

<Review>

인류세(Anthropocene)의 시점과 의미

김지성^{1,2} · 남욱현^{2,*} · 임현수¹

¹부산대학교 지질환경과학과

²한국지질자원연구원 제4기지질연구소

요 약

‘인류세(Anthropocene)’라는 새로운 지질시대에 대하여 지질학 분야뿐만 아니라 타 분야에서도 많은 관심이 일고 있다. 특히 국제층서위원회(International Commission on Stratigraphy, ICS) 산하 제4기층서소위원회(Subcommission on Quaternary Stratigraphy)에서는 인류세를 공식적인 지질시대 단위로 인정하는 것을 올해 2016년의 주요 목표로 삼고 있다. 현재 인류세의 시작 시점으로서는 (1) 약 6000년 전 농경과 산림 벌채의 시작, (2) 1600년대 구대륙과 신대륙 사이의 교류, (3) 18세기 산업혁명, (4) 20세기 인구폭발 등이 거론되고 있다. 한편, 이런 움직임에 대해 일부 학자들은 인류세라는 용어를 사용하기에는 지질학적 시간단위에 비해 인류가 영향을 미치기 시작한 시간이 너무 짧으며 따라서 더 시간을 두고 신중히 결정해야 한다는 반론을 제기하고 있다. 그럼에도 불구하고, 인류세란 용어는 2000년대부터 자연과학 분야와 인문사회 분야, 그리고 일반인 사이에서도 널리 사용되고 있으며, 그 의미에 대해 심도 있는 토론이 꾸준히 진행되어왔다. 이처럼 인류세라는 지질 용어가 등장하자마자 과학계와 사회 전반에 걸쳐 큰 반향을 일으키며 논란의 중심으로 급부상하게 된 배경은, 기존의 층서명과는 달리 그 속에 함축된 의미가 지질학적 범주로 국한된 것이 아니라 정치, 경제, 환경 등 인류의 활동과 관련된 다양한 인문사회학적 요소를 포함하고 있기 때문이다. 본 논평에서는 이러한 상황을 되돌아 보고, 인류세 설정에 대한 우리의 견해와 함께 국내 제4기 연구에 대한 시사점을 제시하고자 한다.

주요어: 인류세, 홀로세, 제4기, 지질시대, 지질층서

Jisung Kim, Wook-Hyun Nahm and Hyoun Soo Lim, 2016, Anthropocene: on the starting point and the significance of the new geological epoch. Journal of the Geological Society of Korea. v. 52, no. 2, p. 163-171

ABSTRACT: There has been growing interest among geologists in establishing a new recent geological epoch, so called ‘Anthropocene’, associated with human activities. In particular, Subcommission on Quaternary Stratigraphy, under International Commission on Stratigraphy (ICS), plans to approve the Anthropocene as a new official geological epoch in the year of 2016. In general, there are four different views on the starting point of Anthropocene: (1) the start of agriculture and deforestation about 6,000 years ago, (2) the Columbian Exchange between the Old World and the New World in 1600s, (3) 18th century Industrial Revolution, and (4) late 20th century population explosion. Meanwhile, some objections to formal use of the term Anthropocene also coexist because it is too short in terms of the geological time scale. Therefore, the official approval must be with careful approach and profound discussion. Nevertheless, the term Anthropocene is already a commonly used term among scientific communities as well as non-scientific communities after the 2000s. This is because Anthropocene is a useful term that includes a variety of humanities and sociological significances associated with political, economic, and environmental issues therein, not limited to geological category only. In this review, we propose to identify practical implications of Anthropocene for Quaternary research in Korea.

Key words: Anthropocene, Holocene, Quaternary, Geological Time Scale, Geological Stratigraphy

(Jisung Kim and Hyoun Soo Lim, Department of Geological Sciences, Pusan National University, Busan 46241, Republic of Korea; Jisung Kim and Wook-Hyun Nahm, Quaternary Geology Department, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 34132, Republic of Korea)

* Corresponding author: +82-42-868-3110, E-mail: nahmwh@kigam.re.kr

1. 서론

국제지질과학연맹(International Union of Geological Sciences, IUGS) 산하 국제층서위원회(International Commission on Stratigraphy, ICS)에서는 지질시대를 층서학적으로 구분하여 각 시대별 단위와 정의를 설정하는 역할을 담당하고 있으며 여기에서 발간하는 지질시대 구분은 국제표준으로 사용되고 있다(Cohen *et al.*, 2013). 최근 ICS 산하 제4기층서소위원회(Subcommission on Quaternary Stratigraphy)에서는 새로운 지질시대, 즉 인류세(Anthropocene)를 공식적인 지질시대 단위로 인정하는 것에 대한 토론이 활발히 벌어지고 있다.

인류의 문명이 고도화 되면서 지구의 모습을 확연하게 변화시킨 것은 의심의 여지가 없다. 콘크리트를 이용하여 자연에서는 볼 수 없는 새로운 형태의 환경을 만들고, 숲과 초원을 농경지로 바꾸고, 댐과 저수지를 만들어 물의 흐름을 조절하고, 이산화탄소와 메탄을 방출하고, 바다를 산성화시켰다. 지구상에 인류의 흔적이 너무나 명백한 상황에서, 지구가 원시 자연 상태였던 시기와 구분하여 인류세라는 새로운 지질시대를 설정하는 것이 타당하다는 의견인 것이다. 특히 인류세 연구위원회(Anthropocene Working Group, AWG) 소속 학자들은 영국 레스터대학교(University of Leicester)의 고생물학자 얀 잘라시비치(Jan Zalasiewicz)를 중심으로 2016년에 인류세를 공식화한다는 목표를 가지고 새로운 시대의 선언을 적극적으로 추진하고 있다. 그러나, 이러한 움직임에 대한 반론도 만만치 않다. 인류가 지구 환경을 변화시키기 시작한 시점을 언제라고 할 것인지, 또 그것이 층서학적인 의미가 충분한 것인지에 대한 논란 때문에 인류세가 공식적인 지질시대로 인정받을 수 있을지의 여부는 현재로서는 미지수이다.

본 논평에서는 인류세의 도입과 관련된 주요 쟁점 사항들을 정리하고, 지금까지 제기된 홀로세-인류세 경계 선정에 관한 대표적인 4개의 주장을 고찰하였다. 또한 인류세 설정에 대한 우리의 견해, 그리고 국제 학계의 움직임이 국내 제4기 연구에 미칠 영향과 그에 대한 방안을 논의하고자 한다.

2. 배경

과학자들이 인간의 활동과 지구의 지질학적 영향

을 연관지어 생각하기 시작한 것은 19세기까지 거슬러 올라간다. 미국의 외교관 조지 퍼킨스 마시(George Perkins Marsh)의 ‘인간의 행동이 변형시킨 지구(The Earth as Modified by Human Action)’ (Marsh, 1864)나 같은 시기에 활동한 이탈리아의 지질학자 안토니오 스토포니(Antonio Stoppani)의 ‘인류대(Anthropozoic era)’라는 용어(Turpin and Federighi, 2012)가 대표적인 예이다. 러시아의 지화학자 블라디미르 이바노비치 베르나드스키(Vladimir Ivanovich Vernadsky)는 1945년에 발표한 논문에서 인간의 지적 활동에 의해 변화하는 지구환경 상태를 통칭하는 용어로 지성권(Neosphere)이라는 개념을 주창하면서 이를 새로운 지질학적 현상으로 규정하기도 하였다(Vernadsky, 1945). 그러나 이 같은 개념들은 큰 반향을 불러일으키지는 못하고 일부 학자들에 의해서만 이용되었다.

인류세(Anthropocene)라는 용어는 1980년대에 미국의 생물학자인 유진 스토머(Eugene F. Stoermer)가 처음 사용한 것으로 알려져 있다. 하지만 인류세라는 용어를 유명하게 만들고 그 중요성을 널리 전파한 사람은 네델란드의 대기화학자인 폴 크루첸(Paul Crutzen)이다. 2000년에 크루첸과 스토머가 함께 International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP)의 Newsletter에 발표한 짧은 기고문이 인류세가 공식적으로 처음 사용된 기록이다(Crutzen and Stoermer, 2000; Crutzen, 2002). 1995년 노벨 화학상 수상자이기도 한 그는 산업혁명을 기점으로 지구의 역사가 새로운 시대에 접어들었음을 주장하며, 그 명칭으로 인류세라는 용어를 제시하였다. 이후 노벨상 수상자인 폴 크루첸의 영향력에 의해 그의 제안은 과학계의 광범위한 분야에서 사용되며 급속히 받아들여지기 시작했다.

2014년 한 해에만 200편이 넘는 인류세 관련 논문이 나왔고(Monastersky, 2015), 2013년에서 2015년 사이에 관련 학술지가 3권이 더 창간되었다(Anthropocene, The Anthropocene Review, Elementa: Science of the Anthropocene). 2015년 3월에는 네이처(Nature)지에서 표지 기사로 인간의 시대를 다루었고(Monastersky, 2015), 2016년 1월에는 사이언스(Science)지에 홀로세와 인류세가 뚜렷히 구분된다는 논문이 실리기도 하였다(Waters *et al.*, 2016). 이런 파급력은 비단 과학계 내에서 뿐 아니라 사회 전반적으로도 퍼져나가

게 되었는데, 대표적인 예로 2012년 UN 리우+20 정상 회의(UN Rio+20)에서는 행사를 시작하면서 ‘인류세에 오신 걸 환영합니다(Welcome to the Anthropocene)’라는 제목의 영상을 상영하기도 하였다. 인류세가 이처럼 큰 반향을 일으킬 수 있던 이유로서, 대가속기(Great Acceleration)라고 표현하는 20세기 이후의 급격한 인구 증가와 지구 온난화로 대표되는 환경변화가 있었으며(Steffen *et al.*, 2015), 이에 많은 사람들이 위기의식을 느끼고 이제는 환경 보존을 위하여 무엇인가 행동하여야 할 때라는 점에 공감하고 있다는 점을 들 수 있다.

한편, 일각에서는 이를 두고 인류세라는 용어가 충분한 과학적 성찰 없이 단순히 정치적 용어로서, 혹은 대중문화로서 받아들여지는 현상을 경계하고 있다(Autin and Holbrook, 2012; Finney and Edwards, 2016). 이들은 인류세 도입이 단지 사회적 분위기에 휩쓸려 급하게 추진할 것이 아니라, 정식 지질학 용어로서 인정받기 위해서 먼저 층서학적인 연구와 합의가 도출되어야 한다고 주장하고 있다. 이러한 점은 인류세 도입을 지지하는 학자들 역시 동의하는 부분이다. 마크 라이너스(Mark Lynas)는 그의 저서 ‘6도의 멸종(Six Degrees: Our Future on a Hotter Planet)’에서 인류는 스스로 깨닫기도 전에 지구의 관리인이 되었고, 이제 지구를 수호하는 역할을 담당해야 한다고 서술하였다(Lynas, 2007). 이에 대해 일부 회의론자들은 용어 하나를 바꾼다고 세상이 달라지지 않을 것이라는 디스토피아적 견해를 보이고 있지만, 폴 크루첸을 비롯한 많은 사람들은 인류세라는 새로운 용어를 도입함으로써 능동적, 주도적으로 새로운 변화를 일으킬 수 있을 것으로 기대하고 있으며 앞서 언급한 학계와 사회의 움직임이 이를 뒷받침하고 있다.

3. 지질시대 구분

기본적으로 지질시대 구분은 하나의 시스템으로서 지구의 기능 차이를 대변하는 것이며, 동시에 지구상에 서식하는 생물 종류의 변화를 나타낸다. 지질 시대는 단위가 큰 순서대로 누대(Eon), 대(Era), 기(Period), 세(Epoch), 절(Age)의 순으로 구분되며, 상위 단위일수록 변화의 차이가 크다.

신생대를 세(Epoch) 단위로 구분하는데 사용된

방식은 생물층서를 이용한 것으로, 영국의 지질학자 찰스 라이엘(Charles Lyell, 1797-1875)에 의해 최초로 고안되었다. 그는 지층에 포함된 화석을 현생 종은 새로운 것으로, 멸종된 종은 옛 것으로 구분하여 그 비율에 따라 지질시대를 구분하였고 이러한 방식은 신생대 지질시대 명칭에 충실히 반영되어 있다. 올리고세(Oligocene)는 새로움을 뜻하는 그리스어 카이노스(kainos)에서 유래된 용어인 ‘cene’을 접미사로 삼고, 적은 수를 뜻하는 그리스어 올리고스(oligos)와 합쳐져 명명되었는데, 이를 풀이하자면 적은(oligos) 수의 화석들이 새로운(-cene) 시기라는 의미가 된다. 같은 방식으로 마이오세(Miocene), 플라이오세(Pleistocene), 플라이스토세(Pleistocene)는 각각 약간, 많은, 대부분을 뜻하는 그리스어 메이오스(meios), 플레이오스(pleios), 플라이스토스(pleistos)에서 그 명칭이 유래되었다. 가장 최근인 홀로세(Holocene)는 전부를 뜻하는 그리스어 홀로스(holos)에서 유래되었고 그 의미는 발견되는 모든 화석이 새로운 것으로 구성된 시기(entirely recent)를 뜻한다(Serrano, 2015).

현재 ICS는 각 지질시대의 경계를 GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point)를 이용하여 절(Stage) 단위까지 구분하고 있다. GSSP가 성립할 수 있는 기본 조건으로서 (1) 전 지구적 사건에 대한 표식(marker)이 존재할 것, (2) 이를 확인할 수 있는 보조적 모식층(stratotypes)이 있을 것, (3) 지역적, 지구적 대비가 가능할 것, (4) 표식 상하부로 적당한 두께의 연속적 퇴적층이 존재할 것, (5) 정확한 위치(위경도, 높이, 깊이 등)를 알 수 있을 것, (6) 접근성이 용이할 것, (7) 보전성이 좋을 것 등이 있다. 한편, 은생이언과 같이 오래된 지질시대에서는 이러한 조건을 충족시키는 잘 보존된 지층을 찾기 어려우므로, 이 경우 합의된 시간의 절대값, 즉 GSSA (Global Standard Stratigraphic Age)를 이용하기도 한다(Maslin and Lewis, 2015).

ICS는 1977년 출범한 이래 ‘황금 못(Golden Spike)’으로 표현되는 GSSP의 모식단면(type-section)을 지정해오고 있으며, 2016년 2월 기준으로 GSSP가 필요한 총 101개의 절 중에서 65개의 경계에 황금못이 박혀있다(Serrano, 2015). 황금못을 박는 것은 대단히 엄격한 과정을 거쳐야 한다(그림 1). 먼저 각 시대별 연구 위원회(Working Group)의 연구 결과를 심사, 투표를 통하여 GSSP를 결정할 후, 다시 ICS의

소위원회와 ICS의 투표에서 60% 이상의 지지를 얻어야 하며, 최종적으로 IUGS의 인준을 거쳐야 비로소 공식적인 국제적 시간층서 경계로 인정받게 된다 (Kim and Kim, 2005). 따라서 공식적 시대 경계를 인정받기 위해서 많은 논의를 거치게 되며 이 과정에서 많은 시간이 소요되기도 한다. 일례로 페름기-삼첩기 경계의 경우 매우 큰 변화가 있는 널리 알려진 경계였음에도 불구하고 학자들이 정확한 경계의 조건을 선정하여 황금못을 박기까지 20년 이상 걸리기도 하였다(Hongfu *et al.*, 2001).

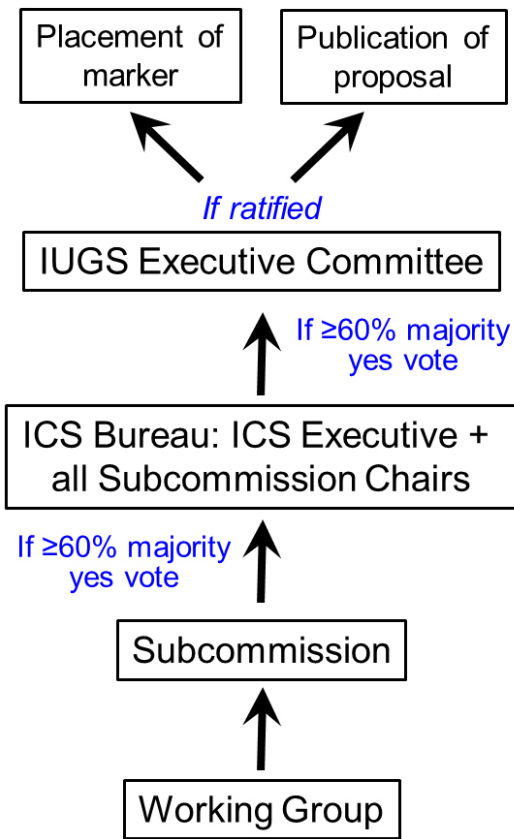
현재 우리가 살고 있는 지질시대이자 가장 최근 시기인 홀로세(Holocene)의 경우 다른 시대의 경계와는 구분되는 방법으로 경계를 설정하였는데, 그린란드에서 시추한 빙하 시추시료에서 여러 고기후자

료를 분석하여 '빙하기가 끝난 시기'를 경계로 삼은 것이다(Pillans and Naish, 2004; Walker *et al.*, 2009). 이처럼 홀로세는 다른 지질시대와 비교하여 시대 경계 설정을 위해 사용한 방식이 다르다는 점과 지속 시간이 상대적으로 짧다는 점 등의 특징을 가진다.

4. 인류세의 정의와 경계

인류세의 시작 시점에 대해서는 아직 많은 논란이 있으며, 특히 홀로세의 의미가 이미 인류 문명의 발달이라는 측면에서 인류세의 개념을 포함하고 있다는 주장도 있다(Lewis and Maslin, 2015). 이는 찰스 라이엘이 1833년 '최근(Recent)'이라는 개념을 제시하면서 그 근거로 ① 마지막 빙하기 종료 시기, ② 인류 출현 시기, ③ 인류 문명의 발달 시기 등을 거론한 것에 기인한다. 이 '최근'이라는 것을 1867년에 홀로세로 명명하였다. 찰스 라이엘이 제시한 3가지 관점 중에서 인류 출현 시기는 홀로세가 아니라 플라이스토세라는 것이 후일 밝혀졌지만, 2009년 IUGS는 홀로세의 시작 시기를 마지막 빙하기가 끝나고 전 지구적 온도가 상승하기 시작하는 시점인 11,650±699년 전으로 확정하였다(Walker *et al.*, 2009). 따라서 인류세를 설정하기 위해서는 기본적인 GSSP의 기준과 함께 시기의 구분이 어떤 의미를 가질 것인지에 대해 충분히 논의할 필요가 있다. 인류세의 시작 시점에 대해서는 다음과 같은 대표적인 4가지 의견이 있다(Lewis and Maslin, 2015).

- 1) 농경과 산림 벌채의 시작: 인류의 농경 활동은 자연적인 식생을 변화시켰으며, 이에 따라 생물종 멸종율이 증가하고 생지구화학적 순환 과정이 바뀌는 등 큰 환경 변화가 발생하였기에 인류의 농경 활동이 시작된 시기를 인류세의 시작으로 보자는 주장이다. 미국 기후학자 윌리엄 루디만(William Ruddiman)이 대표적이다. 그는 농경활동의 영향으로 약 8000년 전부터 이산화탄소 농도가 비정상적으로 증가하여 빙하기의 도래 시기가 늦춰지는 결과로 이어졌음을 주장하면서 이에 농경의 도입시기를 인류세의 시작으로 삼을 것을 제시하였다(Ruddiman, 2003).
- 2) 신대륙의 발견: 1492년 유럽인이 대서양을 건너 카리브제도에 처음 도착한 이후, 서구 문명의 급속한 팽창과 더불어 Colombian Exchange



GSSP Proposal: section and point

Fig. 1. Workflow for approval and ratification of a Global Standard Stratotype Section and Point (GSSP) proposal (modified from Finney and Edwards, 2016).

로 불리는 생물군의 이동이 시작되었다. 일방적 침투에 가까웠던 인간 문명과는 대조적으로, 이러한 생물군의 변화는 상호간 발생하여 많은 종류의 농작물(강낭콩 등), 가축(말, 소, 염소, 돼지 등), 인간과 공생하는 동물 종류(곰취 등), 그리고 그 외의 생물(지렁이, 족제비 등) 등이 대륙 사이를 이동하게 되었다. 떨어져 있는 대륙 사이에서 이처럼 단기간 동안 대규모의 생물군 이동현상이 발생한 것은 약 3억년 전 판게아 초대륙이 분열한 이후 처음 나타나는 현상이다(Helmus *et al.*, 2014). 한편, 이러한 생물상의 변화 외에도 환경변화를 근거로 이 시기를 인류세의 경계로 제시하기도 한다. 1492년 콜럼버스가 신대륙에 도착한 이래 천연두, 전쟁, 기근 등으로 아메리카 대륙 원주민 인구는 크게 줄었는데, 대표적으로 카리브해의 히스파니올라 섬의 원주민 인구가 1492년에서 1535년 사이에 약 800만에서 0으로 급감한 사례가 있다. 이처럼 아메리카 대륙의 원주민 인구는 약 2세기에 걸쳐 최대 95% 가량 감소한 것으로 추정되며(Diamond, 1997), 그 과정에서 대규모의 경작지가 방치되어 급격히 산림화되었고 이것이 남극 빙하 시추시료의 기록을 통해 알려진 1570-1620년 사이, 특히 1610년에 발생한 이산화탄소 농도 감소현상으로 이어졌다는 주장이다(Ruddiman, 2003).

- 3) 산업혁명: 19세기 산업혁명으로 인하여 화석연료의 사용량이 증가하고 사회 집단 사이의 교역이 증가하게 되었다. 산업혁명의 시점은 1760년과 1880년 사이로 보는데, 대기중 이산화탄소 농도는 19세기가 되면서 다소 서서히 증가한다. 인류의 발전을 상징하는 시기이자 화석연료 연소에 따른 대기중 이산화탄소량의 증가가 시작되는 시기라는 의의가 있으며, 폴크루첸이 2000년 인류세를 주장할 때에 제안한 시기이기도 하다(Steffen *et al.*, 2007).
- 4) 20세기 인구폭발: 1950년대 이후에는 인구의 폭발적인 증가와 함께 콘크리트와 플라스틱과 같은 소위 'technofossil'이라고 하는 새로운 물질이 등장하였으며, 다방향족 탄화수소(polyaromatic hydrocarbons), 폴리염화바이페닐(polychlorinated biphenyls, PCB)과 같

은 전례가 없는 잔류성 유기오염 물질도 나타나게 되었다. 그 결과로 생태계가 파괴되고 인류의 생존 조건마저도 위협받게 되는 상황을 초래하게 되었다. 또 하나 중요한 것은 핵폭탄에 의한 방사성 낙진이다. 핵폭탄은 1945년에 처음 등장하였으며, 1963년 부분적 핵실험금지조약(Partial Test Ban Treaty) 때까지 여러 나라에서 수차례에 걸쳐 대기중 실험을 수행하였다. 이들 낙진의 기록은 빙하코어, 호수와 습지 퇴적물, 산호, 동굴생성물, 나이트 등에 잘 남아 있으며, 1960년대 후반부터는 신호 강도가 줄어들게 된다. 현재 인류세 연구위원회에서는 최초 원자폭탄 실험을 실시한 1945년 7월 16일(미국 뉴멕시코주)이라는 정확한 날짜까지 제안하며 주장하고 있다(Zalasiewicz *et*

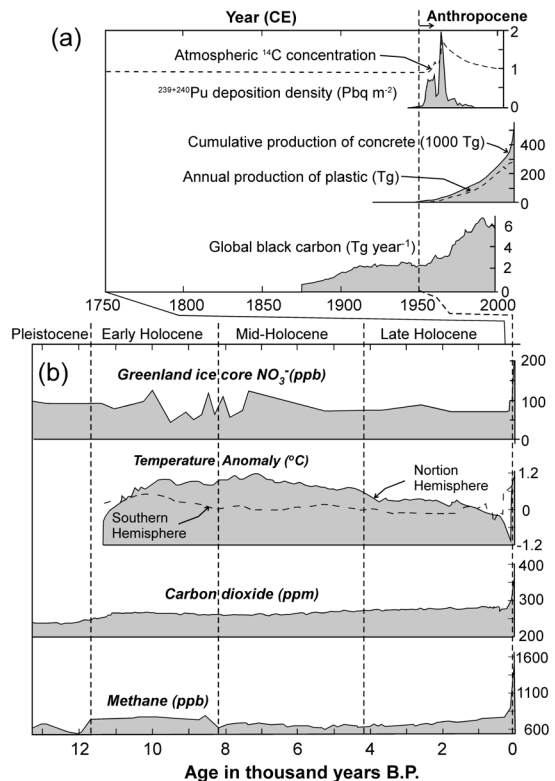


Fig. 2. The graph showing growth population, industrial material and mass consumption of resources during the Great Acceleration after World War II (a), and the graph showing increasing carbon dioxide and other component levels in the atmosphere as resulting by these phenomena (b) (after Waters *et al.*, 2016).

al., 2015). 이런 지화학적 층서구분 외에도, 제2차 세계대전 이후 대가속기(Great Acceleration)에 급속도로 증가한 인구, 가파른 산업 발전, 그리고 에너지의 대량 소비 등으로 인한 이산화탄소 수치의 급증을 인류세 경계를 뒷받침하는 근거로 제시하기도 한다(Steffen et al., 2007, 2015; Waters et al., 2016; 그림 2).

5. 인류세 도입에 대한 반론

인류세의 도입을 촉구하는 입장만큼 아직은 하나의 지질시대로 인정하기에는 시기상조이며 미래의 지질학적 관점에서 바라봐야 한다는 반대 입장도 팽팽하다. 이러한 주장은 우리가 살고있는 문명의 시대가 지질학적으로 하나의 시대로 인정될 만큼 오래되지 않았으며, 인류세라고 불릴만한 시기는 타 지질시대의 연대측정 오차범위보다도 짧은다는 점에 주목하고 있다. 특히 층서학적 관점에서 지난 70년간 형성된 해양퇴적층의 두께는 1 mm 정도에 불과한데, 전세계 지층에서 인류세의 기록을 찾을 수 있을지도 의문이다(Finney, 2014).

앞에서 소개한 인류세 경계 후보들 역시 저마다 문제점을 가진다. 첫 번째 주장의 경우, 농경 활동은 지구 여러 곳에서 각각 다른 시기에 시작하였는데, 서남아시아 BC 8500년, 중국 BC 7500년, 이집트 BC 6000년, 서유럽 BC 6000-3500년, 중앙 아메리카 BC 3500년 이전, 미국 동부 BC 2500년, 안데스 및 아마존 유역 BC 3500년 이전, 아프리카의 사헬지대 BC

5000년, 인더스강 유역 BC 6000년, 뉴기니 BC 7000년 전 등이 알려져 있다(Ruddiman et al., 2015; 그림 2). 이런 시기의 불일치성이 앞서 언급한 '전 지구적 사건에 대한 표식(marker)이 존재할 것'이라는 조건에 부합하지 않아 이 주장의 한계로 여겨지고 있다. 두 번째 주장의 경우, 일각에서는 아메리카 대륙에 국한하여 발생한 현상이므로 전 지구적 변화의 근거로는 조금 미흡하다는 반론과 함께 미국의 패권주의 혹은 서구문명 중심적 시각을 대변하고 있기에 다소 부적절하다는 시각도 있다. 세 번째 주장의 경우, 산업혁명으로 인한 급격한 환경변화나 전 지구적인 생물상 변화의 증거가 뚜렷하게 나타나지 않는다는 한계가 있다. 네 번째 주장의 경우 현재 우리가 인류세의 경계로 충분하다고 생각하는 증거들이 먼 훗날에도 뚜렷하게 보존되어 있을지는 미지수이며, 설사 그런다 해도 그 흔적보다 더 확연한 변화를 보이는 특징적 사건이 미래에 발생할지 모른다는 데 한계가 있다.

앞서 언급한 바와 같이 홀로세의 의미에 이미 인류 문명의 발달이라는 측면을 포함하고 있으므로 인류세는 홀로세와 중첩되는 시기라는 주장도 제기되고 있으며(Lewis and Maslin, 2015; 그림 4), 인류세를 도입했을 경우 홀로세의 존속기간이 급격히 짧아져 '세' 단위로 구분하기 어려워진다는 점에서도 논란이 이어지고 있다. 이처럼 홀로세와 인류세의 경계를 정하는 것 외에 인류세의 지위에 관해서도 아직 더 많은 합의가 필요한 상황이다. 인류 문명의 발달 단계마다 새로운 경계를 설정하는 것은 비합리적

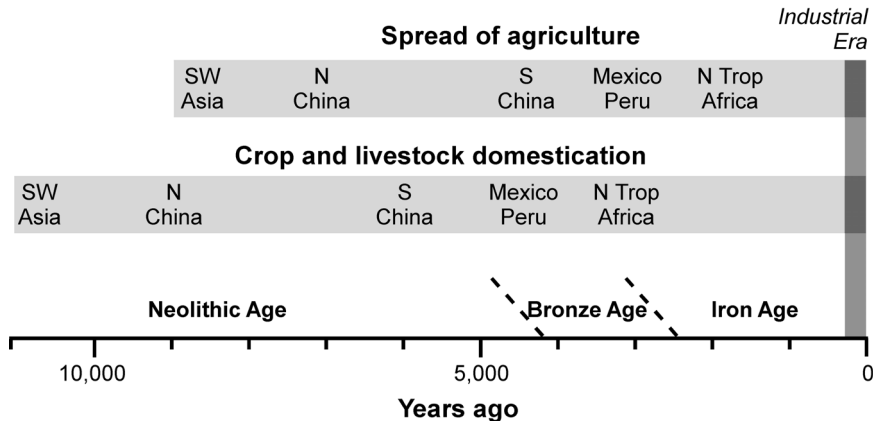


Fig. 3. The time difference of spread of agriculture with the spread of domesticated crops and livestock in variant regions (modified from Ruddiman et al., 2015).

이라는 점을 들어 현재 인류세를 구분지어 도입하기엔 부적절하며, 지질학적인 시각에서 볼 때 미래에 진행되어야 할 것이라는 주장도 있다. 일례로 Ruddiman *et al.* (2015)은 공식적인 지질시대명으로 인류세라는 명칭을 도입하기보다는 비공식적인 용어로서 사용할 것을 제안하기도 하였다.

6. 인류세의 의미

인류세는 현재 지질학계의 논란의 중심에 있으며, 인류세 도입을 위하여 국제 학계가 활발하게 움직이고 있어 많은 주목을 받고 있다. 이미 국내에서도 언론이나 출판물에서는 인류세라는 용어가 흔히 사용되고 있으며 학계에서도 이와 관련된 용어를 도입하여 사용하고 있거나(e.g., Lee and Chang, 2015) 인간활동과 관련된 환경변화에 대해 연구가 진행되고 있다(e.g., Lim *et al.*, 2007; Nahm *et al.*, 2011; Park *et al.*, 2012). 일각에서는 인류세는 철학적-인문학적인 개념이며, 순수과학을 논하는 지질학적 용어로는 부적절하다는 의견도 있다. 그러나 이에 관한 논란에 관해서는, 첫째, 앞서 살펴본 바와 같이 이미 학계를 비롯하여 사회 전반적으로 널리 사용되고 있어 그

인지도가 높고, 둘째, 라이엘식 작명법의 연장선상 인류세는 ‘인류(anthropos)의 화석(흔적)이 새롭게 (-cene) 나타나는 시기’라는 뜻이 되므로 지질학적인 해석으로도 유효하며, 셋째, 인류세는 21세기 들어 당면한 가장 큰 문제 중 하나인 지구환경과 그 이전에 관해 그에 따른 정치적, 사회적 행동의 변화를 촉구하는 의미가 함축되어 있다는 점에서 지질학계 내에서 공식적이든, 비공식적이든 용어의 사용을 무작정 반대할 수만은 없을 것으로 보인다.

인류세의 시작 시점이 언제이든, 또는 이를 도입하고자 하는 움직임이 과학적인지 정치적인지 사회적인지 여부를 떠나서 인류세라는 단어가 시사하는 바는 대단히 크다. 언론인 안희경은 그의 저서 ‘문명, 그 길을 묻다’에서 ‘총. 균. 쇠(Guns, Germs, and Steel)’를 저술한 미국 문화인류학자 제레드 다이아몬드(Jared Diamond) (Diamond, 1997), ‘노동의 종말(The End of Work)’을 저술한 미국 경제학자 제레미 리프킨(Jeremy Rifkin) (Rifkin, 1995) 등 세계적인 석학 11명과의 인류 문명에 대한 대담 내용을 소개하고 있는데, 이들 석학들이 모두 한결같이 지적하는 바가 과잉 생산, 자연 착취, 대량 낭비 등을 유발하는 자본주의 문명은 이제 종말을 바라보고 있다는 것이다

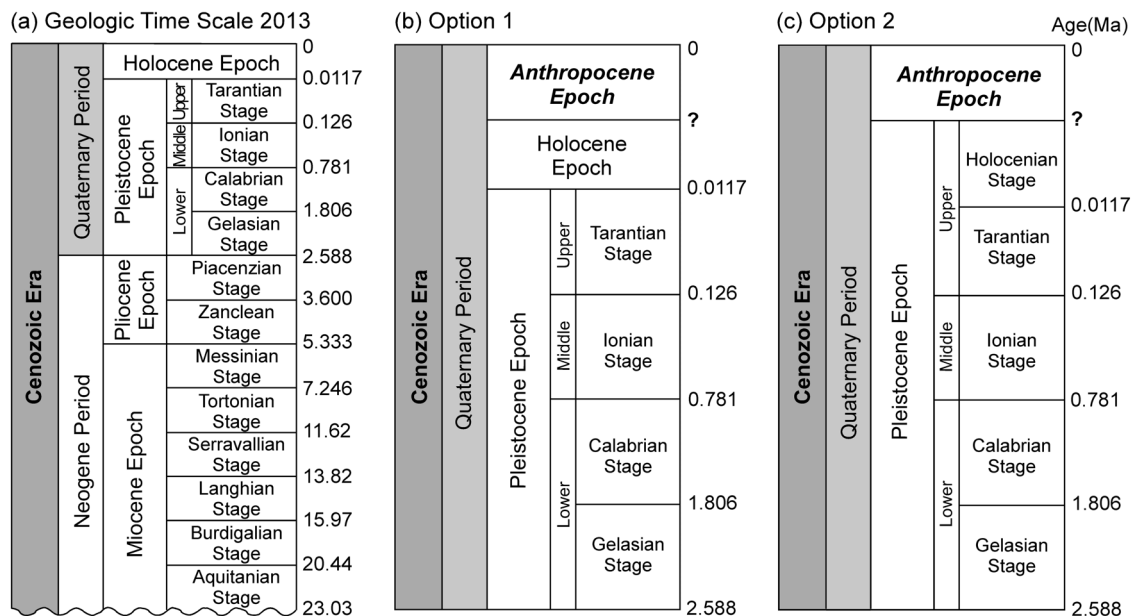


Fig. 4. Comparison of the current Geologic Time Scale (GTS 2013), a), and two alternatives for Anthropocene (b, c) (after Lewis and Maslin, 2015).

(Ahn, 2015). 지구와 인류의 생존을 위해서는 환경 규제를 보다 강화하고 생산과 소비를 조절하고 재생 에너지를 활용하고 환경 복원을 위한 신기술을 개발하는 등의 실천적 담론이 이제는 절실하게 필요하다는 것에 많은 사람들이 공감하고 있다. 인류세에 대한 논란은 이렇게 새로운 패러다임으로의 전환을 요구하는 목소리인 것이다.

사회에 새로운 패러다임을 제시하는 것 역시 과학자의 의무이기도 하다(World Federation of Scientific Workers, 1948). 미국 과학사학자 토마스 쿤(Thomas Kuhn)은 '과학혁명의 구조(The Structure of Scientific Revolutions; Kuhn, 1962)'에서 환경 파괴와 생태계 위기의 원인이 '기계론적, 인간중심적, 지배적 패러다임'에 있기 때문이라고 진단하고 이를 해결하기 위해서는 '시스템적, 생명중심적, 대안적 패러다임'으로 전환해야 한다고 주장한 바 있다(Kuhn, 1962). 이러한 관점에서 보면, 지금까지 홀로세는 농업혁명부터 현재까지 줄곧 인류의 문명이 인간 중심으로 발전한 시기라고 정의할 수 있다. 인류세 도입에 관한 논쟁은 이처럼 지질학을 위시한 과학뿐만 아니라 사회 전반에 걸쳐 지구와 인간의 상호관계에 관한 사고의 전환을 촉구하는 계기가 될 것이다.

이와 같은 개념의 연장선상에서, 앞으로 인류의 노력에 따라 본격적으로 환경 복원이 이루어지는 미래 시점을 인류세 시작의 기준으로 삼는 방안을 생각해 볼 수도 있다. 예를 들어, 그 경계로 지금 매년 상승하고 있는 이산화탄소 농도 곡선이 첫 감소세를 보이는 때를 설정하는 방안 등을 논의할 수 있을 것이다. 이는 환경 복원에 따른 전 지구적 변화가 일치하는 시기로서 큰 의미를 지니게 될 것이다. 비록 이런 감소세가 가까운 미래에 발생할 것으로 기대하기는 어렵겠지만, 지질학적 의미에서 긴 기간이 아닐 것이다. 또한 정치, 경제, 사회, 그리고 과학 전반에 걸친 노력 여하에 따라 그 시기를 앞당길 수 있을 것으로 전망할 수 있다.

7. 결 론

2016년 세계지질학술대회(International Geological Congress, IGC)에서 인류세의 시작 시점에 대한 4가지 의견 중에서 어떤 하나의 의견이 채택될지, 결정을 보류하게 될지, 또는 미래의 어떤 시점으로 결

정하도록 할지 아직은 모르는 상황이다. 그러나 그 결정의 여부를 떠나 국내 지질학계에서도 이러한 상황을 충분히 인지하고, 인류세 도입 논쟁의 의의를 생각하여야 할 시점으로 보인다. 우리나라에서의 제 4기학 연구는 아직도 많이 부족한 형편이지만, 이제는 플라이스토세-홀로세-인류세의 층서와 환경변화에 대한 연구에 더욱 박차를 가해야 할 것이다.

이제 인류는 지권, 수권, 기권, 생물권 등이 하나의 유기적인 시스템을 이루고 있는 지구를 보전하고 유지하여야 하는 입장에 서있는 상태이다. 앞으로 이를 위한 인류의 역할, 즉 지성권의 역할과 지질학의 역할에 대해서 진지한 논의와 관련 연구의 활성화가 시급하다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원에서 수행하고 있는 “한반도 중서부 제4기 층서 및 환경변화 연구(금강, 만경강, 동진강 유역)” 연구과제의 일환으로 수행되었습니다. 본 논문의 원고를 검토하여 부족한 부분이 수정, 보완되도록 좋은 조언과 지적을 해주신 익명의 심사위원과 연세대학교 이기현 교수님, 그리고 극지연구소 우주선 박사님께 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn, H.K., 2015, Seeking the way to save our civilization. The story house, Korea. pp. 448.
- Autin, W.J. and Holbrook, J.M., 2012, Is the Anthropocene an issue of stratigraphy or pop culture? *GSA Today*, 22, 60-61.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. and Fan, J.X., 2013, The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes*, 36, 199-204.
- Crutzen, P.J., 2002, Geology of mankind. *Nature*, 415, 23.
- Crutzen, P.J. and Stoermer, E.F., 2000, The “Anthropocene”. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- Diamond, J., 1997, *Gun, germs and steel*. W.W. Norton & Company, USA. pp. 480.
- Finney, S.C., 2014, The ‘Anthropocene’ as a ratified unit in the ICS International Chronostratigraphic Chart: fundamental issues that must be addressed by the Task Group. *Geological Society of London*, 395, 23-28.
- Finney, S.C. and Edwards, L.E., 2016, The “Anthropocene” epoch: Scientific decision or political statement? *GSA Today*, 26, 4-10.

- Helmus, M.R., Mahler, D.L. and Losos, J.B., 2014, Island biogeography of the Anthropocene. *Nature*, 513, 543-546.
- Hongfu, Y., Kexin, Z., Jinnan, T., Zunyi, Y. and Shunbao, W., 2001, The Global Stratotype Section and Point (GSSP) of the Permian-Triassic Boundary. *Episodes*, 24, 102-114.
- Kim, K.S. and Kim, J.Y., 2005, Review on the Geologic Time Scale in Earth Science Textbooks of Korea and Other Countries and on the International Geologic Time Scale. *Journal of Korean Earth Science Society*, 26, 624-629.
- Kuhn, T.S., 1962, *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago, USA. pp. 210.
- Lee, E. and Chang, T.S., 2015, Holocene Sea Level Changes in the Eastern Yellow Sea: A Brief Review using Proxy Records and Measurement Data. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 36, 520-532.
- Lewis, S.L. and Maslin, M.A., 2015, Defining the Anthropocene. *Nature*, 519, 171-180.
- Lim, H.S., Chung, C., Kim, C., Lee, Y.I., Lee, H.J. and Lee, Y.C., 2007, Late-Holocene palaeoclimatic change at the Dongnimdong archaeological site, Gwangju, SW Korea. *Holocene*, 17, 665-672.
- Lynas, M., 2007, *Six Degrees: Our Future on a Hotter Planet*. Fourth Estate, UK. pp. 358.
- Marsh, G.P., 1864, *Man and Nature* (1874, changed the title to "The Earth as Modified by Human Action: Man and Nature"). Belknap Press, Cambridge, Massachusetts, USA. pp. 780.
- Maslin, M.A. and Lewis, S.L., 2015, Anthropocene: Earth System, geological, philosophical and political paradigm shifts. *The Anthropocene Review*, 2, 118-116.
- Monastersky, R., 2015, The Human Age. *Nature*, 519, 144-147.
- Nahm, W., Kim, J., Lim, J. and Yu, K., 2011, Responses of the upriver valley sediment to Holocene environmental changes in the Paju area of Korea. *Geomorphology*, 133, 80-89.
- Park, J., Yu, K.B., Lim, H.S. and Shin, Y.H., 2012, Multi-proxy evidence for late Holocene anthropogenic environmental changes at Bongpo marsh on the east coast of Korea. *Quaternary Research*, 78, 209-216.
- Pillans, B. and Naish, T., 2004, Defining the Quaternary. *Quaternary Science Reviews*, 23, 2271-2282.
- Rifkin, J., 1995, *The End of Work*. Tarcher/Putnam, New York, USA. pp. 339.
- Ruddiman, W.F., 2003, The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. *Climatic Change*, 61, 261-293.
- Ruddiman, W.F., Ellis, E.C., Kaplan, J.O. and Fuller, D.Q., 2015, Defining the epoch we live in. *Science*, 348, 38-39.
- Serrano, J., 2015, *Deconstructing Prehumanity: An Enquiry into the Archaeological Creation of a Black Past*. University Press of America, USA. pp. 174.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. and Ludwig, C., 2015, The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2, 81-98.
- Steffen, W., Crutzen, P.J. and McNeill, J.R., 2007, The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature? *Ambio*, 36, 614-621.
- Turpin, E. and Federighi, V., 2012, A new element, a new force, a new input: Antonio Stoppani's Anthropozoic. In: E. Ellsworth & J. Kruse (Eds.), *Making the Geologic Now*. Punctum Books, Brooklyn, USA. pp. 34-41.
- Vernadsky, V.I., 1945, The Biosphere and the Noosphere. *Scientific American*, 33, 1-12.
- Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S.O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Bjorck, S., Cwynar, L.C. Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakagawa, T., Newnham, R. and Schwander, J., 2009, Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. *Journal of Quaternary Science*, 24, 3-17.
- Waters, C.N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A.D., Poirier, C., Galuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E.C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J.R., Richter, D.D., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wagleich, M., Williams, M., Zhisheng, A., Grinevald, J., Odada, E., Oreskes, N. and Wolfe, A.P., 2016, The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351, 137-147.
- World Federation of Scientific Workers, 1948, *Responsibilities of scientific workers. Charter for scientific workers*. London, UK. pp. 7.
- Zalasiewicz, J., Waters, C.N., Williams, M., Barnosky, A.D., Cearreta, A., Crutzen, P., Ellis, E., Ellis, M.A., Fairchild, I.J., Grinevald, J., Haff, P.K., Hajdas, I., Leinfelder, R., McNeill, J., Odada, E.O., Poirier, C., Richter, D., Steffen, W., Summerhayes, C., Syvitski, J.P.M., Viads, D., Wagleich, M., Wing, S.L., Wolfe, A.P., An, Z. and Oreskes, N., 2015, When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383, 196-203.

Received : April 18, 2016

Revised : April 28, 2016

Accepted : April 29, 2016