

암호화폐 채굴에 따른 이산화탄소배출에 관한 연구

전 정 훈*

요 약

최근 암호화폐는 블록체인 기술과 더불어 많은 대중들의 관심과 우려의 목소리와 함께 진화하고 있다. 암호화폐의 사용을 고려하는 글로벌 국가들은 자국의 경제보호차원에서 법 규제나 제도 마련 등으로 인해 신중한 태도를 보이며, 다양한 암호화폐들의 동향을 관망하고 있다. 이중 채굴 암호화폐는 암호 연산을 통해 화폐를 취득할 수 있어 인기가 매우 높다. 그러나 높은 사양의 컴퓨팅 자원과 많은 전기에너지의 소모가 지구온난화에 미치는 영향에 대해 고려해 볼 필요가 있다 하겠다. 따라서 본 연구는 암호화폐의 채굴에 따른 전기에너지 소모량과 이산화탄소 배출량의 산출과 관련 자료 및 사례들을 조사하고, 가변 요인들을 알아봄으로써, 향후 암호화폐의 보다 긍정적인 발전 방향의 제시와 다양한 관련 기술개발 등, 4차 산업혁명에 부응하는 연구 자료로 활용될 수 있도록 하고자 한다.

Study on the Carbon Dioxide Emission from Crypto currency Mining

Jeon Jeong Hoon*

ABSTRACT

Recently, Crypto currency has evolved along with Blockchain technology and the voice of concern and concern of many people. Global nations that consider the use of Crypto currency are prudent in their protection of their economies due to legal regulations and institutional arrangements, and are watching the trends of various Crypto currency. Among them, Crypto currency is very popular because it can acquire money through cryptographic computation. However, there is a need to consider the impact of high-quality computing resources and the consumption of many electrical energy on global warming. Therefore, this study investigated the calculation of electric energy consumption and Carbon Dioxide Emissions, data and cases related to the mining of Crypto currency, examined variable factors. This will be used as research data that will respond to the 4th industrial revolution, such as the presentation of a more positive development direction of Crypto currency, and the development of various related technologies.

Key words : Crypto currency, Mining, Blockchain, Electric Energy, Carbon Dioxide Emissions, Global Warming

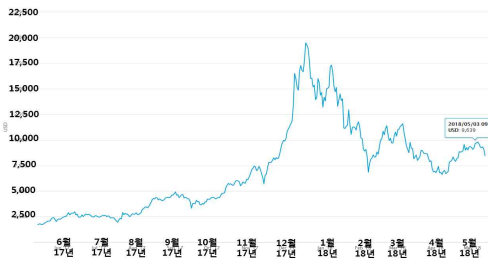
접수일(2018년 8월 27일), 게재확정일(2018년 9월 23일)

* 동덕여자대학교/컴퓨터학과

★ 본 논문은 2017년도 동덕여자대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

1. 서 론

최근 암호화폐(cryptocurrency)는 그림1과 같이 2017년도 하반기 만해도 적은 투자로 큰 이득을 얻을 수 있는 재테크 수단으로 많은 투자자들에게 큰 이슈가 되었다. 그러나 암호화폐의 사용을 고려하고 있는 글로벌 주요 국가들은 사회적 부작용 등에 대한 우려가 점차 깊어지면서, 제도적인 규제를 우선하는 등의 신중한 태도를 보이며, 큰 폭의 시세 하락을 이끌고 있다. 이러한 가운데 암호화폐 개발 회사들은 주요 국가들의 부정적인 사고의 전환을 위해 보안성을 강조한 새로운 서비스나 응용범위를 넓혀가는 등, 밝은 전망을 내놓기 위해 각고의 노력을 하고 있다.



(그림 1) 비트코인 가격(2017-2018)[1]

그러나 이러한 노력에도 불구하고, 암호화폐의 또 다른 걸림돌로는 채굴에 따른 전기에너지의 소모가 너무 크다는 것이다. 암호화폐는 채굴 유·무에 따라 두 가지의 화폐로 나누어 볼 수 있는데, 특히 채굴 암호화폐의 경우, 고성능의 연산 수행이 가능한 시스템과 많은 양의 전기를 필요로 한다. 그리고 채굴자의 수가 늘어날수록 채굴량이 줄어들어 보다 더 많은 채굴을 위해 전기에너지의 사용이 증가하는 문제점을 갖고 있다. 여기서 전 세계 암호화폐 채굴 시스템의 전기소모량을 고려해본다면, 지구환경에 미치는 영향이 적다 할 수 없다.

따라서 본 논문은 암호화폐의 최근 동향과 채굴에 따른 전기에너지 소모량과 이산화탄소 배출량의 비교를 통해 지구 환경오염에 미치는 영향을 알아봄으로써, 향후 지구환경문제를 고려한 암호화폐의 보다 긍정적이고 발전적인 방향과 사물인터넷(Internet of Things) 및 로봇 등을 활용한 다양한 기술개발 및 4차

산업혁명에 부합하는 연구 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 본고의 논리적 구성을 위해 2장은 암호화폐의 최근 동향과 암호화폐 및 채굴에 대해 알아보고, 3장은 채굴에 따른 전기소모량을 비교해본다. 그리고 4장의 전기소모에 따른 이산화탄소 배출과 마지막 5장의 결론 부분으로 이 글을 마치도록 한다.

2. 관련 연구

2.1 전자화폐의 진화

전자화폐는 초기 전자적 형태로 표시되었던 “디지털화폐”에서 마일리지와 같이 법정화폐 금액으로 표시되지 않는 “가상화폐”로 진화하였다. 그 후 암호화 기술을 이용해 유효성을 인증하는 방식의 분산화된 가상화폐의 형태인 지금의 “암호화폐”로 진화하게 되었다^[2]. 그리고 전자화폐는 그림2에서와 같이 디지털 화폐와 가상화폐, 암호화폐 등으로 나누어 볼 수 있으며, 이를 통칭하는 용어로 “전자화폐”가 있다. 특히 가상화폐에 대한 범용적인 인식이 높아 암호화폐와 동일한 의미로 사용하고 있기도 하지만, 이에 따른 구분이 필요하다^[3].



출처: 대신 증권

(그림 2) 전자화폐의 진화[2]

이러한 암호화폐는 2008년10월 “비트코인 개인 간 전자화폐 시스템” 이름의 백서를 통해 알려지게 되었다. 암호화폐는 현금기반의 통화보다는 탈중앙화를 주목적에 두고 있지만 모든 암호화폐가 탈중앙화를 목적으로 하고 있지는 않다^[4].

국내의 대표적인 가상화폐로는 네이버와 카카오, 삼성페이 등이 있으며, 이와 같은 가상화폐들은 온오프라인상의 지불수단으로 편의성과 시장 확대에 초점이 맞추어져 있다. 국내 암호화폐는 2016년에서 2017년 초반에 가장 활발히 진행되었으나, 2017년 하반기부터 각종 사회적 부작용 등이 이슈가 되면서 글로벌 주요 국가들의 규제와 제도의 필요성이 부각되기 시작하였

다. 다음 절에서는 이와 같은 암호화폐의 종류 및 특징에 대해 알아본다.

2.2 암호화폐

암호화폐는 ‘비트코인(bitcoin)’과 ‘이더리움(ethereum)’, ‘이더리움 클래식(ethereum classic)’, ‘비트코인 캐시(bitcoin cash)’, ‘리플(ripple)’, ‘라이트코인(litecoin)’, ‘대시(dash)’, ‘모네로(monero)’ 등의 대표적인 암호화폐가 있으며, 각각의 특징은 다음과 같다.

- ‘비트코인’은 P2P(peer to peer) 통신으로 은행이나 카드회사, 결제 대행사와는 달리 이용자에 의해 인증된다. 그리고 거래에 따라 수수료가 발생하며, 수수료는 처음 채굴한 이용자의 몫이 된다. 또한 비트코인은 중앙관리기구나 기관 없이, 채굴하는 사람의 PC를 인증시스템의 일부로 이용하는 방식이다^[5].

- ‘이더리움’은 2014년 개발된 암호화폐이며, 전송블록 내에 거래명세가 체인처럼 이어진 블록체인 기술을 기반하고 있다. 그리고 비트코인과 마찬가지로 컴퓨터 프로그램으로 채굴해 얻을 수 있다.

- ‘이더리움 클래식’은 해킹이 일어난 원래의 블록체인이며, 암호화폐의 가격이 ‘이더리움’ 보다 낮다.

- ‘대시코인’은 2014년1월 개발된 암호화폐이다. Xcoin과 DarkCoin으로도 불리며, 최종적으로 대시코인이라 불리게 되었다. 개인정보보호에 중점을 둔 암호화폐로 범용 CPU를 통해 채굴하게 된다.

- ‘라이트코인’은 2011년10월 구글에서 개발한 가상화폐로 비트코인과 유사하나 비트코인의 느린 전산 속도를 보완하였다. 채굴량은 비트코인의 4배이며, PC용 GPU로 채굴이 가능하다.

- ‘리플’은 2009년1월에 이체 서비스를 주목적으로 개발되었으며, 본래 핀테크를 위해 등장한 결제 프로토콜이다. 최초 1000억 개가 발행되었으나 약 400억 개 정도만 거래되고 있으며, 리플의 거래는 자동으로 결제가 몇 초 이내에 이뤄질 수 있다. 그리고 스팸 공격을 막기 위해 매 거래마다 수수료가 지불되며, 지급된 수수료는 소멸된다.

- ‘모네로’는 2014년4월 발행되었으며, 오픈소스로 개발되었다. 개인정보보호를 목적으로 만들어져, 프라이버시와 익명성을 제공한다. 이와 같이 암호화폐는 2018년 5월15일자 가상통화거래소 코인마켓캡(Coinmark

etcap)에 따르면, 유통되고 있는 암호화폐의 종류는 약 1,610종이며, 시가총액은 약 443조원인 것으로 파악되고 있다^{[1][6]}.

2.3 최근 글로벌 주요 국가들의 정책 동향

대표적인 암호화폐인 비트코인을 기준으로 2017년도 하반기 상승곡선을 최대 정점으로 한다면, 하반기부터 2018년도 상반기까지를 하락곡선으로 나타낼 수 있다. 이와 같은 분위기의 주요 원인은 가상화폐의 글로벌 주요 국가들이 사회적 악영향을 우려해 각종 규제 및 정책, 제도 등을 통해 자국의 경제를 보호하려는 움직임이 나타나고 있기 때문이다^{[1][3]}. 주요 국가들로는 미국과 일본, 중국, 유럽, 동남아(인도네시아, 필리핀, 싱가포르, 태국) 등이며, 이들 국가의 공통 정책의 시사점은 다음과 같다.

- 암호화폐의 정책 수립과 시장의 혼란을 막기 위해서 관련 거래, 행위자 등 명확한 법적 정의가 필요하다.

- 주요국들은 암호화폐에 대한 과세 방안을 선택한 배경과 효과 등에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

- 암호화폐의 조세 회피나 테러지원, 마약밀매, 불법자금 유통 등에 악용되는 것을 막기 위한 정책들이 추진 중이며, 투자자 보호를 위해 관련 업체의 투명성을 높이고 노력하고 있는데 이에 대한 진지한 검토가 필요하다.

결과적으로 다양한 암호화폐들이 지속적으로 출현하고 있는 가운데, 글로벌화를 위해서는 표준화와 제도적인 안정성이 우선적으로 뒷받침되어야 함을 알 수 있다. 아울러 암호화폐가 작고 있는 문제점들을 개선해 나간다면, 암호화폐의 장점을 보다 활성화 시킬 수 있을 것으로 본다. 이에 다음 장에서는 암호화폐에 따른 문제점에 대해 알아본다.

3. 지구 환경문제와의 연관성

3.1 채굴(mining)

채굴 암호화폐는 사용자간 거래를 체결하고 새로운 화폐를 발행하기 위해 컴퓨터 자원을 사용한다. 이 과정에서 CPU와 GPU 같은 컴퓨터 자원을 제공하는 사용자는 보상으로 거래 수수료의 일부나 암호화폐를

발급받게 되는데 이를 ‘채굴’이라 한다[7]. 이러한 채굴은 1~4세대로 구분해볼 수 있다. 초기 비트코인을 컴퓨터 1대만으로 채굴하던 시기를 1세대라 한다면, GPU기반 채굴기로 채굴하는 2세대로 나누어 볼 수 있다. 그리고 컴퓨팅 자원을 투입해 다량의 암호화폐를 채굴하는 3세대와 GPU와 ASIC 채굴기 등을 이용해 채산성을 경쟁하는 4세대로 구분해 볼 수 있다[8].



(그림 3) ASIC 채굴기[9][10]

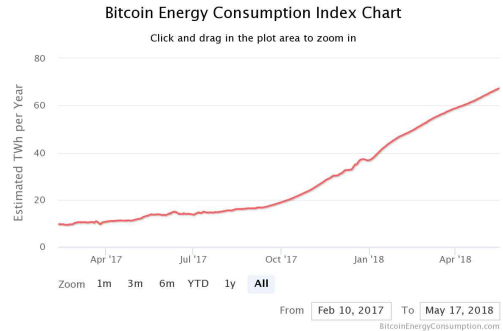
ASIC 채굴기는 그림3에 왼쪽의 USB 형과, 오른쪽의 전원공급 장치 형의 다양한 모델들이 출시되고 있다. 이러한 ASIC 채굴기로 채굴될 수 있는 대표적인 암호화폐들에는 비트코인(BTC)과 비트코인캐쉬(BC T), 라이트코인(LTC), 모네로(특), 대시(DASH) 등이 있다.

3.2 채굴 시장

채굴은 누구나 할 수 자유롭게 할 수 있기 때문에 개인 또는 기업들이 가정이나 사무실 등 전원을 공급받을 수 있는 곳이면 어디든 가능하다. 그리고 채굴량을 높이기 위해서는 다량의 채굴기 사용이 불가피하다. 따라서 전문 채굴기업들이 등장하게 되었고, 암호화폐는 거래소를 통해 자연스럽게 시장을 형성하게 되었다. 그러나 이러한 다량의 채굴업자나 기업들에 의해 시장이 영향을 받을 수 있기 때문에 이들이 보유한 화폐는 판매하지 않는 방식으로 시장의 공급량을 조절하고 있는 상황이다[7].

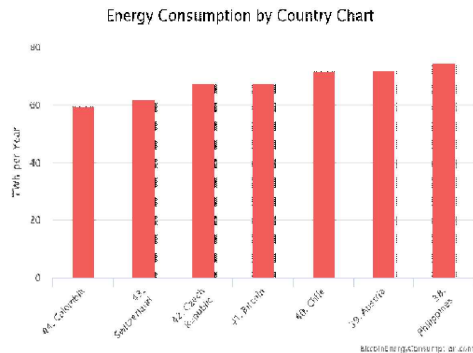
3.3 채굴로 소모되는 전기에너지

채굴기는 암호연산을 위해 전기소모가 불가피하다. 이와 같은 전기소모량은 그림4를 통해 알 수 있다. 그림4는 비트코인의 채굴에 소모되는 전기에너지를 2017년2월부터 2018년5월까지 나타낸 것으로, 2018년5월 17일자 에너지 소모량은 67.3Twh이다[11].



(그림 4) 비트코인 에너지소모량[11](2018.5.17.)

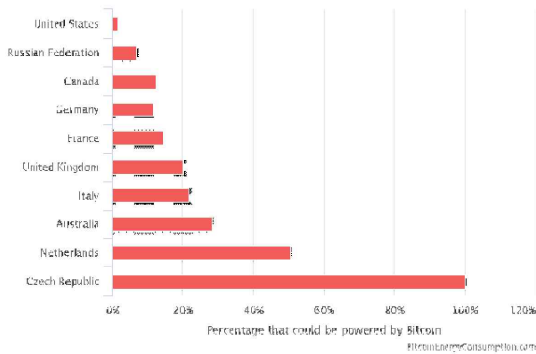
그리고 그림5는 비트코인의 에너지 소모량을 상대적으로 알아보기 위해 몇몇 국가별 전기 에너지 소모량과 비교한 것이다. 콜롬비아는 59.4Twh이며, 스위스 62.1Twh, 체코 67.3Twh, 칠레 71.7Twh, 오스트리아 72Twh, 필리핀 74.9Twh의 전기 에너지가 소모되었다. 이와 같은 수치를 비트코인과 비교해 보았을 때, 채굴에 소모되는 에너지량은 한 국가의 소모량에 육박하고 있음을 알 수 있다.



(그림 5) 국가별 에너지소모[11](2018.5.17.)

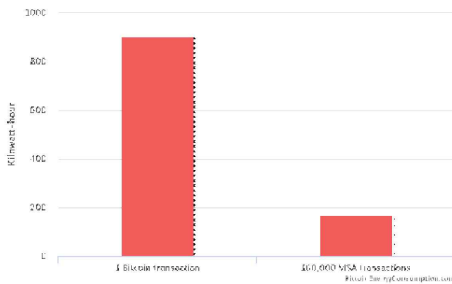
또한 그림6은 여러 국가들의 비트코인 채굴에 소모되는 전기에너지 소모율을 백분율로 나타낸 것으로 체코와 네덜란드, 오스트리아의 비중이 매우 높음을 알 수 있다.

Bitcoin Energy Consumption Relative to Several Countries



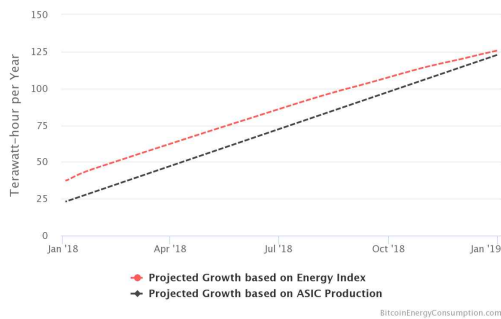
(그림 6) 에너지소모가 큰 국가들의 비트코인 에너지 소모 비율[11]

Bitcoin network versus VISA network average consumption



(그림 7) 비트코인 vs VISA 네트워크 평균 에너지소모 비교[11](2018.5.17.)

2018 Bitcoin Energy Consumption Forecast



(그림 8) 2018년 비트코인 에너지 소모 예상[11]

그림7은 대표적인 카드사인 VISA와 비트코인의 트

랜잭션 당 전기에너지 소모량을 비교한 것으로, 비트코인 트랜잭션 하나에 VISA 100,000거래를 나타내고 있어 비트코인이 트랜잭션 당 에너지 집약도가 매우 높음을 알 수 있다. 이와 같이 비트코인의 전기에너지 소모량을 종합해 볼 때, 그림8과 같이 2018년도1월부터 2019년1월까지 지속적인 상승을 전망해 볼 수 있다.

4. 이산화탄소 배출량 산출

4.1 채굴기의 배출량 산출

전 세계 채굴에 사용되고 있는 시스템의 수에 대해 [6]은 약 5억대로 추정하고 있다. 이러한 수치는 전 세계 채굴에 사용되는 시스템이 소모하는 전기에너지의 소모량을 추정해 볼 수 있다. 한 대의 시스템이 소모하는 전기에너지 소모량을 200wh(시스템에 따라 200~800wh이지만, 최소 기준함)로 가정할 경우, 200wh는 24시간을 기준으로 4,800wh(200×24시간), 즉 4.8kwh가 된다. 이에 대해 채굴기 한대가 한 달간 소모하는 전기량은 144kwh(4.8kwh×30일)로 전 세계 5억대의 PC가 채굴에 소모하는 전기 에너지 량을 산출해 볼 때, 72Twh(144kwh×5억대, 1년간 864Twh)가 된다(800w가정의 경우, 288Twh, 1년간 3,456Twh). 이와 같은 수치는 앞서 3.3절의 몇몇 국가가 1년간 사용하는 전기 에너지 소모량과 비교해볼 때, 가장 적었던 콜롬비아(59.4Twh)의 약14.5~58.1배, 필리핀(74.9Twh)의 약11.5~46.1배가 됨을 알 수 있다[12].

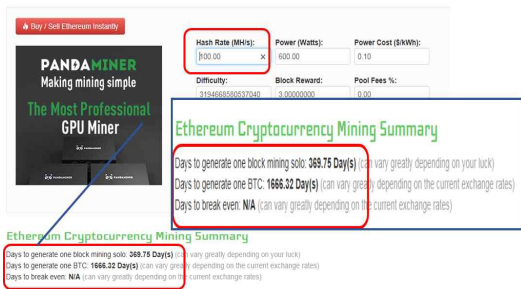
4.2 전기에너지 소모의 가변적 요인

채굴 전기에너지의 소모량 추정에는 여러 가변적 요인들이 존재한다. 첫 번째 요인으로는 채굴하고자 하는 암호화폐의 가격에 따라 채굴 참여 시스템의 수가 증가하기 때문에 전기에너지의 소모율은 변하게 된다. 그 이유는 채굴 시스템의 수가 많아질수록 채굴량이 적어지기 때문에 채굴량을 늘리기 위해 더 많은 시스템이 가동되어야 함을 의미하기 때문이다. 두 번째 요인은 시스템의 사양이 높아질수록 더 많은 채굴을 위해 시스템 수가 증가한다는 것이다. 세 번째로 채굴 난이도(해쉬율) 조절로 인해 전기에너지의 소모율이 증감하는 요인이 된다. 아래 그림9는 전 세계의 암호

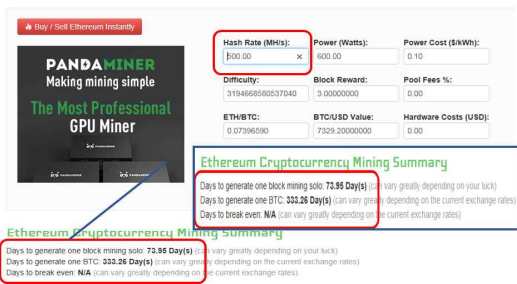
화폐에 대한 해쉬율에 따른 비용과 전기소모량 등을 나타내고 있으며, 그림10과 11은 가변요인으로 해쉬율을 변화하였을 때, 하나의 블록을 채굴하는데 걸리는 시간의 차이를 보이고 있다.

0	280x	0	380	0	Fury
0	Vega54	0	750TI	0	1050TI
Ethash		Groesti		PHI1612	
Hash rate		Hash rate		Hash rate	
84.0	Mh/s	63.9	Mh/s	45.0	Mh/s
Power		Power		Power	
405.0	W	450.0	W	390.0	W
Daily cost		Daily cost		Daily cost	
\$0.97		\$1.08		\$0.94	

(그림 9) 해쉬율과 전기소모량[13]



(그림 10) 해쉬 파워 100일 때[14]



(그림 11) 해쉬 파워 500일 때[14]

이는 해쉬율이 채굴시간에 영향을 미치고, 채굴시간은 전기에너지의 소모량을 결정하는 요인이 된다. 네 번째로 해킹 공격으로 인한 시스템 및 네트워크의 속도 저하는 소모량 변화에 직접적인 요인이 된다. 간단히 요약해 보면, 첫 번째와 두 번째는 채굴자의 의도에

따라 변화하는 요인이라고 한다면, 세 번째와 네 번째는 인위적인 의도 변화에 따른 요인이라 하겠다. 결과적으로 네 가지 요인 모두가 전기에너지의 소모량에 직접적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

4.3 이산화탄소 배출량 산출

본 절에서는 암호화폐의 채굴에 소모되는 전기에너지를 이산화탄소 배출량으로 산출해본다. [21]에 따르면, 우리나라의 경우, 이산화탄소 배출 계수를 전기에너지 사용량에 1kwh당 466g으로 계산하고 있다[22]. 이와 같은 “배출 계수”는 국가별 이산화탄소 배출량에 따라 차이를 갖고 있으며, 해마다 변화하고 있다[21]. 여기서 암호화폐의 채굴에 사용되는 전기에너지를 국내 배출 계수로 이산화탄소배출량을 산출해 보면 다음과 같다. 앞서 4.1절에서 언급한 바와 같이, 5억대의 PC가 채굴에 소모하는 연간 전기 에너지를 864T~3,456Twh로 가정해 볼 때, [22]의 계산에 따라, 배출량은 표1과 같다.

<표 1> 전기에너지의 이산화탄소배출 환산

	배출량
연(1year)	402,840,000톤~1,611,360,000톤
월(1mon)	33,570,000톤~134,280,000톤
일(day)	1,119,000톤~4,476,000톤

성장 목 한그루가 1년 동안 정화할 수 있는 평균 정화량 5.6kg을 고려해 볼 때^[15], 연간 배출량을 정화하기 위해서는 약 71,935,714,285~287,742,857,142 그루의 나무가 필요함을 알 수 있다. 그리고 에너지 효율 2등급인 승용차가 1년간 15,000km를 운행하고, 이를 단위거리(km)당 배출량 162g 으로 총 배출량을 계산해 보면, 2.4톤이 된다^[16]. 이를 표1에 적용해 보면, 약 1억6천만(167,850,000)에서 6억7천만(671,400,000)대의 자동차가 배출하는 탄소량에 해당하며, 지구환경문제에 매우 심각한 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

최근 암호화폐가 블록체인 기술과 함께 진화해 가

고 있는 가운데, 향후 기대와 전망은 매우 크다. 특히 블록체인 기술을 응용한 다양한 서비스들이 개발되고, 문제점들을 해결해 나아간다면, 머지않아 큰 이슈거리고 부상할 것으로 전망된다. 특히 암호화폐의 채굴로 인해 발생하는 막대한 양의 이산화탄소 배출이 지구환경에 영향을 미치고 있어 보다 빠른 문제해결이 필요함을 알 수 있었다.

따라서 본 논문은 이와 같은 암호화폐의 채굴에 필요한 전기소모량과 이산화탄소배출량의 산출과 이에 따른 연관성을 알아봄으로써, 보다 긍정적인 해결방안 마련과 향후 4차 산업의 발전방향을 결정하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 향후, 다양한 분야에 블록체인 기술의 응용이 활발히 진행되어질 것으로 예상되어, 최근 암호화폐의 채굴에 따른 지구환경 문제를 해결할 수 있는 지속적인 연구를 통해 대응 방안을 마련해 나아가야 할 것이다.

참고문헌

[1] 안성배 외5인, “가상통화 관련 주요국의 정책 현황과 시사점,” 대외경제정책연구원(KIEP), vol.18, no.3, 2018.2.8

[2] 김지훈, “가상화폐의 진화, ICO의 확산과 규제,” KB 금융지주 경영연구소, vol.18, no.10, 2018.2.5.

[3] “가상화폐란 무엇? 비트코인, 정확한 표현은 ‘암호화폐,’” <http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0012047468&code=61141311>, 국민일보, 2018.1.13.일자

[4] 이제영, “블록체인(blockchain) 기술동향과 시사점,” 과학기술정책연구원 STEPI, 동향과 이슈, no.34, IS SN 2383-6458, 2017.7.25.

[5] KEMRI, “블록체인 개념 및 활용사례 분석,” 한국경제경영연구원, 2017.4.3.

[6] <https://coinmarketcap.com/ko/>

[7] “PC 5억대, 암호화폐 채굴에 몰래 동원돼,” ZDNet Korea, 2017.10.16. http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?article_id=20171015121657

[8] “암호화폐 채굴이 필요한 3가지 이유,” ZDNet Korea, 손경호 http://www.zdnet.co.kr/news/news_vie

w.asp?article_id=20171212150218

[9] USB형 ASIC 장비, http://seoul-p-studio.bunjang.net/product/62292070_1_1491101416_w640.jpg

[10] ASIC 장비, <http://www.showmine.cc/assets/images/13+.png>

[11] 디지코도미스트, <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>

[12] 전기사용료, 조선일보, 2018.1.31., http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/01/31/2018013100357.html

[13] 해쉬률에 따른 전기소모량, <http://whattomine.com/coins>

[14] 이더리움 채굴계산, <https://www.coinwarz.com/calculators/ethereum-mining-calculator/?h=500&p=600.00&pc=0.10&pf=0.00&d=3194668580537040&r=3.000000000&er=0.07396590&btcer=7329.20000000&hc=0.00>

[15] http://iforest.nfcf.or.kr/forest/user.tdf?a=user.board.BoardApp&c=2002&board_id=GPB_COMMON_COUNSEL&mc=CYB_CST_CCS_IBS&seq=1344

[16] 국립산림과학원, “주요 산림수종의 표준탄소흡수량,” 2013.11

[저 자 소개]



전 정 훈 (Jeong-hoon Jeon)
 2000년 8월 숭실대학교 일반대학원 컴퓨터학과 공학석사
 2008년 2월 숭실대학교 일반대학원 컴퓨터학과 공학박사
 2005년 5월~ 현 동덕여자대학교 컴퓨터학과 교수

email : nerdrandy@dongduk.ac.kr