

생명의 물, 피 땀 눈물

물의 순환과 인간 활동

우주에서 물 찾기

브뤼노 라투르를 추모하며

북극의 얼음이
다 녹으면 다음 빙하기를
기다려야 하나?

SF - 백사혜
그들이 보지 못할 밤은
아름다워

가치 기반 의사결정과
주관적 합리성



ISSN 2586-2006
₩15,000



9 772586 200990

Epi

22

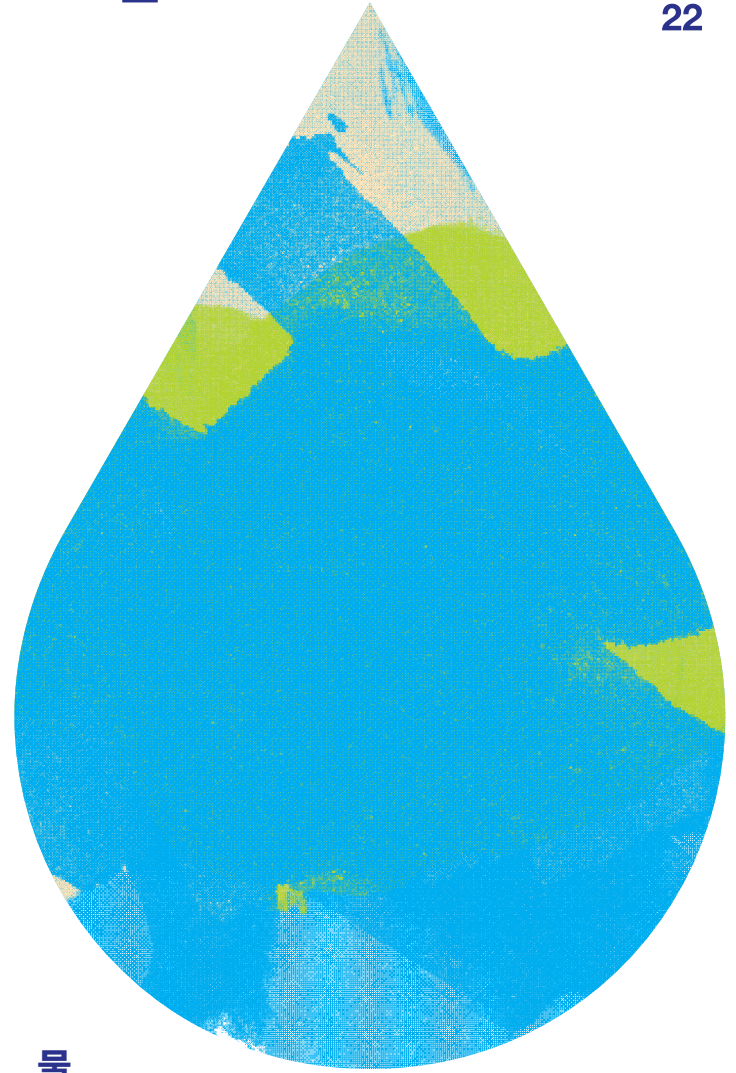
물, EVERYTHING EVERYWHERE



Epi

과학잡지
에피

22



물,
EVERY-
THING EVERY-
WHERE

제4기 고기후 - 고생태학과 인류세

기후와 환경에 대한 높은 위기의식과 맞물려 다양한 분야에서 ‘인류세’가 활용되고 있다. 인류세는 현재의 심각한 환경과 기후 변화에 대한 대응과 지속가능한 발전의 필요성을 촉구하는 상징적 용어이다. 하지만 인류세는 아직 새로운 지질학적 시기로 공식화되지 못했다. 이 글에서는 인류세와 관련된 (古)고환경변화를 연구하는 제4기 고기후/고생태학을 소개하고, 인류세에 대한 지질학계의 최근 논쟁을 간략히 다루고자 한다.

제4기 고기후/고생태학과 지구온난화

먼저 ‘제4기 고기후/고생태학’의 명칭부터 살펴보자. ‘제4기’는 약 258만 년 전부터 현재까지의 시기이고, ‘고기후/고생태학’은 제4기 동안 지구에 일어난 기후, 생태, 해수면 등의 다양한 환경 변화를 연구한다. 사실 제4기는 지질학적으로 그리 길지 않다. 지구 나이 약 45억 5천만 년이 24시간

이라면, 제4기는 약 5초에 불과할 뿐이다(그림1). 하지만, 겨우 약 30만 년(0.57초) 전에 출현한 현생 인류(Homo sapience)가 일으킨 극심한 기후 변화가 요동치는 시기이기도 하다. 따라서, 제4기 고환경사(史)는 인류가 앞으로 직면할 기후, 생태계의 변화를 규명하고 예측하는 데 중요하다. 이제 100년 남짓 축적된 기상관측기와 생태조사 기록만으로는 장기간의 기후 변화 패턴, 추세, 규모에 대한 정보를 충분히 제공하는 데 한계가 있기 때문이다(그림2).

지구온난화(Global warming)란 용어는 제4기 고기후학자에 의해 과학계에 본격적으로 소개되었다. 컬럼비아대학교 고기후학 교수 (故) 윌러스 브뢰커(Wallace S. Broecker)는 1975년 사이언스지에 파격적인 논문 한 편을 게재했다. 당시 북반구의 기온은 1940년대 중반부터 하강곡선을 그리고 있었지만, 브뢰커는 화석연료에서 배출된 대기 중 이산화탄소의 온실효과로 연평균온도가 2010년까지 약 0.8℃ 증가될 것임을 추정하였다(그림3). 브뢰커는 아주 단순한 수치 모델을 이용해 온도상승 값을 도출했다. 브뢰커 수치 모델의 입력변수는 오직 3개, 대기 중 이산화탄소 증가율, 2.4℃ 기후민감도(Climate sensitivity), 자연적 기온 변동성이었다. 이중 마지막 변수는 장기적 관점에서 연평균기온의 상승-하강 주기를 나타냈다. 기온의 주기적 변동성에 대한 함수는 그린란

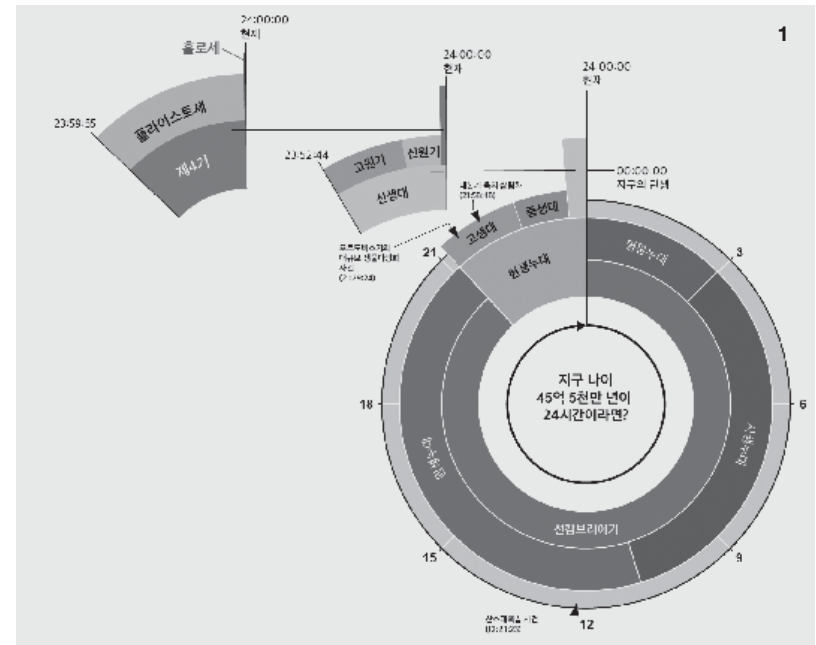


그림1 - - - 지질연대표가 24시간이라면? (지질시대의 상대적 수치연령은 국제총서위원회(International Commission on Stratigraphy) 홈페이지(<http://stratigraphy.org/chart>)에 게시된 2022년 버전의 국제지질연대/시간총서표를 참고하여 계산하였다. 지질시간단위별 국문명은 한국지질학회에서 승인한 한글번역 및 음역(2021년)을 따랐다.)

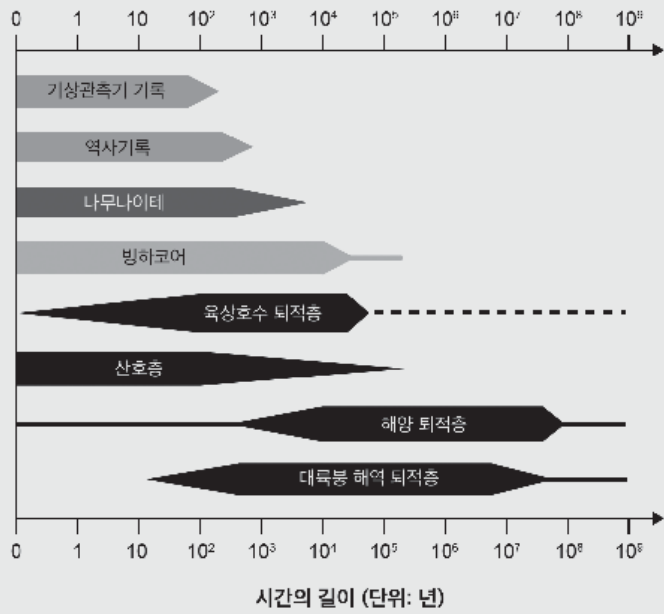


그림2 --- 고환경아카이브들(paleoarchives)과 관측기록들의 측정 시간 범위 (출처 - Ruddiman, W.F. (2014) Earth's Climate: Past and Future. (3rd eds.) W.H. Freeman & Sons, New York.)

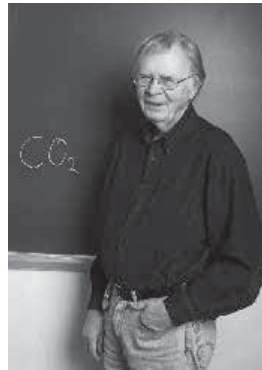
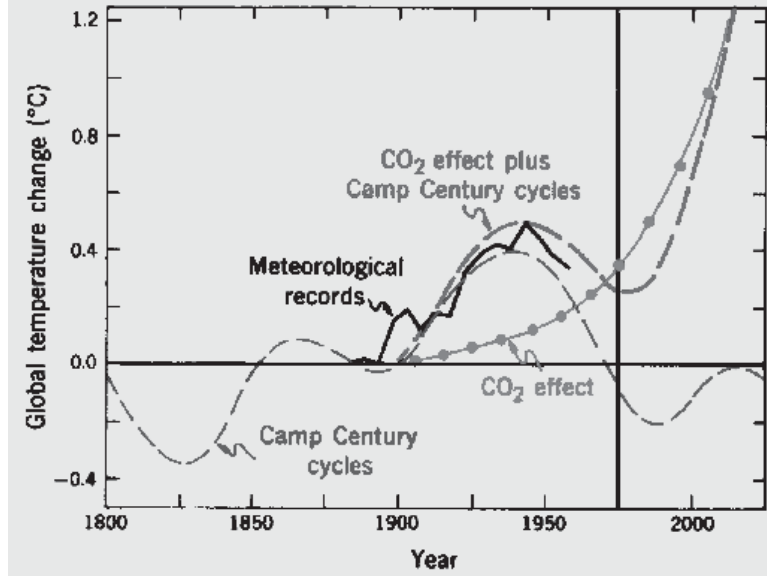


그림3 --- 윌리스 브뢰커(1931-2019)와 브뢰커의 지구온난화 수치모델 (출처 - Broecker, W. S. (1975). Climatic change : Are we on the brink of a pronounced global warming? *Science*, 189(4201), p.460-463.)

드 캠프센추리 빙하코어의 800년간의 산소동위원소비 기록으로부터 도출되었다. 이 고기후 데이터는 1975년 당시 30년간 지속된 한랭화의 배경을 설명하고, 1975년 이후 온실가스 효과로 인해 비약적으로 상승될 이상기온 현상을 부각시켰다. 브뢰커의 예측은 거의 정확했고, 그는 “지구온난화의 아버지”라는 칭호를 얻었다.

재미있는 뒷이야기를 덧붙이자면, 사실 브뢰커 본인은 그의 정확한 예측이 수치과정에 치명적인 오류에도 불구하고 우연히 결과값만 맞은 “멍청한 행운(Dumb luck)”이었다며 겸연쩍어했다. 급기야 그가 논문을 발표한 1975년 이전에 “지구온난화”를 언급한 문헌을 찾는 이에게 200달러를 수여한다는 공약을 걸기도 했다. 실제로 상금은 브뢰커의 박사과정생이었던 데이비드 맥기(David McGee, 현재 매사추세츠공과대 지구대기행성과학과 고기후학 교수)에게 돌아갔고, 2017년 브뢰커는 자신이 “지구온난화의 아버지”가 아니라 “멍청한 행운의 수혜자”임을 입증하는 논문을 아주 기쁘게 출간했다. 하지만, 그의 바람과 달리 브뢰커는 2019년 타계한 이후에도 “지구온난화의 대부” 혹은 “기후학의 할아버지”라는 칭송까지 받고 있다. 아무래도 그의 2017년 “멍청한 행운의 수혜자” 논문이 1975년 “지구온난화” 논문보다 덜 인용되는 것이 분명하다.

제4기 고기후/고생태학의 연구시료와 범위

제4기 고기후/고생태학 연구시료는 일반적으로 시간층서(chronostratigraphy)적 형질을 지닌 물질들이 선호된다. 이들은 시간 흐름 순서에 따라 차곡차곡 축적된 유·무기물들이 쌓여 형성된 선명한 층들을 지니며, 그 층위가 그대로 간직된 자연의 아카이브(natural archive)이다. 제4기는 가장 최근의 지질학적 시대이기 때문에 현재까지 남아있는 시간층서적 매체들의 양과 종류가 많은 편이다. 호수, 습지, 하천, 퇴스(loess)의 퇴적층, 종유석(speleothem), 나무 나이테(tree ring), 해저퇴적층, 산호초(coral reef), 극지방과 고산지대의 빙하(glacier)등이 대표적이다. 이런 고환경아카이브들(paleoarchives)은 육지, 해양에 걸쳐 다양하게 보존되어 있어 제4기 고환경사가 더 오래전 지질학적 시대의 그것들보다 높은 해상도를 지니게 한다(그림4). 더 광범위한 지역의 환경 변화 연대기들이 더 다양한 데이터와 더 짧은 시간 간격으로 촘촘하게 복원(reconstruction)되는 것이다.

이런 비교적 높은 시공간 해상도의 고환경사 덕분에

제4기 고기후/고생태학은 기후 및 생태계 변화들 사이의 연관성에도 집중할 수 있다. 지리적으로 다른 위치의 고환경 연대기들을 교차적으로 비교해 도드라진 등시성을 보이는 사건들을 발견하고, 그들의 우연성과 인과성을 기후시스템 및 거시생태학적 맥락에서 검증하는 것이다. 이 과정에서 과거 기후 변화 규모가 지방적(local-scale), 지역적(regional-scale), 전지구적(global-scale)인지 검토된다. 또한, 기상관측 기록과 제4기 이전의 시대들에서 보고되지 않았던 기후 변화 사건을 탐지하고 이와 연관된 기후물리 기작들을 탐구한다.

일례로 홀로세 시작 직전(12850년 전부터 11700년 전까지의 기간)에 일어난 영거 드라이아스(the Younger Dryas Cold Event)를 보자. 영거 드라이아스는 갑작스런 이상저온 현상으로 북미, 유라시아를 넘어 한반도에도 그 흔적이 남아있다. 영거 드라이아스의 급격한 한랭화는 지속적인 지구온난화가 선행되었기에 유발했다는 가설이 지배적이다. 당시 해빙기였던 지구의 기온이 상승하면서 빙하가 녹아 형성된 많은 양의 담수가 북반구 고위도의 북대서양으로 흘러 들어가 해양 열염분순환을 교란했을 것으로 추정된다. 이에 적도 부근의 열에너지가 북반구 고위도 지역으로 원활하게 전달되지 않으면서 북반구 기온이 빙하기 수준으로 급감한 채 몇백 년 동안 지속되었다는 것이다.

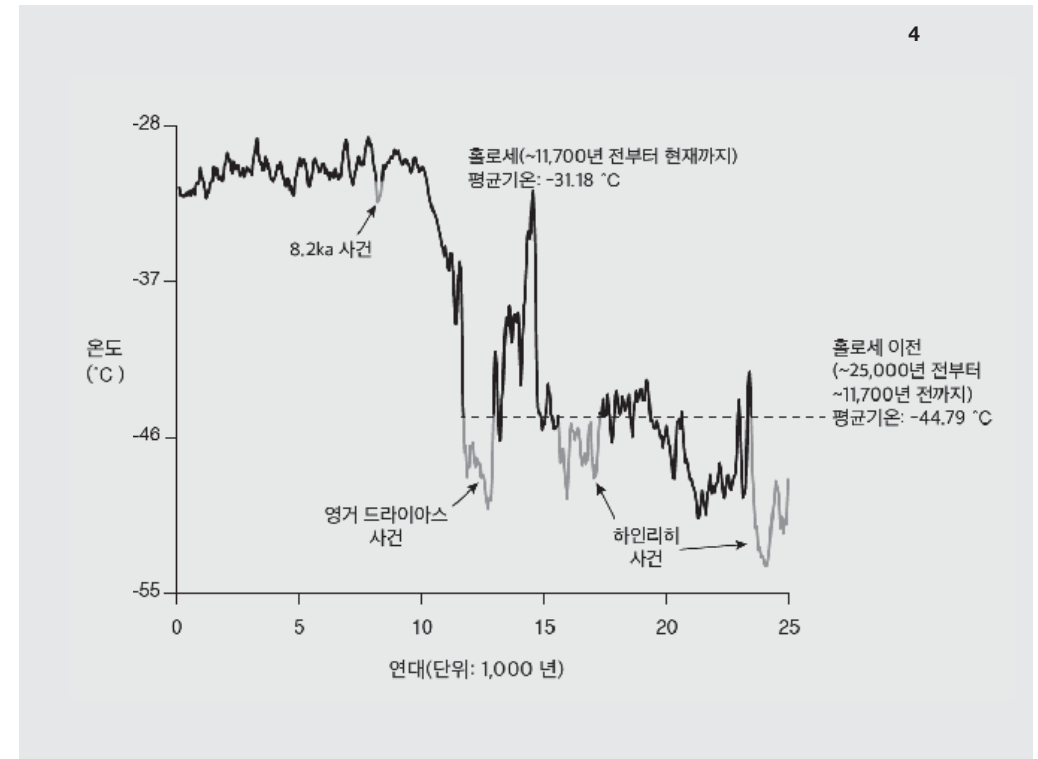


그림4 - - - 그린란드 빙하코어(GSIP 2)에서 얻은 과거 25000년간의 북극 온도 변화 역사 (출처 - Alley, R.B. (2000). The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary Science Reviews*, 19, p.213-226.)

사실 홀로세의 8.2ka 사건(8.2ka Event), 빙하기의 하인리히 사건(Heinrich Event) 등(그림4) 영거 드라이어스와 유사한 사건들이 제4기 고환경사에서 흔하게 일어난 편이다. 이때도 기온급감 이전에 지속적인 기온상승이 발생했다. 만약 지구온난화의 가속으로 머지않은 미래에 급격한 한랭화의 티핑 포인트(tipping point)에 도달한다면, 우리는 어떻게 대응해야 할까? “설국열차”가 필요할까?

제4기 고환경 복원의 방법과 해석

제4기 고환경복원은 프록시(proxy)라 통칭되는 간접지표에 의존한다. 프록시는 연구자가 집중하는 환경변수와 연구시료에 따라 종류가 다양한데, 크게 생물적, 물리적, 화학적 프록시로 분류된다. 예를 들면 화분화석(fossil pollen)과 탄편(charcoal)은 생물적 프록시, 입도(grain-size distribution)는 물리적 프록시, 산소동위원소비는 화학적 프록시이다. 고기후학/고생태학에서는 다양한 프록시들로 교차 검증이 가능

한 고환경사를 더 신뢰하는 경향이 있다. 과거 환경을 추론할 때, 단일 프록시 데이터만을 이용한 연구는 순환 논법의 오류라는 뒤편에 빠질 수 있기 때문이다. 다중 프록시 접근법(Multiproxy approach)은 다양한 성격의 프록시 사용을 권장하기 때문에 지질학, 생태학, 지리학, 토양학, 고고학, 해양학, 대기과학 등의 다양한 분야와의 간학제적 융합연구를 촉진한다. 또한, 새로운 프록시 탐색을 유도해 제4기 고기후-고생태학의 외연을 확장하는 원동력이 되기도 한다.

이 밖에도 현생유추기법(Modern Analog Technique, MAT)이라는 고환경매개변수(paleoenvironmental parameter)를 정량적으로 복원하는 프록시 데이터 가공법이 있다. 주로 해양 유공충, 화분화석, 산소동위원소비 같은 생물적, 화학적 프록시로 고온도(paleotemperature, °C)를 복원할 때 사용된다. 현생유추기법은 동일과정설(Uniformitarianism)에 이론적 기반을 둔 통계적 복원법으로, 과거의 기온을 더 정교하게 복원하는 것을 추구한다. 특히, 생물적 프록시를 이용한 현생유추기법은 생태적지위이론(Ecological Niche Theory)에도 기반을 두고 있다. 화분화석을 이용해 고기온을 복원하는 과정을 예로 현생유추기법의 과정을 간략히 설명해보고자 한다(그림5). 기온은 식물종분포를 결정하는 주요한 환경변수이고, 화분군집의 변화는 식생의 변화를 반영하는 지시자로 가정한다. 그

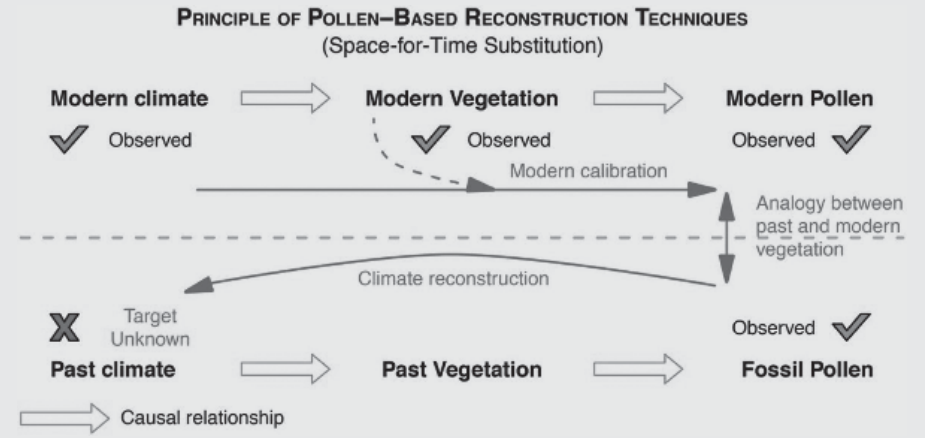
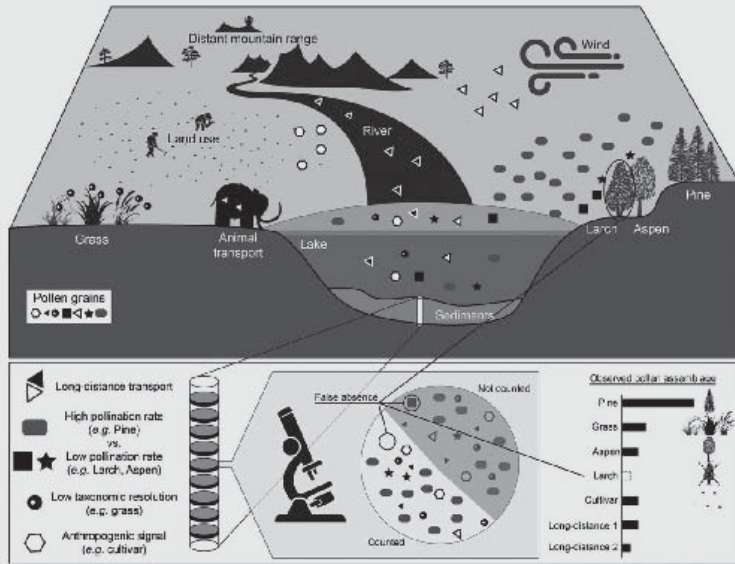


그림5 --- 현생유추법 이론 모형 - 화분화석의 예(왼쪽); 육상퇴적층 화분화석 분석법의 개념적 모형(오른쪽)
 (출처 - Chevalier, M., Davis, B. A. S., Heiri, O., Seppä, H., Chase, B. M., Gajewski, K., Lacourse, T., Telford, R. J., Finsinger, W., Guiot, J., Kühl, N., Maezumi, S. Y., Tipton, J. R., Carter, V. A., Brussel, T., Phelps, L. N., Dawson, A., Zanon, M., Vallé, F., ... Kupriyanov, D. (2020). Pollen-based climate reconstruction techniques for late Quaternary studies. *Earth-Science Reviews*, 210, 103384.

리고 현생화분군집과 현재의 기온변화도 사이의 관계가 화석화분군집과 고기온변화도와 동일하다는 전제를 갖는다. 앞의 전제들을 바탕으로, 현생화분군집의 변수를 기온으로 변환하는 수치함수(transfer function)를 통계적 방법으로 얻고, 화석화분군집을 수치함수에 대입하여 과거 기온을 도출한다. 이런 생물적 프록시 현생유추기법은 해양퇴적물의 유공층의 군집, Mg/Ca 등으로 해수표면온도를 복원할 때 쓰이기도 한다.

1970년대 중반부터 개발되기 시작한 고기후모델은 프록시 데이터에 새로운 전환기를 주었다. 프록시 데이터는 과거 기후 변화 추세, 패턴 등의 결과값만을 보여주기 때문에, 기후변화를 일으키는 물리 기작(physical mechanism)에 대한 가설을 검증하기 위해서는 기후모델에 의존해야 했다. 반면, 기후모델이 구현한 과거의 기후는 수많은 방정식들로 계산된 결과값으로, 그 정확도를 검증할 때 프록시 데이터가 반드시 필요하다. 이와 같은 고기후수치모델과 프록시 데이터 간의 상호보완적 관계는 COHMAP(Co-operative Holocene Mapping Project)에서 잘 드러난다. COHMAP은 위스콘신대학교(메디슨 캠퍼스) 대기과학자 존 쿠츠바흐(John E. Kutzbach)와 브라운대학교 고생태학자 토마스 웹(Thomas Webb III)을 주축으로 한 30명의 과학자들이 진행한 고기후모델과 프록시 데

이터 융합 연구프로젝트이다(기간: 1977~1995년). 이들은 전지구기후모델과 대규모 프록시 데이터들(예: 약 900개의 화분화석 데이터)을 이용하여 마지막 빙하 최대기(Last Glacial Maximum, 약 24000년 전부터 18000년 전까지)와 홀로세의 대규모 기후 변화들을 대상으로 굵직한 연구 결과들(예: 태양 일사량 변동으로 인한 동아시아, 아프리카 몬순 강도 변화)을 발표하였다. COHMAP 이외에도 다른 고기후수치모델-프록시 융합 프로젝트들(예: CLIMAP, SPECMAP)이 존재했고, 이들의 등장은 광범위한 지역에서 얻은 대량의 프록시 데이터를 통합적으로 관리하는 데이터베이스들(예: BIOME6000, Neotoma, PAGES 2k)의 탄생을 촉진하기도 하였다.

제4기의 인류세(Anthropocene Epoch)인가,

제4기의 인류세적 사건(Anthropocene Event)인가?

인류세는 현재 인류가 스스로 초래한 기후 및 환경 위기의 시대를 살고 있음을 강조한다. 파울 크뤼첸(Paul Crutzen)과 유

진 스토머(Eugene Stormer)가 인류세를 처음 제안했을 때, 인류세의 개념은 대가속(Great Acceleration)과 지구시스템의 전환으로 특징지어졌다. 지구 환경 변화 규모와 속도가 시간이 흐르면서 기하급수적으로 증가하는 대가속 양상에 대한 정확한 예측은 상당히 어렵다. 인류가 과거로부터 지구의 각종 권역(-sphere)들에 일으킨 변화들이 꾸준히 축적되어 지구시스템 자체가 새로운 상태로 전환되었기 때문이다. 인류세 개념은 다양한 학문 분야로 하여금 기후, 환경 변화가 인류 생존과 직결된 당면 과제를 인식하게 하였고, 층서학자들에게 현재의 지질시대를 인류세로 공표할 것인가를 논의하게 만들었다. 이 과정에서 인류세를 과학적으로 정의하는 것이 층서학이란 단일 지질 분과의 과제로 떠맡겨지게 되었다.

현재 인류세는 국제지질연대표에 포함되어 있지 않다. 공식적으로 우리는 아직 신생대 제4기 홀로세 메갈라야 절을 살고 있다. 인류세를 새로운 지질시대로 공표하는 것은 국제지질학회가 한다. 국제지질학회 산하에는 국제층서위원회가 있고 또 그 산하에는 17개의 소위원회가 있다. 이 중 제4기 소위원회의 인류세실무단(2009년 발족)이 인류세 시작의 층서학적 증거를 수집, 검증하여 제안서를 작성, 제출하는 업무를 맡고 있다. 인류세실무단이 공식적으로 제4기 소위원회에 인류세 공식화에 대해 제안하고, 다음의 3가지 절

차를 차례대로 통과하면 인류세는 새로운 지질시대로 결정된다. 우선 제4기 소위원회에서 과반 찬성, 다음 국제층서위원회에서 과반 찬성, 마지막으로 국제지질학회 집행위원회의 인준이다. 2016년 인류세실무단은 인류세의 시작 시점을 첫 원자폭탄 폭발 실험 날(날짜: 1945년 7월 6일, 장소:미국 뉴멕시코 알라모고도)로 정하자는 예비 권고 사항을 제안했지만, 국제층서위원회에서 추가적인 고려가 필요하다는 이유로 반려하였다. 이후 2019년, 인류세실무단은 인류세에 대한 구속력 있는 투표(binding vote)를 부쳤다. 투표 결과 88%의 인류세실무단 위원들은 두 가지 사항에 찬성했다. 첫 번째는 인류세는 국제층서표준에 따라 공식적인 지질학적 시대로 다루어져야 한다는 것이고, 두 번째는 인류세의 시작 시점은 20세기 중반이어야 한다는 것이다. 이에 인류세실무단은 인류세 시작점의 층서적 기준이 될 국제경계모식층단면(Global Boundary Stratotype Section and Point)을 지정하기 위해 12개 후보지층들을 분석하고 있다. 후보지층들은 유럽, 북미, 아시아, 남극 등지에 분포되어 있다. 실무단은 2021년에 인류세 공식화를 제4기 소위원회에 제안하려 했으나, 현재까지 제안서는 제출되지 않고 있다.

2021년 이래 인류세를 새로운 지질학적 시기(Geological time unit)가 아닌 지질학적 사건(Geological event), 즉

“인류세적 사건(Anthropocene Event)”으로 정의하자고 주장하는 논문들이 연달아 출간되었다. 지질학적 사건은 지구 환경 변화 사건 중 층서적 증거가 남아있는 것들을 말한다. 지구 역사에서 몇몇 대규모의 지질학적 사건들은 지구시스템의 대전환을 일으켰다. 그 예들로 고원생대의 “산소 대폭발 사건(Great Oxidation Event, GOE; 약 24~20억 년 전)”, “오르도비스기의 대규모 생물 다양화 사건(Great Ordovician Biodiversity Event, GOBE; 485~455백만 년 전)”, 그리고 “데본기 육지 삼림화(Middle-Late Devonian forestation of continents, DeFE; 약 390~360백만 년 전)”가 있다(그림1). 예시로 든 지질학적 사건들은 생물권 변화가 대기권, 지권 등 타 권역에 영향을 주면서 지구시스템의 근본적인 전환을 일으키고 이를 뒷받침하는 층서적 증거가 있지만, 새로운 지질시대의 포문을 연 사건들로 정의되지 못했다. 그 이유는 이들의 층서적 증거가 시공간적 산발성을 지니고 있고, 시작된 이후 그 현상의 여파가 현재까지 계속되고 있기 때문이다. 이와 같은 이유로 인류세가 지질학적 사건이라 주장하는 학자들은 지구에 대한 인간의 영향 역시 초기에는 이시적(diachronous)이었고 지금까지 그 진행이 지속적(time-transgressive)이기 때문에, 인류세를 지질학적 시기(Geological time unit)가 아닌 사건으로 정의하는 것이 더 적절하다고 제안한다. 인류세실무단의 과반수 의견과는 상반되

는 이들의 주장은 인류세의 시작 시점에 대한 견해차에서 기인한다.

앞서 언급했듯이, 인류세를 국제층서표준에 따라 지질시대로 정의하기 위해서는 홀로세-인류세 경계층을 선정하고 그 경계층의 모식층이 제시되어야 한다. 홀로세-인류세 경계층은 표식(Marker)이 되는 물질에 의해 상하부층과 뚜렷이 구별되어야 한다. 대표적인 표식의 예가 K-T 경계면(공룡의 시대 중생대 끝과 포유류의 시대 신생대 시작 경계면)의 이리듐 스파이크(Iridium Spike)이다. 실무단이 기대하는 홀로세-인류세 경계층의 가장 유력한 표식은 1952년 갑작스럽게 급증하다가 1963년에 급감한 플루토늄($^{239+240}\text{Pu}$) 농도의 원자폭탄 스파이크(Bomb Spike)이다. 따라서, 인류세실무단은 인류세의 시작 시점을 층서적으로 20세기 중반으로 정의한다. 그렇다면, 초기 인류세 개념의 중심이 된 사건인 18세기 산업 혁명은 어떻게 해석되어야 하는가? 그밖에 20세기 중반 이전에 일어난 인간 활동으로 인한 모든 환경 변화들은 어떻게 해석되어야 할까?

제4기 고환경사에는 인간 활동이 야기한 것으로 추측되는 굵직한 사건들이 다수 존재한다. 대표적으로 홀로세 중반기부터 증가한 대기 중 메탄가스 농도와 플라이스토세 후기의 대형 육상포유동물 멸종이 있다.

홀로세 중기 이후의 메탄가스 증가는 버지니아대학교 제4기 고기후학자 윌리엄 러디먼(William F. Ruddiman)의 인류초기개입설(The Early Anthropogenic Hypothesis, EAH)의 일부 분이다. 러디먼은 약 7천 년 전부터 증가하는 대기 중 이산화탄소는 삼림벌채 때문으로, 약 5천 년 전부터 증가한 대기 중 메탄가스는 동남아시아 지역의 논농사와 아시아, 아프리카에서 시작된 가축사육 때문으로 추정해왔다. 러디먼의 가설은 인류에 의한 유의미한 온실가스 증가 시점을 크뤼첸이 주장한 18세기 산업혁명보다 약 5~7천 년 앞당기는 것이었다. 2003년 인류초기개입설이 처음 제안되었을 때, 온실가스 증가와 농업화의 인과성은 윌러스 브뢰커를 필두로 한 고기후학자 동료들의 거센 비판을 받았다. 비판의 핵심은 고대

의 농업 활동이 전지구적 온실가스 평균을 좌지우지할 정도로 5~7천 년 전의 인구수가 많지 않다는 것이었다.

메릴랜드대학교 경관생태학자 얼 엘리스(Erle C. Ellis)는 농업기술 수준이 지금보다 낮은 몇천 년 전의 초기 농경 시대에는 재배면적에 비해 수확량이 적어서 농부 한 명이 경작, 벌채해야 하는 땅의 면적이 지금보다 더 넓었을 거라며 러디먼의 가설을 부분적으로 지지한다. 또한, 2000년대 후반부터 러디먼의 인류초기개입설 중 메탄가스 증가와 농업·목축 활동의 인과성을 지지하는 고생태학, 고고학, 민속 식물학, 역사학 연구 결과들이 속속 발표되고 있다. 그리고 IPCC 5,6차 보고서에 인류초기개입설의 메탄가스 부분이 실리면서 학계에서 이를 비교적 널리 수용하고 있음을 확인할 수 있다.

홀로세 이전의 지질시대인 플라이스토세는 주로 빙하기의 시대로 알려져 있지만 육지에 대형 포유류들이 존재했던 가장 최근의 지질시대이기도 하다(그림6). 대형 포유류들은 대부분 홀로세가 시작되기 전에 멸종한 것으로 알려져 있다. 멸종의 원인이 빙하기에서 간빙기로의 급격한 자연 기후 변화로 인한 주요 서식지 및 먹이 감소 때문인지, 인간의 무분별한 사냥 때문인지는 아직 논쟁 중이다. 하지만 북미는 다른 대륙과 달리 중서부, 남서부 원주민이었던 클로시브

인류세를 지질학으로 정의하는 데 도움이 될 질문

인류세는 지구의 마지막 지질학적 시기가 될 것인가, 이어지는 다음 지질학적 시기의 이전 단계가 될 것인가? 이 글에서 소개한 논의들을 바탕으로 인류세의 지질학적 정의를 둘러싼 주요 질문 세 가지를 소개하면서 글을 맺고자 한다.

하나, 인류세는 층서학적으로만 정의되어야 하는가?

둘, 인류세는 20세기 중반에 전지구적 규모로 갑자기 시작되었는가, 아니면 몇천 년 전부터 다양한 장소에서 점진적으로 시작되었는가?

셋, 인류세는 인류세(Anthropocene Epoch)인가, 인류세적 사건(Anthropocene Event)인가?