수구분               | 변수설명  | 단위 | 자료출처                   |
|--------------------|---|----|------------------------|
| 비트코인 가격차이(%)       | 코빗 원화 가격을 달러화로 변환한 가격과 Bitstamp 달러화 가격과의 차이 | 일별 | Bitcoincharts          |
| 이성적 동기에 의한 시장분할 가설 | 미국달러지수 변화율                                  | 일별 | Investing.com          |
|                    | USD환율 변화율                                   | 일별 | 한국은행                   |
|                    | 주식시장수익률 차이                                  | 일별 | Investing.com<br>한국거래소 |
|                    | 비트코인 거래량 증가율 차이                             | 일별 | Bitcoincharts          |
| 심리에 의한 시장분할 가설     | 구글 트렌드지수 차이                                 | 주별 | 구글 트렌드                 |
|                    | 네이버 트렌드지수                                   | 일별 | 네이버 데이터랩               |
| 차익거래 제약가설          | 거래 당 비용                                     | 일별 | Blockchain.com         |
|                    | 메모리풀 대기 거래수                                 | 일별 | Blockchain.com         |

보면, 가격차이의 변동성이 2017년과 2018년에 가장 큼을 볼 수 있으며, 최댓값 8,358 달러는 2018년에 해당한다. 2017년의 최댓값도 5,229 달러로 2018년 못지않게 큼을 확인할 수 있다.

패널 B의 백분율로 표시한 가격차이도 보여주고 있다. 평균은 3.71%이며, 중간값은 2.12%이다. 최솟값은 -5.79%인데 반해 최댓값은 55.72%에 달해 비트코인의 김치프리미엄의 상당함을 알 수 있다. 연도별로 나누어 보면, 가격차이의 변동성이 2017년과 2018년 8.17%로 동일하면서도 가장 크다. 최댓값도 2017년 54.85%, 2018년 55.72%로 두 해의 비트코인 가격차이가 다른 해에 비해 아주 크다.

### 3.2 국내외 가격차이를 이용한 차익거래

위의 비트코인의 국내외 가격차이는 차익거래의 기회(arbitrage opportunity)를 제공할 수 있다. 이를 이용하기 위해 차익거래자들은 비트코인을 상대적으로 싼 거래소에서 구매한 후에 상대적으로 비싼 거래소로 가져가서 판매하는 거래를 실행할 수 있다. 국내외 국외를 구분하였을 때, 국외의 Bitstamp의 달러화 가격이 상대적으로 저렴하기 때문에 여기서 비트코인을 달러화로 사서 국내에서 팔아 원화를 확보할 수 있다. 이를 일반화하면 차익거래는 다음과 같은 단계를 거친다.

- 차익거래자가 거래에 사용할 자금을 차입한다. 비트코인을 구매할 거래소에서 사용하는 통화로, 여기서는 Bitstamp에서 구매하기 때문에, 달러화로 투자금을 차입한다.
- 차익거래자가 Bitstamp에서 비트코인을 구매한다.
- 차익거래자가 한국 비트코인 시장, 여기서는 KORBIT에서 비트코인을 매도한다.
- 매도한 통화를 투자금을 차입한 통화로 환전하여,

여기서는 매도를 통해 확보한 원화를 달러화로 환전하여, 차입금을 반환하고 차익거래의 이익을 실현한다.

이런 차익거래를 통해 한국시장에서 존재하는 김치프리미엄을 자신의 이익으로 실현할 수 있다. 거래비용이 없는 완전자본시장이라면 비트코인 국내의 가격차이 전체를 자신의 이익으로 얻을 수 있다. <표 1>의 요약통계량에 의하면 일 평균 3.71%, 가장 많게는 55.72%까지 수익률을 실현할 수 있다.

하지만 실제 차익거래를 수행하기 위해서는 다양한 거래비용들이 수반된다. 첫째, 차입한 달러에 대한 이자비용이 존재한다. 미국 국제이자율이 2%정도인 것을 감안하면 일별 이자율은 그리 크지는 않다. 둘째, 비트코인의 거래수수료가 존재한다. Bitsamp의 경우 Maker fee와 Taker fee가 동일하며, 월 거래금액이 \$20,000이하이면 거래수수료가 0.25%, \$20 million 이상이면 0.10%까지 작아진다. 코빗의 경우 거래금액에 따라 수수료가 달라지지만 가장 높은 1억 미만을 기준으로 하면, Maker fee가 0.08%, Taker fee가 0.20%이다.<sup>1)</sup> 셋째, 원화를 달러화로 환전하는 데 환전수수료가 존재한다. 스탠더드차터드 은행이 공시한 자료에 의하면 살 때와 팔 때의 스프레드가 각각 1.75%이다.

차익거래자가 빠른 거래를 위해서 비트코인 거래에서 Taker fee를 지불한다고 하면, 위의 3가지 요소를 고려한 거래비용은 일별 기준으로 2.21%(=2%/365+.25%+0.20%+1.75%) 정도이다. 비트코인의 일 평균 가격차이가 3.71%이므로 거래비용을 제하면 일 평균 1.50%의 차익거래 수익률이 가능하다. 물론 비트코인의 국내외 가격차가 큰 거래일을 사용한다면 수익률의 크기는 더 커질 것이다.

여기서 하나 주의할 점은 거래과정에서 상당한 시간의 지체가 일어날 수 있다는 것이다. 첫째, 거래소

1) 암호화폐 거래소에서는 수수료(fees)를 “taker fee”와 “maker fee”로 구분한다. “maker fee”는 지정가 주문에 부여되는 수수료로 주문장(order book)에 쌓여서 매도-매수 스프레드(bid-ask spread)를 형성하게 되며, “taker fee”는 제출 즉시 거래가 성사되는 시장가 주문에 부여되는 수수료이다. 위해 암호화폐 거래소에서는 주문장의 깊이(depth)를 충분히 유지하기 일반적으로 “maker fee”에 더 작은 수수료를 부여하고 있다. 반대로 “taker fee”는 거래를 빨리 체결하는 대가로 더 많은 거래비용을 지불하는 것으로 생각할 수 있다.



계좌에 금액을 예탁하는데 시간이 필요하다. 예를 들어, BTC-e, 거래소의 경우 달러가 계좌에 예치되는데 5~10일 정도 소요된다. 둘째, 비트코인을 한 거래소에서 다른 거래소로 이동시키는데도 시간이 필요하다. 블록체인 상에서 비트코인을 이체하는데 결제를

위해서 대략 10분 정도의 시간이 소요된다. 이런 시간 지연을 고려할 경우, 거래비용은 더 커질 수 있으며 차익거래 이익의 불확실성도 증가할 것이다. 실제 차익거래를 통해 이익을 얻는다는 것이 많은 제약이 존재하며 쉽지 않은 일임을 알 수 있다.

## [ 4 ] 비트코인 국내외 가격차이의 결정요인

### 4.1 가설 및 설명변수

비트코인 국내외 가격차이를 설명할 수 있는 3개의 가설을 설정하였으며, 가설들은 완전히 상호배타적이지는 않다. 이들 중 첫 두 개의 가설은 동일하게 시장분할(market segmentation)과 관련되어 있다. 동일한 상품의 가격이 서로 다른 시장에서 가격차이가 있다는 것은 기본적으로 시장이 분할되어 있음을 의미한다. Makarov and Schoar (2019)도 19개국의 34개 비트코인 거래소를 분석한 결과, 가격차이가 국가 내 거래소보다 국가 간 거래소 사이에서 훨씬 큼을 보여주며, 자본시장이 분리되어 있다는 것이 비트코인 가격차이를 설명하는 중요한 요인임을 언급하고 있다. 비트코인 가격도 결국 수요와 공급에 의해서 결정된다고 할 수 있다. 따라서 같은 비트코인이지만 한국과 미국의 수요와 공급이 차이가 발생함으로써 가격차이가 날 수 있다. 즉, 두 개의 시장에 분리되어 있어서 서로 다른 수요와 공급에 의해서 영향을 받을 수 있고, 이것이 가격차이로 나타날 수 있는 것이다. 예를 들면, 한국에서의 비트코인에 대한 수요가 미국에서의 수요보다 더 높다면 한국의 비트코인 가격이 미국보다 더 높아질 수 있다. 더 나아가서, 수요나 공급에 영향을 주는 투자자들의 동기와 연관하여 이성적 요인과 심리적 요인으로 구분할 수 있으며 이를 두 개의 가설로 설정하였다.

첫째는 이성적 동기에 의한 시장분할 가설이다. 비트코인에 대한 첫 번째 수요는 비트코인이 기존

통화를 대체하는 화폐로서 기능할 수 있을 것이라는 기대에서 나올 수 있다. Kristoufek (2015), Ciaian et al., (2016)은 비트코인이 전통적 화폐 유인이론을 따르며, 비트코인의 가격결정 형성에서 화폐 수요와 공급에 대한 요인이 유의미하게 작동함을 주장하였다. 화폐로써의 수요가 존재한다면 비트코인의 가치는 세계의 기축통화로서 사용되는 달러의 가치와 연관이 있을 것이다. 달러화의 가치가 오르면 즉 원화의 가치가 떨어진다면 한국에서는 미국에 비해 비트코인을 구매하려는 수요가 더 증가할 수 있을 것이다.

달러화 가치변동을 측정하기 위해 미국 달러지수의 변화율을 사용하였다. 미국 달러지수는 유로, 엔, 파운드, 캐나다 달러, 스웨덴 크로네, 스위스 프랑 등 통화 가치가 안정적이고 경제규모가 큰 6개국 통화를 기준으로 미 달러화 가치를 지수화한 값이다. 이준식 외 2인 (2018)은 미국 달러지수가 비트코인 가격과 상관성이 있음을 주장하였다.

또한 동일한 논리로 한국의 화폐인 원화가치가 약세일 때 한국에서 비트코인을 사려고 하는 수요가 미국보다 더 크게 증가할 수 있다. 이런 이유에서 달러 대비 원화환율의 변화율을 두 번째 설명변수로 사용하였다. 달러화 지수 변화율이나 달러 대비 원화환율의 변화율이 증가할수록 원화의 가치 하락에 대비해 한국에서의 비트코인 수요가 증가하고 가격도 상승하게 될 것이다. 따라서 둘 간의 양(+)의 관계가 예상된다.

비트코인에 대한 또 다른 수요는 투자할 수 있는 금융자산으로써의 가치와도 연관되어 있다. 이기광

외 3인 (2019)는 한국시장에서 비트코인이 주식시장의 대체제로 사용될 가능성에 대해 주장하고 있다. 이를 위해 투자금융자산을 대표하는 KOSPI 지수를 변수로 사용하였다. 만약 비트코인에 대한 투자가 주식투자의 대체제로 사용된다면 주식시장이 좋지 않을 때 비트코인 시장으로 더 많은 자금이 몰릴 수 있다. 따라서 한국 주식시장의 수익률이 미국 주식시장에 비해 더 좋지 않다면 한국에서 비트코인에 대한 투자 수요가 미국보다 더 증가할 수 있다. 따라서 KOSPI 수익률과 S&P500 수익률의 차이를 설명변수로 사용하였다. 둘 간의 차이가 작을수록 한국 주식시장이 미국 주식시장에 비해 약세장임을 의미하기 때문에 한국 투자자들의 비트코인에 대한 투자 수요가 상대적으로 증가하게 되며, 결국 비트코인 원화 가격도 상승할 것이다. 따라서 두 시장간 수익률 차이와 비트코인 국내외 가격차이 간의 음(-)의 관계가 예상된다.

다음은 비트코인의 공급 관련 변수로 비트코인 거래량을 사용하였다.<sup>2)</sup> 한국과 미국의 비트코인 거래량의 증가율의 차이를 공급변수의 하나로 사용하였다. 즉, 거래량의 증가가 많을수록 비트코인에 대한 공급이 증가하는 것으로 생각하였다. 비트코인에 대한 수요가 일정하다면 시장이 분할되어 있을 때 공급이 부족한 시장에서 가격은 더 올라갈 수밖에 없을 것이다.

두 번째는 투자자 심리에 의한 시장분할 가설을 설정하였다. 투자자들의 급격한 관심의 증가나 광풍과 같은 행태적인 요소들도 비트코인의 가격을 상승시킬 수 있다, Polasik et al. (2015), 이준식 외 2인 (2018)은 각각 미국과 한국에서 비트코인 가격과 구글 트렌드 지수가 높은 상관관계를 가짐을 보여줌으로써 투자자들의 관심의 증가가 비트코인의 가격형성에 중요한 요인임을 보여주었다. 예를 들어, 미국에서보다 한국에서 투자자들의 관심이 더 급증하였다면 비트코인 가격이 한국에서 더 상승할 수 있다. 따라서 한국과 미국 간 트렌드지수 차이와 비트코인 국내외 가격차이 간의 양(+)의 관계가 예상된다. 이 설명도 결국 투자자의 수요나 공급과 연관된다. 첫 번째 가설에 언급된

수요공급요인 변수들은 비트코인 가격 변동의 원인을 이성적인 요인에서 찾는 데 반해 두 번째 가설은 비이성적 요인에 해당한다는 점에서 차이가 있다.

가설을 검증하기 위해 구글 트렌드지수와 네이버 트렌드지수를 사용하였다. Google Trends 서비스를 통해 한국의 심리변수를 찾기 위해 검색어 '비트코인'을 사용하고 대상지역은 대한민국(South Korea)로 설정하였으며, 미국의 심리변수를 위해서는 'Bitcoin'을 검색어로 사용하고 대상지역은 미국(United States)로 설정하였다. 이 둘의 차이를 한국의 미국의 관심의 차이로 생각하였다. 한국이 미국에 비해 비트코인에 대한 관심이 매우 높고 과열 현상이 있었다면 더 높은 프리미엄이 발생할 수 있을 것이다. 다만 구글 트렌드지수는 주 단위의 데이터만을 제공하기 때문에 데이터를 주초 가격과 주말 가격 사이 변동률로 변환해 분석하였다. Naver Datalab에서 네이버 트렌드 지수를 획득하였다. 네이버 트렌드지수의 경우 비트코인 관련 검색어로 '비트코인'을 사용하였으며, 검색 빈도가 가장 높았던 2017년 12월 08일 '비트코인' 검색 빈도 100을 기준으로 나머지 날짜의 상대적인 검색 빈도 데이터가 추출되었다. 네이버 트렌드지수의 장점은 일별로 자료가 존재한다는 점이다. 단점은 NAVER가 자료를 제공하는 시점인 2016년 1월 1일부터 지수가 존재한다는 것과 미국과의 비교는 불가능하다는 것이다. 하지만 네이버 트렌드지수 하나만을 사용하여도 한국인들의 관심의 증폭을 측정해 낼 수 있으리라 생각되어 변수에 포함하였다.

세 번째로 차익거래제약(limit of arbitrage) 가설을 고려하였다. 일몰일가 법칙에 어긋나는 차익거래 기회가 존재하더라도 이를 이용할 수 없는 여러 제약들이 존재할 수 있다. Shleifer and Vishny (1997), Gagnon and Karolyi (2010)은 현실에서 차익거래를 제약하는 여러 요인들을 제시하였다. 가장 대표적인 것이 거래비용이다. 본 연구에서는 Blockchain.com의 비트코인 차트에서 제공하는 거래 당 비용 변수를 사용하였다. 이는 비트코인 네트워크 상에서 마이너들

2) 물론 거래량을 수요의 지표로 생각할 수 있다. 본 연구에서는 한국과 미국시장의 공급변수를 측정하기 쉽지 않아 위 변수를 공급변수로 사용하였다.



에게 지급되는 수익을 거래수로 나눈 거래 당 비용(cost per transaction) 자료이며, 단위는 USD이다.

또한 Blockchain.com의 비트코인 차트에서 제공하는 비트코인 메모리풀(Mempool) 대기 거래수 자료를 사용하여 거래제약을 측정하고자 하였다. 비트코인 거래가 네트워크로 전송되면 사용 가능한 모든 비트코인 노드에서 먼저 확인한 후 메모리풀에 들어가서 마이너가 그 블록을 선택하여 다음 블록영역에 들어갈 때까지 대기하게 된다. 메모리풀은 모든 거래에 대한 노드의 보류의 영역이다. 따라서, 메모리풀에 대기 중인 거래수가 많다는 것은 비트코인 네트워크의 병목 현상이 큼을 의미하며 거래 속도도 낮아지게 된다. 즉, 대기 거래수가 많다는 것은 체결을 원하는 거래가 많지만 실제 보류되고 있음을 의미하기 때문에 거래체결에 제약이 많은 상황임을 의미한다.

지금까지의 3개의 가설에 따른 총 8개 변수에 대해서는 <표 2>에 자세하게 설명되어 있다. 여기에 각

변수들의 정의와 자료 출처를 확인할 수 있다.

## 4.2 요약통계량

<표 3>은 설명변수의 요약통계량을 보여주고 있다. 시장분할가설 변수의 경우 미국달러지수 변화율과 USD환율 변화율 평균은 각각 0.00%, 0.00%로 나타났다. 미국 달러지수와 USD 환율변화율의 평균은 표본기간 내 거의 0에 가깝게 나타나 큰 변화가 없었을 것으로 보일 수 있으나, 표준편차가 각각 0.43%, 0.49%인 것을 고려하면 상당 수준 편차가 존재함을 알 수 있다. 한국과 미국 주식시장 수익률 차이(KOSPI 평균수익률과 S&P500 수익률 차이)는 평균 -0.02%로 중앙값인 -0.01%와 거의 비슷하였다. 표본기간 동안 미국주식시장의 수익률이 한국시장보다 수익률이 높았음을 보여준다. 또한 공급변수로서 한국과 미국의 비트코인 거래량 증가율의 차이는 일평균 0.04%,

<표 3> 설명변수의 요약통계량

본 표는 회귀분석의 설명변수로 사용될 이성적 동기 시장분할가설, 심리 관련 시장분할가설, 그리고 차익거래제약 가설 관련 변수의 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지 요약통계량을 보여준다. 구체적으로 이성적 동기 시장분할가설 관련 변수는 미국 달러지수 변화율, 달러대비 원화환율(USD환율) 변화율, 한국과 미국 주식시장수익률 차이, 한국과 미국 비트코인 거래량 증가율 차이 총 4개 변수를 설정하였다. 심리 관련 시장분할가설 변수로 네이버 트렌드지수, 구글 트렌드지수를 사용하였다. 마지막 차익거래제약 가설 관련 변수로 거래 당 비용, 메모리풀 대기 거래수 총 2개를 사용하였다.

|                    | 변수                | 관측수   | 평균     | 표준편차   | 최솟값     | 중간값   | 최댓값     |
|--------------------|-------------------|-------|--------|--------|---------|-------|---------|
| 이성적 동기에 의한 시장분할 가설 | 미국달러지수 변화율(%)     | 915   | 0.00   | 0.43   | -2.37   | 0.00  | 2.05    |
|                    | USD환율 변화율(%)      | 863   | 0.00   | 0.49   | -1.96   | 0.01  | 1.70    |
|                    | 주식시장수익률 차이(%)     | 830   | -0.02  | 1.03   | -6.27   | -0.01 | 4.35    |
|                    | 비트코인 거래량 변화율차이(%) | 1,280 | 0.04   | 38.60  | -157.66 | 1.05  | 155.76  |
| 심리에 의한 시장분할 가설     | 구글 트렌드지수 차이 (주별)  | 230   | -0.75  | 5.85   | -23.00  | -1.00 | 60.00   |
|                    | 네이버 트렌드지수 (일별)    | 1,096 | 2.15   | 6.42   | 0.03    | 0.48  | 100.00  |
| 차익거래 제약가설          | 거래 당 비용 (USD)     | 427   | 31.73  | 33.96  | 3.44    | 10.41 | 161.69  |
|                    | 메모리풀 대기 거래수       | 981   | 18,148 | 29,724 | 3       | 5,689 | 185,258 |

중간값은 1.05%였다. 전반적으로 한국 비트코인 시장의 거래량 증가가 미국보다 더 큼을 확인할 수 있다.

심리가설 변수로서 한국과 미국의 구글 트렌드지수 차이를 통해 두 국가 투자자들의 비트코인에 대한 관심도의 차이를 측정하고자 하였다. 한국어 '비트코인'으로 검색했을 때의 구글 트렌드지수에서 영어 'Bitcoin'으로 검색했을 때의 구글 트렌드지수를 차감하였다. 구글 트렌드지수는 주별로 측정치가 주어지는 관계로 표본기간 동안 230개의 관측치를 갖는다. 이 값의 평균은 -0.75이며 중간값은 -1.00이다. 주의할 점은 이 값이 음(-)으로 나왔다는 것이 반드시 한국보다 미국의 비트코인에 대한 관심도가 높음을 의미하지는 않는다. 구글 트렌드지수는 해당 단어에 대한 검색이 최고일 시점을 100으로 하여 다른 지점들을 환산하기 때문이다. 일별 관심도의 변화 자체를 측정하기 위해 네이버 트렌드지수도 사용하였다. 네이버는 한국 내에서 주로 사용되기 때문에 한국어 '비트코인'에 대한 트렌드지수만 사용하였고, 영어 'Bitcoin'에 대한 트렌드지수는 사용하지 않았다. 네이버 트렌드지수도 표본기간 내 최대 검색치를 100으로 환산하여 다른 시점의 검색치를 표준화한다. 일평균 2.15의 트렌드지수 값을 보였으며, 최댓값은 100으로 나타난다.

〈그림 2〉는 트렌드지수의 시계열 추이를 보여주고 있다. 패널 A의 구글 트렌드지수를 보면, 미국 내에서의 영어 'Bitcoin' 트렌드 지수와 대한민국 내에서의 '비트코인' 트렌드 지수와의 움직임은 거의 비슷하다. 둘 다 거의 0에 근접해 있다가 2017년 5월 경에 지수값이 상승하기 시작한다. 2017년 말부터 2018년 초 기간에 최고 수치에 이르며 그 이후에는 다시 감소한다. 두 지수의 가장 큰 차이는 2018년 초에 발견된다. 둘 다 2017년 말에 크게 상승하여 거의 최고치에 이르게 되고, 미국 내에서의 영어 'Bitcoin' 트렌드지수는 이후 점점 하락하지만 대한민국 내에서의 '비트코인' 트렌드지수는 하락하다 2018년 초에 다시 상승하여 최고치에 이르게 된다. 결과적으로 한국어 '비트코인' 구글 트렌드지수에서 영어 'Bitcoin' 구글 트렌드지수를 차감하면 2018년 초에 가장 큰 값을 갖게 된다. 〈그림 1〉을 보면 2018년 초에 비트코인이 가장

큰 국내외 가격차이를 보이는데, 이는 한국과 미국의 투자자들의 관심의 차이에 의해서 설명될 수 있음을 암시한다. 패널 B의 네이버 트렌드지수를 보면, 대한민국 내에서의 '비트코인' 트렌드지수가 2017년 5월 경에 상승하기 시작하여 2017년 말부터 2018년 초 기간에 집중적으로 상승함을 보여준다. 이는 구글 트렌드지수와 비슷한 결과이다. 하지만 두 가지 차이점이 있다. 첫째, 네이버 트렌드지수는 2017년 말이 2018년 초보다 더 큰 수치를 보여준다. 둘째, 네이버 트렌드지수의 최고치는 2018년 초가 아니라 7월에 존재한다. 2018년 7월 13일 시카고옵션거래소(CBOE)가 미국 증권거래위원회(SEC)에 비트코인 상장지수펀드(ETF, Exchange Traded Funds) 출시 승인을 요청하는 신청서를 제출하였는데, 이에 대해 투자자들의 관심이 폭증한 것으로 생각된다.

차익거래계약 가설 변수로서 거래 당 비용과 메모리 풀 대기 거래수를 사용하였다. 거래 당 비용의 평균은 31.73 달러이며, 중간값은 33.96 달러이다. 거래 당 비용은 최대 162 달러까지 상승하였다. 메모리풀 대기 거래수의 평균은 18,148 건이며, 중간값이 5,689 건이다.

### 4.3 실증분석 결과: 회귀분석

여기서는 시장분할 가설 변수, 차익거래계약 가설 변수 등 기존의 시장변수와 함께, 투자자의 심리변수로서 비트코인 검색에 대한 트렌드지수를 사용하여 비트코인 가격의 국내외 차이에 영향을 미치는 요인을 탐색하였다. 이를 위해 다음과 같은 회귀분석을 실시하였다.

$$Price\ Difference_t = \alpha + \beta' RT_t + \delta' PS_t + \gamma' LA_t + \epsilon_t \quad (2)$$

여기서 Price Difference는 식 (1)에 따라 정의된 비트코인의 국내외 가격차이를, RT는 이성적(Rational) 요인에 의한 시장분할과 관련된 변수로 구성된 벡터를, PS는 대중의 심리(Psychology)에 의



한 시장분할 관련 변수로 구성된 벡터를, LA는 차익거래 제약(Limit of Arbitrage) 관련 변수로 구성된 벡터를 의미한다.

〈표 4〉는 위의 변수들을 사용한 회귀분석 결과를 나타내고 있다. 종속변수인 국내외 가격차이는 백분율로 표시된 변수를 사용하였다. 전체 설명변수를 이성적 요인에 의한 시장분할 변수, 심리적 요인에 의한 시장분할 변수, 그리고 차익거래 제약 변수로 구분하여

3가지 회귀모형을 실행하였으며, 모든 변수를 포함한 종합모형을 추가하여 총 4개의 모형을 설정하였다. 모형 1에서 시장분할 변수에 대한 회귀분석 결과를 살펴보면, 4개의 설명변수 중에서 유의미한 것이 없다. 미국 달러지수 변화율( $\beta=-0.439$ ,  $t\text{-value}=-0.858$ ), 원-달러 환율 변화율 ( $\beta=-0.545$ ,  $t\text{-value}=-1.202$ ), 시장 수익률의 차이( $\beta=-0.095$ ,  $t\text{-value}=-0.43$ ), 비트코인 거래량 증가율의 차이( $\beta=-0.008$ ,  $t\text{-val}$

**〈표 4〉 회귀분석 결과: 국내외 가격차이 비율**

본 표는 비트코인 국내외 가격차이에 이성적 동기 시장분할가설, 심리 관련 시장분할가설, 그리고 차익거래 제약가설 관련 변수가 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과를 보여주고 있다. 전체 표본기간은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지이다. 종속변수로는 비트코인 원화가격과 달러화가격 차이에 대한 비율을 사용하였다. 설명변수로서 미국 달러지수 변화율, 달러대비 원화환율(USD환율) 변화율, 한국과 미국 주식시장수익률 차이, 한국과 미국 비트코인 거래량 증가율 차이, 구글 트렌드시수 차이, 네이버 트렌드시수, 비트코인 거래 당 비용, 메모리풀 대기 거래수를 사용하였다. 표 안의 값은 회귀계수 값을, 괄호 안은 t-값을 보고하였으며, \*\*\*, \*\*, \*은 각각 1%, 5%, 10% 유의수준 하에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

| 모형                 | 1               | 2                  | 3                    | 4                    | 5                    |                      |
|--------------------|-----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 이성적 동기에 의한 시장분할 가설 | 미국 달러지수 변화율     | -0.439<br>(-0.858) |                      | 0.270<br>(0.507)     |                      |                      |
|                    | USD환율 변화율       | -0.545<br>(-1.202) |                      | -0.221<br>(-0.486)   |                      |                      |
|                    | 시장수익률 차이        | -0.095<br>(-0.433) |                      | -0.069<br>(-0.316)   |                      |                      |
|                    | 비트코인 거래량 증가율 차이 | -0.008<br>(-1.345) |                      | -0.005<br>(-0.807)   |                      |                      |
|                    | 구글 트렌드시수 차이     |                    | 0.503***<br>(21.050) |                      | 0.406***<br>(13.780) | 0.434***<br>(18.793) |
| 심리에 의한 시장분할 가설     | 네이버 트렌드시수       |                    | 0.278***<br>(10.593) |                      | 0.117***<br>(3.894)  | 0.125***<br>(4.631)  |
|                    | 거래 당 비용         |                    |                      | 0.062***<br>(11.399) | 0.034***<br>(5.180)  | 0.033***<br>(6.467)  |
| 차익거래 제약가설          | 메모리풀 대기 거래수     |                    |                      | 2.177***<br>(16.663) | 1.774***<br>(11.512) | 1.715***<br>(14.752) |
|                    | Adj. R2         | 0.000              | 0.367                | 0.293                | 0.447                | 0.491                |
|                    | 관측수             | 830                | 1,096                | 981                  | 636                  | 981                  |

〈표 5〉 회귀분석 결과: 달러화 가격차이

본 표는 비트코인 국내외 가격차이에 이성적 동기 시장분할가설, 심리 관련 시장분할가설, 그리고 차익거래제약가설 관련 변수가 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과를 보여주고 있다. 전체 표본기간은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지이다. 종속변수로는 비트코인 원화가격과 달러화가격 차이(달러화 단위)를 사용하였다. 설명변수로서 미국 달러지수 변화율, 달러대비 원화환율(USD환율) 변화율, 한국과 미국 주식시장수익률 차이, 한국과 미국 비트코인 거래량 증가율 차이, 구글 트렌드시수 차이, 네이버 트렌드시수, 비트코인 거래 당 비용, 메모리풀 대기 거래수를 사용하였다. 표 안의 값은 회귀계수 값일, 괄호 안은 t-값을 보고하였으며, \*\*\*, \*\*, \*은 각각 1%, 5%, 10% 유의수준 하에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

| 모형                 | 1                     | 2                   | 3                     | 4                     | 5                     |
|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 미국 달러지수 변화율        | -39.503<br>(-0.640)   |                     |                       | 62.684<br>(1.107)     |                       |
| 이성적 동기에 의한 시장분할 가설 | USD환율 변화율<br>시장수익률 차이 | -14.828<br>(-0.271) |                       | 4.780<br>(0.099)      |                       |
|                    | 비트코인 거래량 증가율 차이       | -26.881<br>(-1.011) |                       | -26.430<br>(-1.129)   |                       |
|                    |                       | -0.130<br>(-0.175)  |                       | 0.448<br>(0.706)      |                       |
| 심리에 의한 시장분할 가설     | 구글 트렌드시수 차이           |                     | 71.560***<br>(26.578) | 53.613***<br>(17.110) | 59.473***<br>(24.161) |
|                    | 네이버 트렌드시수             |                     | 40.505***<br>(13.714) | 13.094***<br>(4.090)  | 17.014***<br>(5.936)  |
|                    | 거래 당 비용               |                     |                       | 13.435<br>(21.323)    | 9.762***<br>(13.839)  |
| 차익거래 제약가설          | 메모리풀 대기 거래수           |                     |                       |                       | 9.401***<br>(17.560)  |
|                    |                       |                     |                       | 210.314<br>(13.888)   | 157.034***<br>(9.585) |
|                    | Adj. R2               | -0.003              | 0.484                 | 0.398                 | 0.580                 |
|                    | 관측수                   | 830                 | 1,096                 | 981                   | 636                   |
|                    |                       |                     |                       |                       | 981                   |

ue=-1.345) 변수 모두 통계적으로 유의하지 않다. 이 같은 결과는 투자자들의 이성적 요인에 의해 한국과 미국 비트코인 시장에 분할되어 있어 비트코인 가격차이가 설명될 수 있을 것이라는 첫 번째 가설을 지지하지 않는다.

다음 모형2에서는 심리가설 변수인 구글트렌드 지수의 차이의 회귀계수가 0.503 (t-value=21.05)로 강한 양(+)의 관계를 보인다. 이는 한국에서 비트코인에 대한 관심도의 증가가 미국에 비해서 클 때, 비트코

인의 원화 가격과 달러화 가격의 차이도 컸음을 의미한다. 네이버 트렌드시수의 회귀계수도 0.278 (t-value=10.59)로 비트코인 국내외 가격차이와 강한 양(+)의 상관관계를 갖는다. 네이버 트렌드시수가 한국에서 비트코인에 대한 대중의 관심 정도를 반영하므로, 이는 결국 비트코인에 대한 투자자들의 이성적 동기보다는 심리적 요인이 비트코인 가격형성에 유의미한 영향을



〈표 6〉 강건성 분석: 시차변수 사용

본 표는 비트코인 국내외 가격차이에 이성적 동기 시장분할가설, 심리 관련 시장분할가설, 그리고 차익거래제약가설 관련 변수가 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과를 보여주고 있다. 전체 표본기간은 2015년 7월 1일부터 2018년 12월 31일까지이다. 종속변수로는 패널 A는 비트코인 원화가격과 달러화가격 차이에 대한 비율을, 패널 B는 달러화 가격차이를 사용하였다. 설명변수로서 미국 달러지수 변화율, 달러대비 원화환율(USD환율) 변화율, 한국과 미국 주식시장수익률 차이, 한국과 미국 비트코인 거래량 증가율 차이, 구글 트렌드지수 차이, 네이버 트렌드지수, 비트코인 거래 당 비용, 메모리풀 대기 거래수의 시차변수(lagged variable)를 사용하였다. 표 안의 값은 회귀계수 값을, 괄호 안은 t-값을 보고하였으며, \*\*\*, \*\*, \*은 각각 1%, 5%, 10% 유의수준 하에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

패널 A: 국내외 가격차이 비율

| 모형                          |                 | 1                  | 2                    | 3                    | 4                    | 5                    |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 이성적<br>동기에 의한<br>시장분할<br>가설 | 미국 달러지수 변화율     | -0.374<br>(-0.733) |                      |                      | 0.248<br>(0.457)     |                      |
|                             | USD환율 변화율       | -0.727<br>(-1.607) |                      |                      | -0.488<br>(-1.057)   |                      |
|                             | 시장수익률 차이        | -0.016<br>(-0.074) |                      |                      | 0.010<br>(0.043)     |                      |
|                             | 비트코인 거래량 증가율 차이 | -0.005<br>(-0.891) |                      |                      | -0.001<br>(-0.118)   |                      |
|                             | 구글 트렌드지수 차이     |                    | 0.476***<br>(19.295) |                      | 0.369***<br>(12.306) | 0.402***<br>(16.973) |
| 심리에 의한<br>시장분할<br>가설        | 네이버 트렌드지수       |                    | 0.259***<br>(9.583)  |                      | 0.087***<br>(2.822)  | 0.096***<br>(3.473)  |
|                             | 거래 당 비용         |                    |                      | 0.062***<br>(11.392) | 0.039***<br>(5.750)  | 0.036***<br>(6.910)  |
|                             | 메모리풀 대기 거래수     |                    |                      | 2.219***<br>(17.061) | 1.872***<br>(11.928) | 1.814***<br>(15.227) |
| Adj. R2                     | 0.000           | 0.327              | 0.300                | 0.422                | 0.466                |                      |
| 관측수                         | 830             | 1,095              | 980                  | 636                  | 980                  |                      |

패널 B: 달러화 가격차이

| 모형                             |                 | 1                   | 2                     | 3                      | 4                     | 5                      |
|--------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| 이성적<br>동기에<br>의한<br>시장분할<br>가설 | 미국 달러지수 변화율     | -43.249<br>(-0.693) |                       |                        | 54.636<br>(0.918)     |                        |
|                                | USD환율 변화율       | -34.481<br>(-0.623) |                       |                        | -19.089<br>(-0.376)   |                        |
|                                | 시장수익률 차이        | -24.624<br>(-0.917) |                       |                        | -23.746<br>(-0.965)   |                        |
|                                | 비트코인 거래량 증가율 차이 | 0.102<br>(0.136)    |                       |                        | 0.782<br>(1.171)      |                        |
|                                | 구글 트렌드지수 차이     |                     | 66.903***<br>(23.665) |                        | 49.205***<br>(14.940) | 54.330***<br>(20.942)  |
| 심리에<br>의한<br>시장분할<br>가설        | 네이버 트렌드지수       |                     | 39.461***<br>(12.725) |                        | 10.737***<br>(3.191)  | 14.999***<br>(4.965)   |
|                                | 거래 당 비용         |                     |                       | 13.362***<br>(21.195)  | 10.250***<br>(13.824) | 9.710***<br>(17.209)   |
|                                | 메모리풀 대기 거래수     |                     |                       | 212.866***<br>(14.048) | 169.645***<br>(9.852) | 155.651***<br>(11.927) |
| Adj. R2                        | -0.003          | 0.432               | 0.397                 | 0.546                  | 0.593                 |                        |
| 관측수                            | 830             | 1,095               | 980                   | 636                    | 980                   |                        |

증을 시사한다. 이는 두 번째 가설, 즉 심리적 요인에 의한 시장분할 가설을 지지하는 결과이다.

모형 3은 차익거래제약 가설을 검증하기 위한 거래당 비용과 메모리풀 대기 거래수 결과를 보여주고 있다. 실제 회귀분석에서 두 변수 모두 로그값으로 변환하여 사용하였다. 거래당 비용의 회귀계수는 0.062 ( $t$ -value=11.40)로 통계적으로 유의미하며, 메모리풀 대기 거래수도 회귀계수는 2.177 ( $t$ -value=16.66)로 유의미한 양(+)의 값을 갖는다. 이 결과는 비트코인 시장에서 차익거래에 대한 제약이 높을수록 비트코인의 원화 가격과 달러화 가격 차이의 크기가 컸음을 의미하여 차익거래제약 가설을 지지한다.

모형 4에서 모든 변수들을 한 번에 넣어서 분석하였을 때, 구글 트렌드지수 차이와 네이버 트렌드지수와 같은 심리 변수들이 여전히 통계적으로 유의성을 유지하였으며, 거래당 비용과 메모리풀 대기 거래수와 같은 차익거래제약 가설 변수들도 통계적으로 유의미하였다. 투자자들의 이성적 요인에 대한 변수들은 유의미하지 않았다. 모형 5에서는 유의미한 두 번째와 세 번째 가설 변수들을 모두 추가하여 회귀분석을 실시하였다. 심리 변수 2개, 차익거래제약 변수 2개 모두 다 양(+)의 통계적 유의성이 유지되고 있어, 두 번째와 세 번째 가설 둘을 다 강하게 지지하고 있다. 모형 5의 Adj. R2도 0.491로 상당히 크며, 모형들 중에서 가장 큰 설명력을 보여주고 있다.

〈표 5〉는 강건성 분석을 위해 종속변수를 달러화로 표시한 국내외 가격차이 변수를 사용한 결과를 보여주고 있다. 결과에는 큰 차이가 없다. 모형 1에서 통계적 유의성을 보여주는 이성적 요인 변수는 없다. 모형 2에서는 구글, 네이버 트렌드 지수 모두 통계적으로 유의미한 양(+)의 값을 갖는다. 모형 3의 차익거래제약

가설 변수는 2개 모두 통계적으로 유의미한 양(+)의 값을 갖는다. 여러 가설들을 통합한 모형 4과 모형 5에서, 심리 변수와 차익거래제약 변수들의 통계적 유의성은 그대로 유지된다.

〈표 6〉은 회귀분석의 설명변수로 시차(lagged) 변수를 사용하여 강건성(robustness)을 검증하였다. 앞의 회귀분석은 종속변수와 설명변수가 동일시점으로 역인과관계(reverse causality)의 가능성이 존재한다. 예를 들면, 비트코인 가격차이가 구글 트렌드지수 변수에 의해서 영향을 받는 방향과 반대로 비트코인의 가격차이가 투자자들의 심리에 영향을 줄 수도 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 설명변수를  $t-1$  거래일 변수를 사용하여 다시 회귀분석을 실행하였다. 결과는 앞의 회귀분석 결과와 크게 다르지 않다. 패널 A의 국내외 가격차이 비율을 사용한 분석과 패널 B의 달러화 가격차이를 종속변수로 사용한 분석 모두에서 심리 변수와 차익거래제약 변수들의 통계적 유의성은 그대로 유지된다.

요약하면, 심리 변수인 구글, 네이버 트렌드지수가 비트코인 국내외 가격차이의 중요한 설명변수임을 발견하였다. 이는 한국 투자자들의 비트코인에 대한 관심의 급증과 열풍이 원화가격을 비정상적으로 높게 만드는 요인임을 의미한다. 또한 비트코인의 비정상적인 가격차이가 차익거래의 제약 요소들로 인해 신속하게 해소되지 못하고 있음을 알 수 있다. 거래당 비용의 증가와 같은 높은 거래비용, 그리고 거래가 폭증할 때 원하는 거래가 신속히 이루어지지 못하고 대기 거래수가 증가하는 것 같은 아직 미성숙한 시장미시구조는 차익거래자들이 활발히 활동하는데 제약이 될 수밖에 없다.



## [ 5 ] 결 론

본 연구는 비트코인을 통해 일물일가의 법칙과 차익 거래의 가능성을 분석하고자 한다. 먼저 비트코인 가격의 국내외 가격차이의 존재 여부와 크기에 대해 살펴보고자 한다. 즉, 일명 '김치프리미엄'이 존재하는 것을 확인하고자 하였다. 이는 비트코인이 동일한 상품임을 생각할 때 일물일가의 법칙에 어긋나는 현상이다. 둘째, 비트코인의 국내외 가격차이를 결정하는 요인을 분석하고자 한다. 기존 연구를 바탕으로 투자자들의 이성적 요인 또는 심리적 요인에 의한 시장분할 가설, 차익거래제약 가설 등 3개의 가설을 설정한 후 관련 변수들을 사용하여 실증분석을 시도하였다.

분석결과, 이성적 요인보다는 심리적 요인에 의한 시장분할 가설과 차익거래제약 가설을 지지하는 결과를 발견하였다. 이성적 요인 변수들은 통계적 유의성을 지니지 않았지만, 구글 트렌드지수 차이와 네이버 트렌드지수 같은 심리 변수, 그리고 거래 당 비용과 메모리풀 대기 거래수 같은 차익거래제약 가설 변수들은 통계적으로 유의미하였다. 이는 한국 투자자들의 비트코인에 대한 관심의 급증과 열풍이 원화가격을 비정상적으로 높게 만들고, 또한 비트코인 시장의 미성숙으로 인해 차익거래의 제약 요소들이 이런 가격차이를 신속하게 해소하지 못하게 하였음을 의미한다.

본 연구는 여러 한계를 지니고 있다. 첫 번째 가설을 위해 사용한 달러지수, USD 환율, 시장수익률, 거래량

의 변화 변수들의 불완전성이다. 본 연구가 이 변수들을 통해 투자자들의 이성적 동기가 비트코인의 수요와 공급에 반영되는 것을 완벽히 검증했다고 생각하지 않는다. 따라서 첫 번째 회귀분석의 결과가 유의하지 않다고 하는 것이 투자자들의 이성적 요인이 비트코인 가격에 반영되는 것을 완전히 부인하는 결과는 아니다. 만약 이성적 동기를 반영하는 더 적합한 변수가 존재한다면 유의미한 결과가 도출될 수도 있을 것이다. 특히 공급 측면에서 사용할 수 있는 변수에 제약이 많았다. 국내 비트코인의 공급은 실명제의 실시나 해외 달러 송금액에 대한 통제 강화 등 정책적인 요인들에 의해서 많이 위축되었으며, 이런 요인들이 비트코인 국내외 가격차이에도 영향을 미쳤을 것이다. 이런 정책적 차이를 검증하기 위해 여러 국가들의 차이를 이용한 분석을 행할 수 있다면 향후 더 흥미로운 연구가 될 것이다.

본 연구 결과는 여러 정책적 시사점을 준다. 차익거래의 가능성과 같은 시장의 비효율성을 줄이기 위해서는 시장의 거래비용을 줄이고 거래체결을 용이하게 하는 등 유동성을 증가시키는 방안이 필요하다. 또한 비트코인 시장에는 차익거래자로 활동할 수 있는 기관 투자자의 참여가 미비하다. 향후 기관투자자들의 투자가 늘어나고 차익거래 활동이 증가한다면 더 효율적인 시장으로 발전할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 이기광, 조수지, 민경수, 양철원, 2019, 비트코인 가격의 결정요인: 한국시장에 대한 실증분석, 한국증권학회지 제48권 제4호, pp.393-415.
- 이준식, 김진우, 박도형, 2018, 비트코인 가격변화에 관한 실증분석, 지능정보연구 제24권 2호, pp.195-220.
- 장성일, 김정연, 2017, 비트코인의 자산성격에 관한 연구, 한국전자거래학회지 제22권 4호, pp.117-128.
- Choi, K. J., A. Lehar and R. Stauffer, 2018, Bitcoin Microstructure and the Kimchi premium, Available at SSRN 3189051.
- Ciaian, P., M. Rajcaniova and D. A. Kancs, 2016, The economics of BitCoin price formation. *Applied Economics*, Vol.48, No.19, pp.1799- 1815.
- Gagnon, L. and G.A. Karolyi, 2010, Multi-market trading and arbitrage, *Journal of Financial Economics*, Vol.97, No.1, pp.53-80.
- Hayes, A.S., 2019, Bitcoin price and its marginal cost of production: support for a fundamental value. *Applied Economics Letters*, Vol.26, No.7, pp.554-560.
- Kristoufek, L., 2015, What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis, *PloS one*, Vol.10, No.4, e0123923.
- Kroeger, A. and A. Sarkar, 2017, Law of one bitcoin price?, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Lamont, O.A. and R.H. Thaler, 2003, Anomalies: The law of one price in financial markets, *Journal of Economic Perspectives*, Vol.17, No.4, pp.191-202.
- Makarov, I. and A. Schoar, 2019, Trading and arbitrage in cryptocurrency markets, *Journal of Financial Economics*, forthcoming.
- Pieters, G. and S. Vivanco, 2017, Financial regulations and price inconsistencies across Bitcoin markets, *Information Economics and Policy*, Vol.39, pp.1-14.
- Polasik, M., A. I. Piotrowska, T. P. Wisniewski, R. Kotkowski and G. Lightfoot, 2015, Price fluctuations and the use of Bitcoin: An empirical inquiry, *International Journal of Electronic Commerce*, Vol.20, No.1, pp.9-49.
- Shleifer, A. and R.W. Vishny, 1997, The limits of arbitrage, *Journal of Finance*, Vol.52, No.1, pp.35-55.



# A Study on the Arbitrage Trading Using the Price Difference of Bitcoin

Cheol-Won Yang\* (Dankook University)

## Abstract

This paper analyzes the law of one price and the possibility of arbitrage trading through the representative crypto-currency, Bitcoin. First, we examine the difference in price of Bitcoin between Korea and US, namely, the existence and size of 'Kimchi Premium'. Second, after establishing three hypotheses such as market segmentation by rational motivation or psychology of investors, and limit of arbitrage hypothesis, we analyze the factors that determine the difference of domestic and foreign price of Bitcoin. As a result of analysis, psychology variables such as Google trend index difference, Naver trend index, and variables related limit of arbitrage such as transaction cost and Mempool transaction number are statistically significant. The above results support psychological market segmentation hypothesis or limit of arbitrage hypothesis. This means that the surge of interest and the hot wind of Bitcoin in Korea causes the KRW price to rise abnormally. Also, there are limit of arbitrage that can not resolve the difference in domestic and overseas prices quickly.

**Key words :** *Bitcoin, Law of One Price, Arbitrage Profit, Market Segmentation, Psychological Factors.*

Article history : Received 30 September 2019, Revised 31 October 2019, Accepted 22 November 2019

---

JEL Classification : G11, G12, G41

\* Corresponding Author. Associate Professor. School of Business Administration, Dankook University. Address: 152 Jukjeon-ro, Suji-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, S. Korea, 16890.  
E-mail: yang@dankook.ac.kr. Tel.:+82-31-8005-3437. Fax: +82-31-8021-7208.